

# مجموعه مقالات



## دومین همایش ملی مدیریت منابع طبیعی ( آب، سیل و محیط زیست )

2<sup>nd</sup> National Conference on Natural Resources Management  
( Water, Flood and Environment )



اتحادیه تعاونی های  
کشاورزی و منابع طبیعی  
و آبخیزداری استان گلستان



پارک علم و فناوری گلستان  
Golestan Science & Technology Park



وزارت نیرو  
شرکت سهامی مدیریت  
منابع آب ایران  
شرکت سهامی آب  
منطقه ای گلستان



دانشگاه علوم کشاورزی  
و منابع طبیعی



اداره گل هواناسی استان



Sponsored and Indexed by  
**CIVILICA**  
We Respect the Science





دومین همایش ملی مدیریت منابع طبیعی (آب، سیل و محیط زیست)



۲۳ آبان ۱۳۹۸

## مجموعه مقالات کامل

دومین همایش ملی مدیریت منابع طبیعی

(آب، سیل و محیط زیست)

دانشگاه گنبد کاووس

۲۳ آبان ماه ۱۳۹۸

جلد دوم

کد مقالات ۲۰۱-۲۹۹



فهرست مقالات

عنوان	شماره صفحه
۲۰۱- بررسی اثرات مواد اصلاحی بر تعداد غلاف باقلا در منطقه‌ی دره شهر، استان ایلام .....	۱
۲۰۲- بررسی میزان نسبی آب (RWC) گندم تحت مصرف مواد اصلاحی در دشت ارمو، شهرستان دره شهر، استان ایلام .....	۶
۲۰۳- بررسی اثرات نامطلوب کاربرد کودهای شیمیایی و ضرورت توسعه کشاورزی پایدار .....	۱۱
۲۰۴- بررسی کاربرد الیسیتورها بر میزان کمبود آب اشباع برگ و آنزیم‌های آنتیاکسیدان گیاه دارویی زوفا ( <i>HYSSOPUS OFFICINALIS L.</i> ) تحت تنش خشکی .....	۱۶
۲۰۵- تحلیل پایداری سد بتنی وزنی KOYNA .....	۲۱
۲۰۶- نقش گنبد‌های نمکی در شوری آب رودخانه فیروز آباد .....	۲۷
۲۱۱- تأثیر بیوجار بر مقاومت گیاهان نسبت به شوری .....	۳۲
۲۱۲- کاربرد گیاه پالایی در حذف آلاینده‌ها .....	۳۵
۲۱۳- اندازه‌گیری بیوماس هوایی و زیرزمینی و ارتباط آن با تنوع و غنای گونه‌ای در مراتع تحت کشت آتریپلکس و تاغ .....	۴۱
۲۱۴- ارزیابی تغییرات تراز آب زیرزمینی در دشت سمنان .....	۴۸
۲۱۵- پهنه‌بندی اقلیم خشک ایران با استفاده از روش دومارتن .....	۵۴
۲۱۶- ارزیابی کیفی آب رودخانه‌های ورودی به خلیج گرگان برای مصارف مختلف .....	۵۹
۲۱۷- بررسی هیدروشیمی آب رودخانه اوغان، استان گلستان .....	۶۴
۲۱۸- تأثیر سازندهای زمین‌شناسی در شکل‌گیری و آبدی چشمه‌های شرق استان گلستان .....	۶۹
۲۱۹- پایش کیفی رودخانه خرم‌آباد با استفاده از مدل QUAL2KW .....	۷۴
۲۲۰- مدل‌سازی تأثیر روش کشت نشایی بر مقدار مصرف آب سویا در گرگان .....	۷۹
۲۲۱- بررسی تأثیر نوع سبزی نشاء و تراکم گیاهچه در طول مدت نگهداری بر خصوصیات نشای سویا در گلخانه .....	۸۴
۲۲۲- پهنه‌بندی حساسیت فرونشست زمین در دشت سمنان با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته .....	۹۰
۲۲۳- اثرات توسعه در بخش کشاورزی بر درختان لرگ در جنگل‌های وطن (شمال ایران) .....	۹۶
۲۲۴- تأثیر زمان اجرای عملیات ترسیب کربن بر درصد پوشش گیاهی و تنوع زیستی (مطالعه موردی: مراتع سریش، خراسان جنوبی) .....	۱۰۳
۲۲۵- تأثیر سیلاب بر حضور مارهای خانواده افعی‌ها (VIPERIDAE) در محیط شهری (مطالعه موردی: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان) .....	۱۱۱
۲۲۶- کاربرد پساب در کشاورزی و اهمیت مدیریت صحیح آن .....	۱۱۵
۲۲۷- کاربرد فناوری گیاه‌پالایی در تصفیه آب‌های نامتعارف .....	۱۲۱
۲۲۸- تعیین گونه‌های معرف جوامع گیاهی راش ( <i>FAGUS ORIENTALIS LIPSKY.</i> ) در جنگل‌های توسکستان گرگان به روش ارزش معرف .....	۱۲۶
۲۳۰- تعیین ضریب رواناب و آستانه شروع جریان از سطح پشت‌بام‌ها در شرایط اقلیمی اهواز .....	۱۳۱
۲۳۱- مقایسه شدت فرسایش بادی و پایداری ساختمان خاک در اراضی کویری و کشاورزی مرکز ایران .....	۱۳۷
۲۳۲- بررسی عوامل مؤثر بر حضور گونه حمایت شده مینا ( <i>ACRIDOTHERES TRISTIS</i> ) در پارک‌های شهر اهواز .....	۱۴۳
۲۳۳- ارزیابی صفات کمی لگوم‌های علوفه‌ای مختلف در شرایط آب و هوایی گرگان .....	۱۴۷



- ۲۲۴- ارزیابی صفات زراعی و عملکرد دانه ارقام مختلف سورگوم دانه‌ای (*SORGHUM BICOLOR*) در گرگان..... ۱۵۲
- ۲۲۵- مطالعه آزمایشگاهی تأثیرگذاری پوشش درختی ساحلی بر میرایی امواج دریا..... ۱۵۷
- ۲۲۶- بررسی آزمایشگاهی تعیین مناسب‌ترین ارتفاع نصب طوق در کاهش آبهستگی اطراف پایه پل دایره‌ای در شرایط جریان غیرماندگار..... ۱۶۴
- ۲۲۷- بررسی آزمایشگاهی تعیین مناسب‌ترین اندازه طوق در کاهش آبهستگی اطراف پایه پل دایره‌ای در شرایط جریان غیرماندگار..... ۱۶۹
- ۲۲۸- روند تغییرات اندیس‌های اشباع در طول رودخانه گرگانرود..... ۱۷۵
- ۲۴۰- اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی بذور گونه *ALHAGI CAMELORUM*..... ۱۸۰
- ۲۴۱- میرایی موج توسط پوشش گیاهی صلب در سواحل..... ۱۸۴
- ۲۴۲- پهنه‌بندی سیلاب رودخانه گرگانرود براساس حریم کمی و کیفی با استفاده از HEC-RAS و GIS..... ۱۸۹
- ۲۴۳- فرآیندهای تخریب خاک با تاکید بر SOIL SEALING..... ۱۹۷
- ۲۴۴- بررسی فلور، شکل زیستی و کوروتیپ‌های گیاهان مناطق بیابانی (مطالعه موردی: جنوب پلایای دامغان)..... ۲۰۵
- ۲۴۷- لزوم مدیریت آب در کارخانه‌های فلوتاسیون مواد معدنی برای صرفه‌جویی در مصرف منابع آب شیرین..... ۲۰۹
- ۲۴۸- اثر تثبیت سویه بر تولید متالوپروتئاز قلیایی تولید شده توسط سویه *اکزیگوباکتریوم MSB42* با هدف زیست پالائی ضایعات پروتئینی..... ۲۱۹
- ۲۴۹- بررسی اثرات کیفیت آب آبیاری بر روی محصولات کشاورزی دزفول..... ۲۲۳
- ۲۵۰- نقش مکانیزاسیون کشاورزی با نگرشی بر دلایل عدم پذیرش کشاورزی ارگانیک..... ۲۲۳
- ۲۵۱- اثرات زیست محیطی و ارزیابی کیفیت مواد غذایی ارگانیک..... ۲۴۰
- ۲۵۲- تنوع گونه‌ای و اشکال زیستی در پوشش گیاهی حاشیه رودخانه شور در منطقه اشتهارد..... ۲۴۶
- ۲۵۳- مدل‌سازی معکوس پارامترهای منحنی مشخصه رطوبتی خاک بر پایه الگوریتم GRG..... ۲۵۳
- ۲۵۴- اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاک در قلمرو کامل با استفاده از مدل‌سازی معکوس..... ۲۵۹
- ۲۵۵- بررسی تهیه سوخت زیستی از ضایعات کشاورزی با استفاده از روش پیرولیز..... ۲۶۵
- ۲۵۸- بررسی تأثیر شیب طولی بر تولید گرد و غبار جاده‌های شنی و خاکی جنگل عربداغ شهرستان کلاله..... ۲۷۰
- ۲۶۱- بررسی منشأ هیدروژئوشیمیایی رودخانه‌های گرگان..... ۲۷۶
- ۲۶۲- مطالعه توانایی باکتری *PSEUDOMONAS FLUORESCENCE* در تجزیه علف‌کش تریفلورالین در شرایط آزمایشگاهی..... ۲۸۱
- ۲۶۸- بررسی استفاده از گونه حنا به منظور مبارزه با بیابان زایی، فرسایش خاک و ریزگردها..... ۲۸۵
- ۲۶۹- نگاهی بر سیستم‌های آب‌شیرین‌کن خورشیدی به منظور استحصال آب از منابع نامتعارف..... ۲۹۰
- ۲۷۰- بررسی کارایی مدل تجربی خوزلا جهت برآورد رواناب در حوزه آبخیز رامیان-استان گلستان..... ۲۹۷
- ۲۷۱- بررسی کیفی سفره آب زیر زمینی دشت کاشمر به منظور مصارف کشاورزی..... ۳۰۳
- ۲۷۲- بررسی ملزومات صنعت سدسازی در ایران..... ۳۰۹
- ۲۷۳- بررسی تأثیر احداث سد لاستیکی بر جلوگیری از پیشروی خط آب شور در رودخانه ساحلی..... ۳۱۵
- ۲۷۴- نقش واحدها و رخساره‌های ژئومورفولوژی در پخش سیلاب محسن آب مهرا..... ۳۲۲
- ۲۷۵- کیفیت آب در شرایط وقوع سیل و روش‌های تصفیه آن..... ۳۲۸
- ۲۷۶- بررسی کیفی آب رودخانه کرخه با استفاده از شاخص کیفی IRWQI..... ۳۳۶
- ۲۷۸- مروری بر کاربرد آبشکن باندا لایک در کنترل فرسایش و ساماندهی رودخانه‌ها..... ۳۴۳



- ۲۸۰- مدل سازی عددی تعیین ضریب دبی در سرریزهای مرکب و مرکب قوسی با استفاده از نرم افزار FLOW-3D ..... ۳۴۹
- ۲۸۳- ارتباط ویژگی های مورفومتری حوضه های آبخیز و فرسایش پذیری در سطوح مختلف ارتفاعی در محسن آب مهران ..... ۳۵۵
- ۲۸۴- (بررسی روش های مختلف حذف فلزات سنگین از محلول های آبی) ..... ۳۶۱
- ۲۸۵- (تصفیه آب های نامتعارف با استفاده از جاذب های گیاهی) ..... ۳۶۴
- ۲۸۶- برآورد دبی اوج سیل در دوره بازگشت های مختلف (حوزه آبخیز بانرجمان، استان ایلام) ..... ۳۶۸
- ۲۸۷- نگاهی به وضعیت خشکسالی ایران و بررسی روش های مقابله و سازگاری با کم آبی ..... ۳۷۴
- ۲۸۸- بررسی تغییرات افت آب زیرزمینی آبخوان فهلیان ..... ۳۸۰
- ۲۹۰- مطالعه زیست تجزیه پذیری علف کش گرانستار توسط باکتری *ESCHERICHIA COLI* در شرایط آزمایشگاهی ..... ۳۸۶
- ۲۹۱- مقایسه انتشار آلودگی صوتی حاشیه جاده جنگلی در ارتفاع نیم و یکونیم ..... ۳۸۹



## بررسی اثرات مواد اصلاحی بر تعداد غلاف باقلا در منطقه‌ی دره شهر، استان ایلام

محمد زینوند<sup>۱</sup>، افسانه عالی‌نژادیان<sup>۲\*</sup>، اکبر سهرابی<sup>۲</sup>، محمد فیضیان<sup>۴</sup>، امیدعلی اکبرپور<sup>۵</sup>  
<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری پیدایش، رده‌بندی و ارزیابی خاک، دانشگاه لرستان، <sup>۲</sup> استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه لرستان، <sup>۴</sup> دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه لرستان، <sup>۵</sup> استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه لرستان  
\*alinezhadian.a@lu.ac.ir

### چکیده

تعداد غلاف تحت تأثیر عوامل محیطی مختلف نظیر حاصلخیزی خاک، رطوبت، میزان ازت، تعداد بوته در واحد سطح و سایر عوامل محیطی می‌باشد. تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر برخی مواد اصلاحی بر تعداد غلاف گیاه باقلا رقم شاخ بزی، با آزمایشی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه‌ای در منطقه دشت ارمو، شهرستان دره‌شهر - استان ایلام اجرا شد. پژوهش با هدف بررسی و مقایسه‌ی اثرات دو عامل، انواع مواد اصلاحی و مقادیر ناهم‌اند مواد اصلاحی (بقایای یونجه در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، کاه و کلش گندم در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، کود مرغی در سه سطح ۲، ۴ و ۶ تن در هکتار و کود شیمیایی به میزان ۱۰۰ درصد نیاز کودی) روی گیاه باقلا انجام گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد مواد اصلاحی باعث افزایش معنی‌دار تعداد غلاف باقلا (به میزان ۱۲ تا ۸۰ درصد) گردید. بیشترین تعداد غلاف (۱۵) در تیمار ۶ تن در هکتار کود مرغی و کمترین آن (۸) در تیمار شاهد به دست آمد. بنابراین می‌توان بیان کرد که مصرف مواد اصلاحی به خصوص کود مرغی و به شکل خام اثرات مفیدی بر تعداد غلاف، رشد گیاه و عملکرد محصول باقلا خواهد داشت.

کلمات کلیدی: مواد اصلاحی، تعداد غلاف، باقلا، دره شهر.

### ۱- مقدمه

باقلا (*Vicia faba* L.) یکی از حبوبات عمده در بسیاری از کشورهای جهان به‌شمار می‌رود که به صورت دو منظوره در تغذیه انسان و دام مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۱). عملکرد باقلا در جهان ۱۶۵/۴ کیلوگرم در هکتار است (۸). سطح زیرکشت باقلا در ایران حدود ۳۵ هزار هکتار می‌باشد (۱۰).

برای دستیابی به حداکثر محصول در گیاه باقلا وجود عناصر غذایی به مقدار لازم و متعادل در محیط پراکنش ریشه این گیاه ضروری است (۹). کودهای دامی سبب اصلاح خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و در نتیجه افزایش محصول شده و با تجزیه مواد آلی توسط ریز جانداران و تولید گاز کربنیک در جامعه گیاهی، فتوسنتز، رشد و کارکرد محصول را افزایش می‌دهند (۹).

افزایش تعداد غلاف سبب افزایش عملکرد محصول می‌گردد (۷). تعداد غلاف تحت تأثیر عوامل محیطی مختلف نظیر حاصلخیزی خاک، رطوبت، مقدار ازت، تعداد بوته در واحد سطح و سایر عوامل محیطی می‌باشد (۴). تعداد غلاف در بوته بیشترین سهم را در تغییرات عملکرد دانه دارد و معمولاً مهمترین جزء عملکرد دانه است (۳). عملکرد دانه باقلا در واحد سطح تابعی از تعداد غلاف است (۴). با توجه به فقر خاک‌های اکثر مناطق کشور از نظر مواد آلی و اهمیت کودهای دامی و بقایای

محصولات کشاورزی در توان تولیدی خاک، این پژوهش به منظور بررسی تأثیر برخی مواد اصلاحی بر تعداد غلاف گیاه باقلا رقم شاخ بزی، در منطقه دشت ارمو، شهرستان دره شهر - استان ایلام اجرا شد.

### ۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش در فصل پاییز، سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ در مزرعه‌ای واقع در منطقه دشت ارمو، شهرستان دره شهر - استان ایلام با کاربرد انواع مواد اصلاحی و مقادیر ناهمانند مواد اصلاحی (بقایای یونجه در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، کاه و کلش گندم در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، کود مرغی در سه سطح ۲، ۴ و ۶ تن در هکتار و کود شیمیایی با توجه به آزمون خاک (۲۵۰ کیلوگرم کود اوره، ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات و ۱۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم) در سه تکرار اجرا گردید. اراضی دشت ارمو از نظر تقسیمات کشوری جزء استان ایلام و شهرستان دره شهر بوده و از لحاظ مختصات جغرافیایی بین طول‌های ۴۷ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و عرض‌های ۳۳ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی و با متوسط ۶۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا واقع گردیده است. میانگین ماهیانه متوسط دمای روزانه هوا بر حسب درجه سانتی‌گراد ۲۱/۳ و متوسط دمای حداقل ۱۳/۵ و متوسط دمای حداکثر ۲۹/۲ سانتی‌گراد است، تبخیر سالیانه حدود ۲۶۵۵ میلی‌متر و میانگین مجموع بارندگی ۴۱۷/۱ میلی‌متر می‌باشد. خاک مورد آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری، مزرعه تهیه و به منظور یکنواختی از الک چهار میلی‌متری عبور داده شد؛ سپس در معرض هوا خشک گردید. کاه و کلش گندم و بقایای یونجه از مزارع شهرستان دره شهر تهیه شد. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

مشخصات خاک	هدایت الکتریکی	pH	کربن آلی کل	نیترژن کل	K	P	Zn	Mn	Fe	Cu	شن	رس	لوم	بافت خاک
مقادیر	۱/۹۲	۷/۶۵	۱/۵۲	۰/۱۴۷	۱۶۳	۱۳/۸	۰/۷۸	۹/۷۴	۶/۲۵	۱/۲۳	۲۱	۳۵	۴۴	Clay Loam

به منظور اندازه‌گیری تعداد غلاف در بوته، در هر کرت از میان بوته‌های میانی، تعداد پنج بوته انتخاب و اندازه‌گیری پارامتر مذکور صورت گرفت. تعداد غلاف‌های موجود در پنج بوته تصادفی به‌عنوان تعداد غلاف در بوته در نظر گرفته شد.

### ۳- نتیجه‌گیری

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه‌ی میانگین تأثیر مواد اصلاحی بر تعداد غلاف باقلا در جداول ۲ و ۳ آورده شده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس (کمیت F) اثر مواد اصلاحی بر تعداد غلاف باقلا

منبع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف
تیمار	۱۰	۳۳/۰۶*
تکرار	۲	۳/۳۹*
خطا	۲۰	-
ضریب تغییرات	-	۵/۰۳

\* و \*\* به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های تعداد غلاف باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف مواد اصلاحی

تیمار	M2	M4	M6	G5	G10	G15	Y5	Y10	Y15	Ch3	S
-------	----	----	----	----	-----	-----	----	-----	-----	-----	---

تعداد غلاف ۱۰/۶۷ e ۱۳/۳۳ bc ۱۵ a ۹/۳۳ f ۱۱/۶۷ de ۱۲/۳۳ cd ۱۰/۶۷ e ۱۲ d ۱۴ ab ۱۱/۶۷ e ۸/۳۳ f

در هر ستون، میانگین‌هایی دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال یک درصد با آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند  
 $M_2$ : ۲ تن در هکتار،  $M_4$ : ۴ تن در هکتار،  $M_6$ : ۶ تن در هکتار کود مرغی،  
 $G_5$ : ۵ تن در هکتار،  $G_{10}$ : ۱۰ تن در هکتار،  $G_{15}$ : ۱۵ تن در هکتار کاه و کلش گندم،  
 $Y_5$ : ۵ تن در هکتار،  $Y_{10}$ : ۱۰ تن در هکتار،  $Y_{15}$ : ۱۵ تن در هکتار بقایای یونجه،  
 $Ch_3$ : ۱۰۰ درصد نیاز کودی شیمیایی، S: شاهد.

طبق نتایج تجزیه‌ی واریانس (جدول ۲)، کاربرد مواد اصلاحی اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد غلاف نشان دادند. مقایسه‌ی میانگین‌ها (جدول ۳) نیز نشان می‌دهد که با افزایش مواد اصلاحی به خاک، تعداد غلاف نسبت به تیمار شاهد در همه‌ی تیمارهای دریافت‌کننده‌ی مواد اصلاحی افزایش یافته است. به‌طوریکه این روند افزایشی به‌غیر از تیمار ۵ تن در هکتار کاه و کلش گندم، در سایر تیمارها نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند. بیشترین تعداد غلاف (۱۵) در تیمار ۶ تن در هکتار کود مرغی و کمترین آن (۸) در تیمار شاهد مشاهده گردید. در همین زمینه، در پژوهشی با عنوان بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و کود مرغی بر خصوصیات کیفی و عملکرد لوبیا چیتی بیان کرد که بیشترین تعداد غلاف در تیمار کود مرغی (۱۵ تن در هکتار) و کود نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) با میانگین ۹ غلاف در بوته و کم‌ترین آن در تیمار شاهد با ۷ غلاف در بوته مشاهده شد (۱). همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بقایای گیاهی یونجه اثرات تقریباً مشابه‌ای با اثرات کود مرغی بر تعداد غلاف گیاه باقلا داشت. این نتایج با یافته‌های حاصل از پژوهشی با عنوان تأثیر نیتروژن مصرفی و نوع بقایای گیاهی بر مراحل فنولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین باقلا در منطقه گنبد کاووس مطابقت دارد، آنها بیان کردند که اثر بقایای گیاهی بر تعداد غلاف در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود (۲). عناصر غذایی موجود در کود مرغی (به‌ویژه فسفر) با افزایش شاخص سطح برگ و تولید ماده خشک در گیاه و حفظ سطح فعال فتوسنتزی طی گلدهی، منجر به افزایش ذخیره مواد پرورده برای گل‌ها و تعداد غلاف‌های در حال رشد می‌شود.

#### ۴- نتیجه‌گیری کلی

تجزیه تدریجی مواد آلی سبب افزایش راندمان عناصر غذایی و ماندگار شدن اثر این ترکیبات تا چندین سال بر عملکرد گیاهان و خصوصیات خاک می‌گردد. کاربرد مواد اصلاحی آلی به‌دلیل دارا بودن مقادیر بالایی از عناصر غذایی قابل دسترس، سبب افزایش تعداد غلاف باقلا شد. به‌طوریکه از بین این مواد بهساز، کود مرغی تأثیر بیشتری نسبت به تیمارهای بقایای یونجه، کاه و کلش گندم و کود شیمیایی در افزایش تعداد غلاف گذاشته است. با توجه به اینکه استفاده از کود مرغی اثرات بیشتری بر تعداد غلاف باقلا داشت، بنابراین می‌توان جهت بهبود تعداد غلاف باقلا، کاربرد ۶ تن در هکتار کود مرغی را پیشنهاد نمود.

#### ۵- منابع

- ۱- جانی، م. ۱۳۹۵. بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و کود مرغی بر خصوصیات کیفی و عملکرد لوبیا چیتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان. ص ۱۰۹.
- ۲- کابلی، ع. ۱۳۹۴. تأثیر نیتروژن مصرفی و نوع بقایای گیاهی بر مراحل فنولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین باقلا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس. ص ۹۹.
- ۳- گلچین، الف.، زینلی، الف.، وک، پوری. ۱۳۹۲. مطالعه عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه، و غلاف سبز تحت تأثیر فاصله بین و داخل ردیف در باقلا رقم برکت. پژوهش‌های حبوبات ایران. (۱): ۴-۹-۲۰.





- 4- Attia, A. N., Seadh, S. E., El-Emery, M. I. and El-Khairy, R. M. H. 2010. Effect of planting dates and seed size on productivity and quality of some faba bean cultivars. Mansoura University of Egypt. 17p.
- 5- Decagon D. 2004. AccuPAR PAR/LAI ceptometer model LP-80. Operator's manual version 1.2. p: 97.
- 6- Eghbal, B., Ginting, D. and Gilly, J. E. 2004. Residual effects of manure and compost application on corn production and soil properties. Agronomy journal 96:442-447.
- 7- Eriksson, H., Eklundh, L., Hall, K. and Lindroth, A. 2005. Estimating LAI in deciduous forest stands Agric. For. Meteorol. 129: 27-37.
- 8- FAO. 2013. FAOSTAT/ Productiostat/ Crops. Available at Web site [http:// faostat. fao.org](http://faostat.fao.org). Food and Agriculture Organization of the United Nations (verified 5 September 2015).
- 9- Koocheki, A., and Banayane Avval, M. 1995. Grain Legume Cropping. University Jihad of Mashhad Press. 240P. (In Persian).
- 10- Majnun Hussein, N. 2008. Agriculture and Grain Production. Jihad University Tehran Press. 283P.
- 11- Mousavi, H., Siyadat, S. A., Moshatty, A., and Gholizdeh, M. R. 2010. Effects of row distance on the yield of beans in Ahvaz region. Journal of plant Sciences Cultivation 2(4):1- 7. (In Persian with English Summary).





**Investigation the effect of amendment materials on the pod number Bean in Darreh Shahr plain, Ilam provinc**

**Zeinvand<sup>1</sup>, M., Alinejadian<sup>\*2</sup>, A., Sohrabi<sup>2</sup>, A. Feizian<sup>3</sup>, M., Akbarpour<sup>4</sup>, O.**

<sup>1</sup> *ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran*

<sup>2</sup> *Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran*

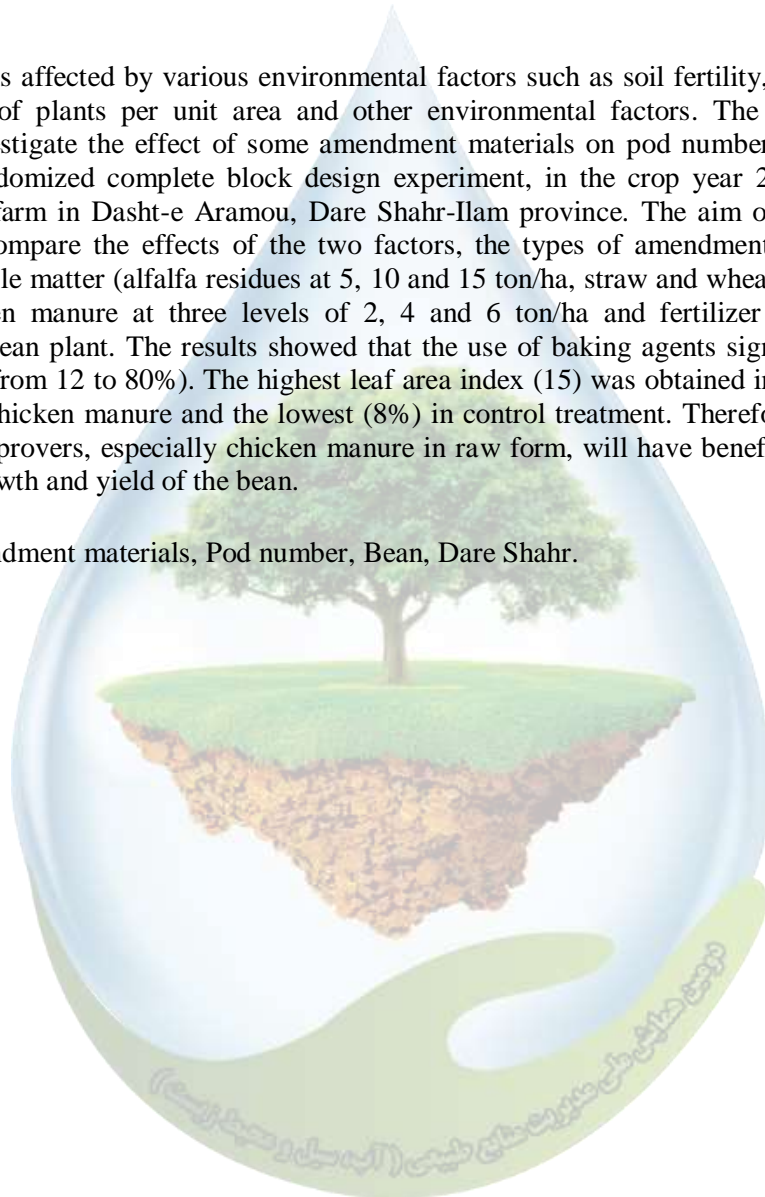
<sup>3</sup> *Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran*

<sup>4</sup> *Assistant Prof., Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran*

**Abstract**

The pod number is affected by various environmental factors such as soil fertility, moisture, nitrogen content, number of plants per unit area and other environmental factors. The present study was conducted to investigate the effect of some amendment materials on pod number of the horn-goose bean plant, a randomized complete block design experiment, in the crop year 2019-2018, in three replications in a farm in Dasht-e Aramou, Dare Shahr-Ilam province. The aim of this study was to investigate and compare the effects of the two factors, the types of amendment materials and the amount of insoluble matter (alfalfa residues at 5, 10 and 15 ton/ha, straw and wheat straw at 5, 10 and 15 ton/ha, chicken manure at three levels of 2, 4 and 6 ton/ha and fertilizer is 100% fertilizer requirement, on bean plant. The results showed that the use of baking agents significantly increased the pod number (from 12 to 80%). The highest leaf area index (15) was obtained in the treatment of 6 tons per hectare chicken manure and the lowest (8%) in control treatment. Therefore, it can be stated that the use of improvers, especially chicken manure in raw form, will have beneficial effects on pod number, plant growth and yield of the bean.

**Keywords:** Amendment materials, Pod number, Bean, Dare Shahr.



\* Corresponding author, Email:alinezhadian.a@lu.ac.ir

### بررسی میزان نسبی آب (RWC) گندم تحت مصرف مواد اصلاحی در دشت ارمو، شهرستان دره شهر، استان ایلام

محمد زینوند<sup>۱</sup>، افسانه عالی نژادیان<sup>۲\*</sup>، اکبر سهرابی<sup>۲</sup>، محمد فیضیان<sup>۴</sup>، امیدعلی اکبرپور<sup>۵</sup>  
<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری پیدایش، رده بندی و ارزیابی خاک، دانشگاه لرستان، <sup>۲</sup> استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه لرستان،  
<sup>۴</sup> دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه لرستان، <sup>۵</sup> استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه لرستان  
<sup>۲\*</sup>alinezhadian.a@lu.ac.ir

#### چکیده

میزان نسبی آب (RWC) از نشان دهنده های وضعیت آبی گیاه می باشد. در تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر برخی مواد اصلاحی بر میزان نسبی آب برگ گیاه گندم رقم سیروان، آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی، در سه تکرار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه ای در منطقه دشت ارمو، شهرستان دره شهر - استان ایلام اجرا شد. پژوهش با هدف بررسی و مقایسه ی اثرات دو عامل، انواع مواد بهساز و مقادیر ناهمانند مواد بهساز (کاه و کلش گندم در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، بقایای یونجه در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، کود مرغی در سه سطح ۲، ۴ و ۶ تن در هکتار و کود شیمیایی به میزان ۱۰۰ درصد نیاز کودی) روی گیاه گندم انجام گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد مواد اصلاحی باعث افزایش معنی دار میزان نسبی آب برگ گندم (به میزان ۶ تا ۲۱ درصد) گردید. بیشترین میزان نسبی آب برگ (۷۰ درصد) در تیمار ۱۵ تن در هکتار بقایای یونجه و کمترین آن (۵۸ درصد) در تیمار شاهد به دست آمد. باتوجه به یافته ها می توان بیان کرد که مصرف مواد اصلاحی به صورت بقایای گیاهی، اثرات مفیدی بر میزان نسبی آب برگ، رشد گیاه و عملکرد محصول گندم خواهد داشت.

**کلمات کلیدی:** گندم، میزان نسبی آب، مواد اصلاحی، دره شهر.

#### ۱- مقدمه

امروزه گندم (*Triticum aestivum* L.) غذای اصلی مردم در بسیاری از کشورهای جهان می باشد به طوری که ۲۰ درصد کالری مورد نیاز جهان را تأمین می نماید (۸). گندم در قرن حاضر یکی از راهبردی ترین گیاهان زراعی به حساب می آید، به گونه ای که با افزایش تولید گندم، کمبود مواد غذایی می تواند رفع شود (۳). از زمان های گذشته کاربرد کودهای دامی در فعالیتهای کشاورزی جایگاه خاصی داشته است و امروزه نیز می تواند نقش مؤثر خود را در قالب کشاورزی پایدار و آلی ایفا نمایند (۲). کودهای آلی سبب اصلاح خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و در نتیجه افزایش محصول شده و با تجزیه مواد آلی توسط ریز جانداران و تولید گاز کربنیک در جامعه گیاهی، فتوسنتز، رشد و کارکرد محصول را افزایش می دهند (۱۱).

میزان نسبی آب (RWC) از نشان دهنده‌های وضعیت آبی گیاه بوده که کاهش پتانسیل آب در اطراف ریشه موجب کاهش میزان نسبی آب برگ می‌گردد. میزان آب نسبی برگ نسبت به پتانسیل آب شاخص بهتری از وضعیت آب گیاه است. کمبود آب باعث کاهش میزان آب نسبی در برگ می‌شود (۱۰).

با توجه به فقر خاک‌های اکثر مناطق کشور از نظر مواد آلی و اهمیت کودهای دامی و بقایای محصولات کشاورزی در توان تولیدی خاک، این پژوهش به منظور بررسی تأثیر برخی مواد اصلاحی بر میزان نسبی آب برگ گیاه گندم رقم سیروان، در منطقه دشت ارمو، شهرستان دره‌شهر - استان ایلام اجرا شد.

### ۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش در فصل پاییز، سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه‌ای واقع در منطقه دشت ارمو، شهرستان دره‌شهر - استان ایلام با کاربرد انواع مواد اصلاحی و مقادیر ناهمانند مواد اصلاحی (کاه و کلش گندم در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، بقایای یونجه در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، کود مرغی در سه سطح ۲، ۴ و ۶ تن در هکتار و کود شیمیایی با توجه به آزمون خاک (۲۵۰ کیلوگرم کود اوره، ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات و ۱۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم) در سه تکرار اجرا گردید. اراضی دشت ارمو از نظر تقسیمات کشوری جزء استان ایلام و شهرستان دره‌شهر بوده و از لحاظ مختصات جغرافیایی بین طول‌های ۴۷ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و عرض‌های ۳۳ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی و با متوسط ۶۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا واقع گردیده است. میانگین ماهیانه متوسط دمای روزانه هوا بر حسب درجه سانتی‌گراد ۲۱/۳ و متوسط دمای حداقل ۱۳/۵ و متوسط دمای حداکثر ۲۹/۲ سانتی‌گراد است، تبخیر سالیانه حدود ۲۶۵۵ میلی‌متر و میانگین مجموع بارندگی ۴۱۷/۱ میلی‌متر می‌باشد. خاک مورد آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری، مزرعه تهیه و به منظور یکنواختی از الک چهار میلی‌متری عبور داده شد؛ سپس در معرض هوا خشک گردید. کاه و کلش گندم و بقایای یونجه از مزارع شهرستان دره شهر تهیه شد. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱ - برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

مشخصات خاک	هدایت الکتریکی	pH	کربن آلی	نیتروژن کل	K	P	Zn	Mn	Fe	Cu	شن	رس	لوم	بافت خاک
واحد	(dS/m)	-	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	
مقادیر	۱/۹۲	۷/۶۵	۱/۵۲	۰/۱۴۷	۱۶۳	۱۳/۸	۰/۷۸	۹/۷۴	۶/۲۵	۱/۲۳	۲۱	۳۵	۴۴	Clay Loam

برای اندازه‌گیری مقدار آب نسبی برگ (RWC)، نمونه‌برداری با استفاده از قیچی از آخرین برگ توسعه یافته تمامی تیمارهای آزمایشی انجام و نمونه‌ها بلافاصله درون یخ قرار گرفت و در آزمایشگاه وزن تر آنها با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد. سپس تمامی نمونه‌ها در آب مقطر قرار گرفت و به مدت ۲۴ ساعت در سردخانه (Cold Room) در دمای چهار درجه سانتی - گراد قرار داده شد. بعد از ۲۴ ساعت وزن اشباع برگ‌ها اندازه‌گیری و برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت دیگر در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفت و وزن خشک هر کدام اندازه‌گیری شد. با قرار دادن اعداد حاصل از توزین با ترازوی دارای دقت یک ده هزارم در رابطه ۱ درصد محتوای آب نسبی برگ محاسبه شد (۹):

$$RWC = \frac{F_w - D_w}{T_w - D_w} \times 100 \quad (1)$$

<sup>1</sup> Relative water content

که در آن  $F_w$ ؛ وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه برداری،  $D_w$ ؛ وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون و  $T_w$ ؛ وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر می باشد.

### ۳- نتیجه گیری

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه‌ی میانگین تأثیر مواد اصلاحی بر میزان نسبی آب برگ گندم در جداول ۲ و ۳ آورده شده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس (کمیت F) اثر مواد اصلاحی بر میزان نسبی آب برگ گندم

منبع تغییرات	درجه آزادی	میزان نسبی آب
تیمار	۱۰	۴۲**
تکرار	۲	۱۶/۷**
خطا	۲۰	-
ضریب تغییرات	-	۱/۴۳

\*\* معنی داری در سطح احتمال یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های میزان نسبی آب برگ گندم تحت تأثیر تیمارهای مختلف مواد اصلاحی

تیمار	M2	M4	M6	G5	G10	G15	Y5	Y10	Y15	Ch3	S
میزان نسبی آب	۶۳/۶c	۶۷/۳۳ b	۷۰ a	۶۴/۳۳ c	۶۵ c	۶۱/۶۷ d	۶۴/۳۳ c	۶۷/۳۳ b	۷۰/۳۳ a	۶۵/۱۳ c	۵۸/۳۳ e

در هر ستون، میانگین‌هایی دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال یک درصد با آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند  
 $M_2$ : ۲ تن در هکتار،  $M_4$ : ۴ تن در هکتار،  $M_6$ : ۶ تن در هکتار کود مرغی،  
 $G_5$ : ۵ تن در هکتار،  $G_{10}$ : ۱۰ تن در هکتار،  $G_{15}$ : ۱۵ تن در هکتار، کاه و کلش گندم،  
 $Y_5$ : ۵ تن در هکتار،  $Y_{10}$ : ۱۰ تن در هکتار،  $Y_{15}$ : ۱۵ تن در هکتار بقایای یونجه،  
 $Ch_3$ : ۱۰۰ درصد نیاز کودی شیمیایی، S: شاهد.

طبق نتایج تجزیه‌ی واریانس (جدول ۲)، کاربرد مواد اصلاحی اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان نسبی آب برگ نشان دادند. مقایسه‌ی میانگین‌ها (جدول ۳) نیز نشان می‌دهد که با افزایش مواد اصلاحی به خاک، میزان نسبی آب برگ نسبت به تیمار شاهد در همه‌ی تیمارهای دریافت کننده‌ی مواد اصلاحی افزایش یافته است. این روند افزایشی در تمام تیمارها نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند. بیشترین میزان نسبی آب برگ (۷۰ درصد) در تیمار ۱۵ تن در هکتار بقایای یونجه و کمترین آن (۵۸ درصد) در تیمار شاهد مشاهده گردید. در پژوهشی با عنوان تأثیر تنش خشکی و مواد کاه و کلش گندم بر خصوصیات مورفو-فیزیولوژیک کنگد عنوان کردند که کاربرد کاه و کلش در مقایسه با عدم کاربرد آن منجر به افزایش معنی دار محتوای نسبی آب برگ در سطوح تنش خشکی ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی شد (۱). در پژوهشی با عنوان بررسی ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی گندم رقم الوند تحت شرایط تنش آبی، مصرف کود دامی و بنتونیت بیان کردند که مصرف توأم زئولیت و کود دامی هم در شرایط تنش و هم در شرایط مطلوب، محتوای نسبی آب برگ را نسبت به شاهد افزایش می‌دهد (۶). استفاده از مواد اصلاحی می‌تواند باعث بهبود نگهداری آب در خاک شود و در نتیجه سبب افزایش محتوای رطوبتی خاک شود، به همین خاطر همبستگی مثبت بین محتوای رطوبت نسبی برگ با رطوبت خاک وجود دارد و همین دلیل افزایش مقدار آب نسبی برگ در تیمار بقایای گیاهی یونجه شده است.

### ۴- نتیجه گیری کلی



به نظر می‌رسد که رابطه مستقیمی بین محتوای آب اولیه بافت‌های گیاهی با مقدار آب قابل دسترس گیاه وجود دارد و در واقع آب موجود در سلول‌ها و بافت‌های گیاهی، متأثر از بیلان آبی گیاه در شرایط آب و هوای منطقه رشد می‌باشد. بدین صورت که اگر به دلیل کمبود رطوبت در خاک مزرعه، مقدار آب خروجی گیاه توسط ریشه‌ها جذب نشود، درصد آب موجود در بافت‌های گیاه دچار نقصان خواهد شد در عوض اگر مقدار رطوبت موجود در خاک به اندازه‌ای باشد که جبران خروج آب از گیاه را بنماید، در این صورت سلول‌ها و بافت‌های گیاهی همواره در سطح بالایی از تورژسانس قرار خواهند داشت. باتوجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان کرد که مواد اصلاحی به دلیل بالا بودن خاصیت نگهداری رطوبت در خاک می‌توانند تأثیر بسیار زیادی بر محتوای آب نسبی برگ داشته باشند. به‌طوریکه از بین این مواد اصلاحی، بقایای گیاهی یونجه تأثیر بیشتری نسبت به تیمارهای کاه و کلش گندم، کود مرغی و کود شیمیایی در افزایش میزان نسبی آب برگ گذاشته است. باتوجه به اینکه استفاده از بقایای گیاهی یونجه اثرات بیشتری بر میزان نسبی آب برگ گندم داشت، بنابراین می‌توان جهت بهبود میزان نسبی آب برگ گندم، کاربرد ۱۵ تن در هکتار بقایای گیاهی یونجه را پیشنهاد نمود.

### ۵- منابع

۱. بهزادنژاد، ج.، طهماسبی سرورستانی، ز. و ع.، مختص بیدگلی. ۱۳۹۷. اثر تنش خشکی و مواد کاه و کلش گندم بر خصوصیات مورفو-فیزیولوژیک کنگد. نشریه علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. (۳): ۳۹۳-۴۱۰.
۲. پورشیرازی، م.، سماوات، س.، زلفی، ب.، مختار، م.، مرادی، ف. و مرادی، ق. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر مواد آلی از منابع مختلف بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد گیاه در استان بوشهر. مجله پژوهش‌های خاک. (۴): ۲۸۵-۲۹۳.
۳. رامیار، ح. و م. جم نژاد. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر تداخلی جو ناخواسته روی شاخص‌های رشد چند رقم گندم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. (۷۵): ۸-۷۵.
۴. زینوند، م. الف، سهرابی. ۱۳۹۳. پاک سازی خاک های آلوده به فلزات سنگین با استفاده از گیاهان سبز(گیاه پالایی). مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط زیست. کرمان.
۵. سماوات، س. ۱۳۸۶. گزارش وضعیت ماده آلی خاک‌های کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب.
۶. فرمینی فراهانی، م. میرزاخانی، م. و ن. ساجدی. ۱۳۹۴. بررسی ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی گندم رقم الوند تحت شرایط تنش آبی، مصرف کود دامی و بنتونیت. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز - سال هفتم، شماره بیست و پنجم. ۱۷-۲۸.
۷. مسگرباشی، م. بخشنده، م. نبی‌پور، م. و کاشانی، ع. ۱۳۸۵. اثرات بقایای گیاهی و سطوح کود شیمیایی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دو رقم گندم در اهواز. مجله علمی کشاورزی. (۱): ۲۹-۵۳.
8. FAO. 2013. FAOSTAT/ Productiostat/ Crops. Available at Web site [http:// faostat. fao.org](http://faostat.fao.org). Food and Agriculture Organization of the United Nations (verified 5 September 2015).
9. Schonfeld, M. A., Johnson, R. C., Carver, B., and Morhinweg, D. W. 1988. Water relation in winter wheat as drought resistance indicator. Crop Sci. 28: 526-531.
10. Siddique, M. R. B., Hamid, A. and Islam, M. S. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Institute of Botany, Academia Sinica. Shanghai 41: 35-39.
11. Theodore, C. H. and R. B. Jackson. 1999. Interactive effects of water stress and elevated CO<sub>2</sub> on growth, photosynthesis, and water use efficiency. Agron. J, 36: 3-31.



**Investigation of relative water content (RWC) wheat using amendment materials in Aramou plain, Darreh shahr city, Ilam province.**

**Zeinvand<sup>1</sup>, M., Alinejadian<sup>\*2</sup>, A., Sohrabi<sup>2</sup>, A. Feizian<sup>3</sup>, M., Akbarpour<sup>4</sup>, O.**

<sup>1</sup> *ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran*

<sup>2</sup> *Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran*

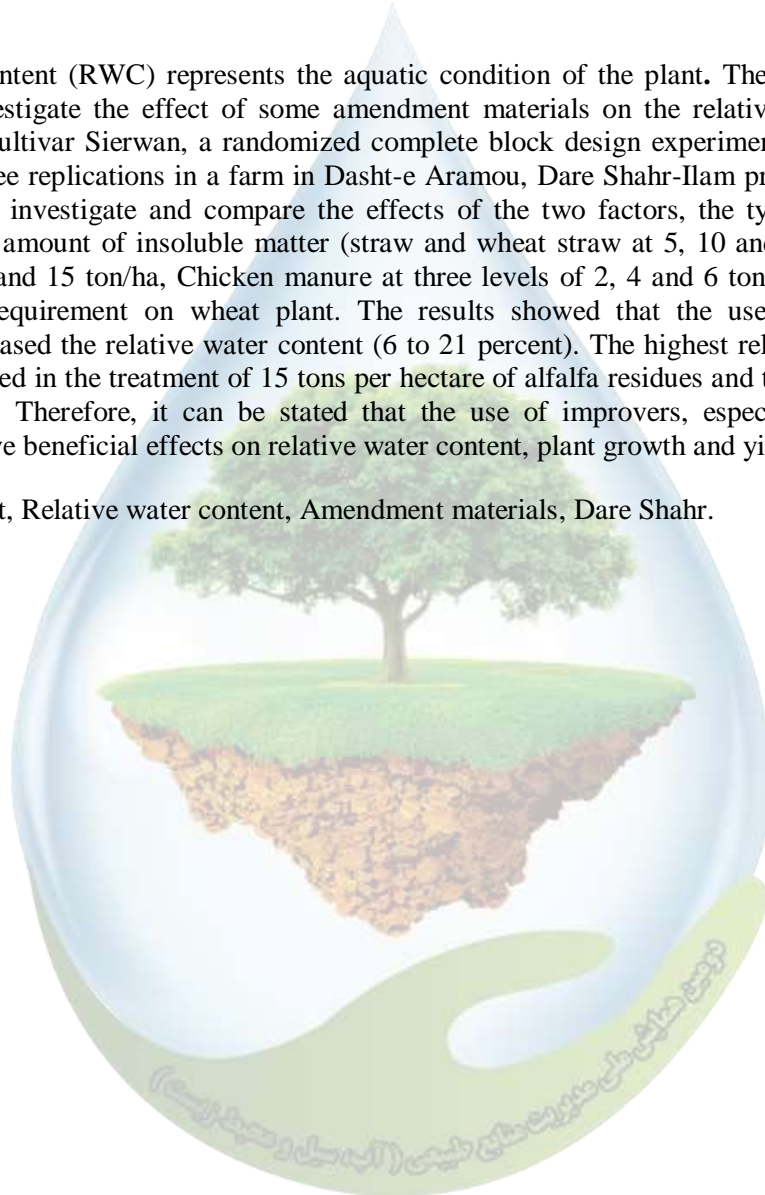
<sup>3</sup> *Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran*

<sup>4</sup> *Assistant Prof., Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran*

**Abstract**

Relative water content (RWC) represents the aquatic condition of the plant. The present study was conducted to investigate the effect of some amendment materials on the relative water content of wheat leaves of cultivar Sierwan, a randomized complete block design experiment, in the crop year 2019-2018, in three replications in a farm in Dasht-e Aramou, Dare Shahr-Ilam province. The aim of this study was to investigate and compare the effects of the two factors, the types of amendment materials and the amount of insoluble matter (straw and wheat straw at 5, 10 and 15 ton/ha, alfalfa residues at 5, 10 and 15 ton/ha, Chicken manure at three levels of 2, 4 and 6 ton/ha and fertilizer is 100% fertilizer requirement on wheat plant. The results showed that the use of baking agents significantly increased the relative water content (6 to 21 percent). The highest relative water content (70%) was observed in the treatment of 15 tons per hectare of alfalfa residues and the lowest (58%) in control treatment. Therefore, it can be stated that the use of improvers, especially in the herbal remnants, will have beneficial effects on relative water content, plant growth and yield of wheat.

**Keywords:** Wheat, Relative water content, Amendment materials, Dare Shahr.



\* Corresponding author, Email: [alinezhadian.a@lu.ac.ir](mailto:alinezhadian.a@lu.ac.ir)

### بررسی اثرات نامطلوب کاربرد کودهای شیمیایی و ضرورت توسعه کشاورزی پایدار

محمد زینوند<sup>۱</sup>، افسانه عالی‌نژادیان<sup>۲\*</sup>، اکبر سهرابی<sup>۳</sup>، محمد فیضیان<sup>۴</sup>، امیدعلی اکبرپور<sup>۵</sup>، زاهد زینوند<sup>۶</sup>  
<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری پیدایش، رده‌بندی و ارزیابی خاک، دانشگاه لرستان، <sup>۲</sup> استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه لرستان، <sup>۳</sup> دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه لرستان، <sup>۴</sup> استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه لرستان، <sup>۵</sup> دانشجوی دکتری آگروتکنولوژی- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه لرستان، <sup>۶</sup> فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایلام  
*\*alinezhadian.a@lu.ac.ir*

### چکیده

امروزه به دلیل افزایش جمعیت، تفکر افزایش عملکرد محصول در واحد سطح با استفاده از آفت‌کش‌ها، کودها و سموم شیمیایی در جهان و بخصوص در کشورهای در حال توسعه، مشکلات زیادی در خصوص امنیت غذایی و خسارت وارده بر منابع طبیعی و محیط زیست و اثرات سوء بر سلامت انسان به وجود آورده است. یکی از عوامل اصلی آلودگی منابع آب و خاک در چند دهه اخیر، مصرف بی‌رویه کودها در بخش کشاورزی است، که سبب آلودگی‌های زیست محیطی و به خطر افتادن سلامت مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی شده است. از این رو می‌توان با استفاده از اصول و روش‌های کشاورزی پایدار با به حداقل رساندن کاربرد نهاده‌های شیمیایی مصنوعی، از طریق مصرف بهینه و به موقع مواد شیمیایی از ورود و نهشت مواد آلاینده به محیط زیست کاست و مقدمات تولید محصولات سالم، حفظ محیط زیست و سلامت آگرواکوسیستم‌ها را فراهم ساخت. توصیه‌های متخصصان سلامت غذایی و محیط زیست در رابطه با خطرات فراوان باقیمانده سموم و کودهای شیمیایی در تولید محصولات غیرارگانیک، به خوبی نشان می‌دهد که کشاورزی ارگانیک باید به عنوان یکی از اولویت‌ها در بخش کشاورزی بیش از پیش مورد توجه سیاست‌گذاران قرار گیرد. رهاورد کشاورزی پایدار بروز سلامتی در آگرواکوسیستم‌ها می‌باشد که نتیجه نهایی آن مدیریت پایدار محیط زیست و رسیدن به پویایی در بخش کشاورزی کشور است.

**کلمات کلیدی:** محیط زیست، کودهای شیمیایی، مواد بهساز، کشاورزی پایدار.

### ۱- مقدمه

رشد روز افزون جمعیت، افزایش آلودگی محیط زیست (خاک، آب و هوا) سلامتی و حیات موجودات زنده به ویژه انسان را با خطر جدی مواجه ساخته است (۸). آلودگی خاک، آب و گیاه یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست محیطی در همه جوامع بشری است که حیات موجودات زنده به ویژه انسان را با خطر جدی مواجه ساخته است. پس از آب و هوا، خاک مهم‌ترین جزء محیط زیست انسان تلقی می‌شود. انقلاب سبز از دهه ۱۹۶۰ دگرگونی قابل توجهی را در زراعت و تأمین نیازهای غذایی انسان ایجاد کرده است. تولید ارقام پرمحصول، استفاده از کودهای شیمیایی و سموم آفت‌کش از طرفی سبب افزایش قابل توجه تولید در سطح جهانی شده است ولی از سوی دیگر کاهش تنوع ژنتیکی، زوال منابع آب و خاک و همچنین مصرف هر چه بیشتر انرژی فسیلی را به همراه دارد (۱۰). بروز سرطان‌ها، سگته‌های قلبی و مغزی، افزایش مرگ‌ومیرهای ناگهانی، اختلالات روحی و روانی، افسردگی‌ها، اختلالات ژنتیکی، تولید نوزادان ناقص، رفتارهای تهاجمی، کاهش بهره‌مندی، عدم تمرکز فکری، همگی از



پیامدهای آلودگی محیط زیست می‌باشد. از این رو مدیریت اراضی کلید اصلی برای دستیابی به کیفیت خاک به حساب می‌آید (۹).

به نظر می‌رسد تنها راه تأمین غذا برای جمعیت رو به رشد، افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشد. یکی از راه‌های افزایش عملکرد، بهبود خواص تغذیه‌ای و فیزیکی خاک مزارع با افزودن مواد شیمیایی و آلی به خاک است. مقدار ماده آلی (کربن آلی) در خاک‌های کشور به جز شمال، بسیار ناچیز بوده (کمتر از یک درصد) و با مقدار بهینه‌ی آن (سه درصد) فاصله‌ی زیادی دارد. با مصرف روزافزون کودهای شیمیایی و عدم برگشت بقایای گیاهی به خاک و حتی سوزاندن آنها سالیانه از مقدار ماده آلی ناچیز خاک‌های ایران کاسته می‌شود و خاک به ذراتی غیرقابل نفوذ و غیر قابل برگشت در می‌آید. در چنین شرایطی استفاده از شیوه‌ی مدیریتی مناسب با هر منطقه آب و هوایی، می‌تواند در به اجرا درآوردن اهداف مورد نظر تسریع به عمل آورد (۱۲). کشاورزی پایدار از طریق جایگزینی مواد شیمیایی با کودهای آلی، در صدد افزایش حاصلخیزی و سلامت خاک، حفظ محیط زیست و افزایش کیفیت محصولات می‌باشد (۱۸). افزودن موادی مانند بقایای گیاهی، کودهای آلی و ورمی کمپوست می‌تواند علاوه بر این که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را بهبود بخشد، امکان بهره‌وری بیشتر در مصرف آب را فراهم آورد و بستر خاک را به یک بستر خوب تبدیل نماید. مواد آلی به عنوان بهترین اصلاح‌کننده در افزایش ظرفیت نگهداشت آب در بیشتر خاک‌ها می‌تواند به کار رود (۱). با توجه به فقر خاک‌های اکثر مناطق کشور از نظر مواد آلی و اهمیت کودهای دامی و بقایای محصولات کشاورزی در توان تولیدی خاک، این تحقیق با رویکرد کشاورزی پایدار و با هدف بررسی اثرات نامطلوب بکارگیری کودهای شیمیایی و ضرورت استفاده از مواد آلی در قالب کشاورزی پایدار انجام شده است.

### الف - معایب کودهای شیمیایی

کودهای شیمیایی به آن دسته از ترکیباتی گفته می‌شود که برای تهیه‌ی آنها از انرژی فسیلی و منابع معدنی استفاده می‌شود که هر دو غیرتجدید شونده می‌باشند. استفاده زیاد از کودهای شیمیایی می‌تواند منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی، کاهش جمعیت میکروارگانیسم‌ها و حشرات مفید خاک، حساسیت بیشتر گیاهان زراعی به بیماری‌ها، اسیدی شدن یا قلیایی شدن خاک، تخریب ساختمان خاک، کاهش ماده‌ی آلی و حاصلخیزی خاک شود (۱۶). در دهه‌های اخیر تولید محصولات کشاورزی عمدتاً متکی به مصرف نهاده‌های شیمیایی بوده که مصرف بی‌رویه این نهاده‌ها منجر به مشکلات عمده‌ی زیست محیطی شده است. کودهای شیمیایی بخصوص کودهای فسفاته حاوی فلزات سنگین هستند. فلزات سنگین آلاینده خاک محسوب شده، باعث کاهش فعالیت‌های میکروبی گردیده و علاوه بر آن ممکن است توسط گیاه جذب و از آن طریق وارد زنجیره غذایی انسان و حیوان شوند. وجود مقادیر زیاد فلزات سنگین مانند کروم، نیکل، روی، کادمیوم و مس در جیره غذایی انسان خطرناک است (۹). در چند دهه اخیر مصرف کودهای شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب بروز مشکلات زیست محیطی، از جمله آلودگی منابع آب، کاهش کیفیت محصولات کشاورزی و تأثیر منفی بر خصوصیات بیولوژیک خاک‌ها گردیده است (۹).

### ب - مواد بهساز آلی خاک

برای مدیریت حاصلخیزی خاک در نظام‌های تولید ارگانیک، تولید کنندگان معمولاً گیاهان پوششی یا انواع گوناگونی از کودهای آلی را استفاده می‌کنند. گیاهان پوششی از اقتصادی‌ترین منابع نیتروژن آلی بوده و فواید زیادی را برای تولید موفق محصول به همراه دارند. به‌طور کلی کود آلی یک منبع عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان می‌باشد که معمولاً عناصر موجود در آن به آرامی در اثر تجزیه و معدنی شدن در خاک آزاد می‌شود (۱۵). کودهای دامی و مرغی نه تنها به علت احتیاجات تغذیه‌ای گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرند، بلکه به منظور بهبود ساختمان فیزیکی خاک از نظر حفظ رطوبت در هنگام خشکسالی و کمبود بارندگی استفاده می‌شوند. مواد آلی قادرند آب را چندین برابر ذرات معدنی خاک در خود نگهداری کنند (۳). در مجموع

با به کارگیری روش‌های پیشرفته از طریق حفظ و ذخیره رطوبت در خاک، بهبود نفوذپذیری آب در خاک و افزایش بازده مصرف آب می‌توان گامی مؤثر در جهت بهره‌وری از منابع محدود آب برداشت (۴).

### ج- انواع مواد بهساز آلی خاک

باتوجه به اهمیت کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در کشاورزی و نیز اصلاح خاک‌های کشاورزی و بهبود آنها، استفاده از مواد آلی اهمیت ویژه‌ای دارد. مواد آلی هم به شکل خام، هم به شکل کمپوست و ورمی‌کمپوست شده به خاک افزوده می‌شوند. ماده آلی در هریک از این حالات تأثیرات ویژه‌ای روی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد. کاربرد کودهای سبز می‌تواند باعث تمرکز عناصر غذایی در سطح خاک شده و قابلیت فراهمی آن را برای محصول بعدی افزایش دهد (۱۳). اساساً بقایای محصول، کودهای دامی، خاک برگ، برگ‌های پوسیده درختان جنگلی و کمپوست، از بقایای آلی هستند که برای افزایش میزان مواد آلی خاک به کار برده می‌شوند و موجب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک در زمین‌های زراعی می‌شوند (۱۱). با توجه به فراوانی مواد آلی از جمله کاه و کلش محصولات زراعی (گندم، برنج و غیره) و خرده‌های چوب می‌توان به راحتی از این مواد برای پوشش و اصلاح خاک استفاده نمود (۹).

### د- اثرات مواد بهساز آلی خاک

مروری بر منابع علمی در چند دهه گذشته نشان داده که مصرف کود آلی باعث افزایش مقدار مواد آلی خاک شده است (۶) و مولکول‌های پلی‌ساکارید و هومیک مواد آلی به عنوان عامل پیوندی عمل نموده و یا به عنوان مواد غذایی (سوخت) برای فعالیت موجودات زنده عمل نموده است. افزایش خاکدانه‌سازی و تخلخل حاصل از مصرف کود دامی (۲) تأثیر زیادی در کاهش وزن مخصوص ظاهری دارد. گزارش‌های متنوعی در خصوص استفاده از مواد آلی به ویژه کودهای دامی و مرغی در کاهش تنش وارد شده به خاک در اثر تردد و کاهش فرسایش‌پذیری خاک نیز وجود دارد که به بهبود ساختمان خاک نسبت داده می‌شود. بخش عمده آنزیم‌های خاک، آنزیم‌های برون‌سلولی تولید شده توسط میکروارگانیسم‌های خاکزی هستند که به کودهای دامی واکنش بالایی (در برخی موارد دو تا چهار برابر) را نشان می‌دهند. کاربرد کودهای دامی بر روی دیگر موجودات زنده خاک همانند پروتوزواها و بی‌مهرگان (نماتدها، عنکبوتیان، کرم‌های خاکی) اثرگذار بوده و فعالیت و جمعیت آنها با افزایش مواد آلی خاک بیشتر می‌گردد (۵). کودهای دامی تأثیر مثبت بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند (۱۴). کود مرغی علاوه بر عناصر غذایی، دارای خواصی مانند آزادسازی تدریجی نیتروژن (کاهش آبشویی نیترات)، ترکیبات پتاسیم و کلسیم (کاهش اسیدی شدن خاک) و ماده آلی (افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی) می‌باشد (۱۹).

### ۲- نتیجه‌گیری

شرایط آهکی اغلب خاک‌های ایران همراه با اقلیم خشک و نیمه خشک از عوامل اصلی کاهش ذخیره کربن و عناصر غذایی این خاک‌ها است، لذا کاربرد هر گونه ترکیب آلی می‌تواند ضمن بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، بخشی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان در حال رشد را نیز تأمین کند و در راستای تحقق کشاورزی پایدار گام بردارد. کودهای شیمیایی عناصر اصلی (پر نیاز) و عناصر فرعی (کم نیاز) مورد نیاز گیاه را تأمین می‌نماید و کودهای آلی علاوه بر تأمین عناصر مورد نیاز گیاه به صورت تدریجی، در بهبود ساختمان خاک و حفظ حیات میکروارگانیسم‌های خاک نیز مؤثر می‌باشند (۷). تجزیه تدریجی مواد آلی سبب افزایش راندمان عناصر غذایی و ماندگار شدن اثر این ترکیبات تا چندین سال بر عملکرد گیاهان و خصوصیات خاک می‌گردد (۱۷). اثرات مثبت مصرف بقایای آلی روی خصوصیات خاک مثل ساختمان خاک، وزن مخصوص ظاهری، ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت تبادل کاتیونی و فعالیت‌های بیولوژیکی خاک با اثبات رسیده است. کاهش استفاده از کودها و دیگر مواد شیمیایی و بکارگیری کشاورزی پایدار سبب بروز سلامتی در آگرواکوسیستم‌ها می‌شود که نتیجه نهایی آن مدیریت پایدار محیط زیست و رسیدن به پویایی در بخش کشاورزی کشور است. ره‌آورد کشاورزی پایدار بروز سلامتی در



آگرواکوسیستم‌ها می‌باشد که نتیجه نهایی آن مدیریت پایدار محیط زیست و رسیدن به پویایی در بخش کشاورزی کشور است که به دنبال آن رسیدن به توسعه پایدار در کشور نیز دست یافتنی خواهد بود.

### ۴- منابع

۱. باقری، ح. و افراسیاب، پ. ۱۳۹۴. مقایسه اثرات سوپر جاذب و ورمی کمپوست بر مقدار رطوبت ذخیره شده خاک در سطوح مختلف شوری آب آبیاری. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۲(۳): ۱۹۲-۱۷۹.
۲. پورشیرازی، م. سماوات، س. زلفی، ب. مختار، م. مرادی، ف. و مرادی، ق. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر مواد آلی از منابع مختلف بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد گیاه در استان بوشهر. مجله پژوهش‌های خاک. ۲۵(۴): ۲۹۳-۲۸۵.
۳. خادم، س.، گلوئی، م.، احمدیان، الف. و روستایی، خ. ۱۳۸۶. بررسی کاربرد پلیمر سوپر جاذب و کود دامی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای ۷۰۴ در شرایط خشکی. همایش منطقه ای خشکسالی، پیامدها و راه کارهای مقابله با آن. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند. بهمن ماه ۱۳۸۶. ۷۰-۶۳.
۴. روستایی، خ. موحدی دهنوی، م. خادم، ع. اولیایی، ح. ۱۳۹۱. اثر نسبت‌های مختلف پلیمر سوپر جاذب و کود دامی بر خواص کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی. مجله به زراعی کشاورزی. ۴(۱): ۴۲-۳۳.
۵. رضایی، ح. ۱۳۹۲. مروری بر تحقیقات کاربرد کودهای دامی در اراضی کشاورزی ایران. نشریه مدیریت اراضی. ۱(۱): ۶۸-۵۵.
۶. زمانی باب گهری، ج.، افیونی، م.، خوش گفتارمنش، الف. و عشقی زاده، ح. ۱۳۸۹. اثر فاضلاب کارخانه، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر ویژگی های خاک و عملکرد ذرت دانه ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۱۴(۵۴): ۱۶۵-۱۵۴.
۷. فرجی، س. و خیری، ن. ۱۳۸۶. بررسی اثرات گوگرد و پتاسیم بر پروتئین و روغن کلزا در جنوب استان فارس. فصلنامه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۱۲(۳): ۱۷۱-۱۶۳.
۸. فرزاتگان، ز. غ. ثواقبی، ح. میرسید حسینی. ش. یقطین و ایوانی، ر. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر کشت کلزا و سورگوم در کاهش آلودگی کادمیم و سرب خاک. خلاصه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. کرج: ۱۳۷۲-۱۳۷۱.
۹. کریمی، ر. ۱۳۸۵. گیاه پالایی خاک های آلوده به برخی فلزات سنگین. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهید چمران اهواز: ۱۶۹-۳.
۱۰. منبری، س.، علیزاده سالطه، س.، بلندنظر، ص. و ساریخانی، م. ۱۳۹۶. ارزیابی تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و رشد شنبليله. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۷(۴): ۱۶۹-۱۵۳.
۱۱. میرزایی تالار پشته، ر.، کامبوزیا، ج.، صباحی، ح. و دامغانی، م. ۱۳۸۸. اثر کاربرد کودهای آلی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و تولید محصول و ماده خشک گوجه فرنگی. نشریه پژوهش های زراعی ایران. ۷(۱): ۲۶۸-۲۵۷.
۱۲. میرزاشاهی، ک. و بازرگان، ک. ۱۳۹۴. مدیریت ماده آلی خاک. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره ۵۳۵. سماوات، س. ۱۳۸۶. گزارش وضعیت ماده آلی خاک‌های کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب.
۱۳. نصیری مقدم، ص. ۱۳۹۰. تأثیر مواد آلی تازه، کمپوست و ورمی کمپوست شده بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه زنجان.
14. Anwar, M. 2005. Effect of organic manures and organic fertilizer on growth, herb and oil yield nutrient accumulation, and oil quality of French basil. J. Plant. Sci, 68: 62-71.
15. Albiach, R., Canet, R., Pomares, F. and Ingelmo, F. 2001. Organic matter components and aggregate stability after the application of different amendments to a horticultural soil. Environ. Pollu, 76: 125-129.
16. Chen, J. H. 2008. The combined use of chemical and organic fertilizer and/or bio-fertilizer for crop growth and soil fertility. International. Workshop on sustained management of the soil-rhizospher system for efficient crop production and fertilizer use. National Chung Hsing University, Taiwan: 1-9.
17. Eghbal, B., Ginting, D. and Gilly, J. E. 2004. Residual effects of manure and compost application on corn production and soil properties. Agronomy journal 96: 442-447.
18. Ebhin Masto, R., Chhonkar P. K., Sing, D. and Patra, A. K. 2006. Changes in soil biological characteristics in a long-term field trial on a sub-tropical inceptisol. Soil Biology and Biochemistry, 38: 1577-1582.
19. Pelletier, B. A., Pease, J. and Kenyon, D. 2001. Economic analysis of Virginia poultry litter transportation. College of Agriculture and Life Sciences. 1-64.
20. Sarkar, B. 2002. Heavy metals in environment Marcel Dekker, New York.



**Investigation of the undesirable effects of chemical fertilizers and the necessity of sustainable agricultural development**

**Zeinvand<sup>1</sup>, M., Alinejadian<sup>\*2</sup>, A., Sohrabi<sup>2</sup>, A. Feizian<sup>3</sup>, M., Akbarpour<sup>4</sup>, O. Zeinvand<sup>5</sup>, Z.**

<sup>1</sup> *ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran*

<sup>2</sup> *Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran*

<sup>3</sup> *Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran*

<sup>4</sup> *Assistant Prof., Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran*

<sup>5</sup> *ph.D. Student, Agrotechnology-Plant Physiology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Ilam, Iran.*

**Abstract**

Today, due to population growth, the idea of increasing yield per unit area using pesticides, fertilizers and chemical pesticides in the world, especially in developing countries, had many problems regarding food security and damage to natural and environmental resources and adverse effects have created human health. In recent decades one of the main causes of water and soil pollution is the excessive use of fertilizers in the agricultural sector, which is caused by environmental pollution and endangered the health of consumers of agricultural products. Therefore, using sustainable chemical principles and methods by minimizing the use of synthetic chemical inputs, by optimal and timely use of chemicals from the drainage and removal of pollutants into the environment, the production of healthy products and the preservation of the environment and the health of agro-ecosystems are provided. The recommendations of nutritionists and the environment's experts on the many dangers of pesticides and fertilizers in the production of non-organic products show that organic farming should be considered as one of the priorities in the agricultural sector by policymakers. Sustainable agricultural management is a health improvement in agro-ecosystems which lead to sustainable management of the environment and the achievement of a dynamic agricultural sector in the country.

**Keywords:** the environment, Chemical fertilizers, Amendment materials, Sustainable agriculture.

\* Corresponding author, Email: [alinezhadian.a@lu.ac.ir](mailto:alinezhadian.a@lu.ac.ir)

## بررسی کاربرد الیستورها بر میزان کمبود آب اشباع برگ و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) تحت تنش خشکی

عاطفه سادات موسوی<sup>۱\*</sup>، دکتر معصومه نعیمی<sup>۲</sup>، دکتر عبدالطیف قلی‌زاده<sup>۳</sup>، دکتر علی‌راحمی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد اکولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، <sup>۲،۳،۴</sup> دکتری اکولوژی گیاهان

زراعی، استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس

\*<sup>۱</sup>mousavi.s1993@gmail.com

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک و کیتوزان بر میزان کمبود آب اشباع برگ و میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) در شرایط تنش کم‌آبی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل دور آبیاری در سه سطح ۷، ۱۴ و ۲۱ روزه به‌عنوان فاکتور اصلی و چهار سطح محلول‌پاشی شامل عدم مصرف الیستور (تیمار شاهد: محلول‌پاشی با آب خالص)، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، محلول‌پاشی کیتوزان (۵ گرم در لیتر) و تلفیق اسید سالیسیلیک و کیتوزان به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج تحقیق نشان داد اثر متقابل آبیاری و محلول‌پاشی بر صفات کمبود آب برگ و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان معنی‌دار بود. نتایج هم‌چنین مشخص کرد کاربرد کیتوزان و اسید سالیسیلیک با هم منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان تحت تیمار ۱۴ روزه تنش کم‌آبی گردید. با توجه به نتایج به‌دست آمده و تأثیر محلول‌پاشی این دو الیستور بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه، مصرف آن‌ها جهت تولید مواد با ارزش دارویی هم‌چنین ایجاد مقاومت به تنش خشکی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آنزیم، تنش خشکی، کاتالاز، پراکسیداز، گیاه دارویی

### ۱- مقدمه:

بهره‌وری پایین گیاهان زراعی در بسیاری از موارد، به تنش‌های محیطی نسبت داده می‌شود (۷). تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی اثرات زیان‌باری روی گیاهان می‌گذارند. تنش خشکی زمانی اتفاق می‌افتد که میزان آب دریافتی گیاه کمتر از تلفات آن باشد (۹). گیاهان با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و یا تولید بیش‌تر این آنزیم‌ها نسبت به خنثی کردن اکسیژن‌های فعال ایجاد شده توسط تنش خشکی اقدام می‌کنند (۲۰). اعمال تیمارهای هورمونی می‌تواند بر پاسخ گیاهان به تنش خشکی تأثیر گذاشته و از اثرات مخرب آن بر گیاه بکاهد. یکی از جدیدترین این ترکیبات که می‌تواند باعث کاهش اثرات تنش خشکی شود، کیتوزان است (۶، ۸). اسید سالیسیلیک نیز یکی از ملکول‌های سیگنال‌دهنده مهم است که باعث عکس‌العمل گیاه در برابر تنش‌های محیطی می‌شود، علاوه بر این اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک ملکول پیام‌رسان در مقاومت اکتسابی سیستمیک شناخته می‌شود (۱۷). کاربرد اسید سالیسیلیک در دوره تنش کمبود آب از طریق تأثیر بر سیستم آنتی‌اکسیدانی باعث تأخیر در لوله شدن برگ گیاهان می‌شود (۱۳). گیاه زوفا (*Hyssopus*)

*L. officinalis* از خانواده نعنائیان (*Lamiaceae*)، گیاهی بوته‌ای و پایا است که بخش‌های قابل استفاده آن سرشاخه‌های گلدار، برگ و بذر می‌باشد (۱۹). در پزشکی نیز از آن به‌عنوان عامل ضد التهاب و ضد اسپاسم استفاده می‌شود. هم‌چنین به‌عنوان خلط‌آور، ضد نفخ، (۱۴) در رفع عفونت‌های ویروسی، ضد باکتری، ضد قارچ، سرماخوردگی، سرفه، گلودرد، برونشیت، آسم و مسکن دندان درد در بسیاری از نقاط جهان استفاده می‌شود (۱۹). با توجه به مطالب ذکر شده هدف از این پژوهش بررسی اثر کاربرد برگی اسیدسالیسیلیک و کیتوزان بر برخی صفات فیزیولوژیک از جمله کمبود آب اشباع برگ و میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گیاه زوفا تحت شرایط کم‌آبایی بود.

## ۲- مواد و روش

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس با مختصات جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا در زمستان و بهار سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی در این آبیاری در سه سطح شامل دور آبیاری ۷ روزه (I<sub>1</sub>)، دور آبیاری ۱۴ روزه (I<sub>2</sub>) و دور آبیاری ۲۱ روزه (I<sub>3</sub>) به عنوان فاکتور اصلی و چهار سطح محلول‌پاشی شامل عدم مصرف الیسیتورها (تیمار شاهد محلول‌پاشی با آب خالص)، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، محلول‌پاشی کیتوزان (۵ گرم در لیتر) و تلفیق اسید سالیسیلیک و کیتوزان به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد.

### ۲-۱- اندازه‌گیری کمبود اشباع آب (WSD)

از رابطه (۱) برای اندازه‌گیری این صفت استفاده شد:

$$WSD = 100 - RWC$$

(۱)

### ۲-۲- سنجش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان

فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) با روش ابی (Aebi, 1984) انجام شد، فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX)، به‌عنوان نمونه‌ای از انواع پراکسیدازها از روش چانس و مهلی (Chans and Mehli, 1955) مورد ارزیابی قرار گرفت و فعالیت آنزیم آسکوربیت پراکسیداز به روش ناکانو و اسدا (Nakano and Asda, 1987) اندازه‌گیری گردید. جهت آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS (Ver.9) استفاده گردید و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- کمبود آب اشباع برگ (WSD)<sup>۱</sup>

سطوح مختلف آبیاری، محلول‌پاشی و برهم‌کنش آن‌ها بر میزان کمبود اشباع آب برگ تأثیر معنی‌داری داشتند ( $P < 0.01$ )، جدول ۱). نتایج جدول مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک در تیمار آبیاری ۲۱ روزه، کاهش ۲۸/۶۴ درصدی کمبود آب اشباع گیاه را به دنبال داشت. در تیمار آبیاری ۱۴ روزه، مصرف توأم دو الیسیتور سبب کاهش ۱۳/۴ درصدی کمبود آب اشباع گیاه گردید (جدول ۲). با افزایش شدت تنش آبی، آب موجود در بافت‌های گیاه کاهش و در نتیجه مقدار کمبود آب اشباع افزایش خواهد یافت (۱۵) که همان‌طور که ذکر شد در این پژوهش کاربرد کیتوزان و اسید

<sup>1</sup> Water Saturation Deficient

سالیسیلیک منجر به کاهش صفت مذکور گردید (جدول ۲). مشخص شده است که در صورت کاربرد اسید سالیسیلیک از طریق ایجاد و ارسال سیگنال در تمام بخش‌های گیاه و ایجاد حالت دفاعی در گیاه هنگام مواجهه با تنش‌های محیطی و در نهایت کاهش تعرق، مقدار آب مورد نیاز برگ حفظ می‌شود و تقسیم سلولی و رشد سلولی به صورت مطلوب‌تری نسبت به حالت عدم مصرف اسید سالیسیلیک صورت می‌گیرد (۱۸).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی زوفا

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی	آسکوربات پراکسیداز	پراکسیداز	کاتالاز	کمبود آب اشباع برگ
تکرار	۲	۷۹/۵۷	۰/۸۱	۷/۳۸	۵۲/۶۰
آبیاری	۲	۷۸۷۱/۵۹**	۲۸۹۶/۷۳**	۱۵۷۲/۳۷**	۲۶۵/۵۲**
خطای اصلی	۴	۵۳/۱۸	۱۱/۰۰۸	۴/۵۹	۱۴/۰۸
محلول پاشی	۳	۱۱۹۴/۱۱**	۳۰۳/۶۳**	۱۶۸/۴۴**	۱۳۷/۶۷**
محلول پاشی × آبیاری	۶	۱۴۴/۲۸**	۲۶/۵۸**	۲۶/۰۵**	۵۴/۶۸**
خطای فرعی	۱۲	۵/۹۰	۳/۰۰۶	۲/۶۵	۷/۲۷
ضریب تغییرات	-	۶/۵۰	۷/۲۶	۷/۳۷	۷/۰۹

ns, \*\*, \* به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح ۱ و ۵ درصد.

### ۲-۳- کاتالاز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف آبیاری، محلول پاشی و بر هم‌کنش آبیاری در محلول پاشی ( $P < 0/01$ ) بر صفت کاتالاز بود (جدول ۱). با توجه به نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل مشاهده شد در هر ۳ تیمار آبیاری کاربرد توام کیتوزان و سالیسیلیک‌اسید سبب افزایش به ترتیب ۴۲/۲۵، ۸۲/۳۹ و ۴۱/۸۷٪ میزان فعالیت آنزیم کاتالاز نسبت به عدم مصرف شده است (جدول ۲). به نظر می‌رسد همان‌طور که نتو و همکاران (۱۶) بیان کردند، تنش کمبود آب موجب افزایش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز می‌گردد. حیات و همکاران (۱۲) بیان کردند که سالیسیلیک‌اسید در شرایط تنش، میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، مثل کاتالاز و پراکسیداز را زیاد می‌کند و به‌عنوان یک سوبسترا دهنده الکترون برای کاتالاز و پراکسیداز عمل نموده و باعث کاهش تنش می‌گردد. بررسی‌ها همچنین نشان داد، کیتوزان فعالیت کاتالاز را در دو گونه ذرت افزایش داده است (۱۰).

### ۳-۳- پراکسیداز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر آبیاری، محلول پاشی و بر هم‌کنش آن‌ها بر روی فعالیت آنزیم پراکسیداز معنی‌دار بود ( $P < 0/01$ )، جدول ۱). طبق جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل مشاهده شد که با اعمال تنش خشکی میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز نیز افزایش یافته است (جدول ۲). بیش‌ترین میزان آن (۴۳/۵۸ میکرومول بر دقیقه) مربوط به تیمار ۱۴ روز آبیاری و محلول پاشی توام اسیدسالیسیلیک و کیتوزان بود (جدول ۲). حبیب‌پور و همکاران (۱۱) نیز بیان کردند با افزایش تنش خشکی میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز نیز افزایش یافته است. همچنین اثرات متقابل نشان داد محلول پاشی توام کیتوزان و سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش میزان فعالیت پراکسیداز در تنش خفیف (آبیاری ۱۴ روزه، ۴۵/۴۷٪) و تنش شدید (آبیاری ۲۱ روزه) به میزان ۳۳/۶۶٪ نسبت به عدم مصرف شده است (جدول ۲). که این نتیجه با نتایج پژوهش امیری و همکاران (۱، ۲) هم‌خوانی داشت. اسید سالیسیلیک می‌تواند با افزایش توانایی آنتی‌اکسیدانی، خسارت ناشی از تنش خشکی بر گیاه را کاهش دهد (۸).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل آبیاری و محلول پاشی بر صفات مورد ارزیابی زوفا

تیمارها	آسکوبات پراکسیداز	کاتالاز (میکرومول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین)	پراکسیداز (میکرومول بر میلی‌گرم پروتئین)	(%) کمبود آب اشباع	
آبیاری	محلول پاشی	(میکرومول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین)	دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین)	(میکرومول بر میلی‌گرم پروتئین)	
شاهد	H <sub>1</sub>	۳/۵۹ <sup>c</sup>	۶/۷۱ <sup>c</sup>	۳/۰۵ <sup>b</sup>	۳۴/۴۹ <sup>a</sup>
	H <sub>2</sub>	۷/۲۳ <sup>b</sup>	۱۰/۵۵ <sup>a</sup>	۴/۸۲ <sup>b</sup>	۲۵/۷۸ <sup>b</sup>
	H <sub>3</sub>	۹/۱۷ <sup>b</sup>	۸/۶۴ <sup>b</sup>	۶/۱۳ <sup>b</sup>	۳۳/۲۷ <sup>a</sup>
	H <sub>4</sub>	۱۵/۹۹ <sup>a</sup>	۱۱/۶۲ <sup>a</sup>	۹/۶۸ <sup>a</sup>	۳۸/۱۹ <sup>a</sup>
	LSD	۳/۲۴	۱/۷۱	۳/۴۸	۶/۰۷
۱۴ روزه	H <sub>1</sub>	۳۷/۴۳ <sup>d</sup>	۲۱/۵۹ <sup>c</sup>	۲۳/۷۶ <sup>c</sup>	۴۲/۰۴ <sup>a</sup>
	H <sub>2</sub>	۵۱/۷۷ <sup>c</sup>	۳۳/۸۵ <sup>b</sup>	۲۹/۷۱ <sup>bc</sup>	۳۷/۲۳ <sup>b</sup>
	H <sub>3</sub>	۶۴/۲۷ <sup>b</sup>	۳۱/۴۴ <sup>b</sup>	۳۵/۶۱ <sup>ab</sup>	۳۹/۸۴ <sup>a</sup>
	H <sub>4</sub>	۸۱/۵۷ <sup>a</sup>	۳۹/۳۸ <sup>a</sup>	۴۳/۵۸ <sup>a</sup>	۳۶/۴۱ <sup>b</sup>
	LSD	۷/۲۲	۴/۹۸	۸/۴۹	۲/۵۱
۲۱ روزه	H <sub>1</sub>	۳۱/۳۵ <sup>c</sup>	۲۰/۴۹ <sup>b</sup>	۲۶/۴۸ <sup>b</sup>	۵۱/۶۰ <sup>a</sup>
	H <sub>2</sub>	۴۰/۷۹ <sup>bc</sup>	۲۴/۸۳ <sup>ab</sup>	۲۸/۱۸ <sup>b</sup>	۳۶/۸۲ <sup>b</sup>
	H <sub>3</sub>	۴۹/۰۵ <sup>ab</sup>	۲۷/۱۰ <sup>a</sup>	۳۵/۳۶ <sup>a</sup>	۴۳/۴۴ <sup>ab</sup>
	H <sub>4</sub>	۵۶/۳۱ <sup>a</sup>	۲۹/۰۷ <sup>a</sup>	۳۹/۹۲ <sup>a</sup>	۳۷/۰۰ <sup>b</sup>
	LSD	۱۰/۲۷	۶/۲۷	۶/۵۶	۱۲/۴۴

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی‌داری نیستند. H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub> و H<sub>4</sub> به ترتیب عدم محلول پاشی، اسید سالیسیلیک، کیتوزان و مصرف توام اسید سالیسیلیک و کیتوزان می‌باشد.

### ۳-۴- آسکوبات پراکسیداز

به استناد نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، میزان فعالیت آنزیم آسکوبات پراکسیداز تحت تأثیر اثر آبیاری، محلول پاشی و برهمکنش آبیاری در محلول پاشی قرار گرفت ( $P < 0/01$ , جدول ۱). در جدول اثرات متقابل داده‌ها مشاهده شد مصرف اسید سالیسیلیک همراه با کیتوزان سبب افزایش میزان فعالیت آنزیم آسکوبات پراکسیداز نسبت به تیمار عدم مصرف تحت شرایط آبیاری شاهد شد. در شرایط آبیاری ۱۴ و ۲۱ روزه نیز این نتیجه حاصل شد و مصرف توام این دو ماده سبب به ترتیب ۵۴/۱۱ و ۴۴/۳۲ درصد افزایش میزان فعالیت آسکوبات پراکسیداز نسبت به عدم مصرف شد (جدول ۲). هم‌چنین طاهری و همکاران (۴) طی تحقیق خود بر روی زنیان دریافتند که کیتوزان سبب افزایش این آنزیم شده است. نتایج یافته‌های محققین بر جو (۳) تأییدکننده این نتیجه بود، که اسید سالیسیلیک باعث تحریک فعالیت آنزیم آسکوبات پراکسیداز تحت تنش خشکی می‌گردد. می‌توان گفت کاربرد محلول پاشی اسید سالیسیلیک با فعال کردن سیستم دفاع آنتی‌اکسیدان آنزیمی موجب افزایش مقاومت زوفا به تنش اکسیداتیو ناشی از تنش خشکی شده است.

### نتیجه‌گیری

تنش‌های محیطی مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد گیاهان زراعی در سطح جهان هستند (۵). استفاده از الیستورها با افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان سبب افزایش مکانیسم‌های کارآمد جهت از بین بردن گونه‌های اکسیژن فعال ایجاد شده توسط تنش خشکی شدند. چنانچه پراکسید هیدروژن نیز به‌وسیله آنزیم آسکوبات پراکسیداز در بخش‌های مختلف سلول از بین برده شد. نتایج مشخص کرد کاربرد کیتوزان و اسید سالیسیلیک با هم منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های





آنتی اکسیدان تحت تیمار ۱۴ روزه تنش کم آبی گردید. در نتیجه کلی بهترین عملکرد کاربرد محلول پاشی ها در تیمار آبیاری ۱۴ روزه مشاهده شد.

با توجه به نتایج به دست آمده و تأثیر محلول پاشی این دو الیستور بر ویژگی های بیوشیمیایی و متابولیتی گیاه، مصرف آن ها جهت تولید مواد با ارزش دارویی و ایجاد مقاومت به تنش خشکی توصیه می شود.

### منابع

- ۱- امیری، ا.، اسمعیل زاده بهابادی، ص.، سیروس مهر، ع. ۱۳۹۲. تأثیر محلول پاشی کیتوزان بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در شرایط تنش خشکی. اولین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار. ۹ صفحه.
- ۲- امیری، ا.، سیروس مهر، ع. و اسمعیل زاده بهابادی، ص. ۱۳۹۴. اثر محلول پاشی اسیدسالیسیلیک و کیتوزان بر عملکرد گیاه گلرنگ در شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). ۲۸(۴).
- ۳- حبیبی، ج. ۱۳۹۱. محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر کاهش آسیب اکسیداتیو گیاهان جو در تنش خشکی. مجله زیست شناسی، ۵۶: ۶۳-۵۷.
- ۴- طاهری، ف.، دهمرده، م.، سالاری، م. و باقری، ر. ۱۳۹۶. ارزیابی تأثیر سطوح مختلف بر فعالیت آنزیم های پاداکسنده در گیاه دارویی زنیان (*Carum copticum* L.) در شرایط تنش خشکی. علوم باغبانی ایران. ۴۸(۳): ۵۸۴-۵۷۵.
- ۵- علیزاده، ا.، ۱۳۸۷. روابط آب، خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس. ۴۸۰ صفحه.
- ۶- مهدوی، ب.، مدرس ثانوی، س.ع.م.، آقاعلیخانی، م. و شریفی، م. ۱۳۹۲. اثر غلظت های مختلف کیتوزان بر جوانه زنی بذر و آنزیم های آنتی اکسیدانت گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در شرایط تنش کم آبی. مجله پژوهش های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). ۲۶(۳).
- 7- Ahmad, P., Prasad, MNV. 2012. Abiotic Stress Responses in Plants: Metabolism, Productivity and Sustainability. New York, Springer.
- 8- Amin, B., Mahleghah, G. and Mahmood, H. M. R. 2009. Evaluation of interaction effect of drought stress with ascorbate and salicylic acid on some of physiological and biochemical parameters in okra (*Hibiscus esculentus* L.). Research Journal Biological sciences. 4: 380-387.
- 9- Asgarirad, H., Pourmorad, F., Hosseinimehr, S., Saeidnia, J., Ebrahimzadeh, S. and Lotfi, F. 2010. In vitro antioxidant analysis of *Achillea tenuifolia*. African Journal of Biotechnology. 9 (24): 3536-3541.
- 10- Guan, Y.J., Hu, J., Wang, X.J. and Shao, C.X. 2009. Seed priming with chitosan improves maize stress germination and seedling growth in relation to physiology changes under low temperature. Journal of Zhejiang University- Science. 10: 427-433.
- 11- Habib Pour, S.S., Naderi, A., Lak, SH., Faraji, H., Majdam, M., 2016. Effect of salicylic acid on yield and some physiological characteristics of sweet corn hybrids under conditions of A deficiency stress. Iranian Journal of Plant Physiology and Biochemistry, 1(2). [In Persian with English Summary].
- 12- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., Ahmad, A. 2005. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment. a review Environmental and Experimental Botany. 68. 14-25.
- 13- Kadioglu, A., Saruhan, N., Saglam, A., Terser., and Acet, T. E. 2011. Exogenous salicylic acid alleviates effects of long term drought stress and delays leaf rolling by inducing antioxidant system. Plant Growth Regul. 64: 27-37.
- 14- Kizil, S., Toncer, O., Ipek, A., Arslan, N., Saglam, S., and Khawar, K. M. 2008. Blooming stages of Turkish hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) affect essential oil composition. Acta Agriculture Scandinavia, Section B – Soil and Plant Science. 58: 273-279.
- 15- Mirzakhani, M., 2011. Effect of Water Stress and Zeolite on Yield and Yield Components of Seed Safflower. The first national conference on modern issues in agriculture, Islamic Azad University, Saveh Branch. November.
- 16- Neto, A.D., Gomes Filo, E., Pal, M., Szalai., G.E. 2005. Effect of salt stress on antioxidant and lipid peroxidation in leaves and roots of salt tolerance and salt sensitive maize genotype.
- 17- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 43: 439-463.
- 18- Sibi, M., 2011. Effect of water stress, zeolite and foliar application of salicylic acid on some of agronomical and physiological traits in spring safflower. M.Sc thesis in Agronomy. Islamic Azad University, Arak. 215p. [In Persian].
- 19- Wesołowska, A., Jadcak, D., Grzeszczuk, M., 2010. Essential oil composition of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) cultivated in north-western Poland. Herba Polonica. 56(1): 57-65.
- 20- Zhili, J., Yong, L., Juanjuan, L., Xu, X., Li, H., Lu, D., and Jingying, W. 2012. Effects of exogenous chitosan on physiological characteristics of potato seedlings under drought stress and rehydration. Potato Research 55: 293-301.

## تحلیل پایداری سد بتنی وزنی Koyna

میلااد ارجمند<sup>۱</sup>، محمد یآوری<sup>۱</sup>، مبین محمدی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی ارشد عمران آب وهیدرولیک، دانشگاه سمنان، <sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه  
\*Arjomand.civil@gmail.com

### چکیده

بررسی پایداری سدهای وزنی از لحاظ واژگونی، لغزش، تحلیل تنش‌ها و گسترش ترک‌ها در سدهای بتنی وزنی براساس بارهای وارده بر سد از جمله: بار ناشی از فشارهیدرواستاتیک آب در بالا دست و پایین دست سد، رسوبات کف رودخانه، نیروی بالابرنده (up lift)، یخ، زلزله و ... حائز اهمیت است. هدف اصلی مقاله حاضر مطالعه پایداری سد بتنی وزنی Koyna در کشور هندوستان با استفاده از نرم‌افزار Cadam2000 می‌باشد. جهت تحلیل زلزله در حالت شبه پویایی از نظریه‌های chopra استفاده شده است.

واژگان کلیدی: تحلیل پایداری، زلزله، سد وزنی بتنی koyna، نرم‌افزار cadam2000

### ۱- مقدمه

موضوع ایمنی در سدهای بتنی وزنی به عنوان سازه‌های عظیم از اهمیت بالایی برخوردار است. از این رو تحلیل پایداری سدهای بتنی وزنی امری ضروری به شمار می‌آید. یکی از نرم‌افزارهای تحلیل پایداری، نرم‌افزار cadam2000 می‌باشد که به کمک آن می‌توان به بررسی پایداری سدهای بتنی وزنی از لحاظ واژگونی، لغزش و تحلیل تنش‌ها با در نظر گرفتن کلیه نیروهای استاتیکی وارد به سد از جمله فشار هیدرواستاتیک آب، فشار یخ، رسوبات کف رودخانه و پدیده لبریز شدن آب از روی تاج سد و فشارهای هیدرواستاتیک و هیدرودینامیکی زلزله به صورت دقیق پرداخت.

### ۲- پیشینه تحقیق

سبزواری (۱)، با تحلیل پایداری سد بتنی وزنی پلین فلت (pine flat Dam)، در سه شرایط مخزن پر با شالوده انعطاف پذیر، مخزن خاکی با شالوده انعطاف پذیر و مخزن پر با شالوده صلب با استفاده از نرم‌افزار cadam2000 پرداخته و برای هر سه شرایط فوق ضرایب پایداری را ارائه نموده است. غفوری و مفتخر (۲)، در مقاله‌ای با استفاده از روش‌های تقریبی آئین‌نامه‌های FERC, USBR, USACE، کنترل پایداری را انجام داده و ضرایب اطمینان را به هر روش محاسبه و نتایج به دست آمده را با نتایج حاصل از روش المان محدود مقایسه نموده‌اند. شریف‌پور (۳)، در این تحقیق با در نظر گرفتن پارامترهای مختلف در کف سد و پی، میزان ضرایب اطمینان به روش کاهش مقاومت با استفاده از تحلیل اجزای محدود محاسبه و محدوده تغییرات آن به دست آمده است. ارجمند و همکاران (۴)، سد بتنی وزنی کوثر واقع در استان کهگیلو و بویر احمد را بررسی و ضرایب اطمینان سد در برابر واژگونی و لغزش را کنترل نموده‌اند.

### ۳- مواد و روش‌ها

### ۳-۱- مشخصات سد بتنی Koyna

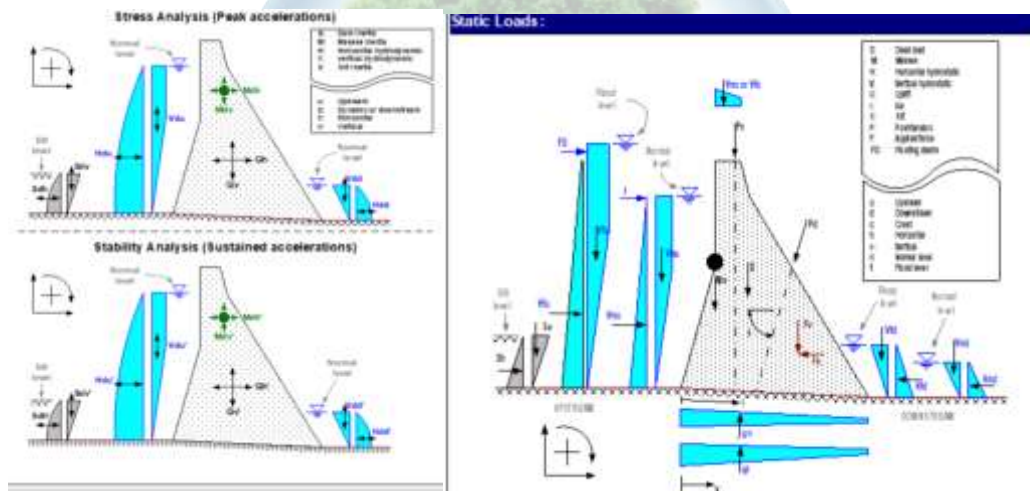
سد بتنی koyna یکی از بزرگترین سدهای بتنی وزنی هندوستان است. این سد دارای ارتفاع ۱۰۳ متر، عرض در کف ۷۰ متر، عرض تاج ۱۱/۹ متر و تراز نرمال آب ۹۱/۷ متر می‌باشد.

### ۳-۲- نرم‌افزار cadam2000

نرم‌افزار cadam2000 همان‌طور که در قسمت‌های قبلی هم به آن اشاره شد، قابلیت بررسی پایداری سدهای بتنی از لحاظ واژگونی، لغزش و تحلیل تنش‌ها با در نظر گرفتن کلیه نیروهای هیدرواستاتیک وارد به سد می‌باشد. در این تحقیق ابتدا مقطع سد koyna در محیط نرم‌افزار cadam2000 ترسیم و سپس با اعمال نیروهای هیدرو استاتیک و مشخصات مصالح سد، پایداری این سد مورد ارزیابی قرار گرفته است.

### ۴- نتایج و بحث

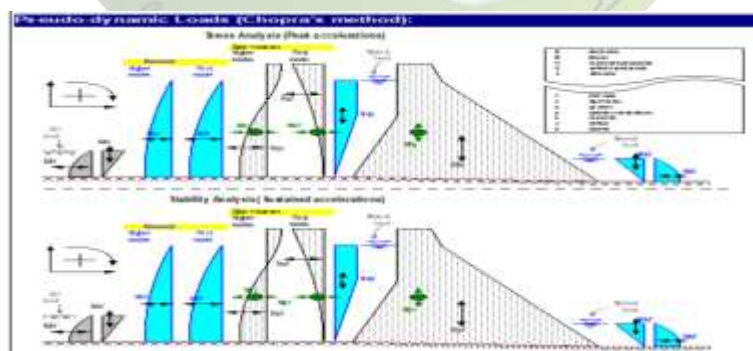
در سال ۱۹۶۷ میلادی زلزله koyna با بزرگای ۶/۶ ریشتری در حوالی این سد رخ داد که منجر به ایجاد ترک‌های سطحی قابل تعمیر در بدنه سد شدند. لذا با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش خروجی‌های مربوط به زلزله مورد بررسی قرار می‌گیرند. شکل (۱)، شرایط بارگذاری استاتیکی و لرزه‌ای را نشان می‌دهد.



شکل (۱) - شرایط بارگذاری استاتیکی و لرزه‌ای

(b): آنالیز شبه استاتیکی زلزله

(a): آنالیز استاتیکی پایدار



(c): آنالیز شبه دینامیکی زلزله

شکل های (۲)، (۳)، (۴)، به ترتیب مشخصات آنالیز استاتیکی پایدار، آنالیز شبه استاتیکی زلزله و آنالیز شبه دینامیکی زلزله را نشان می دهد.

Dam Self-Weight (D) & Added Mass(es) Weight (Mv):						
Lift joints			Dam		Added mass(es)	
ID	UIS Elevation (m)	Weight (D) (kN)	position (x-axis) (m)	Elevation (m)	Weight (Mv) (kN)	position (x-axis) (m)
1	Base	-30475.472	20.356	43.515	0.000	0.000

Upstream Hydrostatic Forces - Operating level (Hnu & Vnu):					
Reservoir normal operating elevation (upstream side) = 91.700 m					
Lift joints		Horizontal		Vertical	
ID	Elevation (m)	Force (Hnu) (kN)	Elevation (m)	Force (Vnu) (kN)	position (x-axis) (m)
1	Base	41245.605	30.567	0.000	0.000

Upstream Hydrostatic Forces - Flood level (Hfu & Vfu):					
Reservoir flood elevation (upstream side) = 103.000 m					
Lift joints		Horizontal		Vertical	
Joint ID	Elevation (m)	Force (Hfu) (kN)	Elevation (m)	Force (Vfu) (kN)	position (x-axis) (m)
1	Base	62037.145	34.333	0.000	0.000

Ice force (I):			
Normal operating level			
Joint ID	Elevation (m)	Force (I) (kN)	Elevation (m)
1	Base	146.000	91.100

Uplift forces (Un & Uf):							
Normal operating level				Flood level			
Joint ID	Elevation (m)	Force (Un) (kN)	position (x-axis) (m)	p factor (USBR)	Force (Uf) (kN)	position (x-axis) (m)	p factor (USBR)
1	Base	31425.156	23.333		85365.050	23.333	

شکل (۲) - مشخصات آنالیز استاتیکی پایدار

Pseudo-static (Stress Analysis) Dam + Masses Inertia forces (Qh, Qv, Mdh & Mdv):										
Lift joints		Dam (Horizontal)			Dam (Vertical)		Masses (Horizontal)		Masses (Vertical)	
Joint ID	Elevation (m)	Force (Qh) (kN)	Elevation (m)	Force (Qv) (kN)	position (x) (m)	Force (Mdh) (kN)	Elevation (m)	Force (Mdv) (kN)	position (x) (m)	
1	Base	-17552.242	43.515	-11671.336	20.356	0.000	0.000	0.000	0.000	

Pseudo-static (Stress Analysis) Reservoir forces (Hdu, Vdu, Hdd & Vdd):									
Lift joints		Upstream (Horizontal)		Upstream (Vertical)		Downstream (Horizontal)		Downstream (Vertical)	
Joint ID	Elevation (m)	Force (Hdu) (kN)	Elevation (m)	Force (Vdu) (kN)	position (x) (m)	Force (Hdd) (kN)	Elevation (m)	Force (Vdd) (kN)	position (x) (m)
1	Base	-8997.578	36.680	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Pseudo-static (Stability Analysis) Dam + Masses Inertia forces (Qh', Qv', Mdh' & Mdv'):										
Lift joints		Dam (Horizontal)			Dam (Vertical)		Masses (Horizontal)		Masses (Vertical)	
Joint ID	Elevation (m)	Force (Qh') (kN)	Elevation (m)	Force (Qv') (kN)	position (x) (m)	Force (Mdh') (kN)	Elevation (m)	Force (Mdv') (kN)	position (x) (m)	
1	Base	-8776.121	43.515	-5935.668	20.356	0.000	0.000	0.000	0.000	

Pseudo-static (Stability Analysis) Upstream reservoir forces (Hdu' & Vdu'):									
Lift joints		Upstream (Horizontal)		Upstream (Vertical)		Downstream (Horizontal)		Downstream (Vertical)	
Joint ID	Elevation (m)	Force (Hdu') (kN)	Elevation (m)	Force (Vdu') (kN)	position (x) (m)	Force (Hdd') (kN)	Elevation (m)	Force (Vdd') (kN)	position (x) (m)
1	Base	-4493.789	36.680	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

شکل (۳) - مشخصات آنالیز شبه استاتیکی زلزله

Pseudo-dynamic - constants results:							
Fundamental periods							
Dam		Reservoir		Dam / reservoir		Dam/reservoir/foundation	
$T_1 =$	0.2964 sec	$T_1^* =$	0.2547 sec	$\bar{T}_1 =$	0.3103 sec	$\bar{T}_1 =$	0.3684 sec
Period Lengthening ratios				Reservoir related data			
Reservoir		Foundation		$R_w =$	0.8208	$A_D =$	0.2700
$R_p =$	1.0398	$R_f =$	1.1871	$F_{st} =$	41245.81 kN	$S_1 =$	418.40 cm
Viscous damping ratios							
Dam		Reservoir		Foundation		Dam/reservoir/foundation	
$\zeta_1 =$	0.0500	$\zeta_1 =$	0.0077	$\zeta_1 =$	0.0077	$\zeta_1 =$	0.1041
Generalized masses				Earthquake force coefficients			
$M_1 =$	883.894 ton	$\bar{M}_1 =$	739.219 ton	$L_1 =$	1505.980 cm	$\bar{L}_1 =$	2070.835 cm
Pseudo-dynamic (Stress Analysis) First mode forces (Eq1, Hd1 & Em1):							
Joint ID		Dam		Reservoir		Dam + Reservoir	
Elevation (m)	Force (Eq1) (kN)	Elevation (m)	Force (Hd1) (kN)	Elevation (m)	Force (Em1) (kN)	Elevation (m)	
1 Base	-8916.734	87.168	-3324.878	44.836	-12181.632	75.614	
Pseudo-dynamic (Stress Analysis) Superior modes forces (Eq3, Hds & Em3):							
Joint ID		Dam		Reservoir		Dam + Reservoir	
Elevation (m)	Force (Eq3) (kN)	Elevation (m)	Force (Hds) (kN)	Elevation (m)	Force (Em3) (kN)	Elevation (m)	
1 Base	-11239.875	18.995	-7815.125	34.459	-19054.18	25.31	
Pseudo-dynamic (Stress Analysis) Modal combination (Emc):							
Joint ID		Mode 1 and superior modes combined					
Elevation (m)	Force (Emc) (kN)	Elevation (m)					
1 Base	-22815.347	45.991					
Pseudo-dynamic (Stress Analysis) Vertical forces (Eqv & Vdu):							
Joint ID		Dam		Reservoir			
Elevation (m)	Force (Eqv) (kN)	position (x-axis) (m)	Force (Vdu) (kN)	position (x-axis) (m)			
1 Base	-11871.326	20.356	0.000	0.000			
Pseudo-dynamic (Stability Analysis) First mode forces (Eq1', Hd1' & Em1'):							
Joint ID		Dam		Reservoir		Dam + Reservoir	
Elevation (m)	Force (Eq1') (kN)	Elevation (m)	Force (Hd1') (kN)	Elevation (m)	Force (Em1') (kN)	Elevation (m)	
1 Base	-4428.377	87.168	-1642.439	44.836	-6090.816	75.614	
Pseudo-dynamic (Stability Analysis) Sup. modes forces (Eq3', Hds' & Em3'):							
Joint ID		Dam		Reservoir		Dam + Reservoir	
Elevation (m)	Force (Eq3') (kN)	Elevation (m)	Force (Hds') (kN)	Elevation (m)	Force (Em3') (kN)	Elevation (m)	
1 Base	-5615.538	18.995	-3507.552	34.459	-5527.050	25.354	
Pseudo-dynamic (Stability Analysis) Modal combination (Emc'):							
Joint ID		Mode 1 and superior modes combined					
Elevation (m)	Force (Emc') (kN)	Elevation (m)					
1 Base	-11307.674	45.551					
Pseudo-dynamic (Stability Analysis) Vertical forces (Eqv' & Vdu'):							
Joint ID		Dam		Reservoir			
Elevation (m)	Force (Eqv') (kN)	position (x-axis) (m)	Force (Vdu') (kN)	position (x-axis) (m)			
1 Base	-5035.668	20.356	0.000	0.000			

شکل (۴) - مشخصات آنالیز شبه دینامیکی زلزله

### ۵- نتیجه گیری

با توجه به ضرایب اطمینان به دست آمده از کلیه نیروهای هیدرواستاتیکی و نیروهای زلزله، نتایج حاصل نشان دهنده پایداری سد می باشد.

### ۶- مراجع

۱. سبزواری، ت. ۱۳۸۷. تحلیل پایداری سدهای بتنی وزنی با استفاده از نرم افزار cadam2000. مجله ی مهندسی آب، سال اول، زمستان ۱۳۸۷.



۲. غفوری، ح.، مفتخر، م. ۱۳۸۹. مقایسه معیارهای پایداری سدهای بتنی در روش‌های تقریبی مختلف براساس تحلیل اجزای محدود. نهمین کنفرانس هیدرولیک ایران.
۳. فرخ، م.، شریف‌پور، ه. ۱۳۹۵. بررسی پایداری سدهای بتنی وزنی با استفاده از اجزاء محدود به روش کاهش مقاومت. نشریه سد و نیروگاه‌های برق آبی. سال سوم، شماره نهم، تابستان ۱۳۹۵.
۴. ارجمند، م.، محمدی، م.، اصل خفافی، ی. ۱۳۹۸. کنترل سد کوثر در برابر نیروهای هیدرواستاتیک سومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی سازه و مدیریت ساخت. دانشگاه صنعتی شریف تهران.





## Sustainability analysis of the Koyna weighted concrete dam

Milad arjomand<sup>1,\*</sup>, mohammad yavari<sup>1</sup>, mobin mohammadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Student of Water and Hydraulics, Semnan University <sup>۲</sup>. B.Sc. Student of Civil Engineering, Islamic

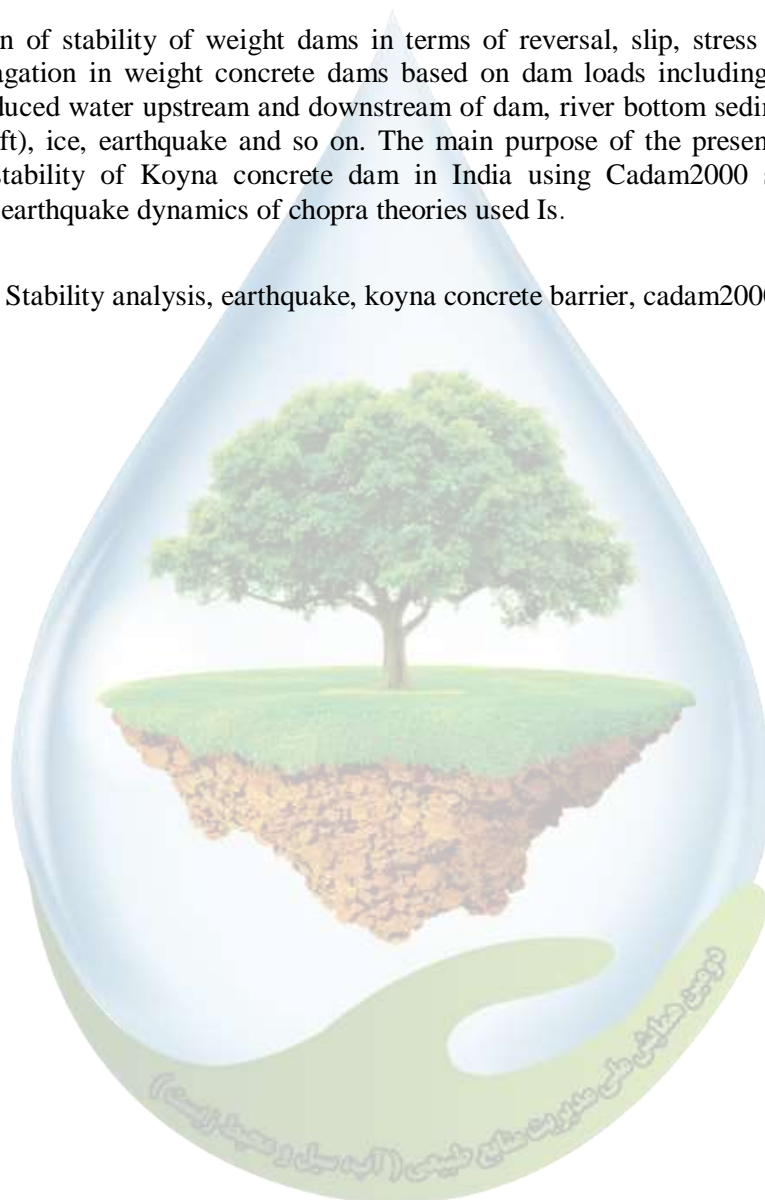
Azad University of Maragheh Branch

Arjomand.civil@gmail.com (Email) Milad arjomand

### Abstract

Investigation of stability of weight dams in terms of reversal, slip, stress analysis and crack propagation in weight concrete dams based on dam loads including: hydrostatic pressure induced water upstream and downstream of dam, river bottom sediments, lifting force (up lift), ice, earthquake and so on. The main purpose of the present paper is to study the stability of Koyna concrete dam in India using Cadam2000 software. To analyze the earthquake dynamics of chopra theories used Is.

**Keywords:** Stability analysis, earthquake, koyna concrete barrier, cadam2000 software



### نقش گنندهای نمکی در شوری آب رودخانه فیروزآباد

مهناز صادقی<sup>۱</sup>، مجتبی قره محمودلو<sup>۲\*</sup>، نادر جندقی<sup>۲</sup>، معصومه فراستی<sup>۲</sup>، ابوالفضل طهماسبی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران

<sup>۲</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران

\*<sup>۲</sup>mmahmoodlu@yahoo.com /mmahmoodlu@gonbad.ac.ir

### چکیده

در این تحقیق به منظور بررسی نقش گنندهای نمکی در شوری آب رودخانه فیروزآباد از نتایج آنالیز پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب این رودخانه در دو ایستگاه قبل و بعد از گنندهای نمکی در یک دوره ۲۵ ساله بین سالهای ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۶ استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت تمامی پارامترها بجز بیکربنات بعد از عبور از گنندهای نمکی بدلیل انحلال نمک و دیگر کانی‌های تبخیری و همچنین تخلیه چشمه‌های کارستی-نمکی در آب رودخانه فیروزآباد افزایش چشمگیری داشته‌اند. باتوجه به اینکه غلظت یون‌های سدیم و کلر افزایش قابل توجهی در آب رودخانه فیروزآباد داشته است، می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب اصلی گنندهای نمکی بیشتر از کانی هالیت می‌باشد. همچنین باتوجه به غالب بودن این دو یون تیپ غالب آب بعد از تماس با گنندهای نمکی کلرید سدیک می‌باشد. انحلال گنندهای نمکی در آب رودخانه فیروزآباد تأثیر چشمگیری در افزایش شوری آب رودخانه داشته است. بطوریکه میزان کل نمک‌های جامد محلول و هدایت الکتریکی آب به ترتیب ۹۴/۲ درصد و ۹۴/۵ درصد در ایستگاه دهرم (بعد از گنندهای نمکی) افزایش یافته است. باتوجه به تقسیم‌بندی آب براساس غلظت نمک‌های محلول، آب رودخانه در ایستگاه دهرود قبل از تماس با گنندهای نمکی در رده غیرشور تا کمی شور قرار می‌گیرد. اما بعد از عبور از گنندهای نمکی در رده ابرشور قرار می‌گیرد که برای آبیاری غیر مجاز می‌باشد.

**واژگان کلیدی:** گنبد نمکی، رودخانه فیروزآباد، کل نمک‌های جامد محلول، هدایت الکتریکی، شوری آب

### ۱- مقدمه

شوری آب به معنای شور بودن یا وجود نمک محلول در پهنه‌های آبی است. شوری آب عامل مهمی در تعیین ویژگی‌های شیمیایی آب‌های طبیعی و فرایندهای زیستی آن است. اصولاً شوری یک پارامتر ترمودینامیکی است که به همراه دما و فشار، ویژگی‌های فیزیکی آب مانند چگالی و ظرفیت گرمایی را تعیین می‌کند. اگرچه تعریف شوری رودها، دریاچه‌ها و اقیانوس ساده است اما تعریف و اندازه‌گیری دقیق این پارامتر از نظر فنی و علمی همیشه چالش برانگیز بوده است. به صورت مفهومی شوری عبارت است از مقدار نمک‌های محلول در آب نظیر سدیم کلرید، پتاسیم کلرید، کلسیم سولفات...

امروزه یکی از مشکلات اساسی بشر به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک فرایند شور شدن زمین‌ها و منابع آبی می‌باشد. به طور کلی شوری‌زایی و قلیائیت از فرایندهای اصلی تخریب اراضی و منابع آبی خصوصاً آبهای سطحی در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌رود. یکی از مهم‌ترین عوامل طبیعی در شوری منابع آب در ایران وجود گنندهای نمکی و مجاورت آب‌های سطحی خصوصاً رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی با این نوع از تشکیلات زمین‌شناسی می‌باشد. بطور کلی بر جستگی‌هایی که توسط نمک به علت حرکات و بالا آمدن آن ایجاد می‌گردد، گنبد نمکی نامیده می‌شود. به عبارت دیگر گنبد



نمکی عبارت است از ساختمان زمین شناسی گنبدی شکلی که هسته آن از نمک تشکیل شده است. هر گنبد نمکی شامل یک هسته مرکزی که از نمک تشکیل شده است و بخشی که اطراف هسته مرکزی را احاطه می‌کند از سنگ‌های رسوبی محلی تشکیل شده است. ناخالصی‌های یونی نمک شامل دو دسته کاتیون‌ها و آنیون‌ها می‌باشد. آنیون‌ها عبارتند از: بی‌کربنات و کربنات، کلرید، سولفات نیترات و نیتريت می‌باشد. از مهم‌ترین کاتیون‌ها منیزیم، سدیم، کلسیم، پتاسیم، آهن و منگنز می‌باشد. به‌طور کلی گنبدهای نمکی را براساس عمق به سه دسته تقسیم می‌کنند. براین اساس گنبدهای نمکی به سه دسته تقسیم می‌شوند. (۱) گنبدهای نمکی کم عمق: فاصله این گنبدها از سطح زمین کمتر از ۱ کیلومتر می‌باشد. (۲) گنبدهای نمکی با عمق متوسط: فاصله این گنبدها از سطح زمین بین ۱ تا ۱/۵ کیلومتر از سطح زمین است. (۳) گنبد نمکی عمیق: در صورتیکه فاصله گنبدهای نمکی از سطح زمین بیش از ۱/۵ کیلومتر باشد. که گنبد نمکی ایران از نوع کم عمق می‌باشد (۳).

در جنوب ایران و در بخش‌های جنوبی رشته کوه زاگرس و همچنین در حاشیه‌ی خلیج فارس در حدود ۱۸۰ برونزدگی گنبد نمکی وجود دارد. گنبدهای نمکی عمدتاً از کانی‌های تبخیری نظیر هالیت و ژپس با قابلیت انحلال‌پذیری بالا تشکیل شده‌اند که در تماس با آب‌های سطحی و زیرزمینی به راحتی در آب حل شده و کیفیت آب را به شدت کاهش می‌دهند. پراکندگی سازندهای کربناته کارستی در مناطقی از استان فارس و مجاورت آنها با گنبدهای نمکی، باعث کاهش کیفیت منابع آب، خصوصاً آب‌های سطحی در بخش‌های شرب و کشاورزی شده است. در جنوب غرب فیروزآباد سه گنبد نمکی کنارسیاه، جهانی و خوراب وجود دارد (شکل ۱) که نقش مهمی در تخریب کیفیت آب رودخانه دارند (۱). هدف از این مطالعه بررسی تأثیر گنبدهای نمکی جنوب غرب فیروزآباد (کنارسیاه، جهانی و خوراب) در شور شدگی آب رودخانه فیروزآباد می‌باشد.

## ۲- روش کار

### ۲-۱- موقعیت و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه و گنبدهای نمکی جنوب غرب فیروزآباد در حدود ۱۵۰ کیلومتری جنوب غربی شهر شیراز در منطقه فیروزآباد و در مجاورت معدن سرب و روی کوه سورمه واقع شده است (شکل ۱). متوسط بارش، تبخیر و متوسط دمایی در این منطقه به ترتیب در حدود ۴۳۴ میلی‌متر، ۲۵۹۱ میلی‌متر و ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۴ و ۲). گنبدهای نمکی مذکور متعلق به سازند هرمز با سن پرکامبرین تا کامبرین میانی است. این گنبدهای نمکی در زون زاگرس چین خورده و در میان دو تاقدیس سورمه و خارتو برونزد یافته است.



شکل ۱: موقعیت رودخانه فیروزآباد و گنبدهای نمکی (۵)

## ۲-۲- روش کار

به منظور بررسی نقش گنبد های نمکی منطقه فیروزآباد در شوری آب رودخانه فیروزآباد ابتدا با استفاده از نقشه های زمین شناسی و پایه منطقه، نقشه موقعیت گنبد های نمکی و رودخانه فیروزآباد به همراه ایستگاه های مورد بررسی با استفاده از نرم افزار Surfer13 تهیه گردید. سپس نتایج آنالیز پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب و دبی رودخانه فیروزآباد در دو ایستگاه دهرود و دهرم در طی سال های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۶ از شرکت آب منطقه ای استان فارس جمع آوری گردید (جدول ۱). در مرحله بعد تغییرات غلظت نمک های محلول در دو ایستگاه دهرود (قبل از گنبد های نمکی) و دهرم (بعد از گنبد های نمکی) مطالعه شدند و در نهایت بعد از بررسی ارتباط بین غلظت نمک های محلول و هدایت الکتریکی در دو ایستگاه مذکور بررسی شد.

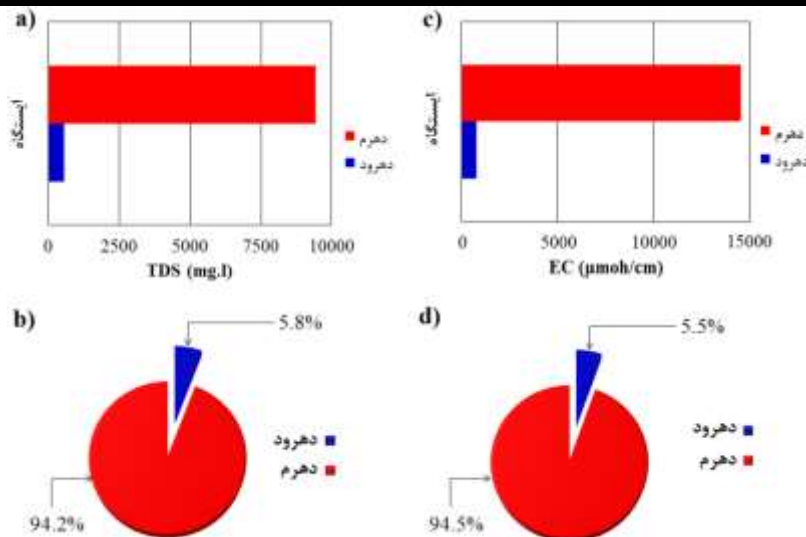
جدول ۱: نتایج آماری آنالیز پارامترهای شیمیایی در یک دوره ۲۵ ساله. پارامترهای شیمیایی برحسب میلی اکی والان برلیتر، TDS برحسب میلی گرم بر لیتر، EC بر حسب میکروموس بر سانتی متر، و بر حسب متر معکب بر ثانیه می باشد

ایستگاه	پارامتر	EC	pH	TDS	SO4	HCO3	Cl	Ca	Mg	K	Na	Q
دهرود	متوسط	817.06	7.89	551.17	2.91	5.98	4.67	3.30	3.66	0.08	1.70	3.05
	کمترین	562.67	7.41	388.67	1.50	3.15	0.60	2.15	2.27	0.03	0.59	0.33
	بیشترین	2048.55	8.30	1304.82	4.41	53.27	75.27	4.51	4.50	0.80	13.17	13.61
	انحراف معیار	302.68	0.24	173.94	0.84	9.86	14.96	0.72	0.56	0.15	2.70	3.21
	واریانس	91615.92	0.06	30253.94	0.70	97.26	223.92	0.52	0.32	0.02	7.30	10.30
دهرم	متوسط	19055.33	8.06	12160.13	29.61	3.89	179.55	20.33	11.93	1.33	182.17	47.03
	کمترین	19055.33	8.06	12160.13	29.61	3.89	179.55	20.33	11.93	1.33	182.17	47.03
	بیشترین	20213.13	8.06	13354.73	29.61	4.14	210.89	39.86	18.00	18.39	193.99	47.03
	انحراف معیار	3761.87	0.25	3427.23	7.61	0.36	43.23	7.47	4.01	3.54	41.33	9.47
	واریانس	14151671	0.06	11745935	58	0.13	1869	55	16	12	1708	89

### ۳- نتایج و بحث

باتوجه به نتایج حاصل از آنالیز پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب، غلظت تمامی پارامترها بجز بیکربنات در ایستگاه دهرم (بعد از عبور از گنبد های نمکی) افزایش چشمگیری داشته اند. بطور مثال غلظت نمک های جامد محلول (TDS) در ایستگاه دهرم تقریباً ۲۲ برابر ایستگاه دهرود (قبل از تماس با گنبد های نمکی) است. اگرچه تقریباً میزان تمامی یون ها در آب بعد تماس با گنبد های نمکی افزایش یافته است. اما غلظت یون های سدیم و کلر افزایش چشمگیری داشته است. از اینرو می توان نتیجه گرفت که ترکیب اصلی گنبد های نمکی بیشتر از کانی هالیت می باشد. همچنین باتوجه به غالب بودن این دو یون تیپ غالب آب بعد از خروج از منطقه گنبد های نمکی کلرید سدیک می باشد.

به منظور تعیین سهم گنبد های نمکی در افزایش شوری آب رودخانه فیروزآباد دو پارامتر نمک های جامد محلول و هدایت الکتریکی آب در دو ایستگاه دهرود و دهرم بررسی شد (شکل ۲). باتوجه به شکل ۲-a و c، انحلال گنبد های نمکی در آب رودخانه فیروزآباد تأثیر چشمگیری در افزایش شوری آب رودخانه داشته است. بطوریکه میزان نمک های جامد محلول و هدایت الکتریکی آب به ترتیب ۹۴/۲ درصد و ۹۴/۵ درصد در ایستگاه دهرم افزایش یافته است.



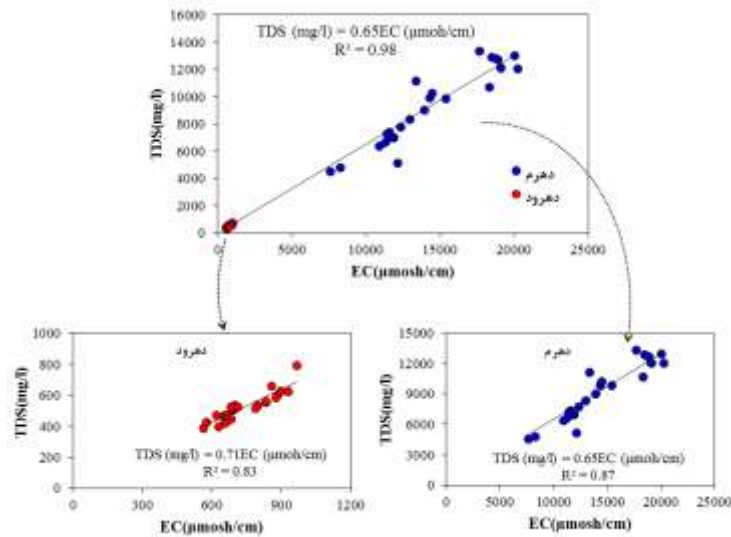
شکل ۲: تغییرات نمکهای جامد محلول و هدایت الکتریکی آب رودخانه فیروزآباد (a و c) و سهم گنبدهای نمکی در افزایش نمکهای جامد محلول و هدایت الکتریکی در دو ایستگاه دهرود و دهرم (b و d)

باتوجه به تقسیم بندی آب براساس غلظت نمکهای محلول، آب رودخانه در ایستگاه دهرود قبل از تماس با گنبدهای نمکی در غیرشور تا کمی شور قرار می گیرد (جدول ۲). اما بعد از عبور از گنبدهای نمکی در رده ابرشور قرار می گیرد که برای آبیاری غیر مجاز می باشد.

جدول ۲: تقسیم بندی آب براساس غلظت نمکهای محلول (TDS)

نام گروه	غلظت نمک (میلی گرم بر لیتر)	نوع آب
غیر شور	< ۵۰۰	برای آبیاری همه گیاهان قابل استفاده اند
کم شور	۵۰۰-۱۵۰۰	در خاکهای دارای بافت سبک و متوسط بیخطرند. در خاکهای رسی، آبشویی نمکها و زهکشی باید انجام شود
لب شور	۱۵۰۰-۵۰۰۰	فقط در خاکهای سبک توصیه می شود و در خاکهای بافت متوسط و سنگین توصیه نمی شود
شور	۵۰۰۰-۸۰۰۰	فقط در موارد استثنایی (گیاهان مقاوم به خشکی) یا در شرایط اضطراری (خشکسالی) در دفعات کم استفاده از این آبها مجاز است
خیلی شور	۸۰۰۰-۱۳۰۰۰	غیرمجاز برای آبیاری
ابر شور	> ۱۳۰۰۰	غیرمجاز برای آبیاری

نتایج این تحقیق نشان داد که یک رابطه خطی با ضریب همبستگی نسبتاً خوبی بین کل مواد جامد محلول و هدایت الکتریکی وجود دارد (شکل ۳). بطوریکه با اندازه گیری پارامتر هدایت الکتریکی می توان کل مواد جامد محلول را در هر ایستگاه محاسبه نمود. همچنین رابطه خطی مناسبی برای داده های هر دو ایستگاه وجود دارد.



شکل ۳: رابطه بین کل مواد جامد محلول و هدایت الکتریکی در رودخانه فیروزآباد

#### ۴- نتیجه گیری

در این پژوهش به منظور بررسی نقش گنبد های نمکی در شوری آب رودخانه فیروزآباد از نتایج آنالیز پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب رودخانه فیروزآباد در دو ایستگاه دهرود و دهرم در یک دوره ۲۵ ساله استفاده شد. باتوجه به نتایج حاصل از آنالیز پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب، غلظت تمامی پارامترها بجز بیکربنات در ایستگاه دهرم (بعد از عبور از گنبد های نمکی) و در نتیجه انحلال نمک و تخلیه چشمه های کارستی-نمکی در آب رودخانه فیروزآباد افزایش چشمگیری داشته اند. اگرچه تقریباً میزان تمامی یون ها در آب بعد تماس با گنبد های نمکی افزایش یافته است. اما غلظت یون های سدیم و کلر افزایش چشمگیری داشته است. از اینرو می توان نتیجه گرفت که ترکیب اصلی گنبد های نمکی بیشتر از کانی هالیت می باشد. همچنین باتوجه به غالب بودن این دو یون، تیپ غالب آب بعد از خروج از منطقه گنبد های نمکی کلرید سدیک می باشد. انحلال گنبد های نمکی در آب رودخانه فیروزآباد تأثیر چشمگیری در افزایش شوری آب رودخانه داشته است. بطوریکه میزان نمک های جامد محلول و هدایت الکتریکی آب به ترتیب ۹۴/۲ درصد و ۹۴/۵ درصد در ایستگاه دهرم افزایش یافته است. باتوجه به تقسیم بندی آب بر اساس غلظت نمک های محلول، آب رودخانه در ایستگاه دهرود قبل از تماس با گنبد های نمکی در رده غیرشور تا کمی شور قرار می گیرد. اما بعد از عبور از گنبد های نمکی در رده ابرشور قرار می گیرد که برای آبیاری غیر مجاز می باشد. بر اساس نتایج این تحقیق گنبد های نمکی جنوب غربی فیروزآباد عامل اصلی در مرگ کیفی آب این رودخانه و در پی آن آلودگی منابع آبی و زمین های پایین دست می باشد.

#### ۵- منابع

- ۱- ثروتی، م. ر.، موعظی، م.، شافعی، ر.، کسریان، ع. ۱۳۹۱. تأثیر گنبد نمکی کنار سیاه بر منابع آب و خاک دشت کنار سیاه فیروزآباد- استان فارس. فصلنامه ی جغرافیای طبیعی، ۶. ۷۷-۸۸.
- ۲- زارعی، م.، مهدیزاده، ر. ۱۳۹۷. تأثیر گنبد نمکی جهانی بر کیفیت منابع آبی مجاور، فیروزآباد فارس. پژوهش های دانش زمین، ۹(۳۴) ۱-۱۴.
- ۳- زمردیان، م. ۱۳۸۳. ژئومورفولوژی ایران. مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ دوم.
- ۴- وزارت معادن و فلزات، اداره کل معادن و فلزات استان فارس، ۱۳۷۸. طرح شناسایی پتانسیل های معدنی گنبد های نمکی استان فارس، جلد ۱ و ۲، مشاور طرح: دانشگاه شیراز، بخش علوم زمین.

5- Naderi, M., Raeisi, E., and Zarei, M. 2016. The impact of halite dissolution of salt diapirs on surface and ground water under climate change, South-Central Iran. Environ Earth Sci., 75:708

## تأثیر بیوجار بر مقاومت گیاهان نسبت به شوری

زهرا نورالهی<sup>۱</sup>، معصومه فراستی<sup>۲\*</sup>، علی نخزری مقدم<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مرتع و آبخیز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، <sup>۲</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده

کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، <sup>۳</sup> استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس

farasati2760@gmail.com

### چکیده

پژوهش حاضر به منظور مطالعه اثر بیوجار بر مقاومت گیاهان نسبت به شوری می‌باشد. بیشترین اراضی شور در آسیا بعد از چین، هند و پاکستان متعلق به ایران است که حدود ۱۰ درصد از اراضی قابل کشت را شامل می‌شود (۱). ۳ با توجه به ناکافی بودن زمین‌های مناسب کشاورزی در جهان و قابل توجه بودن وسعت اراضی شور - سدیمی، اصلاح این خاک‌ها حائز اهمیت می‌باشد و کمبود آب با کیفیت مناسب برای مصارف بخش‌های مختلف از جمله شرب، آبیاری و صنعت یکی از مهم‌ترین مشکلات در مناطق خشک و نیمه خشک است که وسعتی حدود یک سوم جهان را دارند. در مناطقی که آب شیرین کمیاب است، نیاز فزاینده‌ای برای استفاده از آب باکیفیت پایین وجود دارد. شوری یکی از تنش‌های غیر زیستی عمده است که تولید و رشد بسیاری از گیاهان را در مناطق خشک و نیمه خشک در سراسر جهان تحت تأثیر قرار می‌دهد. شوری یکی از عوامل کاهش قابلیت اراضی برای تولید محصولات کشاورزی می‌باشد و در بسیاری از نقاط کره زمین شوری قرار دارند (۱۹). بررسی‌ها نشان می‌دهد که کاربرد بیوجار در خاک، منجر به بهبود کیفیت خاک، افزایش بازده محصول و کاهش تنش‌های مربوط به شوری می‌شود. بیوجار به عنوان ابزاری در جهت ترسیب کربن، کاهش گازهای گلخانه‌ای، انرژی تجدید پذیر، بهبود ساختار و حاصلخیزی خاک شناخته می‌شود. مطالعات کمتری بر روی مزایای زراعی و کیفی آن صورت پذیرفته است. میزان جذب مواد شیمیایی کاربردی در کشاورزی و خطر آلودگی منابع آب زیرزمینی به وسیله آن‌ها، از موارد مهم در تمام سطوح زیستی به حساب می‌آید. به تازگی بیوجار به دلیل پتانسیل بهبود باروری خاک، غیر متحرک کردن آلودگی‌ها در خاک مورد توجه قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: بیوجار، خاک شور، بهبود کیفیت خاک، افزایش بازده محصول، پایداری

### ۱- مقدمه:

شوری از جمله خطرهای جدی تهدیدکننده محیط و کشاورزی در بخش‌های زیادی از جهان می‌باشد. تحمل نمک در واقع توانایی گیاهان برای رشد و تکمیل چرخه زندگی در شرایط وجود غلظت بالایی از نمک‌های محلول می‌باشد (۱). تحمل به شوری یک پدیده پیچیده مربوط به کل صفات گیاه است. مواردی بیان شده است که مکانیزم تحمل به شوری از رقمی به رقم دیگر درون یک گونه متفاوت می‌باشد (۲). شور و سدیمی شدن خاک‌ها مدت‌های زیادی است که یک مشکل جهانی است و هیچ‌جا و اقلیمی عاری از خاک‌های متأثر از شوری با منشا اولیه یا ثانویه نیست. شوری اولیه مربوط به ماهیت و جنس خاک می‌باشد، یعنی خاک از ابتدا دارای مقادیر قابل توجهی از نمک‌های معدنی می‌باشد. در حالت شوری ثانویه، عواملی مانند زهکشی نامناسب خاک، آبیاری با آب شور، کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی و نابودی پوشش مرتعی چندساله باعث ایجاد شوری در اراضی می‌شود (۳). افزایش هدایت الکتریکی خاک منجر به ایجاد تنش شوری در گیاه شده و تغییرات بیوشیمیایی و

فیزیولوژیک را به دنبال دارد که در نهایت موجب کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود (۴). بیوپچار که طلای سیاه برای کشاورزی نیز نامیده می‌شود، یک ماده جامد سیاه رنگ، متخلخل، غنی از کربن است که از حرارت دادن زیست توده، شامل چوب، کود، یا برگ در عدم حضور یا حضور میزان اندک اکسیژن حاصل می‌شود و در بهترین حالت بعنوان مطبوع کننده خاک توصیف می‌شود. به اصطلاح تخصصی تر، بیوپچار به وسیله تجزیه حرارتی مواد آلی تحت حضور اکسیژن و در دماهای نسبتاً پایین (کمتر از ۷۰۰ درجه سلسیوس) تولید می‌شود (۵، ۶، ۷، ۸، ۹). شواهد نشان می‌دهند که کاربرد بیوپچار می‌تواند نقش مهمی در بهبود کربن آلی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری (۱۰)، بهبود تهویه خاک، افزایش درصد اشباع بازی خاک، افزایش نگهداری و قابلیت دسترسی مواد غذایی، کاهش نیاز به کودهای شیمیایی و آبشویی مواد غذایی (۱۱، ۱۲، ۱۳)، افزایش رشد و عملکرد گیاهان و کاهش جریان گازهای گلخانه‌ای ایفا کند (۱۴، ۱۵). (۱۶) بیان داشتند که بیوپچار می‌تواند تأثیرات تنش شوری را در گیاهان از طریق جذب نمک اصلاح کند (۱۷). بیوپچار در مقادیر مصرف (۵۰ تن در هکتار)، می‌تواند اثرات نامطلوب تنش شوری را در گیاهان کاهش دهد. افزودن بیوپچار به خاکها معمولاً باعث افزایش عملکرد و کاهش تنش خشکی محصولات می‌شود (۱۶). اصلاح خاک توسط بیوپچار کم هزینه بوده و مزایای زیادی دارد که این مزایا شامل افزایش نگهداری آب و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی است (۱۶). ساختار مولکولی بیوپچار نسبت به تجزیه میکروبی مقاومتر از مواد آلی غیرذغالی است (۱۸). و می‌تواند بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ سال در خاک باقی بماند (۱۴). و ذخیره کربن آلی خاک را افزایش دهد (۱۳). مطالعات اخیر گزارش داده‌اند که بیوپچار می‌تواند غنی از عناصری مانند کلسیم و منیزیم باشد (۱۹). و هنگامی که به عنوان اصلاح خاکدانه‌ها، بهبود هدایت هیدرولیکی کمک کند و می‌تواند آبشویی سدیم را افزایش دهد (۲۰). (۱۶). بیان داشتند که بیوپچار می‌تواند تأثیرات تنش شوری را در گیاهان از طریق جذب نمک اصلاح کند. بیوپچار در مقادیر مصرف زیاد (۵۰ تن بر هکتار)، می‌تواند اثرات نامطلوب تنش شوری را در گیاهان کاهش دهد. افزودن بیوپچار به خاکها باعث افزایش عملکرد و کاهش تنش خشکی محصولات می‌شود (۱۶). اصلاح خاک توسط بیوپچار کم هزینه بوده و مزایای زیادی دارد که این مزایا شامل افزایش نگهداری آب و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی است (۱۶). در حال حاضر استفاده از ارقام متحمل به شوری یکی از مهم‌ترین روشهای مؤثر در بهره برداری و افزایش عملکرد در زمین‌های شور و کم شور نواحی خشک و نیمه خشک جهان محسوب می‌شود (۲۱).

### ۲- نتیجه گیری:

بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهند، تولید بیوپچار از بقایا و فضولات گیاهی و جانوری و نیز کارخانجات می‌تواند راه کار مناسبی در جهت کاهش تقاضا برای کودها، انرژی زیستی، ترسیب کربن و بهبود پایداری در کشاورزی و نیز توسعه زمین‌های غیر حاصلخیز به شمار بیاید. لذا بررسی بیوپچارهای مختلف با شرایط تولید مختلف در آزمایش‌ها زراعی می‌تواند به بررسی بیشتر این ماده آلی در خاک کمک نماید. توانایی بیوپچارها در جذب ترکیبات شیمیایی، یکی از موارد کاربردی آن‌ها می‌باشد که علاوه بر قابلیت‌های دیگر آن‌ها، در مطالعات جدید مورد بررسی قرار گرفته‌اند. کاربرد بیوپچار در خاک‌های زراعی باعث افزایش جذب و نیز کاهش آبشویی سموم و جذب شوری شده‌اند. با توجه به جدید بودن کاربرد این ماده آلی در خاک‌ها، می‌توان از مزایای آن در سطح ایران و توسعه پایداری در کشاورزی کشور بهره جست. اگر بنا بر اصلاح خاک به همراه آبشویی باشد، همه بیوپچارها مفید هستند. درک بهتر مزایای کاربرد بیوپچار نیازمند بررسی‌های درازمدت و مستمر در مباحث زراعی و زیست محیطی می‌باشد.

### ۳- مراجع

- 1- Parida, A. K., and A. B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349.
- 2- Ashraf, M., and A. Khanum. 1997. Relationship between ion accumulation and growth in two spring wheat lines differing in salt tolerance at different growth stages. *Agronomy and Crop Science*, 178: 39-51.
- 3- Ashraf, M., and A. Khanum. 1997. Relationship between ion accumulation and growth in two spring wheat lines differing in salt tolerance at different growth stage. *J. Argon. Crop Sci.* 179: 39-51.



- 4- Emote, Y., and T. Sasakuma. 2002. Differential stress responses of early salt stress responding genes in common wheat. *Phytochemical*. 61: 129-133.
- 5- Lehmann J and Joseph S, 2009. Bio char for Environmental Management: Science and technology. Earth scan, UK. 448p.
- 6- Sochi, S., Krill, E., Lopez-Carpel, E., and Boll, R.2010. A review of bio char and its use and function in soil. *Advances in Agronomy* 105: 47-82.
- 7- Goo M and Song W, 2012. Quality variations of poultry litter bio char generated at different pyrolysis temperatures. *Journal of Analytical and Applied pyrolysis* 94: 138-145.
- 8- Lehmann, J. 2007. Bio-energy in the black. *Front. Ecol. Environ.* 5: 381-387.
- 9- Verheijen F. Jeffery S. Bastes A.C. Van Der Veldt M. and Diana's I. 2010. Bio char application to soils- A critical scientific review of effects on soil properties, Processes and Functions. European Commission. 162p.
- 10- Abel S, Peters A, Trunks S, Chomsky H, Facula M and Wessolek G, 2013. Impact of bio char and hydro char addition on water retention and water repellency of sandy soil. *Gendarme* 202-203: 183-191.
- 11- Lurid DA, 2008. The charcoal vision: a win-win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. *Agronomy Journal* 100(1): 178-181.
- 12- Lehmann J, da Silva JP, Steiner C, Knells T, Zach W and Glaser B, 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferrell of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant and Soil* 249: 343-357.
- 13- Steiner Ch., Teixeira WG, Lehmann J, Knells THz, Macedo JLVD, Blum WEH and Zach W, 2007. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant Soil* 291: 275-290.
- 14- Lehmann J, Gaunt J and Rondo M, 2006. Bio char sequestration in terrestrial ecosystems-A review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11: 403-427
- 15- All R, 2011. Sequestering carbon in soils of agro-ecosystems. *Food Policy* 36: S33-S39.
- 16- Thomas SC, Frye S, Gale N, Garmin M, Launch bury R, Machado N, Me lamed S, Murray J, Petrify A and Wins borough C, 2013. Bio char mitigates negative effects of salt additions on two herbaceous plant species. *Journal of Environmental Management* 129: 62-68.
- 17- (Ekes, H. and Wilma, A. 2003. Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 27:253-260 ).
- 18- Rutigliano FA, Romano M, Mar aioli R, Bagnio I, Baronet F, Maglite F and Castalia S, 2014. Effect of bio char addition on soil microbial community in a wheat crop. *European Journal of soil Biology* 60:9-
- 19- Tsai WT, Liu SC, Chen HR, Chang YM and Tsai YL, 2012. Textural and chemical properties of swine-manure-derived bio char pertinent to its potential use as a soil amendment. *Chemosphere* 89(2): 198-203.
- 20- Chianti VN, crown DM and Immune J, 2015. Leaching and reclamation of bio char and compost amended saline-sonic soil with moderate SAR reclaimed water. *Agricultural Water Management* 158: 255-265.
- 21- (Ekes, H. and Wilma, A. 2003. Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 27:253-260).

### کاربرد گیاه پالایی در حذف آلاینده ها

زهرا نورالهی<sup>۱</sup>، معصومه فراستی<sup>۲\*</sup>، علی نخزری مقدم<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مرتع و آبخیز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، <sup>۲</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده

کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، <sup>۳</sup> استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس

farasati2760@gmail.com

### چکیده

روش های متداول پالایش خاک ها و آب های آلوده به فلزات سنگین، نیاز به زمان طولانی و نیروی کار زیاد داشته و در عین حال باعث تخریب ساختمان و ساختار گیاهی خاک می شود. در سال های اخیر دانشمندان و مهندسان به دنبال روشهای مؤثری هستند که در آنها از میکروارگانیسم ها و گیاهان زنده برای پالایش مناطق آلوده استفاده شود. از جمله این فناوری ها گیاه پالایی است که طی آن، آلودگی ها از طریق تجزیه مستقیم، پالایش غیر مستقیم و جذب از خاک یا آب و تغلیظ در ناحیه یا بافت گیاه تصفیه می شود. در واقع گیاه پالایی با استفاده از مهندسی گیاهان سبز شامل گونه های علفی و چوبی برای برداشت مواد آلاینده از آب و خاک و یا کاهش خطرات آلاینده های زیست محیط نظیر فلزات سنگین، عناصر کمیاب، ترکیبات آلی و مواد رادیو اکتیو به کار برده می شود. این فناوری و دوستار محیط زیست مقرون به صرفه، از لحاظ زیبایی خویشاوند، مطلوب برای موجودات زنده خاک، افزایش دهنده ی تنوع زیستی و منشا یافته از انرژی خورشید است واز همه مهم تر آن که فناوری گیاه پالایی قادر به حفظ حاصلخیزی خاک حتی پس از زدودن فلزات می باشد. بیشتر آزمایش های گیاه پالایی در مقیاس آزمایش گاه در محیط هیدروپونیک انجام و فلزات سنگین به آنها داده شده است در حال که محیط خاک کاملا متفاوت است. بسیاری از گیاهان هنوز شناخته نشده اند که باید شناخته شوند. بهینه سازی فرایند جذب فلزات سنگین توسط گیاه و مصرف مناسب بیومس تولید شده باید مورد بررسی و تحقیق قرار گیرد، تا نتایج آزمایشگاهی با عمل و واقعیت همخوانی داشته باشد. در مقاله حاضر مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه ی فناوری گیاه پالایی و معرفی آن به عنوان یک تکنیک زیستی به منظور حذف آلاینده ها خواهیم پرداخت.

واژه های کلیدی: فلزات سنگین، آلودگی آب و خاک، گیاه پالایی

### ۱- مقدمه

شناسایی و پاکسازی مواد شیمیایی سمی، امری کلیدی در حفاظت محیط زیست است. آلاینده هایی مثل یون های فلزات سنگین، به شدت برای ارگانیسم ها ی زنده و محیط زیست خطرناک هستند (۱۵). این فلزات از جمله مواد غیر آلی سمی می باشند که در نتیجه کاربرد کودها، آفت کش ها و وجود لجن ها، ضایعات شهری و بقایایی از معادن فلزدار و صنعت تصفیه ایجاد می شوند (۱۶). روش های مختلف فیزیکی و شیمیایی به منظور پاکسازی محیط زیست از انواع آلاینده ها، ابداع به و به کار گرفته شده اند که با توجه به هزینه های گزاف آنها تلاش زیادی برای دستیابی به روش های ارزان تر صورت گرفته است. از جمله این فناوری ها، گیاه پالایی است که طی آن، آلودگی ها از طریق تجزیه مستقیم، پالایش غیر مستقیم (با حمایت جمعیت میکروبی) و جذب خاک یا آب و تغلیظ در ناحیه ریشه یا بافت گیاه تصفیه می شوند (۱۷). در واقع گیاه پالایی از روش های آلودگی زدایی نوین، درجا و مستقیم است که طی آن از گیاه برای زدودن آلودگی ها از خاک، رسوبات، آب های زیر زمینی، آب های سطحی و نیوار استفاده می شود. گیاه پالایی روشی پایدار، طبیعی، کم هزینه، آسان، دوستدار محیط زیست بوم



و قابل کاربرد در سطوح وسیع است. گیاه با ترسیب، تثبیت و تجزیه ترکیبات آلاینده در ریزوسفر، جذب انتخابی فلزات و تجمع آنها در شاخساره های خویش و یا تصعید آلاینده ها به اتمسفر، موجب کاهش مقدار و یا سمیت آلاینده ها می شوند (۱۸) و (۱۹). لذا می توان گفت گیاه پالایی از بهترین روش های اکولوژیک زدودن آلاینده ها از محیط (به ویژه خاک) است که برای پاکسازی طیفی از آلاینده ها مؤثر است (۲۰). اخیراً تحقیقات زیادی به این سمت متمایل شده که در ادامه به چند مورد اشاره می شود. لیو و همکاران (۲۰۰۰)، در پژوهشی قابلیت جذب فلزات سنگین در گیاهان متعددی نظیر علف مرغ، گیاه جگن و قدومه کوهی را بررسی کرد و نتایج این مطالعه مبین آن است که از بین گیاهان مورد مطالعه، علف مرغ به دلیل میزان جذب سرب و بیوماس زیاد یک گیاه بسیار مناسب جهت پاکسازی خاک های آلوده به فلزات سنگین سرب خواهد بود. به طوری که با کاشت این گیاه در خاک های آلوده به سرب به ازای هر هکتار میزان ۵۰ کیلوگرم سرب توسط گیاه مزبور استخراج می گردد (۲۱). پیچاک و همکاران (۲۰۰۲) طی آزمایشی دریافتند که گیاهان معمولاً توانایی انباشتگی مقادیر زیادی از سرب و سایر فلزات سنگین در بافت هایشان را دارا بوده و به همین خاطر در فن گیاه پالایی می شود از گیاهان استفاده کرد (۲۲). شعبانی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی میزان تحمل به سرب در گیاه اطلسی با استفاده از خصوصیات اکولوژیک پرداختند. نتایج آنها نشان داد که گیاه اطلسی غلظت های کمتر از ۷۵ میلی گرم بر لیتر سرب را بدون کاهش فعالیت های فتوسنتزی و رشدی تحمل می کند. در نتیجه از این گیاه در مناطق تا این سطح آلودگی، به منظور طراحی فضای سبز و اهداف گیاه پالایی بهره بردند (۱).

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- روش مطالعه

این مطالعه به روش مروری و کتابخانه ای بر روی مطالعات انجام شده در زمینه حذف فلزات سنگین و معرفی روش گیاه پالایی بر مبنای مرور مقالات موجود جمع آوری گردید.

### ۲-۲- فلزات سنگین

فلزات جزو مفیدترین مواد و عناصری هستند که توسط انسان شناخته شده اند و مهم ترین نقش را در توسعه تمدن ایفا کرده اند ۸۴ عنصر از ۱۰۶ عنصر شناخته شده به عنوان فلز دسته بندی شده اند. تمام فلزات عنوان شده برای محیط زیست خطر آفرین نمی باشند، تعدادی غیر سمی و تعدادی از فلزات حتی اگر سمی باشند خیلی کمیاب بوده و یا ترکیب آنها غیر قابل حل است (۱۰). دسته مهمی از آلاینده ها که برای محیط زیست و سلامت انسان ها خطر جدی محسوب می شود، فلزات سنگین هستند، که در دسته آلاینده های درجه اول سمی قرار دارند (۲۳). در واقع فلزات سنگین شامل گروهی از فلزات با جرم مخصوص بیشتر از ۵ گرم بر سانتی متر مکعب می باشند (۲۴). حضور فلزات سنگین در محیط زیست، بسیار مشکل ساز است. این امر به پایداری طولانی مدت آنها بر می گردد. زیرا این فلزات بر خلاف سایر آلاینده های آلی، از طریق شیمیایی با فرایند های زیستی، در طبیعت قابل تجزیه نیستند و در نتیجه پس از ورود به بدن موجودات زنده، در بافت های آنها ذخیره شده و می توانند در طول زنجیره غذایی، در اعضای بالاتر زنجیره به مقادیر بسیار بیشتری تجمع یابند (۱۱). این فلزات همچنین آثار خطرناکی بر سلامتی انسان دارند. از جمله رشد سرطان، آسیب به سیستم عصبی، سیستم قلبی و در برخی موارد شدید باعث مرگ هم می شوند (۲۴).

### ۲-۳- روش های حذف فلزات سنگین

روش های متداول پالایش خاک ها و آب های آلوده به فلزات سنگین، نیاز به زمان طولانی و نیروی کار زیاد داشته و در عین حال باعث تخریب ساختمان خاک می شود (۱۲). چندین روش برای زدایش خاک های آلوده به فلزات سنگین وجود دارد که از جمله آن می توان به شستن خاک، کاهش حلالیت فلزات در خاک و جایگزین کردن خاک های غیر آلوده به جای خاک های آلوده اشاره کرد (۱۳). در واقع روش های پالایش خاک های آلوده به فلزات سنگین، برای مناطق آلوده وسیع، از نظر تکنیکی و اقتصادی قابل اجرا نمی باشد. بنابراین ترویج فناوری های جدید جهت پالایش خاک های آلوده به فلزات سنگین که جنبه اقتصادی داشته باشد، اجتناب ناپذیر است (۱۲).

### ۲-۴- تعریف گیاه پالایی

واژه گیاه پالایی از ریشه لاتین فیتو<sup>۱</sup> به معنای گیاه و رمدیبشن<sup>۲</sup> به معنای سالم سازی در سال ۱۹۹۱ ابداع شده است. گیاه پالایی در مفهوم کلی، پاکسازی مناطق آلوده به کمک گیاهان مناسب است و در زمره فنون سازگار با محیط زیست طبقه بندی می شود (۹). تکنیک پالایشی است که شامل جذب، تغییر شکل، تجمع و یا تصعید آلاینده ها به کمک گیاهان برای زدودن آلودگی های آب، خاک و هوا می باشد. گیاه پالایی با استفاده از مهندسی گیاهان سبز شامل گونه های علفی و چوبی برای برداشت مواد آلاینده از آب و خاک و یا کاهش خطرات آلاینده های زیست محیط نظیر فلزات سنگین، عناصر کمیاب، ترکیبات آلی و مواد رادیو اکتیو به کار برده می شود (۱۴).

### ۲-۵- روش های گیاه پالایی

اساس فرایند گیاه پالایی در چهار گروه اصلی طبقه بندی می شود که عبارتند از: الف- استخراج گیاهی: شامل استفاده از گیاهان به منظور برداشت آلاینده ها از خاک و سپس انتقال آنها به بافت های هوایی گیاه می باشد. در میان تکنیک های مختلف گیاه پالایی، این تکنیک مناسب ترین روش جهت پالایش خاک های آلوده نسبت به شستشوی خاک و سایر روش ها بدون تخریب ساختمان و حاصلخیزی خاک باشد، محسوب می شود. ب- تثبیت گیاهی: در بر گیرنده ی غیرمتحرک کردن یا کاهش قابلیت جذب آلاینده های خاک به وسیله ی ریشه گیاهان یا باکتری ها و قارچ های همزیست با آنها می باشد. پ- مستلزم استفاده از گیاهان به منظور تبخیر نمودن آلاینده های خاک به درون اتمسفر است. ت- شامل جذب آلاینده های موجود در فاضلاب ها و پساب ها توسط ریشه گیاهان می باشد (۲۵).

### ۲-۶- عوامل مؤثر بر گیاه پالایی

گیاهان مورد استفاده در گیاه پالایی باید بتوانند مقدار زیادی از فلزات سنگین را انباشت کنند. همچنین به حضور فلز سنگین در آب و خاک بردبار و توانایی تولید زیست توده را داشته باشد. در سال های اخیر، بررسی های گیاه پالایی بر گیاهان بیش انباشت کننده، که توانایی انباشت مقدار زیادی از فلزات را دارند متمرکز شده است. با توجه به فرایند های گیاه پالایی، انتخاب نوع گیاه با مقاومت بالا و متناسب با نوع آلاینده از اهمیت زیادی برخوردار است، تا بتوان حداکثر کارایی مورد انتظار در این مورد را نتیجه گرفت (۷). در مباحث گیاه پالایی در پی یافتن گیاه مناسب به منظور پالایش عنصر مورد نظر، همواره این چالش وجود دارد که گیاهان بیش انباشتگر به دو دسته تقسیم می شوند: ۱- گیاهان انباشتگر با زیست توده بالا که غلظت کمتری از عنصر مورد نظر را در شاخساره خود ذخیره می کنند مثل گیاه آفتاب گردان برای عنصر روی و ۲- گیاهان بیش انباشتگر با زیست توده کم که غلظت عنصر فلزی در شاخساره آنها بیشتر است (۳). در همین راستا، از دو پارامتر ضریب انتقال<sup>۳</sup> و تجمع زیستی<sup>۴</sup> می توان برای تخمین پتانسیل گیاه برای گیاه پالایی فلزات استفاده نمود. توانایی گیاهان برای تجمع فلزات از خاک ها با استفاده از ضریب تجمع زیستی، یعنی نسبت فلزات در ریشه به خاک تعریف می شود و توانایی گیاه برای انتقال فلزات ریشه به ساقه و یا از ساقه به دانه با استفاده از ضریب انتقال بررسی می شود. گیاهانی که ضریب انتقال و تجمع

زیستی کمتری داشته باشند، برای گیاه پالایی مناسب نیستند (۴). لذا برای رسیدن به اهداف مورد نظر، گیاهان مورد استفاده باید تحمل انواع و غلظت های مختلف آلودگی را داشته باشند. آنها همچنین باید بتوانند به رشد و بقای خویش در شرایط اقلیمی محل ادامه دهند. در این راستا از گیاهان بسیاری از جمله: خردل، ترتیزک، شاهدانه، و تاج خروس ثابت کرده اند که قادر به جمع کنندگی آلاینده ها و بقایای مواد سمی هستند. برخی گیاهان خانواده براسیکاته از جمله قدومه کوهی به تجمع عناصر روی، کادمیوم و سرب می پردازند. به علاوه گونه های مختلف قدومه معمولی نیز به تجمع نیکل اقدام می کنند. برخی خانواده های گیاهی دیگر نیز قادر به تجمع کبالت، مس، کرمف منگنز و سلنیم هستند (۵).

### ۲-۷- مدیریت بیومس گیاهان آلوده

پس از کاهش آلودگی توسط گیاه، مقدار زیادی بیومس خطرناک تولید می شود. کمپوست متراکم کردن، دو روشی است که برای مدیریت بیومس گیاهان آلوده پیشنهاد شده است. اما بهترین روش مصرف و تبدیل ترموشیمیایی است که در این روش، بیومس به عنوان یک منبع انرژی، مصرف تجاری دارد. تولید گاز نیز یکی دیگر از موارد کنترل بیومس است از طریق مجموعه ای از تغییرات شیمیایی، گازهای احتراقی پاک با راندمان بالا تولید می شود که میتوان برای تولید انرژی گرمایی و الکتریکی به کاربرد و یا فلزات ذخیره شده در گیاهان فاقد ارزش غذایی را می توان در اثر فرایند استخراج توسط پیرولیز حذف نمود (۶).

### ۲-۸- مزایای گیاه پالایی

این فناوری طبیعی و دوستدار محیط زیست، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه، از لحاظ زیبایی خوشایند، مطلوب برای موجودات زنده خاک، افزایش دهنده ی تنوع زیستی و منشا یافته از انرژی خورشید است و از همه مهمتر آنکه فناوری گیاه پالایی قادر به حفظ حاصلخیزی خاک حتی پس از زدودن فلزات سنگین می باشد (۲۶). هزینه فناوری گیاه پالایی در آمریکا برای کنترل منابع آلاینده خطرناک نقطه ای و غیر نقطه ای در خاک، آبهای سطحی و زیر زمینی و رسوبات در حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد کمتر از سایر روشهای فیزیکی و شیمیایی برآورد شده است (۷).

### ۲-۹- محدودیت گیاه پالایی

برخی معایب برای استفاده این تکنولوژی جهت حذف آلاینده ها از محیط های آبی و خاکی وجود دارد که اهم آنها عبارتند از:

- عمق آلودگی زیاد در محیط، شرایط اقلیمی نامساعد گیاه و غلظت های بالای آلاینده (۷).
- محدوده مؤثر برای تصفیه خاک محدود به ۳ فوت و برای آب زیرزمینی محدود به ۱۰ فوت سطحی می باشد.
- شرایط هیدرولوژی آب و هوایی بر سرعت رشد گیاهان مورد استفاده تأثیر می گذارد.
- شاید که نیاز باشد زمین مورد استفاده برای جلوگیری از بروز سیل و فرسایش تسطیح گردد که افزایش هزینه ها را در برخواهد داشت (۸).

• یکی از مهمترین معایب تکنیک استخراج گیاهی، مدت زمان طولانی مورد نیاز آن است که استفاده از این روش جهت پالایش خاک های آلوده را با چالش جدی مواجه می سازد. به عنوان مثال، مشخص شده است که برای مقرون به صرفه بودن فرایند استخراج گیاهی آلاینده های فلزی، گیاهان مورد استفاده باید بتوانند حداقل ۱ درصد از کل فلز موجود در خاک را در زیست توده ی اندام هوایی خود انباشت نمایند (۲۵).

### ۲-۱۰- آلاینده گیاه پالایی

اگرچه این علم هم اکنون با سرعت در حال توسعه است، اما بررسی ها نشان داده است که گیاه پالایی تجاری باید از لحاظ زمانی با دیگر فناوری ها قابل رقابت کردن باشد. بیشتر آزمایش های گیاه پالایی در مقیاس آزمایشگاه در محیط هیدروپنیک انجام و فلزات سنگین به آنها داده شده است. در حالی که محیط خاک کاملاً متفاوت است. بسیاری از گیاهان هنوز شناخته نشده اند که باید شناخته شوند و در باره فیزیولوژی آنها بیشتر دانست. بهینه سازی فرایند جذب فلزات سنگین توسط گیاه و مصرف بیومس تولید شده باید مورد بررسی و تحقیق قرار گیرد، تا نتایج آزمایشگاهی با عمل و واقعیت همخوانی داشته باشد (۲۷). در ایران نیز کاربرد این فناوری با توجه به گوناگونی اقلیم ها، استفاده رویشگاه ها و وجود گونه های گیاهی مستعد برای این کار، مناسب می باشد. موقعیت در کاربرد روش گیاه پالایی زمان بر بوده و گاهی حتی بیش از یک دهه به طول می انجامد. بنابراین صرف چنین زمانی برای رسیدن به نتیجه الزامی است و در صورت غفلت از آن ضریب موفقیت کاهش می یابد. البته برای تسریع در این فرایند باید از روش هایی برای ارزیابی موفقیت احتمالی نظیر آزمون های شبیه سازی استفاده نمود تا گیاه پالایی از نظر زمانی بتواند با دیگر فناوری ها رقابت نماید (۹).

### ۳- نتیجه گیری

بیشترین آلاینده هایی هستند که در مکان های آلوده یافت می شوند و حذف آنها از خاک و لجن بسیار مشکل است. لذا همین عوامل بسیاری از محققین را برآن داشته که نسبت به فناوری های سریع الاثر، مقرون به صرفه و کار آمد اقدام نماید. در فناوری استفاده از گیاهان با عنوان گیاه پالایی، از گیاهان سبز و ارتباط آنها با میکروارگانیسم های خاک برای کاهش آلودگی خاک و آب های زیر زمینی استفاده می شود. این فناوری می تواند برای رفع هر دو نوع آلاینده خاک یعنی معدنی و آلی به کار می رود. بررسی ها نشان می دهد کاربرد تکنیک های فیزیکوشیمیایی، سبب از میان رفتن میکروارگانیسم های مفید خاک می شود، که در نتیجه فعالیت های بیولوژیکی خاک را ضعیف می کند و در مقایسه با تکنیک گیاه پالایی، بسیار هزینه بر است. در واقع، گیاه پالایی هنوز در مرحله تحقیق و توسعه می باشد و دارای مباحث فنی زیادی است که نیاز به توجه و ارزیابی دارند. از طرف دیگر به منظور افزایش مقبولیت آن به عنوان یک تکنولوژی پایدار جهانی، معرفی این فناوری با دادن اطلاعاتی واضح و دقیق، به گونه ای که برای تمام افراد جامعه قابل فهم باشد اهمیت زیادی دارد. لذا می توان گفت که گیاه پالایی از بهترین روش های اکولوژیک زدودن آلاینده ها از محیط (ویژه خاک) است که برای پاکسازی طیفی از آلاینده ها مؤثر است.

### ۴- مراجع

- ۱- شعبانی، ادریسی، شعبان نیاعبدالرضا، طباطبایی، سیدجلال، (۱۳۹۱)، بررسی میزان تحمل به سرب در گیاه اطلسی با استفاده از خصوصیات اکولوژیک علوم و فنون کشت های گلخانه ای، سال ۶-شماره ۲۳.
- ۲- طاهری قناد، سعید، معاضد، هادی، برومندنسب، سعید، (۱۳۹۴)، بررسی پتانسیل گیاهان نی، تیفا و بموداگراس بر شاخص انتقال و انباشت سرب، محیط شناسی، دوره ۴۱، شماره ۲.
- ۳- نیک سرشتع فهیمه، افیونی، مجید، خوشگفتارمنش، امیرحسین، درستکار، مجید، (۱۳۹۳)، مقایسه گیاه پالایی توسط گیاه آفتابگردان، تالاسپی سیرلسنر، شبدر قرمز و تاج خروس وحشی، مجله علم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال ۱۸، شماره ۶۹.
- ۴- احمدی پور، فاطمه، قاسمپوری، سیدمحمود، بهرامی فر، نادر، (۱۳۹۲)، جذب جیوه از خاک توسط بوته برنج مطالعه موردی: مزارع شهرک صنعتی آمل، آب و فاضلاب، شماره ۱.
- ۵- میرزا کاظمی، مجتبی، غلام عزیزاده، سمیه، (۱۳۹۳)، معرفی و کاربرد گیاهان مناسب عملیات گیاه پالایی در فضای سبز شهری، دانش غذا و کشاورزی، سال دوازدهم، شماره ۱۲۵.
- ۶- فلاحی، فاطمه، آیتی، بیتا، گنجی دوست، حسن، (۱۳۹۱)، حذف نیترات توسط فرایند گیاه پالایی در فضای آب و فاضلاب شماره ۱.
- ۷- طاهری قناد، سعید، معاضد، هادی، برومندنسب، سعید، (۱۳۹۴)، بررسی پتانسیل گیاهان نی، تیفا و بموداگراس بر شاخص انتقال و انباشت سرب، محیط شناسی، دوره ۴۱، شماره ۲.



- ۸- میرزا کاظمی، مجتبی، غلام علیزاده، سمیه، (۱۳۹۳)، معرفی و کاربرد گیاهان مناسب عملیات گیاه پالایی در فضای سبز شهری، دانش غذا و کشاورزی، سال دوازدهم، شماره ۱۲۵، ۱.
- ۹- کارگر، منصوره، ضرابی، مهدی، محبعلی، قاسمعلی، (۱۳۹۳)، کاربرد گیاه پالایی در مدیریت آلاینده های نفتی- مرور پژوهش های انجام شده در ایران، فصلنامه مدیریت و برنامه ریزی محیط زیست، سال ۴، شماره ۱، ۱۰- دبیری، مینو، (۱۳۸۶)، آلودگی محیط زیست (هوا-آب-خاک-صوت)، چاپ ۵، انتشارات اتحاد، ۱۱- گراوند، مجتبی، قاسمی، حبیب الله، حافظی مقدس ناصر، ارزیابی ژئوشیمیایی وزیست محیطی فلزات سنگین در خاک های حاصل از شیست های گرگانع سال ۲۲، شماره ۸۶، ۱۲- احمدپور، پرینسا، سلیمانی، محسن، (۱۳۹۴)، ارزیابی تجمع و جابجایی کادمیم در گیاه *Jatropha carcase* رشد یافته در یک خاک آلوده، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال ۱۹، شماره ۳، ۱۳- نوحی، سمانه، قادریان، سیدمجید، (۱۳۹۴)، قابلیت جذب و پالایش سرب، روی، و کادمیم از خاک معدنی ایرانکوه توسط چندین گیاه انباشتگر، فرایند و کارکرد گیاهی، جلد ۴، شماره ۱۲، ۱۴- نیسی، عبدالکاسم، مهدی، محمدی، بصیر، محمدی، محمدجواد، نعیم آبادی، ابوالفضل، هاشم زاده، بایرام، (۱۳۹۳)، گیاه پالایی فلزات سنگین توسط گیاه آفتابگردان: یک مطالعه مروری فصلنامه علمی دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه، دوره ۲، شماره ۲، ۱۵- Davis, T. A., Vole sky, B., Vieira, R.H.S.F., (2000), Sargasso seaweed as bio sorbent for heavy metals Water Research., Department of Chemical Engineering, McGill University, Montreal, Canada. 34, (17) 4270-4278.
- 16- Matter, R., (2002), Oxidative stress antioxidants and stress tolerance, Trends Plant Sic, Vol. 7, pp. 405-410.
- 17- Steven C, McCutcheon. Jerald L, Schnook., (2003), Phytoremediation transformation and control of contaminants, John Wiley and Sons, New York.
- 18- Gunning ham, S. D., J. R. Shan, D. Crowley, (1997), Phytoremediation of contaminated water and soil, American Chemical Society, Washington, DC.
- 19- David E. Salt., Michael J. Blaylock., Nanda P.B.A. Kumar., Vyacheslav Dushenkov., Burt D. Ensley., I. Ian Chet ., Ilia Ruskin., (1995), Phytoremediation: a novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plant, Biotechnology 13,468-474..
- 20- Elizabeth Pylon-Smits, (2005), Phytoremediation, Annual Review of Plant Biology, 56: 15-39.
- 21- Liu, J.R.M., Shoo, C.H., Choi, D., (2000), Phytoremediation of cadmium contamination, over expression ofmetallotioneine in transgenic tobacco plant, Udesgesundheitsbl-Gesundheits forch-Gesund heist Schultz, 43,126-130.
- 22- Pichalak, Anita. Tomaszewska, Barbara., Baralkiewicz, Danuta.,Malec,Arleta.,(2002),Accumulation and, detoxification of lead ions in legumes. Phytochemistry, Vol 60, Issue 2, 153-162 p.
- 23- Nicholas P,Cheremisinoff, (2002), Handbook of water and wastewater treatment technologies, Butterworth-Heinemann, Technology& Engineering.
- 24- Mohamed, Baraka, (2010), New trends in removing heavy metals from industrial wastewater, Arabian Journal of Chemistry Vole 4, Issue 4, 361-377.
- 25- Karamu, Ali., Shamsuddin, Zulkifli Hj., (2010), Phytoremediation of heavy metals withseveral efficiency enhancer methods.African Journal of Biotechnology, vol. 9,pp, 3689-3698
- 26- Kirkham, M.B., (2006), Cadmium in plantson polluted soils: Effects of soil factors, hyperaccumulation, and amendmets.Geoderma. Vol. 137, pp. 19-32.
- 27- Available at: <http://fa.wikipedia.org/wiki.2013>.

### اندازه گیری بیوماس هوایی و زیرزمینی و ارتباط آن با تنوع و غنای گونه‌ای در مراتع تحت کشت آتریپلکس و تاغ

مسلم رستم پور<sup>۱\*</sup> و علیرضا یاری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه بیرجند

<sup>۲</sup> مدیر اجرایی پروژه ترسیب کربن در خراسان جنوبی

\*نویسنده مسئول: rostampour@birjand.ac.ir

#### چکیده

یکی از پارامترهای اساسی در برآورد تولید علوفه و توانایی گونه های گیاهی در ترسیب کربن، برآورد بیوماس گیاهی است. این تحقیق به برآورد بیوماس هوایی و زیرزمینی گونه های گیاهی غالب در عرصه های تحت کشت آتریپلکس و تاغ در منطقه حسین آباد سربیشه (پروژه ترسیب کربن) می پردازد. این مطالعه در قالب طرح ارزیابی ۴ ساله (از سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۴)، مراتع نهالکاری شده در سال های ۱۳۸۴، ۱۳۸۶، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در پلات های ثابت مستقر در عرصه انجام گرفت. ابتدا لیست فلورستیک گونه های گیاهی تهیه و تولید بخش هوایی و زیرزمینی گونه های غالب موجود در منطقه برآورد شد. سپس شاخص های غنا و تنوع گونه ای سیمپسون محاسبه شد. به منظور بررسی روابط بین بیوماس هوایی و زیر زمینی با غنا و تنوع گونه ای از آزمون ها همبستگی و رگرسیون خطی ساده استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که اکثر گونه های گیاهی متعلق به سه تیره *Chenopodiaceae*، *Poaceae* و *Asteraceae* می باشند. همچنین کلاس خوشخوراکی III بیشترین درصد را نسبت به سایر کلاس ها به خود اختصاص می دهد (۶۴٪). همچنین بیوماس کل *Atriplex canescens* در سال ۸۷، *Haloxylon persicum* در سال ۸۸ و *Zygophyllum atriplicoides* در سال ۸۴، بیشترین میزان را به خود اختصاص می دهند. نتایج آزمون همبستگی بین غنا و تنوع گونه ای با بیوماس هوایی و زیرزمینی نشان می دهد که همبستگی مثبت معنی داری بین غنا و تنوع گونه ای با بیوماس زیرزمینی وجود دارد.

**واژگان کلیدی:** تولید، لیست فلورستیک، تنوع زیستی، پایش، سربیشه

#### مقدمه

مراتع به عنوان یک اکوسیستم، مناطقی در جهان هستند که به دلیل محدودیت های فیزیکی همچون بارندگی های کم و نامنظم، پستی و بلندی زیاد، برای کشاورزان مناسب نیستند، اما به عنوان منابع مهم تولید علوفه برای مرتعداران بومی، حیوانات اهلی و وحشی از اهمیت زیادی برخوردارند و تأثیر عمده ای بر زندگی و اقتصاد انسان دارند بنابراین انجام هر گونه برنامه مدیریتی که به منظور اصلاح و احیاء یا بهره برداری از منابع طبیعی انجام می شود، ضروری می باشد (مصدیقی، ۱۳۹۴). پوشش درختی و درختچه ای مراتع در مناطق خشک و نیمه خشک علاوه بر نقش آن در تولید علوفه و حفاظت خاک، تأثیر بسزایی در ترسیب کربن دارد (جعفری و رستم پور، ۱۳۹۸). یکی از پارامترهای اساسی در برآورد تولید علوفه و توانایی گونه های گیاهی در ترسیب کربن، برآورد بیوماس گیاهی است. اندازه گیری زیتوده گیاهی اکوسیستم های طبیعی به منظور ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی به وجود آمده توسط عوامل زنده و غیرزنده و پیشبینی تغییرات جهانی آب و هوا به عنوان یک مبحث اساسی در مطالعات اکولوژیک مطرح می باشد. (پردل و همکاران، ۱۳۹۶). ارزانی و همکاران (۱۳۸۴)، روند تغییرات پوشش گیاهی و تولید مراتع در استان مرکزی را طی یک دوره ۵ ساله (۱۳۷۷-۱۳۸۱) مطالعه کردند. نتایج حاصل از آن اندازه گیری های میدانی نشان داد که مراتع این مناطق در مجموع دارای پوشش تاجی کم و تولید ناچیز است. گیاهان علوفه ای

مرغوب (طبقه یک) در ترکیب نباتی وجود نداشته و یا به مقدار خیلی کم درصدی از پوشش گیاهی را به خود اختصاص داده است.

ارزانی و همکاران (۱۳۸۵) پایش پوشش گیاهی و تولید مراتع استپی استان قم را طی سالهای ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۳ انجام دادند. نتایج نشان داد که مراتع این مناطق در مجموع دارای پوشش تاجی کم و تولید ناچیز می‌باشند. گیاهان علوفه‌ای طبقه یک در ترکیب نباتی وجود نداشته و یا درصد خیلی کمی از پوشش گیاهی را به خود اختصاص می‌دهند.

زادبر و همکاران (۱۳۹۰)، در راستای طرح ملی ارزیابی مراتع مناطق مختلف آب و هوایی کشور، تغییرات پوشش گیاهی و تولید مراتع سایت های آسلمه، توکل باغ و ترنو شاه جهان واقع در مناطق کوهستانی شمال خراسان را طی دوره چهار ساله (۱۳۸۳-۱۳۸۶) بررسی کردند. نتایج حاصل از برداشت میدانی نشان داد متوسط تاج پوشش گیاهی سایت ها نیز به ترتیب ۶۹/۹۴ درصد، ۴۱/۳۸ درصد و ۴۸/۴۴ درصد طی دوره برداشت بود و همچنین متوسط تولید سالیانه مرتع این سایت ها نیز به ترتیب ۶۵۴، ۳۵۶ و ۵۰۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

قلیچ نیا و همکاران (۱۳۹۱)، در بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی و تولید در مراتع استان مازندران طی یک دوره ۴ ساله (۱۳۸۴-۱۳۸۱) به این نتیجه رسیدند که درصد پوشش و تولید با بارندگی در ارتباط بوده است. به طوری که در بیشتر سایت‌هایی که میانگین بارش بخصوص بارش در اواخر زمستان و بهار در سال ۱۳۸۳ بیشتر از سایر سالها بوده به واسطه آن میانگین درصد پوشش و تولید در همین سال بیشتر از سایر سالهای مورد مطالعه بوده است.

نهالکاری تغییراتی بر روی ترکیب پوشش گیاهی منطقه ایجاد می کند و از این رو بر روی غنا و تنوع گونه ای بومی منطقه تأثیر گذار است. احتمالاً تأثیر مثبت یا منفی ورود گونه جدید در منطقه بر روی تنوع زیستی، تغییراتی در تولید و بیوماس گیاهی نیز ایجاد می کند. تحقیقات متعددی ارتباط بین تولید و تنوع گونه ای را مطرح کرده اند (تیلیمان و همکاران، ۲۰۰۱). تنوع زیستی به گوناگونی اشکال حیات بر روی کره زمین در سه سطح ژن، گونه و اکوسیستم و تعامل این عوامل اطلاق می شود که تابعی از آب، هوا و اقلیم است. این تحقیق تغییرات بیوماس هوایی و زیرزمینی گونه های علفی، بوته ای و درختچه ای و ارتباط آن با تنوع زیستی در یک دوره چهارساله در مراتع تحت کشت آتریپلکس و تاغ در منطقه حسین آباد سریشه می پردازد.

### مواد و روش ها

بخشی از مراتع تحت کشت آتریپلکس و تاغ در منطقه حسین آباد سریشه تحت عملیات اجرایی ترسیب کربن انتخاب شد و در قالب طرح ارزیابی ۴ ساله (از سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۴)، مراتع نهالکاری شده در سال های ۱۳۸۴، ۱۳۸۶، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در قالب پلات های ثابت مستقر در عرصه مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا لیست فلورستیک گونه های گیاهی تهیه و تولید بخش هوایی و زیرزمینی گونه های غالب موجود در منطقه برآورد شد. به دو طریق می توان از اطلاعات پوشش، تولید را برآورد کرد که یکی از این روش ها، برآورد تولید در قالب روش نمونه گیری مضاعف می باشد.

الف- در قالب روش نمونه گیری مضاعف: هر سال، در هر جا که می‌خواهیم تولید را از طریق اطلاعات پوشش برآورد کنیم، در همه پلات‌ها پوشش را به‌طور مستقیم اندازه می‌گیریم، اما در برخی از پلات‌ها (با ۲۰ و ۲۵ درصد نمونه‌گیری مستقیم) تولید را به روش قطع و توزین اندازه می‌گیریم. سپس درصد تاج پوشش و وزن خشک هر گونه در مجموعه پلات‌های تصادفی در مقابل یکدیگر قرار گرفته و برای هر کدام از گونه‌ها معادله‌ای طبق رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$Wc = a + bc$$

که در این رابطه:

Wc : وزن حاصل از معادله درصد تاج پوشش

b : شیب خط رگرسیون از مبدأ

c : درصد تاج پوشش

بعد از به دست آمدن معادله درصد تاج پوشش، تمامی اعداد مربوط به درصد تاج پوشش گونه‌های در طول ترانسکت در رابطه بالا قرار گرفته و وزن حاصل از معادله تاج پوشش، ۲۰ و ۲۵ درصد نمونه‌گیری مستقیم یادداشت شد. برای اندازه‌گیری تراکم، ابتدا گونه‌های موجود در هر پلات را مشخص کرده و تعداد پایه هر گونه در واحد سطح شمارش و سپس متوسط تراکم در واحد سطح محاسبه گردید و از روی داده‌های تراکم شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای سیمپسون محاسبه شد. به منظور بررسی روابط بین بیوماس هوایی و زیر زمینی با غنا و تنوع گونه‌ای از آزمون‌ها همبستگی و رگرسیون خطی ساده استفاده شد.

### نتایج و بحث

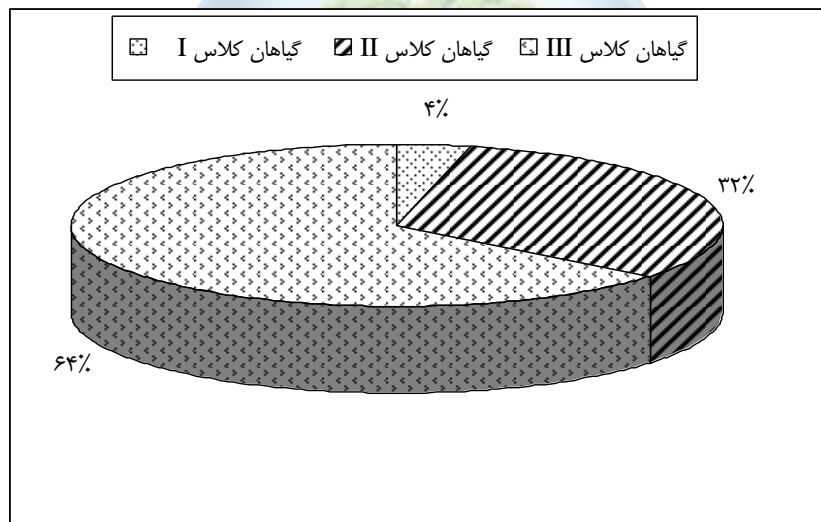
فلور یک محدوده به مجموعه گیاهان موجود در آن عرصه گفته می‌شود که سابقه حضوری حداقل با فراوانی یک پایه را در سطح اراضی آن محدوده داشته باشند. در طول پیمایش صحرایی در نقاط مختلف عرصه طرح هر گونه گیاهی مشاهده شده شناسایی شده و در صورت عدم شناسایی صحرایی، نمونه برداری و جهت شناسایی به دفتر کار منتقل شده است. گونه‌های گیاهی موجود پس از شناسایی کامل طبقه بندی شده و به صورت جداولی در ادامه آمده است. در جدول لیست فلور علاوه بر نام گونه گیاهی، نام تیره، دیر زیستی (چند ساله یا یکساله)، شکل رویشی (درختی - درختچه ای - بوته ای - علفی - گراس)، کلاس خوش خوراکی (I-II-III)، ارزش کاربری (تثبیتی - علوفه ای - دارویی - صنعتی) آمده است. همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است. اکثر گونه‌های گیاهی متعلق به سه تیره *Poaceae*، *Chenopodiaceae* و *Asteraceae* می‌باشند. همچنین کلاس خوشخوراکی III بیشترین درصد را نسبت به سایر کلاس‌ها به خود اختصاص می‌دهد (۶۴٪) (شکل ۱).

جدول (۱) لیست فلورستیک منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام علمی	نام تیره	نام فارسی	طول عمر گیاه	فرم رویشی	کلاس مرتعی	توضیحات خاص
۱	<i>Agropyron desertorum</i>	<i>Poaceae</i>	چمن گندمی	چندساله	گراس	I	علوفه ای و تثبیتی
۲	<i>Allium spp.</i>	<i>Liliaceae</i>	پیاز وحشی	چندساله	علفی	III	فورب
۳	<i>Alyssum linifolium</i>	<i>Brassicaceae</i>	قدومه	یکساله	علفی	II	تثبیتی
۴	<i>Atriplex canescens</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	آتریپلکس	چندساله	درختچه	II	تثبیتی
۵	<i>Artemisia sieberi</i>	<i>Asteraceae</i>	درمنه	چندساله	بوته ای	III	دارویی و تثبیتی
۶	<i>Astragalus spp.</i>	<i>Fabaceae</i>	گون	یکساله	علفی	III	دارویی و تثبیتی
۷	<i>Bromus tectorum</i>	<i>Poaceae</i>	جارو علفی	یکساله	گراس	III	تثبیتی ضعیف
۸	<i>Ceratocarpus arenarius</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	بادبر	چندساله	بوته ای	II	تثبیتی ضعیف
۹	<i>Chenopodium album</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	سلمه تره	یکساله	علفی	III	تثبیتی ضعیف
۱۰	<i>Colchicum robustum</i>	<i>Liliaceae</i>	کاسک	یکساله	علفی	III	دارویی
۱۱	<i>Cousinia eryngioides</i>	<i>Asteraceae</i>	هزار خار	چندساله	علفی	III	تثبیتی
۱۲	<i>Euphorbia rigida</i>	<i>Euphorbiaecea</i>	شیرسگ	یکساله	علفی	III	سمی
۱۳	<i>Ferula gommusa</i>	<i>Apiaceae</i>	کما - باریجه	چندساله	علفی	III	دارویی و تثبیتی
۱۴	<i>Gundelia tournefortii</i>	<i>Asteraceae</i>	کنگر	چندساله	علفی	III	علوفه ای و تثبیتی
۱۵	<i>persicum Haloxylon</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	تاغ	چندساله	درخت	II	تثبیتی



ردیف	نام علمی	نام تیره	نام فارسی	طول عمر گیاه	فرم رویشی	کلاس مرتعی	توضیحات خاص
۱۶	<i>Heliotropium aucheri</i>	<i>Boraginaceae</i>	آفتاب پرست	چندساله	بوته ای	III	تثبیتی
۱۷	<i>Launaea acanthodes</i>	<i>Asteraceae</i>	چرخه	چندساله	بوته ای	III	تثبیتی ضعیف
۱۸	<i>Malcolmia strigosa</i>	<i>Brassicaceae</i>	درشتوک	چندساله	علفی	II	تثبیتی ضعیف
۱۹	<i>Papaver rhoaes</i>	<i>Papaveraceae</i>	شقایق	یکساله	علفی	III	دارویی
۲۰	<i>Peganum harmala</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	اسپند	چندساله	علفی	III	دارویی و سمی
۲۱	<i>Salsola arbuscula</i> Pall.	<i>Chenopodiaceae</i>	زق	چندساله	درختچه	II	تثبیتی
۲۲	<i>Salsola kali</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	علف شور	یکساله	علفی	III	تثبیتی ضعیف
۲۳	<i>Salsola tomentosa</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	علف شور	چندساله	بوته ای	II	تثبیتی
۲۴	<i>Scariola orientalis</i>	<i>Asteraceae</i>	گاو چاق کن	چندساله	علفی	III	تثبیتی
۲۵	<i>Stipa barbata</i>	<i>Poaceae</i>	استپی	چندساله	علفی	II	تثبیتی
۲۶	<i>Tulipa</i>	<i>Liliaceae</i>	لاله	چندساله	علفی	III	تثبیتی
۲۷	<i>Ziziphora tenuior</i>	<i>Lamiaceae</i>	کاکوتی	یکساله	علفی	III	دارویی و تثبیتی
۲۸	<i>Zygophyllum atriplicoides</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	قیچ	چندساله	درختچه	II	تثبیتی



شکل (۱) نمودار فراوانی کلاس های خوشخوراکی گونه های گیاهی موجود در منطقه مورد مطالعه

بیوماس سطحی و زیرزمینی گیاهان موجود در سطح عرصه در سال های اجرایی پروژه در جدول ۲ ارائه شده است. نمونه برداری در خرداد ماه صورت گرفت و زمانی که انتظار می رود اکثر گونه های گیاهی موجود در مرتع به مرحله گلدهی رسیده باشند. از این رو، با توجه به شرایط سخت آب و هوایی منطقه، اکثر یکساله ها از بین رفته بودند و فاقد بهش هوایی بودند، از این رو بیوماس و تولید آنها محاسبه نشد. همچنین گیاهان سمی و مهاجم که بومی عرصه نبودند نیز نادیده گرفته شد. نتایج نشان می دهد که بیوماس کل *Atriplex canescens* در سال ۸۷، *Haloxylon persicum* در سال ۸۸ و *Zygophyllum atriplicoides* در سال ۸۴، بیشترین میزان را به خود اختصاص می دهند.

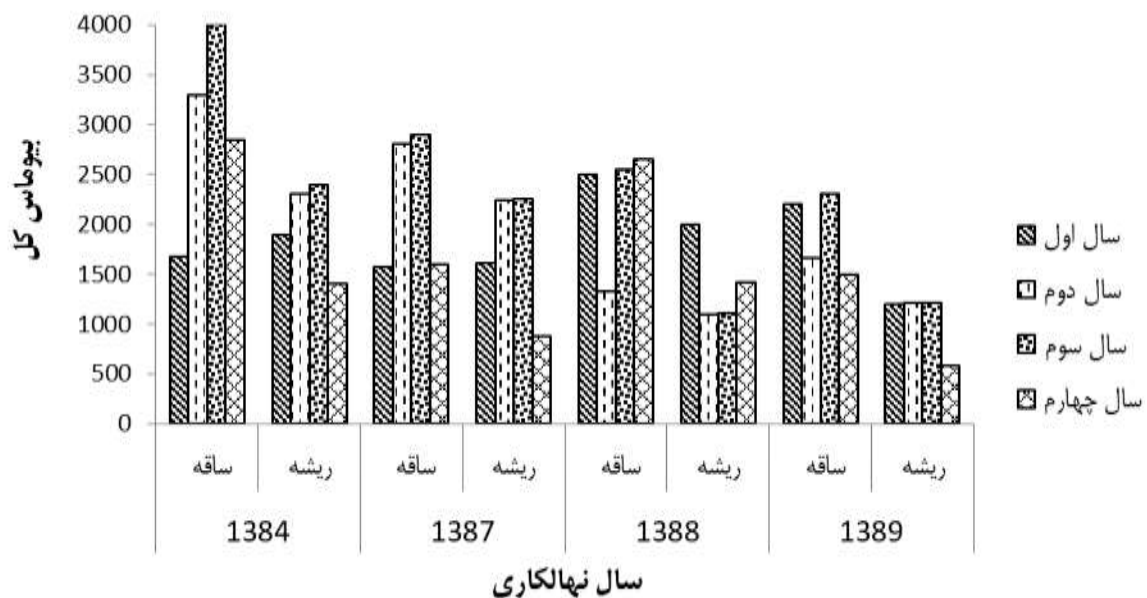
جدول (۲) تعیین درصد بیوماس گیاهی (سطحی و زیرزمینی) در گونه های موجود عرصه و گونه های کاشت شده در سال های اجرای

طرح در مناطق نهالکاری شده

نام علمی	بیوماس سطحی به کیلوگرم در هکتار				بیوماس زیرزمینی به کیلوگرم در هکتار			
	سال ۱۳۸۴	سال ۱۳۸۷	سال ۱۳۸۸	سال ۱۳۸۹	سال ۱۳۸۴	سال ۱۳۸۷	سال ۱۳۸۸	سال ۱۳۸۹

<i>Agropyron desertorum</i>	-	-	۱۵/۲	۱۷	-	-	۲/۵	۱/۵
<i>Atriplex canescens</i>	۲۲۵	۱۳۵	۴۴۵	۳۱۲	۲۱۰	۱۶۰	۲۱۵	۱۳۰
<i>Artemisia sieberi</i>	۲۲۰	-	۲۰۰	۱۰۰	۱۱۵	۰	۱۸۵	۷۰
<i>Bromus tectorum</i>			۸	۱۰			۴	۵
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	-	-	۵	۳۲	-	-	۲۰	۱۰
<i>Ferula gommusa</i>	۳۰	-	۳۵	۴۰	۳۰		۳۵	۴۰
<i>Haloxylon persicum</i>	۸۵۰	۳۳۰	۶۴۰	۴۲۰	۲۵۰	۱۲۰	۲۲۰	۱۲۰
<i>Launaea acanthodes</i>	-	۲۰۰	۲۰۰	۱۰۰	-	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰
<i>Peganum harmala</i>	۲۵۰	۲۰۰	۱۸۰	-	۶۵	۶۰	۶۰	-
<i>Salsola arbuscula Pall.</i>	۵۰۰	۴۱۵	۵۰۰	-	۲۲۰	۲۱۵	۴۰۰	-
<i>Scariola orientalis</i>	-	۱۲۰	۲۰۰	-	-	۱۲۰	۲۰۰	-
<i>Stipa barbata</i>	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	-	۱	۱/۵	۲/۵
<i>Zygophyllum atriplicoides</i>	۷۵۰	-	-	۱۳۵	۲۲۰	-	-	۱۰۰

مقایسه بیوماس سطحی و زیرزمینی نشان می دهد که بیشترین بیوماس هوایی و زیرزمینی در منطقه نهالکاری شده ۱۳۸۴، و کمترین در منطقه نهالکاری شده سال ۱۳۸۹ می باشد. مقایسه بیوماس سال های مختلف پایش نیز نشان می دهد که در سال سوم پایش نسبت به سایر سال ها، در اکثر مناطق، بیوماس هوایی افزایش داشته است (شکل ۲).

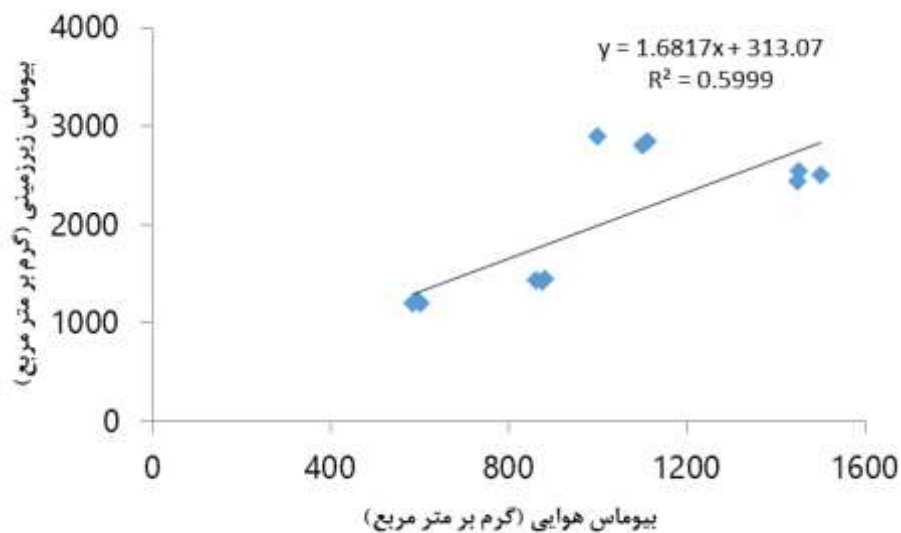


شکل (۲) مقایسه بیوماس سطحی و زیرزمینی گیاهان عرصه های مورد پایش در چهار سال پایش

نتایج تحلیل همبستگی بین غنا و تنوع گونه ای با بیوماس هوایی و زیرزمینی نشان می دهد که همبستگی مثبت معنی داری بین غنا و تنوع گونه ای با بیوماس زیرزمینی وجود دارد (جدول ۳). بین بیوماس هوایی و زیرزمینی نیز همبستگی مثبت معنی داری وجود دارد و با افزایش رشد بخش هوایی گیاهان، بخش زیرزمینی نیز افزایش معنی داری دارد (شکل ۳) همچنین با افزایش غنای گونه ای و بالتبع تنوع گونه ای، تولید ریشه افزایش پیدا کرده است.

جدول (۳) نتایج همبستگی بین شاخص های غنا، تنوع گونه ای و بیوماس هوایی و زیرزمینی گیاهان موجود در مراتع تحت کشت آتریپلکس و تاغ

بیوماس زمینی	بیوماس هوایی	تنوع	غنا	
۰/۸۶**	۰/۴۴	۰/۷۲**	-	غنا
۰/۷۱**	۰/۵۲	-	۰/۷۲**	تنوع
۰/۷۷**	-	۰/۵۲	۰/۴۳	بیوماس هوایی
-	۰/۷۷**	۰/۷۱**	۰/۸۶**	بیوماس زمینی



شکل (۳) نمودار رابطه بین بیوماس هوایی و زیرزمینی گیاهان موجود در مراتع تحت کشت آتریپلکس و تاغ

نتایج نشان می دهد که در مناطق نهالکاری شده ال های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۸، وضعیت کمی پوشش گیاهی اعم از بیوماس و تولید در سال چهارم بهتر از سال های قبل پایش بوده است. به علت آزاد سازی عرصه های تحت پایش برای چرای دام، در سال دوم پایش، شاهد کاهش درصد تاج پوشش و بیوماس در این عرصه ها بودیم. اما در سال سوم پایش، بدلیل بارندگی زیاد در زمستان ۱۳۹۲ و بهار ۱۳۹۳، وضعیت پوشش بهبود یافت و در برخی از موارد مشابه سال اول پایش بود. به نظر می رسد تفاوت در شرایط آب و هوایی در چهار سال پایش، منجر به تغییراتی در تولید و تنوع گونه ای مراتع منطقه مورد مطالعه شده است. بررسی تحقیقات انجام شده در این زمینه نیز نشان می دهد که از پیامدهای تغییر اقلیم، کاهش تنوع و تغییر جمعیت جوامع گیاهی و جانوری اکوسیستم های مختلف می باشد که حاصل آن کاهش میزان تولید در آنها می باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۵). محدودیت های طبیعی به ویژه تغییرات زمانی و مکانی بارندگی، تنش ها و مخاطرات آب و هوایی نظیر خشکسالی، اجرای طرح های عمرانی بدون رویکرد حفاظتی آب و خاک، بهره برداری غیر اصولی و عدم سازگاری فعالیت ها با شرایط طبیعی زیست بوم و توسعه ناپایدار که سبب گسترش کویرها، تخریب جنگلها، پوشش گیاهی و تخریب اراضی به ویژه فرسایش تشدید خاک و تولید رسوب، منجر به از بین رفتن تنوع زیستی می شود (ستاد توسعه فناوری های آب، خشکسالی، فرسایش و محیط زیست، ۱۳۹۷). از بین رفتن تنوع زیستی، پایداری و سلامت اکوسیستم های طبیعی و انسانی را تهدید می کند. به منظور تضمین دائمی تولید بالقوه اراضی مرتعی مراتع این منطقه، برنامه های مدیریتی از قبیل قرق درازمدت و حصارکشی مرتع از برنامه های اصولی مناسب در این منطقه خواهد بود. همچنین رعایت فصل چرا و زمان ورود و خروج دام به مرتع، کنترل ظرفیت چرا و رعایت اصول پراکنش مناسب دام در مرتع خارج از عرصه اجرایی پروژه، مانع از ورود دام به عرصه شده و حفاظت از بوته های کشت شده را تضمین می کند.

نتیجه گیری

اصلاح و احیای مراتع از طریق نهالکاری منجر به تغییراتی در ترکیب پوشش گیاهی می شود. تغییر ترکیب پوشش گیاهی ضمن تغییر تولید و بیوماس، بر تنوع زیستی نیز تأثیر می گذارد. این تحقیق به منظور بررسی روابط بین تولید و تنوع گونه ای در مراتع تحت کشت تاغ و آتریپلکس و پایش تغییرات تولید در سال های مختلف نهالکاری در مراتع حسین آباد شهرستان سریشبه انجام شده است. نتایج آزمون همبستگی بین غنا و تنوع گونه ای با بیوماس هوایی و زیرزمینی نشان داد که همبستگی مثبت معنی داری بین غنا و تنوع گونه ای با بیوماس زیرزمینی وجود دارد. همچنین مطالعه پایش سال های مختلف نهالکاری نشان داد که در سال سوم پایش نسبت به سایر سال ها، در اکثر مناطق، بیوماس هوایی افزایش داشته است.

### منابع

- ارزانی ح، میرداوودی اخوان ح، ر، فرح پور م، سندگل ع، اکبرزاده م، مظفریان و، عظیمی م. و کابلی ح. ۱۳۸۴. روند تغییرات پوشش گیاهی و تولید مراتع در استان مرکزی طی یک دوره ۵ ساله (۱۳۷۷-۱۳۸۱). فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۲(۴): ۴۰۹-۴۳۶.
- ارزانی ح، ادنایی م، بشری ح، عظیمی م، باقری ح، اکبرزاده م. و کابلی ح. ۱۳۸۵. پایش پوشش گیاهی و تولید مراتع استپی استان قم طی یک دوره شش ساله. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۳(۴): ۲۹۶-۳۱۳.
- پردل ف، ابراهیمی ع. و عزیزی ز. ۱۳۹۶. پایش تغییرات مکانی و زمانی تولید گیاهی از طریق محاسبه و تعمیم شاخص های گیاهی مبتنی بر ماهواره لندست ۸ (مطالعه موردی: مرتع مرجن بروجن). مرتع ۱۱(۲): ۱۶۶-۱۷۸.
- جعفری م. و رستم پور م. ۱۳۹۸. روابط خاک و گیاه؛ اکولوژی، آمار و آنالیز (جلد اول). انتشارات دانشگاه تهران. ۴۸۶ صفحه.
- زادپر، م، ارزانی ح، عظیمی م، مظفریان، و، شاد، ق.ع، ثقفی خادم، ف، توکلی، ح، امیر آبادی زاده، ح، ناصری، س. ۱۳۹۰. پایش پوشش گیاهی مراتع نیمه استپی در شمال شرق ایران. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۸(۲): ۲۳۱-۲۴۳.
- ستاد توسعه فناوری های آب، خشکسالی، فرسایش و محیط زیست، ۱۳۹۷. سند راهبردی توسعه فناوری های آب، خشکسالی، فرسایش و محیط زیست. ۲۹ صفحه.
- قلیچ نیا، ح، ارزانی ح، اکبرزاده م، فرحپور م. و عظیمی م. ۱۳۹۱. روند تغییرات پوشش گیاهی و تولید در مراتع استان مازندران طی یک دوره ۴ ساله (۱۳۸۴-۱۳۸۱). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۹(۲): ۲۰۳-۲۲۰.
- کوچکی ع.ل، نصیری محلاتی م، امین غفوری ا، محلوجی راد م. و فلاح پور ف. ۱۳۹۵. رزش اقتصادی خدمات بوم نظام های تولیدی گندم (*Triticum aestivum* L.) استان خراسان رضوی. بوم شناسی کشاورزی ۵(۴): ۶۱۲-۶۲۷.
- مصداقی، م. ۱۳۹۴. مرتعداری در ایران. مشهد: انتشارات دانشگاه صنعتی سجاد. ۳۲۸ صفحه.
- Tilman, D., Reich, P.B., Knops, J., Wedin, D., Mielke, T. & Lehman, C. 2001. Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science*. 294: 843-845.

### ارزیابی تغییرات تراز آب زیرزمینی در دشت سمنان

مجید محمدی<sup>۱\*</sup>، مجتبی امیری<sup>۱</sup>، امیرحسین دوست محمدیان<sup>۲</sup>، محمدکیا کیانیان<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشکده منابع طبیعی دانشگاه سمنان، <sup>۲</sup> دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان

\* رایانامه نویسنده مسوول: majid.mohammady@semnan.ac.ir

### چکیده

استان سمنان با توجه به اینکه در منطقه‌ی خشک و نیمه‌خشک قرارداد مثل دیگر نقاط خشک کشور بیشتر در معرض بحران کم آبی قرار دارد، بنابراین جهت بررسی افت سطح آب‌های زیرزمینی دشت سمنان انتخاب شد. به‌منظور بررسی افت تراز، آمار ۲۰ حلقه چاه مشاهده‌ای در طی دوره آماری ۲۰ ساله (۱۳۷۳-۱۳۹۲) مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا داده‌های آماری شرکت آب منطقه‌ای استان سمنان جمع‌آوری و مرتب شد. پس از ورود داده‌ها به GIS، با استفاده از نقشه‌های نقطه‌ای و با روش میان‌یابی کریجینگ، پهنه‌بندی افت سطح آب‌های زیرزمینی محدوده مورد مطالعه تهیه شد. داده‌های به‌دست‌آمده به منظور نمایش بهتر بر روی نمودار در محیط اکسل ترسیم شد. نتایج بررسی نقشه‌های هم‌سطح نشان داد در طول دوره آماری با گذشت زمان به‌طور میانگین سطح آب‌های زیرزمینی به میزان ۸/۶ متر افت پیدا کرده است.

واژگان کلیدی: آب زیرزمینی، دشت سمنان، کریجینگ

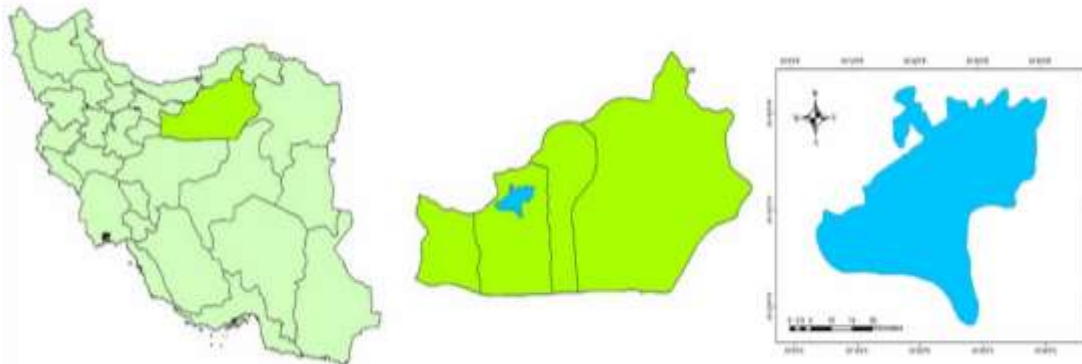
### ۱- مقدمه

آب‌کره به‌طور کلی شامل تمامی آب‌هایی است که به شکل‌های مختلف در کره زمین و اتمسفر وجود دارد. برحسب کیفیت آب از نظر شوری، منجمد یا مایع بودن و میزان درصد قابل‌استفاده از مجموع آب‌کره، کمتر از یک درصد آن قابل‌استفاده بوده که ۹۹ درصد از این مقدار را آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهد. این موضوع اهمیت مطالعه و پایش تغییرات آب زیرزمینی را نشان می‌دهد. امروزه در بیشتر مناطق چاه‌های عمیق و نیمه عمیق حفر شده است که منجر به فشار زیاد بر منابع آب زیرزمینی گشته است. رشد جمعیت جهان و توسعه کشاورزی در دهه‌های گذشته و جوابگو نبودن میزان آب‌های سطحی به نیازهای بشر منجر به افزایش روند پمپاژ آب و در نتیجه افت سطح آب زیرزمینی و تهی شدن سفره‌ها شده است. افت سطح سفره آب زیرزمینی و پیامدهای آن مانند کاهش کیفیت آب و نشست زمین امروزه به یک مشکل جهانی تبدیل شده است (مسلمی و درویشی، ۱۳۹۶). ایران در منطقه‌ای از جهان واقع شده که متوسط بارندگی آن (۲۵۰ میلی‌متر) یک‌سوم متوسط بارندگی سالانه جهان است و آب موردنیاز اکثر روستاها، صنایع و شهرها از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۹). به‌منظور آگاهی از وضعیت منابع آب زیرزمینی و مدیریت بهینه آن لازم است بررسی دقیق نوسانات سطح آب زیرزمینی انجام شود. با بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی می‌توان به مدیریت بهینه منابع آب کمک نمود (نادریان فر و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به اهمیت آب زیرزمینی تحقیقات زیادی در سرتاسر جهان در مورد افت تراز آب‌های زیرزمینی انجام شده است. به عنوان نمونه می‌توان به تحقیقات فتاحی (۱۳۸۸)، امیری و همکاران (۱۳۸۹)، کایی و همکاران (۱۳۹۶)، Gehrels و همکاران (۱۹۹۴)، Panda و همکاران (۲۰۰۷)، Lee و همکاران (۲۰۰۷) و Asoka و همکاران (۲۰۱۷) اشاره نمود. هدف از تحقیق حاضر بررسی میزان افت سطح آب زیرزمینی طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۲ در دشت سمنان است.

### ۲- مواد و روش ها

#### ۱-۲- منطقه مورد مطالعه

دشت سمنان در مختصات ۵۳ درجه و ۳ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی قرار دارد و مساحت آن ۷۰۳ کیلومترمربع است. ارتفاع منطقه از ۸۷۰ تا ۱۸۵۰ متر از سطح دریا متغیر بوده و شهرهای سمنان و سرخه در آن واقع شده است (قمشیون و همکاران، ۱۳۹۱).



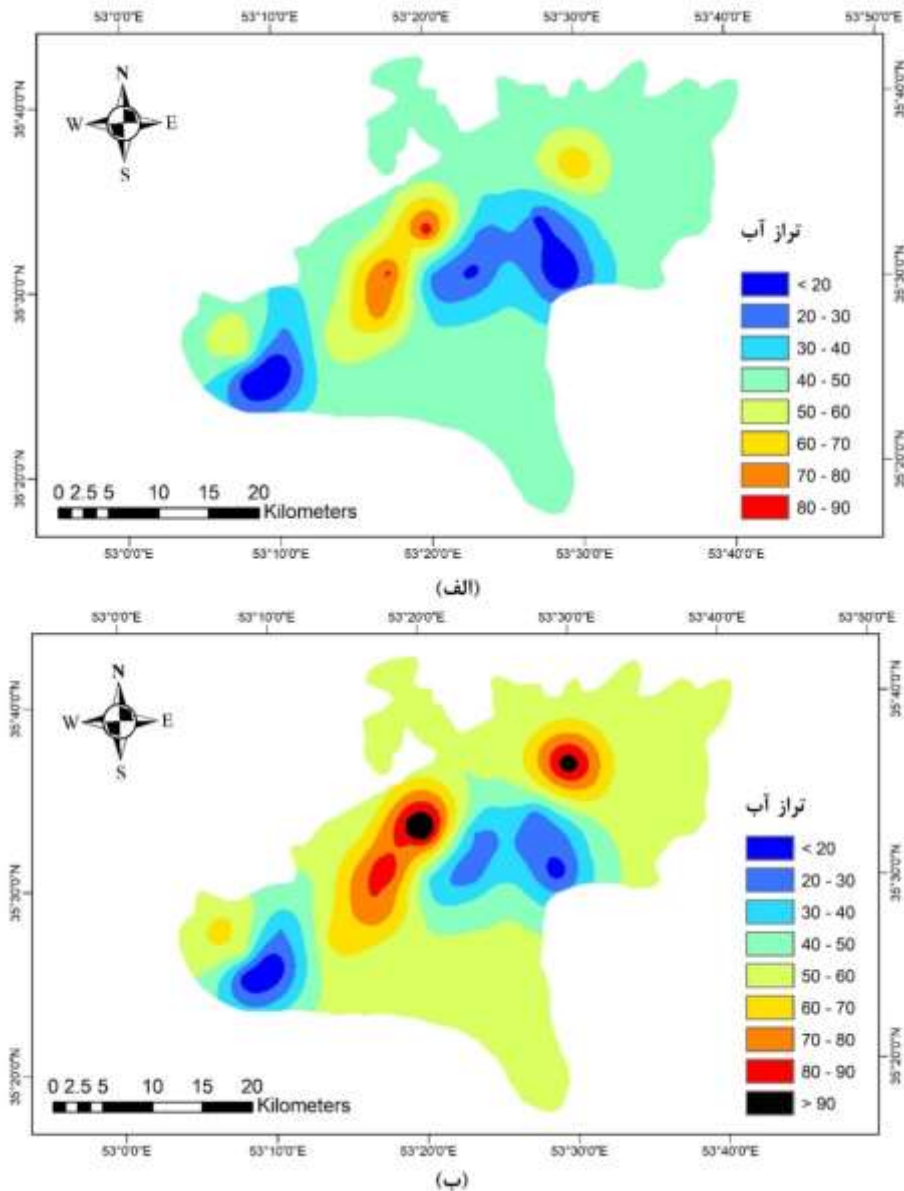
شکل (۱) موقعیت مکانی دشت سمنان

#### ۲-۲- روش تحقیق

ابتدا آمار تراز چاه‌های آب در طی ۱۳۷۳-۱۳۹۲ از شرکت آب منطقه‌ای استان سمنان و همچنین سایت <http://wrbs.wrm.ir> در منطقه دشت سمنان تهیه گردید. پس از مرتب کردن داده‌ها در محیط اکسل، شماره‌گذاری ایستگاه‌های مورد مطالعه انجام شد (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۳). داده‌های هر جدول با توجه به موقعیت جغرافیایی نقاط ایستگاه‌ها تبدیل به نقشه نقطه‌ای برای هر سال شده و سپس میان‌یابی به روش زمین‌آماري کریجینگ برای هر سال در محیط ArcGIS انجام شد (بامری و همکاران، ۱۳۹۴). روش‌های زمین‌آماري ضمن در نظر گرفتن موقعیت مکانی و نحوه پراکنش نقاط، اغلب دقت قابل قبولی را ارائه می‌دهند (دلبری و همکاران، ۱۳۹۰). در نهایت برای هر سال یک نقشه میان‌یابی به دست آمد. همچنین میانگین وزنی نقشه‌ها در محیط ArcMap محاسبه شده و برای هر ماه یک عدد به‌عنوان متوسط سطح آب زیرزمینی در کل دشت سمنان به دست آمد. میانگین وزن‌ها در جدولی مرتب‌شده و با توجه به آن‌ها نمودار تغییرات تراز آب زیرزمینی چاه‌های مورد مطالعه طی ۲۰ سال رسم شد. همچنین در هر سال ماه‌هایی که دارای حداقل و حداکثر سطح تراز بودند مشخص شده و با بررسی آن‌ها مشخص گردید که افت تراز آب زیرزمینی در کدام ماه‌ها بیشتر است.

#### ۳- نتایج و بحث

شکل ۲ نقشه تراز آب‌های زیرزمینی دشت سمنان را در سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۹۲ نشان می‌دهد. در سال ۱۳۷۳ نواحی شرق و محدوده‌ای از مرکز دشت و همچنین محدوده‌ای از جنوب غرب دشت دارای وضعیت خوبی هستند. ارتفاع تراز آب زیرزمینی در این نواحی بین ۷ تا ۴۰ متر است. این نواحی وضعیت خوبی از نظر تراز آب زیرزمینی دارند. در طرف مقابل در نواحی غربی و محدوده‌ای از مرکز و قسمتی از شمال دشت سطح تراز پایین بوده و به ۵۰ و ۶۰ متر نیز رسیده است و حتی در محلی در مرکز متمایل به غرب دشت به بالای ۸۰ متر نیز رسیده است.

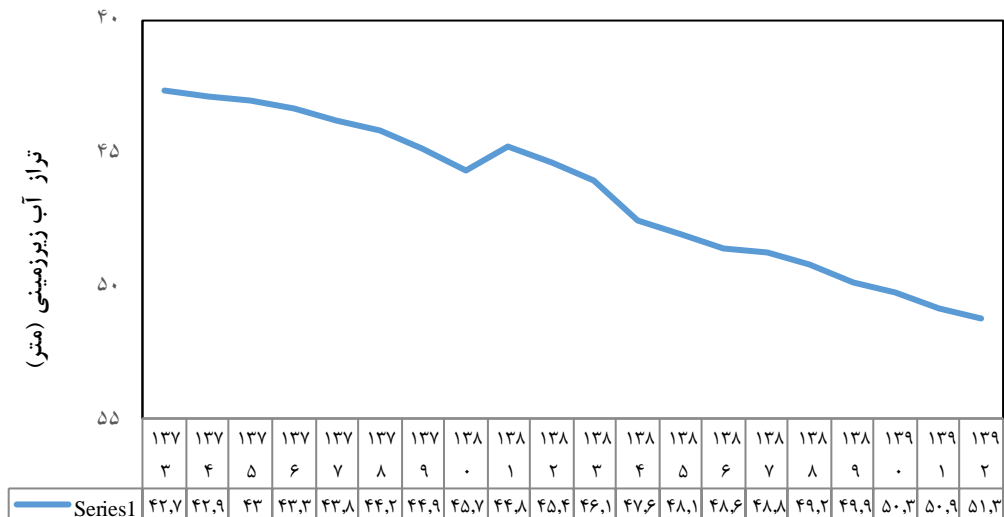


شکل (۲) نقشه میزان تراز آب زیرزمینی دشت سمنان (الف) سال ۱۳۷۳ (ب) سال ۱۳۹۲

شکل (ب) نقشه میزان تراز آب زیرزمینی دشت را در سال ۱۳۹۲ نشان می‌دهد. با مقایسه این شکل با شکل (الف) می‌توان دریافت که سطح تراز آب زیرزمینی در این منطقه در طول ۲۰ سال پایین رفته است. مقادیر حداقل و حداکثر سطح تراز از حدود ۸ متر و ۸۵ متر در سال ۱۳۷۳ به حدود ۱۰ متر و ۱۰۸ متر در سال ۱۳۹۲ رسیده است. این موضوع نشان از افت شدید سطح تراز آب‌های زیرزمینی در این منطقه و به‌خصوص در نواحی غربی دشت دارد. عواملی مثل خشک‌سالی، کاهش تغذیه آب‌های زیرزمینی و همچنین افزایش بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی را می‌توان از علت‌های اصلی این افت دانست. به‌جز این مناطق در سایر مناطق دشت سطح آب زیرزمینی در حد نرمال بوده ولی افت محسوسی داشته به‌طوری‌که از ۴۰ تا ۵۰ متر در سال ۱۳۷۳ به ۵۰ تا ۶۰ متر در سال ۱۳۹۲ رسیده است. در سال ۱۳۷۳ مقادیر حداقل و حداکثر تراز آب زیرزمینی منطقه مطالعاتی به ترتیب  $7/9$  و  $85/5$  متر بوده است و همچنین میانگین وزنی میزان تراز چاه‌های منطقه در این سال برابر  $42/68$  متر بوده است. این مقادیر در سال ۱۳۹۲ با افت شدید مواجه شدند و میزان حداقل و حداکثر سطح تراز

چاه‌ها به ۱۰/۱ و ۱۰۸/۴۵ متر رسیده است و همچنین میانگین وزنی میزان تراز چاه‌های بررسی شده به ۵۱/۲۸ متر رسیده است. با بررسی میانگین وزنی تراز در سال‌های مختلف مشخص شد به‌طور متوسط میزان تراز آب زیرزمینی این منطقه در طول این ۲۰ سال ۸/۶۰ متر افت داشته است.

شکل ۳ میزان تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت سمنان را در طول دوره آماری ۲۰ ساله نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشخص است میانگین میزان تراز آب زیرزمینی دشت سمنان در طول ۲۰ سال مطالعاتی افت داشته است. این موضوع نشان می‌دهد میزان استفاده از منابع آب زیرزمینی با گذشت زمان افزایش داشته است. همچنین کاهش بارندگی در سال‌های اخیر علت دیگر این افت تراز است. بیشترین میزان افت نیز مربوط به سال ۱۳۸۴ است که نسبت به سال قبل خود با افت ۱/۵ متری مواجه شده است. این نتایج با مطالعات مسعودی و همکاران (۱۳۹۴)، قضاوی و رضایی سربندی (۱۳۹۶)، Panda و همکاران (۲۰۰۷) و Shahid و Hazarika (۲۰۰۹) مبنی بر افت سطح آبخوان‌ها هم‌خوانی دارد.



شکل (۳) نمودار میزان تغییرات تراز آب زیرزمینی منطقه در طول دوره مطالعاتی

#### ۴- نتیجه‌گیری

به‌طور کلی در منطقه مورد مطالعه مقدار زیادی از آب‌های زیرزمینی از چاه‌های غیرمجاز برداشت می‌شود. مردم برای مصارف خانگی و کشاورزی و صنعتی از چاه‌های غیرمجاز استفاده می‌کنند که شاید مهمترین علت این امر ارزانی و دسترسی راحت به این منابع باشد. برداشت بیش از حد منجر به افت سطح آب زیرزمینی در دشت سمنان طی سالیان گذشته شده است. در این راستا دولت باید یک اقدام کنترلی برای جلوگیری از برداشت بی‌رویه و همچنین حفر چاه‌های غیرمجاز در منطقه اعمال کند، زیرا با ادامه این روند در سال‌های آتی مشکلات بزرگی در این دشت ایجاد خواهد شد.

#### ۵- منابع و مراجع

۱. امیری، و.، نخعی، م.، موسایی، ف.، سوری، س. ۱۳۸۹. افت سطح آب زیرزمینی در آبخوان دشت کوه‌دشت با استفاده از جی‌ای‌اس. مجموعه مقالات همایش ملی آب با رویکرد آب پاک، دانشگاه صنعت آب و برق، تهران. صفحه ۱۰۸۴.
۲. بامری، ا.، پیری، ح.، گنجی، ف. ۱۳۹۴. ارزیابی آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت بجستان جهت مصارف کشاورزی با استفاده از روش کریجینگ شاخص. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۲(۱۰): ۲۲۹-۲۱۱.





۳. دلبری، م.، بوستانیان، م.، افراسیاب، پ. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات مکانی-زمانی و پهنه‌بندی سطح آب زیرزمینی آبخوان کوهپایه-سگزی، با استفاده از روش‌های زمین‌آماری. فصل‌نامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، ۱۵(۵۲): ۳۰۵-۳۲۴.
۴. علیزاده، ا. ۱۳۸۹. اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ ۳۰ (با تجدیدنظر)، دانشگاه امام رضا(ع) - مشهد. صفحه ۹۷.
۵. فتاحی، م. م. ۱۳۸۸، بررسی روند بیابان‌زایی در استان قم با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور با تأکید بر تغییرات استفاده از اراضی و تغییرات کمی و کیفی منابع آب، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۶ (۲): ۲۳۴-۲۵۳
۶. قضاوی، ر.، رضانی سربندی، م. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر تغییرات میزان بارش و برداشت از آب‌های زیرزمینی بر تغییرات کمی و کیفی آب آبخوان (مطالعه موردی رفسنجان)، سامانه مدیریت نشریات علمی، ۳ (۱۲): ۱۱۱-۱۲۹
۷. کایبی، ز.، فرامرزی، م.، کریمی، ح. و مهدی زاده، ح. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر تغییر کاربری زمین بر پارامترهای کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی دشت مهران ایلام، مجله علمی پژوهشی اکو بیولوژی تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۹ (۳): ۱۵-۲۸.
۸. مسلمی، ح.، درویشی، ر. ۱۳۹۶. راهکارهای کاهش افت سطح آب زیرزمینی مطالعه موردی دشت لاور استان هرمزگان، نشریه علمی-ترویجی مدیریت اراضی، جلد ۵، شماره ۲.
۹. مسعودی، ر.، زهتابیان، غ. ر.، احمدی، ح.، ملکیان، آ. ۱۳۹۴، ارزیابی روند تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت کاشان، مجله مدیریت بیابان، ۳ (۵): ۶۵-۷۸.
۱۰. میرزایی، م.، مرشدی، ج. و عظیمی، ف. ۱۳۹۳. اثر سد کرخه در افزایش سطح آب زیرزمینی دشت سرخه با استفاده از روش زمین آمار کریجینگ، نخستین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی (سنجش از دور و GIS) در آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد.
۱۱. نادریان فر، م.، انصاری، ح.، ضیاعی، ع. ن. و داوری، ک. ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات سطح آب زیرزمینی در حوضه آبریز نیشابور تحت شرایط اقلیمی مختلف، فصل‌نامه علمی و پژوهشی مهندسی آب و آبیاری، سال اول، شماره ۳.
12. Asoka, A., Gleeson, T., Wada, Y., Mishra, V. 2017. Relative contribution of monsoon precipitation and pumping to changes in groundwater storage in India. Nature Geoscience, 109-117.
13. Gehreles, J.C., Van Geer, F.C., and De Vries, J.J. 1994. Decomposition of groundwater level fluctuations using transfer modeling in an area with shallow to deep unsaturated zones. J. Hydrol. 157: 105-138.
14. Lee, J.Y., Yi, M.J., Moon, S.H., Cho, M., Won, J.H., Ahn, K.H., Lee, J.M. 2007. Causes of the changes in groundwater levels at Daegu, Korea: the effect of subway excavations. Bull Eng Geol Environ 66: 251-258.
15. Panda, D.K., Mishra, A., Jena, S.K., James Kumar, B.K. 2007. The influence of drought and anthropogenic effects on ground water in Orissa, India. Journal of Hydrology, 343: 140-153.
16. Shahid, S and Hazarika, M.K. 2009. Groundwater drought in the northwestern districts of Bangladesh, Water Resour Manag 24:1989-2006.



## Investigation of groundwater changes in Semnan Plain

Majid Mohammady<sup>1\*</sup>, Mojtaba Amiri<sup>1</sup>, Amir Hosein Dustmohammadian<sup>2</sup>, Mohammad Kia Kianian<sup>2</sup>

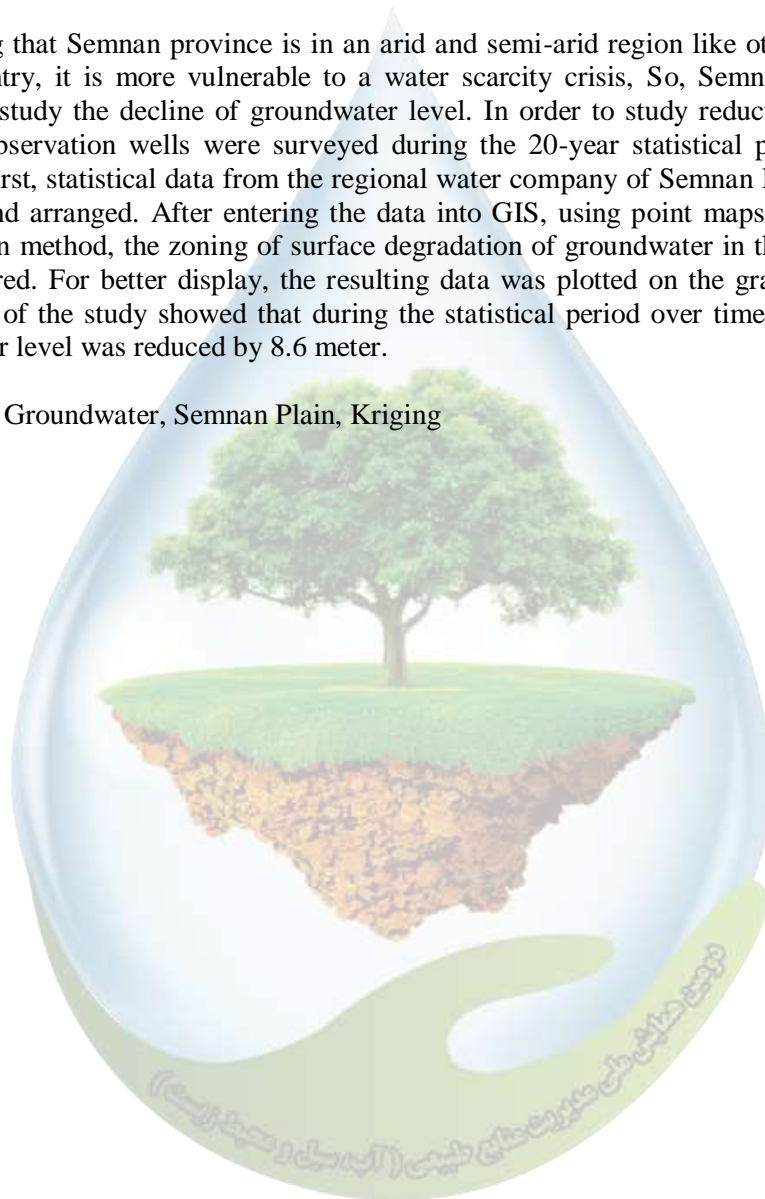
<sup>1</sup> Faculty of Natural Resources, Semnan University    <sup>2</sup> Faculty of N Desert Studies, Semnan University

<sup>1</sup>\* Email: majid.mohammady@semnan.ac.ir

### Abstract

Considering that Semnan province is in an arid and semi-arid region like other dry parts of the country, it is more vulnerable to a water scarcity crisis, So, Semnan plain was selected to study the decline of groundwater level. In order to study reduction of water level, 20 observation wells were surveyed during the 20-year statistical period (1994-2013). At first, statistical data from the regional water company of Semnan Province was collected and arranged. After entering the data into GIS, using point maps and Kriging interpolation method, the zoning of surface degradation of groundwater in the study area were prepared. For better display, the resulting data was plotted on the graph in Excel. The results of the study showed that during the statistical period over time, the average groundwater level was reduced by 8.6 meter.

**Keywords:** Groundwater, Semnan Plain, Kriging



### پهنه‌بندی اقلیم خشک ایران با استفاده از روش دومارتن

حسن علی بخشی<sup>۱</sup>، آرش دوراندیش<sup>۲\*</sup>، محمود صبوحی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، <sup>۲</sup> دانشیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، <sup>۳</sup> استاد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد  
\* رایانامه (Email) نویسنده مسوول: [Dourandish@um.ac.ir](mailto:Dourandish@um.ac.ir)

### چکیده

به منظور بهبود نتایج تحقیقات کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدت (کشاورزی، هواشناسی، عمران و ...) بهتر است که پهنه‌بندی اقلیمی هر چند سال یکبار به روز شود تا نتایج بهتر و دقیق تری را شامل شود؛ بنابراین در پژوهش حاضر اقدام به پهنه‌بندی اقلیم خشک ایران با استفاده از روش دومارتن گردید. بدین منظور داده‌های میانگین بارندگی و دمای سالانه از ۱۶۶ ایستگاه سینوپتیک مربوط به سایت هواشناسی ایران برای دوره‌ی ۴۰ ساله (۱۳۵۶-۱۳۹۶) جمع‌آوری گردید و سپس مناطق خشک ایران با استفاده از روش دومارتن پهنه‌بندی شدند. نتایج نشان داد که در استان‌های آذربایجان شرقی، اردبیل، اصفهان، ایلام، البرز، بوشهر، تهران، چهارمحال بختیاری، خراسان جنوبی، خراسان رضوی، خراسان شمالی، خوزستان، زنجان، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، قزوین، قم، کرمان، کرمانشاه، گلستان، گیلان، لرستان، مرکزی، هرمزگان و یزد مناطقی خشک وجود دارد.

واژگان کلیدی: دومارتن، اقلیم خشک ایران، پهنه‌بندی

### ۱- مقدمه

طبقه‌بندی اقلیمی مناطق جغرافیایی، اولین گام در شناخت پتانسیل‌های بالقوه هر مکان می‌باشد و این امکان را به برنامه‌ریزان می‌دهد که بر اساس توان اقلیمی، برنامه‌های توسعه و عمران را برنامه‌ریزی و اجرا نمایند (۱). ایران در غرب آسیا (منطقه‌ای که در پهنه‌بندی اقلیمی دنیا توسط IPCC، جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته) واقع شده است (۷). قرار گرفتن ایران در عرض میانه وضعیت اقلیمی خاصی را بر کشور حاکم ساخته است. نخست، آن که به سبب حاکمیت پرفشار جنب حاره، بارش دریافتی ایران اندک است و دوم آن که گسترش ایران بین مدار ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی، به طور نسبی اقلیم به نسبت گرمی را بر آن حاکم ساخته است. متوسط بارندگی در ایران در حدود ۲۵۰ میلی‌متر است که این مقدار کمتر از یک سوم متوسط بارش جهانی (۸۶۰ میلی‌متر) است. از این گذشته، توزیع بارش در ایران نیز بسیار نامتناسب است و در بسیاری از مناطق آن تبخیر و تعرق بیش از مقدار بارش سالیانه است (۲).

یکی از تقسیم‌بندی‌های اقلیمی معتبر در سطح جهانی، روش طبقه‌بندی دومارتن بوده است که بر اساس میانگین بارندگی و دمای سالانه استوار است. دومارتن معتقد است که مقدار تبخیر با میانگین درجه حرارت سالانه متناسب است و با استفاده از محاسبه ضریب خشکی می‌توان اقلیم‌های مختلف را مشخص نمود. پهنه‌بندی اقلیمی در مطالعات متفاوت با توجه به اهداف کاربردی آن‌ها به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان روش‌های دومارتن<sup>۱</sup>، کوپن<sup>۲</sup>، ایوانف<sup>۳</sup>،

<sup>1</sup> De Martoune

<sup>2</sup> Coupon

<sup>3</sup> Ivanov

بارت<sup>۱</sup>، ترنت وایت<sup>۲</sup> و سلیانینوف<sup>۳</sup> نام برد. در مقیاس جهانی روش‌های بلر، تورنویت، تراورنا، کوپن، دومارتن (۴) به کار گرفته شده است. ایران به علت چین‌خوردگی‌ها و پستی و بلندی‌های زیادی که در سطح آن وجود دارد می‌تواند دارای اقلیم‌های مختلفی باشد و صرف‌نظر از این دو عامل ترکیب توده‌های هوایی که از سرزمین مختلف نشأت گرفته و در روی فلات ایران به یکدیگر برخورد می‌کنند می‌تواند یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده آب و هوای ایران به شمار رود. به همین دلیل از تمامی روش‌های موجود فقط روش دومارتن دارای دقت و نتایج بهتری نسبت به سایر روش‌های ذکر شده می‌باشد. روش دومارتن بر پایه سه عامل مهم میانگین دما، میانگین بارش و دمای حداقل در سردترین ماه سال است. روش دومارتن بهترین و پرکاربردترین و ساده‌ترین روش طبقه‌بندی اقلیم برای کشور ایران محسوب می‌شود (۶). با این اوصاف؛ در این پژوهش از روش دومارتن استفاده شده و هدف مقاله حاضر طبقه‌بندی اقلیمی مناطق خشک ایران با استفاده از روش دومارتن می‌باشد که به‌طور وسیع در بسیاری از مناطق اقلیمی خارج از کشور استفاده شده است.

## ۲- مواد و روش

منطقه مورد مطالعه تحقیق حاضر کل کشور ایران می‌باشد. به‌منظور پهنه‌بندی اقلیمی به داده‌های میانگین بارندگی، میانگین دما و دمای حداقل در سردترین ماه سال احتیاج است که از سایت هواشناسی کشور استخراج شده است. دوره زمانی داده‌های مورد استفاده در این مطالعه برای پهنه‌بندی اقلیمی، داده‌های دوره زمانی ۹۶-۱۳۵۶ است. گفتنی است که این اطلاعات از ۱۶۶ ایستگاه سینوپتیک هواشناسی ایران برای این دوره ۴۰ ساله استفاده گردیده است. در این راستا از نرم‌افزارهای MATLAB و Excel استفاده شده است. رابطه تجربی روش دومارتن، بین درجه حرارت و مقدار بارش به صورت ذیل می‌باشد:

$$I = \frac{P}{(t + 10)} \quad (1)$$

در رابطه بالا I: شاخص خشکی؛ P: میانگین بارش سالانه برحسب میلی‌متر و t: میانگین درجه حرارت سالانه برحسب درجه سانتی‌گراد است. بر اساس مقادیر I شش نوع اقلیم را می‌توان تعریف نمود که در جدول ۱ آورده شده است (۳). همانطور که در این جدول مشاهده می‌گردد، بر اساس روش دومارتن اگر مقدار I محاسبه‌شده کمتر از ۱۰ باشد اقلیم منطقه خشک، اگر بین ۱۰ و ۱۹/۹ باشد نیمه‌خشک، اگر بین ۲۰ و ۲۳/۹ باشد مدیترانه‌ای، اگر بین ۲۴ و ۲۷/۹ باشد نیمه‌مرطوب، اگر بین ۲۸ و ۳۴/۹ باشد مرطوب و اگر بزرگ‌تر از ۳۵ باشد خیلی مرطوب است.

جدول ۱. طبقه‌بندی اقلیمی بر اساس روش دومارتن

محدوده ضریب خشکی دومارتن (I)	اقلیم
کوچک‌تر از ۱۰	خشک
۱۰ تا ۱۹/۹	نیمه‌خشک
۲۰ تا ۲۳/۹	مدیترانه‌ای
۲۴ تا ۲۷/۹	نیمه مرطوب
۲۸ تا ۳۴/۹	مرطوب
بزرگ‌تر از ۳۵	خیلی مرطوب

مأخذ: علیزاده (۵)

## ۳- نتایج و بحث

<sup>1</sup> Barat

<sup>2</sup> Thornthwaite

<sup>3</sup> Selyaninov

پهنه‌بندی اقلیم‌های صورت گرفته به روش دومارتن برای مناطق خشک کشور در جدول (۲) نشان داده شده است. در این جدول، شهرستان‌های هر استان که مقدار I دومارتن مربوط به آن‌ها کمتر از ۱۰ شده است و بنابراین جزو مناطق خشک محسوب می‌گردند، آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، در اکثر استان‌های کشور (شامل آذربایجان شرقی، اردبیل، اصفهان، ایلام، البرز، بوشهر، تهران، چهارمحال بختیاری، خراسان جنوبی، خراسان رضوی، خراسان شمالی، خوزستان، زنجان، سمنان، سیستان بلوچستان، فارس، قزوین، قم، کرمان، کرمانشاه، گلستان، گیلان، لرستان، مرکزی، هرمزگان و یزد) مناطقی خشک وجود دارد.

جدول ۲. تقسیم‌بندی شهرستان‌ها در اقلیم‌های ایران به وسیله روش دومارتن

استان	شهرستان
آذربایجان شرقی	بناب، جلفا، خسروشهر
اردبیل	پارس‌آباد
اصفهان	اصفهان، گلپایگان، کاشان، مبارکه، نائین، نجف‌آباد، نطنز، چادگان، شهرضا، دهق، ورزنه، زرین‌شهر، میمه، اردستان، خورو بیابانک
ایلام	دهلران، مهران
البرز	کرج
بوشهر	عسلویه، بندر گناوه، بوشهر، جم، بندر دیر، بندر دیلم، برازجان، جزیره خارک
تهران	شهریار، ورامین
چهارمحال بختیاری	فرخ شهر، ایلگی
خراسان جنوبی	بیرجند، بشرویه، فردوس، قائن، سربیشه، حاجی‌آباد، نهبندان، سرایان، طیس
خراسان رضوی	درگز، فریمان، گناباد، خواف، سبزوار، سرخس، تربت حیدریه، تربت جام، گلکان، بجستان، بردسکن، کلات نادر، کاشمر
خراسان شمالی	اسفراین، شیروان، بجنورد
خوزستان	آغاچاری، اهواز، بهبهان، گتوند، بستان، هندیجان، رامهرمز، صفی‌آباد دزفول، شوشتر، شوش، آبادان، ماهشهر
زنجان	گرماب، آب بر
سمنان	دامغان، گرمسار، میامی، سمنان، شاهرود، بیارجمند، شهمیرزاد، ایوانکی
سیستان بلوچستان	زاهدان، چابهار، ایرانشهر، نیک شهر، بزمان، راسک، خاش، میرجاوه، سراوان، زابل، زهک، نصرت‌آباد
فارس	آباد، بوانات، استهبان، ایزدخواست، صفاشهر، مرودشت، کازرون، خنج، لامرد، قیروکارزین، ارسنجان، فراشبند، فسا، جهرم، نیریز، سروسجان، لار، زرین‌دشت
قزوین	بویین‌زهر، تاکستان، آبیک
قم	قم، کهک، سلفچگان
کرمان	انار، بافت، کرمان، رفسنجان، شهربابک، سیرجان، زرنده، لاله‌زار، بم، جیرفت، کهنوج، شهداد، راور
کرمانشاه	سومار، قصر شیرین
گلستان	اینچه برون
گیلان	منجیل
لرستان	رومشکان
مرکزی	دلپجان، محلات، ساوه
هرمزگان	بندرعباس، بندر خمیر، بندرلنگه، بستک، جاسک، میناب، پارسیان، قشم ساحلی، رودان، بشاگرد، جزیره ابوموسی، جزیره کیش، جزیره لاوان، جزیره قشم، جزیره سیری، حاجی‌آباد
یزد	بهباده، میبد، ابرکوه، اشکذر، مروست، ندوشن، اردکان، بافق، مهریز، عقدا، هرات

مأخذ: یافته‌های تحقیق

به منظور بهبود نتایج تحقیقات کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدت (کشاورزی، هواشناسی، عمران و ...) بهتر است که پهنه بندی اقلیمی هرچند سال یکبار به روز شود تا نتایج بهتر و دقیق تری را شامل شود؛ بنابراین در پژوهش حاضر اقدام به پهنه بندی اقلیم خشک ایران با استفاده از روش دومارتن گردید. بدین منظور داده های میانگین بارندگی و دمای سالانه از ۱۶۶ ایستگاه سینوپتیک مربوط به سایت هواشناسی ایران برای دوره ی ۴۰ ساله (۱۳۹۶-۱۳۵۶) جمع آوری گردید و سپس مناطق خشک ایران با استفاده از روش دومارتن پهنه بندی شدند. نتایج نشان داد که در استان های آذربایجان شرقی، اردبیل، اصفهان، ایلام، البرز، بوشهر، تهران، چهارمحال بختیاری، خراسان جنوبی، خراسان رضوی، خراسان شمالی، خوزستان، زنجان، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، قزوین، قم، کرمان، کرمانشاه، گلستان، گیلان، لرستان، مرکزی، هرمزگان و یزد مناطقی خشک وجود دارد.

بنابراین؛ پهنه بندی اقلیمی کشور نشان می دهد که مناطق خشک مختص استان یا استان هایی خاص از کشور نبوده و در گستره وسیعی از کشور مناطق خشک وجود دارند. بر این اساس و با توجه به حساس بودن شرایط زیستی در مناطق خشک؛ لزوم توجه بیشتر مسئولین امر و سیاستگذاران حوزه های منابع طبیعی و کشاورزی به این مناطق آشکار می گردد. در نهایت، گفتنی است که با توجه به آنکه در تحقیق حاضر، سعی گردیده است از داده های هواشناسی ۱۶۶ ایستگاه هواشناسی به صورت دقیق استفاده گردد، از این رو انتظار می رود نتایج و دست آوردهای این تحقیق مورد توجه واقع گردد.

### ۵- منابع و مراجع

۱. اسمعیل نژاد، م. و خاشعی سیوکی، ع. ۱۳۹۷. الگوسازی تأثیر تغییرات اقلیمی بر پراکندگی مکانی کشت زعفران برای دوره های آینده (مطالعه موردی: استان خراسان جنوبی). پژوهش های زعفران، ۶(۴): ۷۵-۸۸.
۲. حسینی، س.، ص.، نظری، م.، ر. و عراقی نژاد، ش. ۱۳۹۲. بررسی اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی با تأکید بر نقش به کارگیری راهبردهای تطبیق در این بخش. تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۱(۱): ۱-۱۶.
۳. سیدان، س.، و محمدی، ف. ۱۳۷۶. روش طبقه بندی اقلیمی. تحقیقات جغرافیایی، ۱۲(۲): ۱۰۹-۷۴.
۴. علیجانی، ف.، کرباسی، ع. و مظفری مسنن، م. ۱۳۹۰. بررسی اثرگذاری درجه حرارت و بارندگی بر عملکرد گندم آبی ایران. نشریه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۹(۷۶): ۱۴۳-۱۶۶.
۵. علیزاده، ا. ۱۳۹۳. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی.
۶. قربانی زاده خرازی، ح. و چله مال دزفول نژاد، م. ۱۳۹۳. ابداع روش طبقه بندی اقلیمی جدید بر مبنای هیدرومتئورولوژی. فصلنامه علمی تخصصی مهندسی آب، ۲(۲): ۱۰۸-۹۷.
7. IPCC. 2001. Climate change: the scientific basis. Contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge university press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 881 PP.



## Iran's Dry Climate Zoning Using the Domartan Method

Hassan AliBakhshi<sup>1</sup>, Arash Dourandish<sup>2\*</sup>, Mahmoud Sabouhi<sup>3</sup>

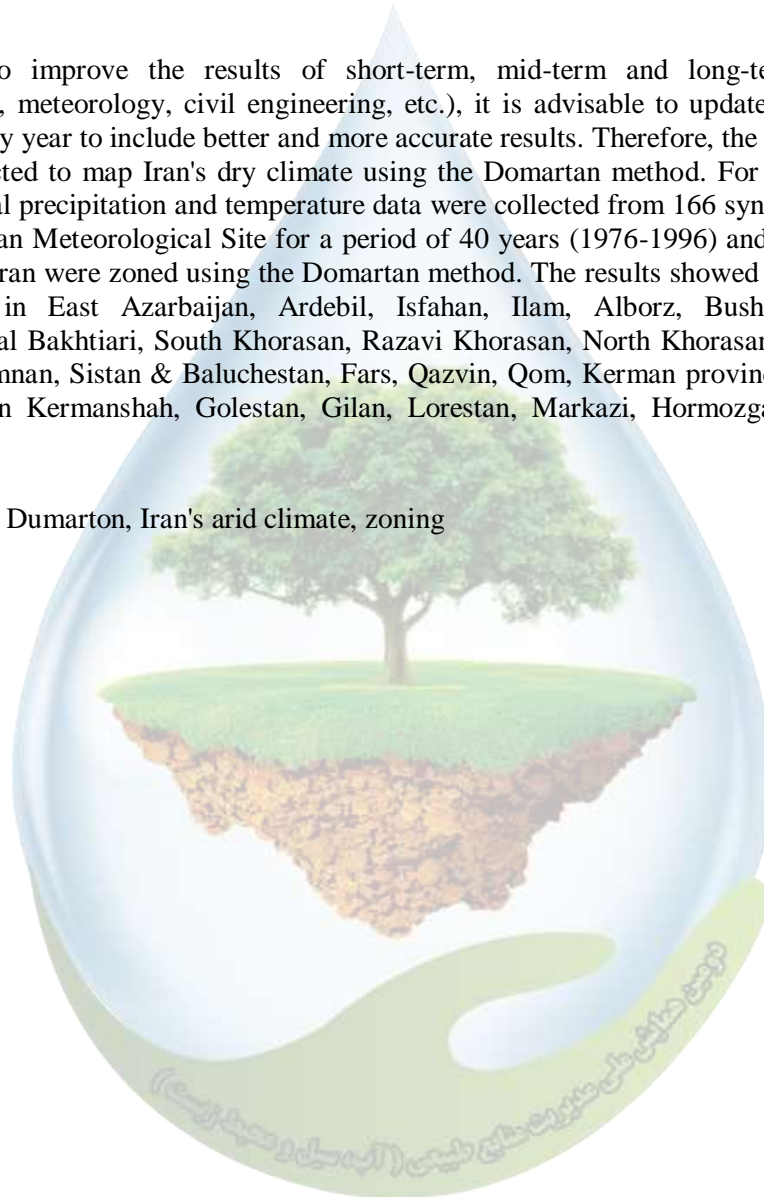
*1 M.Sc in Agricultural Economics, 2 Associate Professor of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad; 3 Professor of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad;*

*\*Email: Dourandish@um.ac.ir*

### Abstract

In order to improve the results of short-term, mid-term and long-term research (agriculture, meteorology, civil engineering, etc.), it is advisable to update the climatic zoning every year to include better and more accurate results. Therefore, the present study was conducted to map Iran's dry climate using the Domartan method. For this purpose, mean annual precipitation and temperature data were collected from 166 synoptic stations of the Iranian Meteorological Site for a period of 40 years (1976-1996) and then the dry regions of Iran were zoned using the Domartan method. The results showed that there are dry areas in East Azarbaijan, Ardebil, Isfahan, Ilam, Alborz, Bushehr, Tehran, Chaharmahal Bakhtiari, South Khorasan, Razavi Khorasan, North Khorasan, Khuzestan, Zanzan, Semnan, Sistan & Baluchestan, Fars, Qazvin, Qom, Kerman provinces There are dry areas in Kermanshah, Golestan, Gilan, Lorestan, Markazi, Hormozgan and Yazd provinces.

**Keywords:** Dumarton, Iran's arid climate, zoning



### ارزیابی کیفی آب رودخانه‌های ورودی به خلیج گرگان برای مصارف مختلف

مجتبی قره‌محمودلو<sup>۱\*</sup>، مریم صیادی<sup>۲</sup>، پویا احمدزاده<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران  
<sup>۲</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران  
<sup>۳</sup> دانش آموخته کارشناسی مهندسی آب، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران  
<sup>۱\*</sup> نویسنده مسوول: mmahmoodlu@yahoo.com / mmahmoodlu@gonbad.ac.ir

### چکیده

طبقه‌بندی کیفی آب برای مصارف مختلف از مهم‌ترین برنامه‌های پایش کیفی منابع آب می‌باشد. هدف اصلی این پژوهش، ارزیابی کیفی آب رودخانه‌های ورودی به خلیج گرگان جهت مصارف شرب، کشاورزی و صنعت می‌باشد. بدین منظور از نتایج آنالیز فیزیکوشیمیایی ۱۰ نمونه آب مربوط به رودخانه‌های منتهی به خلیج گرگان و ۶ نمونه آب از ایستگاه‌های بندر ترکمن، بندرگز و گمیشان واقع در خلیج گرگان استفاده شد. باتوجه به نمودار شولر کیفیت آب نمونه‌های مربوط به رودخانه‌های ورودی به خلیج گرگان در رده خوب تا متوسط می‌باشد درحالی‌که تمامی نمونه‌های مربوط به خلیج گرگان غیرقابل شرب می‌باشند. در بخش کشاورزی نتایج نمودار ویلکوکس نشان داد که تمامی نمونه‌های مربوط به رودخانه‌ها دارای کیفیت مطلوب جهت کشاورزی می‌باشند این در حالی است که نمونه‌های آب دریا در کلاس‌های  $C_4S_4$  و  $C_4S_3$  قرار گرفته‌اند که برای کشاورزی نامناسب هستند. باتوجه به شاخص‌های محاسبه شده در بخش صنعت نمونه‌های مربوط به رودخانه‌ها دارای خاصیت خوردگی می‌باشند اما نمونه‌های آب خلیج گرگان تمایل به رسوبگذاری دارند.

واژگان کلیدی: شاخص‌های خوردگی، کیفیت آب، نمودار شولر

### ۱- مقدمه

رودها و جریان‌ها مهم‌ترین منابع آب‌های سطحی به شمار می‌روند. کیفیت این منابع آبی به عوامل مختلفی از جمله عوامل آبشناسی، فیزیکوشیمیایی و زیست‌شناسی وابسته است. این منابع آبی از جنبه اجتماعی، اقتصادی و سیاسی بسیار حائز اهمیت هستند (حاجیان و همکاران، ۱۳۸۸).

یکی از مهم‌ترین مشکلات موجود در ایران، شوری منابع آب و خاک است. این مسأله به عوامل زیادی، از جمله بارش کم، نرخ بالای تبخیر- تعرق، وضعیت توپوگرافی، آبیاری با آب کیفیت پایین و عدم تناسب تأسیسات زهکشی و آبیاری بستگی دارد (مظفری‌زاده و سجادی، ۱۳۹۲). شوری یک مشکل زیست محیطی است که بر منابع طبیعی دیگر از جمله، کاهش تولیدات کشاورزی، ویرانی ساختار خاک، تغییر شرایط اقلیمی و مشکلاتی برای سلامتی انسان‌ها تأثیر می‌گذارد (Reza and Singh, 2010). در نزدیکی دریا و خلیج، منابع آب شیرین در معرض نفوذ آب‌های شور و لب شور قرار دارند و همین امر همواره موجب ایجاد نگرانی‌هایی در این مناطق شده است (Chen and Jiao, 2014). آب‌های سطحی با عبور از لایه‌های مختلف زمین



و یا در مسیر حرکت خود در حوضه‌های آبریز، مواد مختلفی که ناشی از هوازدگی سنگ‌ها (نظیر سنگهای آهکی، تبخیری و ...) می‌باشند را بصورت محلول و یا معلق انتقال می‌دهند. غلظت مواد موجود در آب، هر چند که ناچیز باشد می‌تواند نقش زیادی در استفاده از آن برای آشامیدن، کشاورزی و صنعت داشته باشد.

قائدآمین همکاران (۱۳۹۶)، به بررسی کیفیت آب رودخانه پیرغار به منظور شرب و آبی‌پروری پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که، درجه آلودگی باکتریایی رودخانه طبق اولین استاندارد اروپایی سازمان بهداشت جهانی، با توجه به میزان کلیفرم کل در گروه سوم و با توجه به میزان کلیفرم مدفوعی در گروه اول قرار دارد. Qishlaqi و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی کیفیت هیدروشیمیایی آب رودخانه تیره پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که، به جز سولفات، غلظت منیزیم، کلسیم و دیگر آنیون‌ها و کاتیون‌ها پایین‌تر از حد استاندارد<sup>۱</sup> WHO است و تقریباً تمام نمونه‌ها با توجه به استاندارد WHO شرایط مناسب‌تری برای شرب را دارا هستند. همچنین کیفیت نمونه‌ها در مقایسه با استاندارد کشاورزی (FAO)، از پتانسیل خوبی برای آبیاری برخوردار هستند. در حالیکه با توجه به نمودار ویلکوکس ۷۸ درصد از نمونه‌ها در کلاس C<sub>3</sub>-S<sub>1</sub> و ۲۱/۵ درصد در کلاس C<sub>2</sub>-S<sub>1</sub> قرار گرفتند که از کیفیت قابل قبولی برخوردارند.

بطور کلی بررسی کیفی آب‌های سطحی جهت مصارف مختلف از اهمیت بالایی برخوردار است و یک مطالعه نسبتاً جامع در این زمینه می‌تواند اطلاعات مفیدی جهت استفاده از آن توسط سازمان‌های ذینفع ارائه دهد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی کیفیت آب رودخانه‌های منتهی به خلیج گرگان در بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

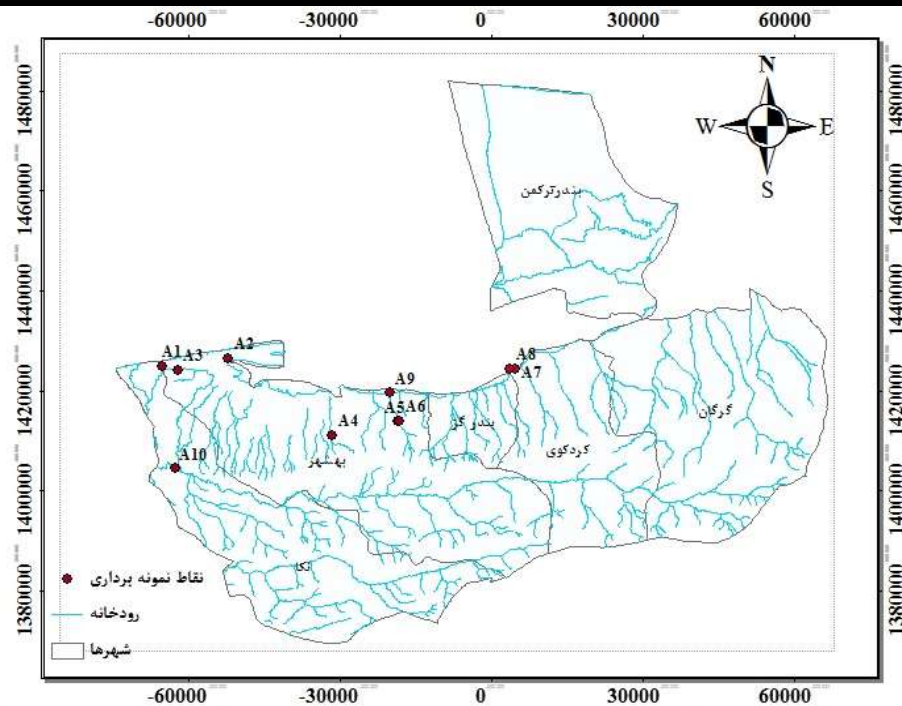
در مطالعه حاضر از نتایج آنالیز فیزیکوشیمیایی ۱۰ نمونه آب مربوط به رودخانه‌های منتهی به خلیج گرگان (بشری و همکاران، ۱۳۹۲) و ۶ نمونه آب از ایستگاه‌های بندر ترکمن، بندرگز و گمیشان واقع در خلیج گرگان استفاده شد. نتایج مربوط به آنالیز خلیج گرگان از شرکت آب و فاضلاب استان گلستان جمع‌آوری گردید. برای نمونه‌های آب رودخانه‌ها از علامت اختصاری A<sub>1</sub> تا A<sub>10</sub> (شکل ۱) و همچنین نمونه‌های آب خلیج گرگان در بندر ترکمن، بندرگز و گمیشان از علامت اختصاری S<sub>1</sub> تا S<sub>6</sub> استفاده شده است. برای تعیین کیفیت آب در بخش‌های شرب و کشاورزی به ترتیب از نمودارهای شولر و ویلکوکس استفاده شد. همچنین شاخص‌های لائزلیه، پوکوریوس و رایزتر در بخش صنعت بکار گرفته شدند.

## ۳- نتایج و بحث

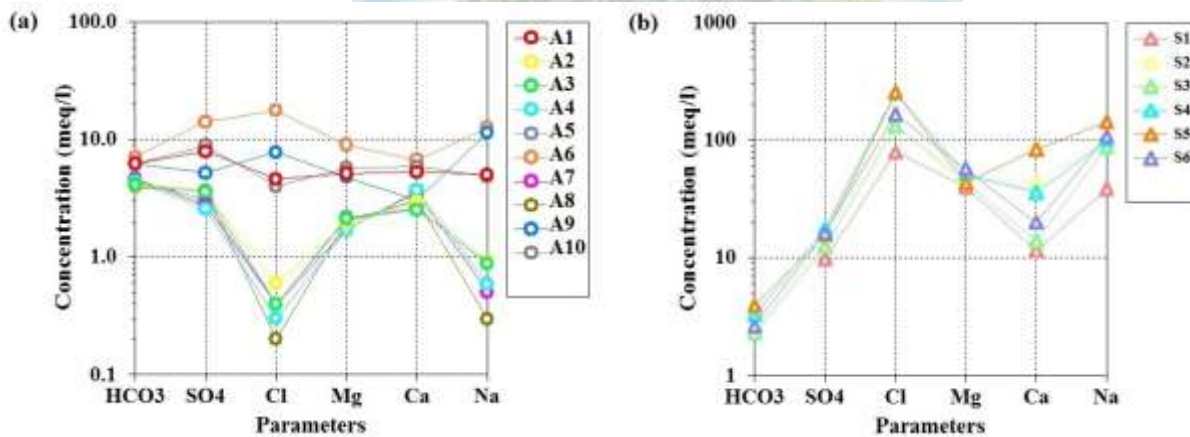
### ۳-۱- کیفیت آب در بخش شرب

نمودار نیمه‌لگاریتمی شولر جهت نمایش یون‌های اصلی بر حسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر، و برای نمایش اختلاف شیمیایی نمونه‌ها در یک نمودار به کار می‌رود. در گزارش‌های آب‌شناسی برای طبقه‌بندی آب از نظر شرب معمولاً از نمودار شولر استفاده می‌شود (Furkan sener and Baba, 2019). براساس دیاگرام شولر کیفیت آب‌ها از نظر شرب به شش گروه شامل خوب، قابل قبول، متوسط، نامناسب، کاملاً نامناسب و غیر قابل شرب تقسیم می‌شوند. با توجه به نمودار شولر ترسیم شده در شکل ۲، نمونه‌های آب A<sub>1</sub> تا A<sub>10</sub> در رده خوب و نمونه‌های آب S<sub>1</sub> تا S<sub>6</sub> مربوط به خلیج گرگان در رده غیرقابل شرب قرار گرفته‌اند. همچنین با توجه به دیاگرام شولر غلظت یون‌های سدیم و کلراید نسبت به سایر یون‌ها بیشتر می‌باشد که این امر نشان دهنده ورود آب شور دریا و زه‌آب‌های کشاورزی به منابع آب می‌باشد.

<sup>1</sup> World Health Organization



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه برداری

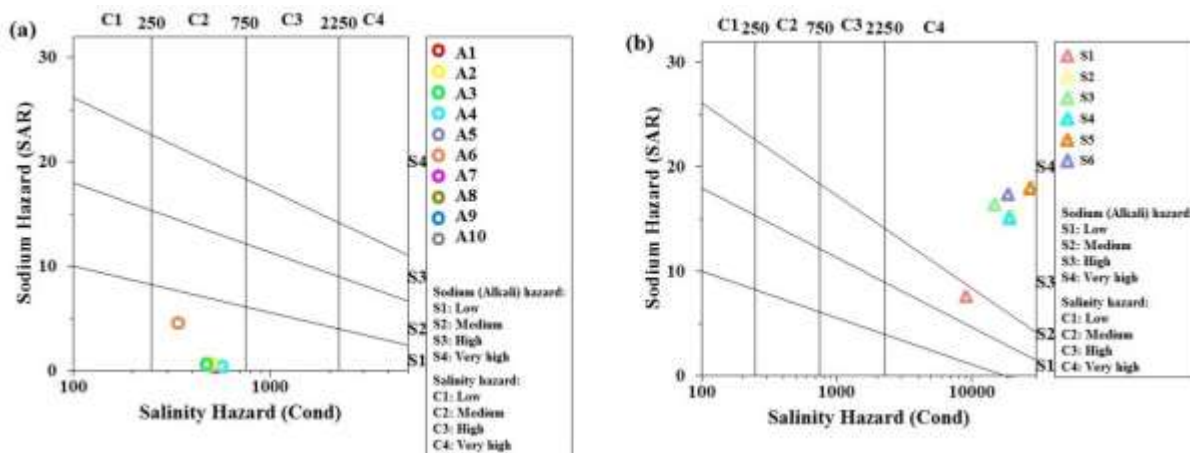


شکل ۲: دیاگرام شولر جهت تعیین کیفیت آب آشامیدنی منطقه مورد مطالعه

### ۲-۳- کیفیت آب در بخش کشاورزی

طبقه‌بندی کیفیت آب برای آبیاری با کاربرد نمودار ویلکوکس بر مبنای نسبت جذبی سدیم و هدایت الکتریکی صورت می‌گیرد. برای تعیین کیفیت آب رودخانه‌های منتهی به خلیج گرگان در کشاورزی از نمودار ویلکوکس استفاده شد (شکل ۳). با توجه به نمودار ویلکوکس در شکل (۳)، تمام نمونه‌های آب در رودخانه‌های منتهی به خلیج گرگان (A1-A10) در گروه S1 قرار گرفته‌اند که نشان دهنده وضعیت مناسب آب از نظر جذب سدیم و کیفیت مناسب آب جهت کشاورزی می‌باشد. در حالیکه تمام نمونه‌های آب بندر ترکمن، بندرگز و گمیشان بجز نمونه S1 در گروه S4 قرار گرفته که نشان دهنده خطر قلیائیت زیاد بوده و قلیائیت خاک را به حد زیان‌آوری می‌رساند. بطور کلی آب رودخانه‌های منتهی به خلیج گرگان در کلاس C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> و

نمونه‌های آب S<sub>1</sub>-S<sub>6</sub> در کلاس‌های C<sub>4</sub>S<sub>3</sub> و C<sub>4</sub>S<sub>4</sub> قرار گرفته‌اند. این موضوع بیانگر آن است که، نمونه‌های A<sub>1</sub>-A<sub>10</sub> جهت آبیاری مناسب بوده در حالی که آب نمونه‌های S<sub>1</sub>-S<sub>6</sub> به دلیل قلیائیت بالا برای آبیاری و فعالیت‌های کشاورزی مناسب نمی‌باشند.



شکل ۳: دیاگرام ویلکوکس جهت تعیین کیفیت آب آبیاری منطقه مورد مطالعه

### ۳-۳- کیفیت آب در بخش صنعت

خوردگی و اکسید فیزیکی - شیمیایی است که در اثر تماس مواد با محیط اطراف ایجاد و باعث تغییر خواص ماده می‌شود. برخورد مواد جامد معلق موجود در آب یا فاضلاب، یکی از عوامل فیزیکی است که باعث تخریب لوله‌های انتقال آب می‌گردد (مختاری و همکاران، ۱۳۸۹). بدین منظور در این پژوهش مقادیر شاخص‌های کیفیت آب در بخش صنعت (لانژلیه، رایزنر و پوکوریوس) برای رودخانه‌های منتهی به خلیج گرگان محاسبه شده و نتایج آنها در جدول (۱) ارائه شده است. با توجه به نتایج شاخص لانژلیه، آب در ایستگاه‌های بالادست خورنده بوده و با حرکت جریان آب به سمت خلیج گرگان از خاصیت خوردگی آب کاسته شده و به سمت رسوب‌گذاری میل می‌کند. رسوبگذار بودن آب در نمونه‌های S<sub>1</sub>-S<sub>6</sub> کاملاً مشهود است. نتایج شاخص رایزنر بیانگر این است که، نمونه‌های آب خورنده بوده و قابلیت انحلال کربنات کلسیم را دارد و با حرکت جریان آب به سمت خلیج گرگان کیفیت آب به سمت رسوب‌گذاری میل می‌کند. نتایج شاخص پوکوریوس نیز همانند شاخص‌های رایزنر و لانژلیه، خورنده بوده و با توجه به مسیر حرکت آب به سمت خلیج گرگان (آب شور) از خاصیت خوردگی آن کاسته می‌شود.

جدول ۱: شاخص‌های کیفی لانژلیه، رایزنر و پوکوریوس جهت تعیین کیفیت آب در بخش صنعت منطقه مورد مطالعه

PSI	RSI	LSI	ایستگاه نمونه برداری
۱۳/۰۴	۱۰/۴۳	-۱/۱۶	A <sub>1</sub>
۱۱/۸	۹/۷۹	-۱	A <sub>2</sub>
۱۲/۶۶	۱۰/۲۸	-۱/۰۸	A <sub>3</sub>
۱۲/۸۹	۱۰/۲	-۱	A <sub>4</sub>
۱۳/۰۷	۱۰/۴۹	-۱/۲۴	A <sub>5</sub>
۱۲/۹۴	۱۰/۲۲	-۱/۰۱	A <sub>6</sub>
۱۲/۰۷	۹/۸۷	-۰/۹۹	A <sub>7</sub>
۱۱/۹۹	۹/۳۹	-۰/۵۵	A <sub>8</sub>
۱۳/۲	۱۰/۴۸	-۱/۱۳	A <sub>9</sub>
۱۳/۳۵	۱۰/۶۹	-۱/۲۹	A <sub>10</sub>
۱۲/۰۵	-	-۱/۰۸	S <sub>1</sub>
۱۰/۶۷	-	۰/۸	S <sub>2</sub>

۱۳/۱۱	۱۰/۱۳	-۱/۰۴	S <sub>3</sub>
۱۱/۶۵	۸/۴۸	۰	S <sub>4</sub>
۱۰/۶۸	۷/۷۷	۰/۳۸	S <sub>5</sub>
۱۲/۵	۹/۷۲	-۰/۸۹	S <sub>6</sub>

#### ۴- نتیجه گیری

کیفیت آب رودخانه‌ها از جنبه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بسیار اهمیت دارد. هدف اصلی این پژوهش، تعیین کیفیت آب رودخانه‌های منتهی به خلیج گرگان جهت استفاده در بخش‌های مختلف شرب، کشاورزی و آبیاری می‌باشد. براساس نتایج نمودار شولر کیفیت نمونه‌های آب ایستگاه‌های مورد مطالعه از رده خوب تا غیر قابل شرب می‌باشد. هر چند برای قضاوت بهتر در مورد قابل شرب بودن آب رودخانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه نیازمند آزمایش‌های میکروبی و... می‌باشد. براساس نتایج حاصل از دی‌گرام ویلکوکس، آب ایستگاه‌های A<sub>1</sub>-A<sub>10</sub> مربوط به رودخانه‌ها در کلاس C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> و نمونه‌های آب S<sub>1</sub>-S<sub>6</sub> در کلاس‌های C<sub>4</sub>S<sub>3</sub> و C<sub>4</sub>S<sub>4</sub> قرار می‌گیرند که برای کشاورزی نامناسب می‌باشد. با توجه به حرکت جریان آب به سمت خلیج گرگان، کیفیت آب برای کشاورزی در جهت جریان به شدت کاهش می‌یابد. نتایج شاخص‌های کیفیت آب در بخش صنعت نیز نشان دهنده خورنده بودن آب رودخانه‌های منتهی به خلیج گرگان برای استفاده در بخش صنعت می‌باشد. اگرچه با حرکت جریان آب به سمت خلیج گرگان از خاصیت خوردگی آب کاسته شده و به سمت رسوبگذاری میل می‌کند.

#### منابع

- ۱- بشری، ل.، محمودی قزایی، م.ح.، موسوی حرمی، ر.، علیزاده کتک‌لاهیجانی، ع. ۱۳۹۲. هیدروشیمی و بررسی کیفی آب رودخانه‌های منتهی به خلیج گرگان. هشتمین همایش انجمن زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲- حاجیان، م.، ا. ر. رهسپار، م.، وحید دستجردی، و حسن‌زاده، ا. ۱۳۸۸. بررسی برخی فراسنج‌های تعیین کننده کیفیت آب رود زاینده رود، دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.
- ۳- قائدامینی، ف.، زمانی احمد محمودی، ر. و نجفی، م. ۱۳۹۶. ارزیابی کیفیت آب رودخانه پیرغار به منظور شرب و آبیاری، استان چهارمحال و بختیاری. مجله محیط زیست طبیعی، ۷۰ (۳): ۶۷۳-۶۸۴.
- ۴- مختاری، ا.، عالیقدری، م.، حضرتی، ص.، صادقی، ه.، قراری، ن. و قربانی، ل. ۱۳۸۹. ارزیابی وضعیت خوردگی و رسوبگذاری شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر اردبیل با استفاده از شاخص‌های Ryznar و Langelier. نشریه سلامت و بهداشت اردبیل، ۱: ۱۴-۲۳.
- ۵- مظفری‌زاده، ج. و سجادی، ز. ۱۳۹۲. بررسی علل شوری و نفوذ آب شور رودهای دالکی و حله به آبخوان برازجان. مجله مهندسی منابع آب. ۶: ۶۹-۷۸.
- 6- Chen K, Jiao JJ (2014) Modeling freshening time and hydrochemical evolution of groundwater in coastal aquifers of Shenzhen, China. Environmental Earth Sciences 71:2409-2418.
- 7- Furkan sener, M. and Baba, A. 2019. Geochemical and hydrogeochemical characteristics and evolution of Kozaklı geothermal fluids, Central Anatolia, Turkey. Journal of Geothermics, 80: 69-77.
- 8- Qishlaqi, A., Kordian, S. and Parsaie, A. 2017. Hydrochemical evaluation of river water quality—a case study. Applied Water Science, 7(5): 2337-2342.
- 9- Reza, R., and G. Singh. 2010. Assessment of ground water quality status by using water quality index.

### بررسی هیدروشیمی آب رودخانه اوغان، استان گلستان

مجتبی قره محمودلو<sup>۱\*</sup>، مریم صیادی<sup>۲</sup>، فاطمه قربانی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران  
<sup>۲</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران  
<sup>۳</sup> دانش آموخته کارشناسی مهندسی آب، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران  
<sup>۱\*</sup> نویسنده مسوول: mmahmoodlu@yahoo.com / mmahmoodlu@gonbad.ac.ir

### چکیده

کیفیت آب رودخانه‌ها از جنبه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بسیار اهمیت دارد. آگاهی از روند تغییرات کیفیت آب رودخانه‌ها، امکان پیش بینی مشکلات احتمالی در آینده و همچنین برنامه‌ریزی برای آنها را فراهم می‌سازد. هدف اصلی این پژوهش، تعیین عوامل مؤثر بر تغییر پارامترهای شیمیایی ایستگاه‌های گالیکش و اوغان با روش‌های هیدروشیمی می‌باشد. بدین منظور از اطلاعات آنالیز شیمیایی یک دوره آماری ۸ ساله (۱۳۸۹-۱۳۹۶) که شامل پارامترهای Ca، Mg، Na، K، CO<sub>3</sub>، HCO<sub>3</sub>، Cl، SO<sub>4</sub>، TDS، pH و EC می‌باشد، استفاده شد. از دیاگرام‌های استیف و پایپر جهت تعیین تیپ و رخساره آب ایستگاه‌های مورد مطالعه استفاده شد. براساس نتایج میانگین سالانه پارامترهای فیزیکوشیمیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه، کیفیت آب از بالادست (ایستگاه گالیکش) به سمت پایین دست (ایستگاه اوغان) کاهش می‌یابد، که این امر می‌تواند به دلیل ورود فاضلاب‌های خانگی و پساب‌های کشاورزی به منابع آبی باشد. نتایج نمودارهای استیف و پایپر نشان داد که تیپ و رخساره هیدروشیمی ایستگاه‌های گالیکش و اوغان بی‌کربناته کلسیک می‌باشد. همچنین واکنش آب-سنگ عامل کنترل کننده شیمی آب ایستگاه‌های مورد مطالعه می‌باشد.

**واژگان کلیدی:** آب‌های سطحی، تیپ و رخساره هیدروشیمیایی، رودخانه اوغان

### ۱- مقدمه

رودخانه‌ها به دلیل اینکه جزء سیستم‌های روباز هستند بیش از سایر منابع تأمین آب در معرض آلودگی و تغییر و تحول قرار دارند. پیگیری مداوم کیفیت آب رودخانه‌ها یکی از فعالیت‌های مهم سازمان حفاظت محیط‌زیست و شرکت آب منطقه‌ای می‌باشد. از این‌رو، ایستگاه‌های نمونه برداری هیدرومتری را در امتداد رودخانه‌ها ساخته‌اند. به ویژه رودخانه‌هایی که از شهرها، مراکز کشاورزی و صنعتی عبور می‌کنند (Boyd, 2015). ترکیبات شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی از قبیل؛ بارش، موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز، اقلیم، زمین‌شناسی، فعالیت‌های صنعتی، فاضلاب‌های خانگی، کشاورزی، آلاینده‌های معدنی و... عواملی هستند که کیفیت آب‌های سطحی را کنترل می‌کنند (Mishra et al., 2017). با توجه به رشد و توسعه در جهان، آب‌های سطحی از قبیل رودخانه‌ها توسط گروهی از منابع، در سطح گسترده‌ای آلوده شده‌اند (UNEP, 2016). بنابراین مطالعه

کیفیت آب رودخانه‌ها عامل اصلی برای توسعه پروژه‌های مدیریت منابع آب است. تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه بررسی منشأ هیدروشیمیایی منابع آبی با استفاده از روش‌های مختلفی صورت گرفته است که در ادامه به چند مورد از این مطالعات اشاره می‌گردد. نتایج قره‌محمودلو و همکاران ۱۳۹۷ در بررسی هیدروژئوشیمیایی آب زیرزمینی دشت سیدان-فاروق نشان داد که، تیپ غالب آب منطقه بی‌کربنات کلسیک می‌باشد و واکنش آب-سنگ عامل کنترل کننده کیفیت آب می‌باشد. همچنین با توجه به مقدار نسبت‌های یونی انحلال رسوبات رسی-مارنی، فرآیند تبادل یونی معکوس و واکنش آب-سنگ منشأ املاح و یون‌ها در آبخوان می‌باشد. خواجهی و همکاران ۱۳۹۷ به بررسی هیدروشیمیایی چاله تکتونیکی گلباف با استفاده از شاخص‌های اشباع پرداختند. نتایج بررسی آنها نشان داد که، شاخص اشباع کانی‌های انیدریت، آراگونیت، کلسیت، دولومیت، ژیپس و هالیت منفی است و آب زیرزمینی نسبت به این کانی‌ها تحت اشباع می‌باشد. نتایج Qishlaqi و همکاران ۲۰۱۸ در بررسی کیفیت هیدروشیمیایی آب رودخانه تیره نشان داد که، به جز سولفات، غلظت منیزیم، کلسیم و دیگر آنیون‌ها و کاتیون‌ها پایین‌تر از حد استاندارد WHO است و تقریباً تمام نمونه‌ها با توجه به استاندارد WHO شرایط مناسب برای شرب را دارا هستند. و در مقایسه با استاندارد کشاورزی (FAO) پتانسیل مناسب برای آبیاری را دارند. همچنین با توجه به نمودار ویلکوکس ۷۸ درصد از نمونه‌ها در کلاس C3-S1 و ۲۱/۵ درصد در کلاس C2-S1 قرار گرفتند. و با توجه به نمودار پایپر بیشتر نمونه‌ها دارای رخساره کلسیم و کربنات بودند. Laxmankumar و همکاران ۲۰۱۹ به بررسی خصوصیات هیدروژئوشیمیایی آب‌های زیرزمینی ایالت تلانگانا در هند پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که، با توجه به نسبت بالای بی‌کربنات و کلسیم در نمونه‌های آب تیپ آب بی‌کربنات بوده و همچنین با توجه به نمودار گیبس واکنش آب-سنگ عامل کنترل کننده شیمی آب منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

با توجه به موارد ذکر شده، بررسی کیفی آب‌های سطحی از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین یک مطالعه نسبتاً جامع جهت بررسی کیفی و هیدروشیمیایی آب‌های سطحی و همچنین عوامل تأثیرگذار بر کیفیت شیمیایی آب می‌تواند اطلاعات مفیدی به تحقیق سازمان‌های ذینفع ارائه دهند. اهداف کلی این پژوهش به ترتیب: (۱) بررسی تغییرات غلظت یون‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه، (۲) بررسی هیدروشیمی آب ایستگاه‌های گالیکش و اوغان واقع بر رودخانه اوغان و تعیین عوامل و فرآیند غالب کنترل کننده شیمی آب بر ایستگاه‌های مورد مطالعه می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۱-۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه

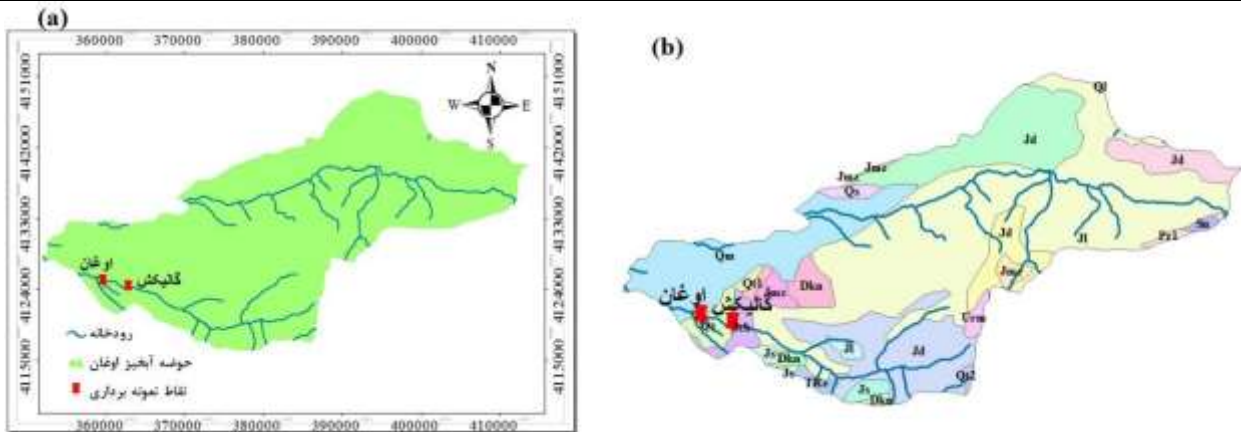
حوضه آبخیز اوغان در شهرستان مینودشت استان گلستان در محدوده ۹' ۳۷° تا ۱۵' ۳۷° شمالی و ۵' ۵۵° تا ۴۳' ۵۵° طول شرقی با مساحت ۴۰۳۵۲ هکتار واقع است. این محدوده شامل ۵ حوضه هیدرولوژیکی به نام‌های گالیکش، برین، برنجین، فارسین و فرنگ بوده که قسمتی از زیرحوضه برین در استان سمنان واقع می‌باشد.

### ۲-۲- روش کار

به منظور بررسی کیفی آب ایستگاه‌های گالیکش و اوغان واقع بر رودخانه اوغان (یکی از سرشاخه‌های اصلی گرگانود) از آنالیز نتایج پارامترهای فیزیکی شیمیایی (شامل: Ca, Mg, Na, K, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, TDS, pH, EC) در طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۶ استفاده شد. اطلاعات پارامترهای مذکور از شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان جمع‌آوری گردید. به منظور تحلیل بهتر داده‌های هیدروشیمیایی از دیاگرام‌های استیف<sup>۱</sup> و پایپر<sup>۲</sup> استفاده گردید. در این پژوهش از نرم‌افزارهای AquaChem و GIS استفاده شد.

<sup>1</sup> Stiff Diagram

<sup>2</sup> Piper Diagram



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی (a) و زمین‌شناسی (b) ایستگاه‌های مورد مطالعه

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- هیدروشیمی

به منظور بررسی هیدروشیمی ایستگاه‌های اوغان و گالیکش از میانگین نتایج سالانه آنالیز شیمیایی یک دوره ۸ ساله (۱۳۹۶-۱۳۸۹) استفاده شد و اطلاعات مربوط به آن در جدول ۱ ارائه شده است. ایستگاه گالیکش قبل از ورودی شهر کالیکش و ایستگاه اوغان در خروجی شهر واقع شده‌اند. در یک نگاه کلی با توجه به نتایج جدول ۱ می‌توان دریافت که میانگین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در ایستگاه گالیکش نسبت به ایستگاه اوغان کمتر می‌باشد. این امر می‌تواند به دلیل ورود فاضلاب‌های خانگی و زه‌آب‌های کشاورزی به منابع آبی باشد. در نتیجه با حرکت جریان آب از بالادست (ایستگاه گالیکش) به سمت پایین دست (ایستگاه اوغان) از کیفیت آب کاسته شده و میزان پارامترهای فیزیکی و شیمیایی افزایش می‌یابد. میزان کاتیون کلسیم و آنیون بی‌کربنات نسبت به سایر یون‌های اصلی بالا می‌باشد. این امر می‌تواند نشان دهنده تیپ بی‌کربنات کلسیت آب در ایستگاه‌های مورد مطالعه باشد. با توجه به اینکه میزان کاتیون سدیم نسبت به آنیون کلرید در هر دو ایستگاه کمتر می‌باشد نشان دهنده عکس تبادل یونی در منشأ سدیم می‌باشد. درستی این فرایند را می‌توان در نمودارهای ترکیبی و نسبت‌های یونی بررسی کرد. میزان بالای بی‌کربنات نسبت به سولفات در آب ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان دهنده تیپ بی‌کربنات آب رودخانه می‌باشد. محدوده تغییرات EC از  $442/10$  تا  $501/50$  میکروموس بر سانتیمتر می‌باشد. افزایش EC و TDS از بالادست به پایین دست می‌تواند به دلیل ورود فاضلاب‌های خانگی، شهری و پساب‌های کشاورزی باشد. pH آب ایستگاه‌های مورد مطالعه نیز در محدوده قلیایی می‌باشد. این امر با توجه به فراوانی سنگ‌های گربنات در حوضه بدیهی بنظر می‌رسد.

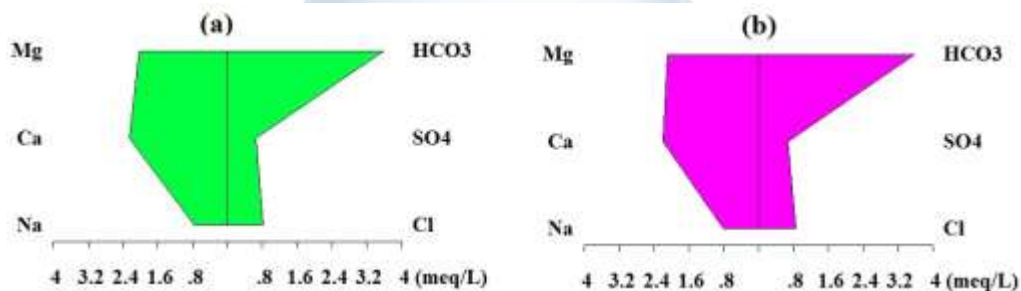
#### ۳-۲- تیپ و رخساره هیدروشیمیایی

یکی از روش‌های بررسی هیدروشیمیایی منابع آبی، بررسی تیپ و رخساره نمونه‌های آبی است. دیاگرام استیف یکی از روش‌های سریع تعیین تیپ آب می‌باشد. با رسم دیاگرام استیف علاوه بر تشخیص سریع تیپ آب، با توجه به اندازه و شباهت نواحی ترسیم شده در نمودار، می‌توان به منشأ نمونه‌های آبی پی برد. با توجه به نمودار استیف ترسیم شده در شکل ۲، تیپ آب ایستگاه‌های گالیکش و اوغان بی‌کربنات کلسیک می‌باشد. منشأ این نوع تیپ از آب سنگ‌های آهکی می‌باشد. براساس نمودار پایپر (شکل ۳)، ایستگاه‌های مورد مطالعه تنها دارای یک رخساره  $Ca-Mg-HCO_3$  است. این رخساره جز تیپ آب شیرین بوده که از نظر سختی در رده سبک قرار دارد و نسبتاً شیرین و قابل شرب است. مقدار مواد جامد محلول این تیپ آب حدود  $210$  تا  $755$  میلی‌گرم بر لیتر است و مقدار متوسط بی‌کربنات آن بیشتر از کلراید آن است.

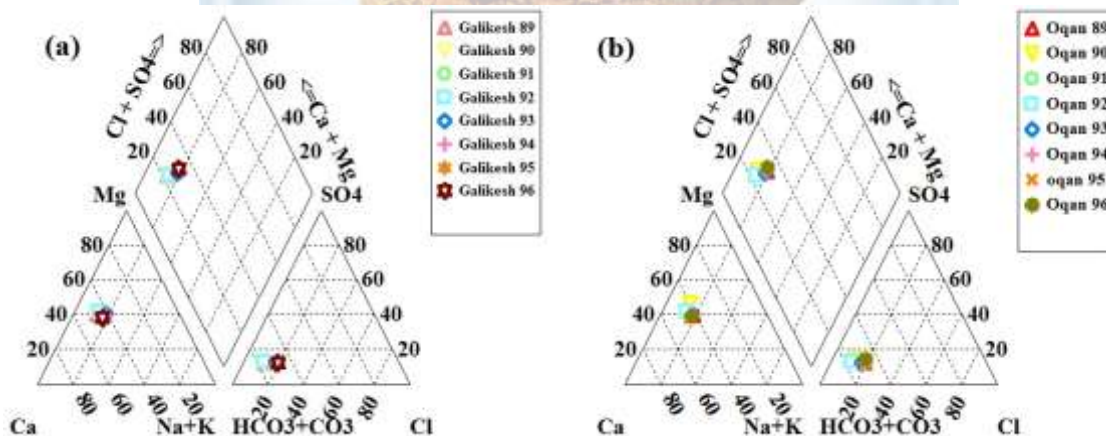
جدول ۱. نتایج پارامترهای فیزیکوشیمیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۸۹ (غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها

بر حسب  $\mu\text{mho/cm}$  EC و  $\text{mg/l}$  TDS بر حسب  $\text{meq/l}$ )

TDS	EC	pH	SO4	Cl	HCO3	CO3	K	Na	Mg	Ca	ایستگاه	آنالیز آماری
۳۰۵/۹۴	۴۸۲/۹۸	۷/۹۵	۰/۶۸	۰/۸۵	۳/۵۸	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۸۱	۲/۱۰	۲/۱۹	اوغان	میانگین
۲۸۱/۷۷	۴۴۳/۱۴	۷/۶۱	۰/۶۰	۰/۶۲	۳/۲۴	۰	۰/۰۴	۰/۶۴	۱/۹۳	۱/۹۹		کمترین
۳۱۷/۳۶	۵۰۰/۳۶	۸/۱۷	۰/۷۵	۱/۱۵	۴/۰۲	۰/۷۸	۰/۰۵	۰/۹۱	۲/۴۱	۲/۳۳		بیشترین
۱۰/۹۵	۱۸/۰۴	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۳۰	۰/۲۶	۰	۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۱۳		انحراف معیار
۱۱۹/۹۲	۳۲۵/۷۹	۰/۰۶	۰	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۷	۰	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱		واریانس
۳۰۲/۵۱	۴۷۹/۰۵	۷/۹۷	۰/۶۵	۰/۸۱	۳/۵۶	۰/۲۴	۰/۰۴	۰/۷۷	۲/۰۳	۲/۲۵	گالیکش	میانگین
۲۸۱/۲۵	۴۴۳/۱۰	۷/۶۶	۰/۵۹	۰/۵۷	۳/۲۹	۰	۰/۰۴	۰/۶۰	۱/۹۳	۱/۹۷		کمترین
۳۱۸/۰۵	۵۰۱/۵۰	۸/۱۶	۰/۷۱	۱/۱۵	۴/۰۴	۰/۷۵	۰/۰۵	۰/۹۳	۲/۲۲	۲/۳۴		بیشترین
۱۵/۸۱	۲۴/۱۳	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۲۵	۰/۳۱	۰/۳۱	۰	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۳		انحراف معیار
۲۵۰/۱۵	۵۸۲/۶۴	۰/۰۳	۰	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۰	۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱		واریانس



شکل ۳. نمودار استیف ایستگاه‌های گالیکش (a) و اوغان (b)



شکل ۴. نمودار پایبر ایستگاه‌های گالیکش (a) و اوغان (b)

#### ۴- نتیجه‌گیری

کیفیت آب رودخانه‌ها از جنبه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بسیار اهمیت دارد. هدف اصلی این پژوهش، تعیین عوامل مؤثر بر تغییر پارامترهای شیمیایی ایستگاه‌های گالیکش و اوغان با روش‌های هیدروشیمی می‌باشد. براساس نتایج

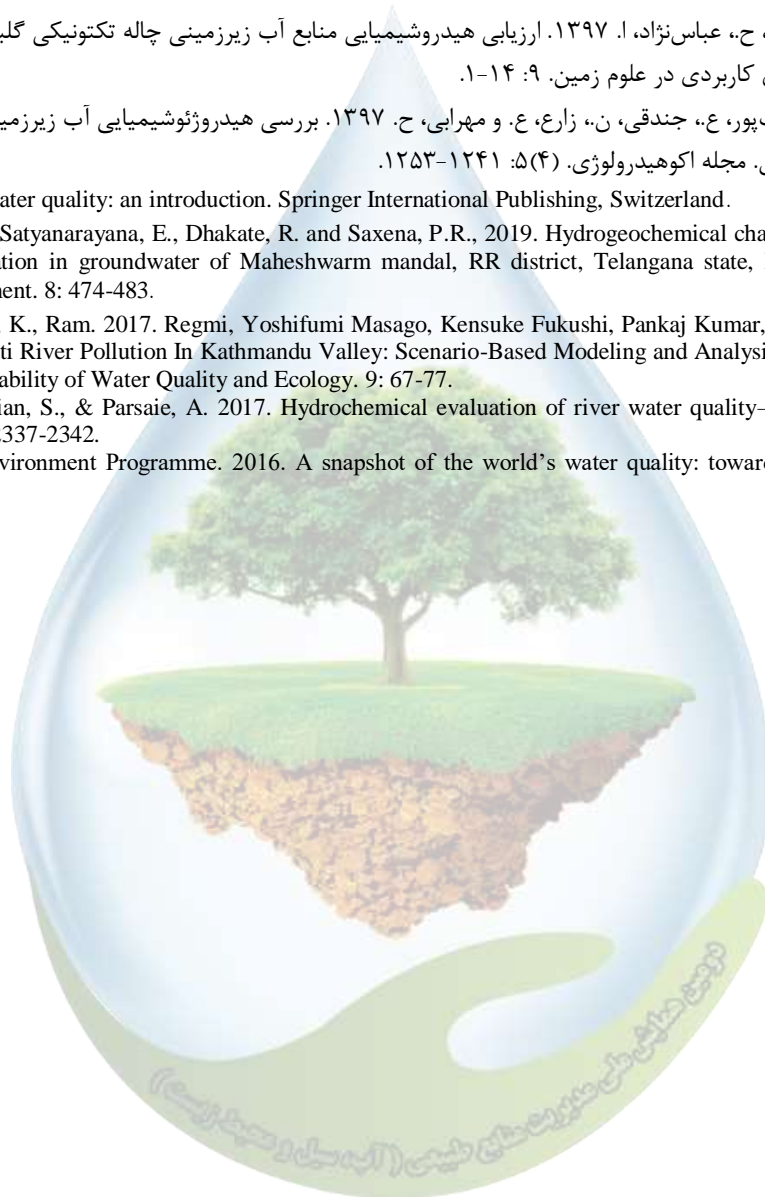




میانگین سالانه پارامترهای فیزیکوشیمیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه، کیفیت آب از بالادست (ایستگاه گالیکش) به سمت پایین دست (ایستگاه اوغان) کاهش می‌یابد، که این می‌تواند به دلیل ورود فاضلاب‌های خانگی و پساب‌های کشاورزی به منابع آبی باشد. نتایج نمودارهای استیف و پایپر نشان داد که تیپ و رخساره هیدروشیمی ایستگاه‌های گالیکش و اوغان بی‌کربناته کلسیک می‌باشد. واکنش آب-سنگ عامل کنترل کننده شیمی آب ایستگاه‌های مورد مطالعه می‌باشد.

## ۵- منابع

۱. خواجه‌ویی، م.، معین‌زاده، ح.، عباس‌نژاد، ا. ۱۳۹۷. ارزیابی هیدروشیمیایی منابع آب زیرزمینی چاله تکنیکی گلباف با استفاده از شاخص اشباع. پژوهش‌های کاربردی در علوم زمین. ۹: ۱۴-۱.
۲. قره‌محمودلو، م.، حشمت‌پور، ع.، جندقی، ن.، زارع، ع. و مهربانی، ح. ۱۳۹۷. بررسی هیدروژئوشیمیایی آب زیرزمینی آبخوان دشت سیدان-فاروق، استان فارس. مجله اکوهیدرولوژی. ۵(۴): ۱۲۴۱-۱۲۵۳.
3. Boyd, CE. 2015. Water quality: an introduction. Springer International Publishing, Switzerland.
4. Laxmankumar, D., Satyanarayana, E., Dhakate, R. and Saxena, P.R., 2019. Hydrogeochemical characteristics with respect to fluoride contamination in groundwater of Maheshwarm mandal, RR district, Telangana state, India. Groundwater for Sustainable Development. 8: 474-483.
5. Mishra, K., Binaya, K., Ram. 2017. Regmi, Yoshifumi Masago, Kensuke Fukushi, Pankaj Kumar, and Chitresh Saraswat. Assessment of Bagmati River Pollution In Kathmandu Valley: Scenario-Based Modeling and Analysis for Sustainable Urban Development. Sustainability of Water Quality and Ecology. 9: 67-77.
6. Qishlaqi, A., Kordian, S., & Parsaie, A. 2017. Hydrochemical evaluation of river water quality—a case study. Applied Water Science. 7(5): 2337-2342.
7. United Nations Environment Programme. 2016. A snapshot of the world's water quality: towards a global assessment. Nairobi.



### تأثیر سازندهای زمین‌شناسی در شکل‌گیری و آبدهی چشمه‌های شرق استان گلستان

مجتبی قره‌محمودلو<sup>۱\*</sup>، مریم صیادی<sup>۲</sup>، محمد تقی رجبی<sup>۳</sup>، میلاد نظری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران  
<sup>۲</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران  
<sup>۳</sup> دانش‌آموخته کارشناسی مهندسی آب، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران  
<sup>۱\*</sup> نویسنده مسوول: mmahmoodlu@yahoo.com / mmahmoodlu@gonbad.ac.ir

#### چکیده

این پژوهش به منظور بررسی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری، آبدهی و کیفیت آب چشمه‌های شرق استان گلستان بعنوان یکی از مهم‌ترین منابع آبی جهت مصارف شرب و کشاورزی انجام شد. بدین منظور از اطلاعات مربوط به نتایج آنالیز برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی شامل: دما، pH و EC و همچنین پارامتر هیدرولوژیک دبی در طی یک دوره پنج ساله استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که، چشمه‌های درز و شکافی بیشترین پراکندگی و چشمه‌های کارستی کمترین فراوانی را در شرق استان گلستان دارند. بیشترین و کمترین میزان دبی سالانه به ترتیب در چشمه‌های درز و شکافی و همبری مشاهده شد. از آنجاییکه تکتونیک و در پی آن درز و شکاف باعث افزایش نفوذپذیری در لایه‌های آبدار و همچنین سنگ‌های دربرگیرنده آن‌ها می‌شود، فراوانی و بالا بودن دبی در چشمه‌های درز و شکافی بدیهی بنظر می‌رسد. براساس نتایج این پژوهش، تغییرات دمایی آب چشمه‌ها و میزان EC شباهت زیادی به تغییرات پارامتر دبی دارد بطوریکه بیشترین دمای آب در چشمه‌های درز و شکافی و کمترین آن در چشمه‌های همبری مشاهده شد. بطور کلی سازندهای شیلی و مارنی شمال استان با توجه به ماهیت‌شان می‌توانند یکی از دلایل افزایش EC آب در این مناطق می‌باشند.

واژگان کلیدی: آب‌های زیرزمینی، چشمه، کیفیت آب، سازندهای زمین‌شناسی

#### ۱- مقدمه

منابع آب زیرزمینی در ایران و سایر کشورهای دارای اقلیم مشابه با ایران، مهم‌ترین منابع تأمین آب شرب و کشاورزی محسوب می‌گردد. کیفیت منابع آب در هر منطقه تحت تأثیر عواملی با منشأ طبیعی یا انسانی دچار تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی می‌شود. این تغییرات محدودیت‌های جدی برای بهره‌برداری از منابع آب به وجود می‌آورد. از اینرو بررسی و مطالعه این منابع به منظور حفظ و اصلاح کیفیت آنها ضروری است (عبدل آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). یکی از راه‌های خروج آب‌های زیرزمینی چشمه‌ها می‌باشند.

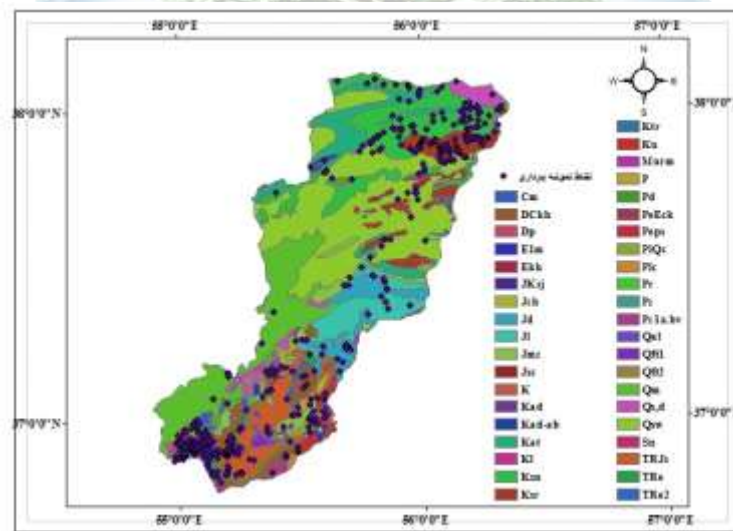
معمولاً چشمه‌ها وقتی تشکیل می‌شوند که رسوبات نفوذپذیر مانند قلوه‌سنگ، شن و ماسه، ماسه سنگ، کنگلومرا و غیره روی رسوبات غیر قابل نفوذ قرار گرفته باشد. همچنین آب‌های زیرزمینی از محل‌هایی که دارای مقاومت کمتری بوده مانند درز، شکاف و یا گسل‌ها خارج می‌شوند. وجود شرایط مساعد زمین‌شناسی (از دیدگاه جنس لایه‌های زمین)، تحرکات تکتونیکی به عنوان تسریع کننده و ایجادکننده شرایط لازم برای ظهور چشمه‌ها و شرایط توپوگرافی مناسب، مهم‌ترین پارامترهای ایجاد کننده چشمه‌ها می‌باشد (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۴).

کازمی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی عوامل مؤثر در پتانسیل یابی آب در منطقه کارستی لار نشان دادند که، لایه لیتولوژی بالاترین وزن را به خود اختصاص داده و زیر لایه کربناته به تنهایی ۴۴ درصد از وزن این لایه را تشکیل می‌دهند. لایه‌های بعدی به ترتیب اهمیت، شامل؛ لایه شیب و طبقات ارتفاعی، لایه فاصله از عناصر ساختاری، خطواره‌ها، کنتاکت آهکی و شبکه آبراه‌های هستند. نتایج محمدزاده و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی تأثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت آب زیرزمینی دشت بجستان نشان داد که، تأثیر مجموع سازندهای غیرکواترنری بر چاه‌ها افزایش می‌یابد. همچنین سازند  $Q_2$  در فواصل نزدیک به چاه‌ها بیشترین گسترش را دارند که شامل مخروط افکنه‌ها و رسوبات آبرفتی جوان است و محل اصلی تغذیه آبخوان‌ها می‌باشند. اما هرچه فاصله از چاه‌ها افزایش می‌یابد، تأثیر سازندهای غیرکواترنری از جمله آهک کرتاسه و سنگ‌های باتولیتی (آتشفشانی) که به ترتیب دارای توان تولید تیپ آبی کلروره و کربناته را دارند، افزوده می‌شود. تشکیلات، پدیده‌ها و فرآیندهای زمین‌شناسی نقش مهمی در شکل‌گیری، آبدهی و کیفیت چشمه‌ها در هر منطقه دارند. از اینرو پژوهش حاضر منظور تأثیر سازندهای زمین‌شناسی در شکل‌گیری و آبدهی چشمه‌های شرق استان گلستان انجام شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش شرق استان گلستان (شامل شهرهای؛ مراوه تپه، کلاله، گالیکش، مینودشت، آزادشهر و رامیان) می‌باشد. مساحت این منطقه در حدود ۸۰۵۲/۱۷ کیلومتر مربع می‌باشد که حدود ۳۹/۴ درصد از کل استان گلستان (۲۰۴۳۸/۳ کیلومتر مربع) را تشکیل می‌دهد. این منطقه در بین طول‌های جغرافیایی  $54^{\circ}53'$  تا  $56^{\circ}22'$  شرقی و عرض‌های جغرافیایی  $36^{\circ}46'$  تا  $38^{\circ}07'$  شمالی قرار دارد. موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی چشمه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۵. موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی چشمه‌های مورد مطالعه

### ۲-۲- روش کار

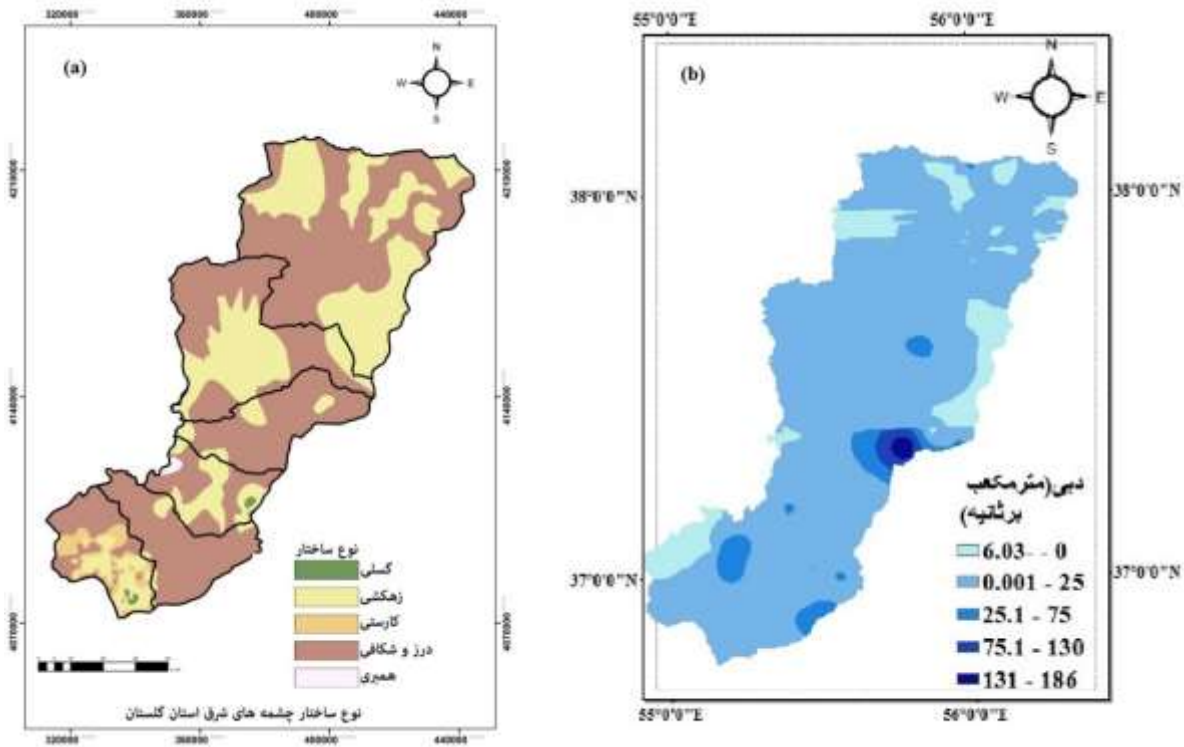
به منظور بررسی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری، آبدهی و کیفیت آب چشمه‌های شرق استان گلستان از نتایج آنالیز برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی شامل؛ دما، pH و EC و پارامتر هیدرولوژیک دبی در طی یک دوره پنج ساله استفاده شد. تمامی اطلاعات از اداره آب منطقه‌ای استان گلستان جمع‌آوری شد. در این پژوهش، نوع و نحوه تشکیل چشمه‌های منطقه مورد مطالعه و ارتباط آنها با سازندهای زمین‌شناسی با استفاده بررسی شد. با توجه به بیشترین تمرکز چشمه‌ها و زمین‌شناسی

منطقه مورد مطالعه می‌توان براساس سازندهای زمین‌شناسی موجود در آن ناحیه به چگونگی تشکیل چشمه‌ها و انواع آن‌ها پی برد. همچنین نحوه پراکندگی و پهنه‌بندی انواع چشمه‌ها با استفاده از نرم‌افزار GIS و روش درون‌یابی کریجینگ انجام شد.

### ۳- نتایج و بحث

توزیع مکانی براساس نوع ساختار و همچنین تغییرات میزان دبی چشمه‌های شرق استان گلستان با استفاده از GIS در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج حاصله، چشمه‌های درز و شکافی بیشترین گستردگی را در شرق استان گلستان دارا می‌باشد (شکل ۲a). یکی از گسل‌های فعال منطقه که دارای پیشینه لرزه‌خیزی نیز می‌باشد، گسل مراوه‌تپه می‌باشد. این گسل یکی از مهم‌ترین علل پیدایش چشمه‌های درز و شکافی می‌باشد (روستایی و همکاران، ۱۳۹۳). بعد از چشمه‌های درز و شکافی، چشمه‌های زهکشی پراکندگی بالایی را در سطح شرق استان گلستان دارند. بطور کلی براساس نحوه شکل‌گیری چشمه‌های منطقه به انواع درز و شکافی، زهکشی، گسلی، همبری و کارستی تقسیم می‌شوند که از این میان چشمه‌های درز و شکافی بیشترین فراوانی را دارند و در تمام نقاط شرق استان دیده می‌شوند. برخلاف چشمه‌های درز و شکافی، چشمه‌های کارستی کمترین فراوانی را به لحاظ فراوانی دارند. اگرچه سنگ‌های آهکی در منطقه مورد مطالعه از پراکندی نسبتاً بالایی برخوردارند. با توجه به نقشه پهنه‌بندی شکل (۲b) تغییرات میزان دبی چشمه‌ها از بالادست تا پایین دست منطقه مورد مطالعه تقریباً یک‌نواخت می‌باشد که این میزان از ۰ تا ۲۵ مترمکعب بر ثانیه متغیر است. اگرچه این پارامتر در حد فاصل بین شهرهای گالیکش و مینودشت به بیشترین میزان خود (۱۳۱ تا ۱۸۶ مترمکعب بر ثانیه) رسیده است. با توجه به نقشه‌های مربوط به زمین‌شناسی و نوع ساختار چشمه‌ها، این نوع چشمه‌ها بیشتر در تشکیلات آهکی و آهکی-شیلی مربوط به ژوراسیک شکل گرفته‌اند و اصولاً از نوع چشمه‌های درز و شکافی هستند. با توجه به میزان آبدی سالانه چشمه‌ها و تغییرات دبی آنها، بیشتر چشمه‌ها واقع در ارتفاعات و حاشیه ارتفاعات در رده‌بندی چشمه‌ها دائمی قرار می‌گیرند. اگرچه برخی از آنها خصوصاً چشمه‌های واقع در شمال استان در رده چشمه‌های متناوب جای دارند.

نتایج آماری پارامترهای فیزیکی شیمیایی (دما، EC و pH) و هیدرولوژیکی (دبی) برای چشمه‌های مورد مطالعه محاسبه شده و در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین دبی در بین انواع چشمه‌ها از ۰/۲۹ تا ۴/۹ می‌باشد که بیشترین و کمترین میزان آن به ترتیب در چشمه‌های درز و شکافی و همبری مشاهده شد. انحراف معیار دبی برای این دو چشمه به ترتیب ۱۳/۴ و ۰/۰۸ می‌باشد. از آنجاییکه تکتونیک و در پی آن درز و شکافی باعث افزایش نفوذپذیری در لایه‌های آبدار و همچنین سنگ‌های دربرگیرنده آنها می‌شوند، بالا بودن دبی در چشمه‌های درز و شکافی بدیهی بنظر می‌رسد. براساس نتایج این پژوهش، تغییرات دمایی آب چشمه‌ها شباهت زیادی به تغییرات پارامتر دبی دارد بطوریکه بیشترین دمایی آب در چشمه‌های درز و شکافی و کمترین آن در چشمه‌های همبری مشاهده شد. بنظر می‌رسد چشمه‌های درز و شکافی سریعتر از چشمه‌های دیگر تبادل دمایی انجام می‌دهند. از اینرو دمایی آنها نزدیک به متوسط دمایی هوای منطقه مورد مطالعه می‌باشد. تغییرات میزان EC مشابه تغییرات پارامترهای دبی و دما می‌باشد. بطوریکه بیشترین میزان EC مربوط به چشمه‌های درز و شکافی و کمترین آنها مربوط به چشمه‌های همبری می‌باشد. درز و شکافی باعث افزایش هوازگی فیزیکی و در پی آن هوازگی شیمیایی در سنگ مخزن چشمه‌ها شوند. این امر می‌تواند باعث آزادسازی یون‌های بیشتر در آب چشمه‌ها و در پی آن افزایش مواد محلول جامد و EC شود. با توجه به زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه، سازندهای آهکی، ماسه‌ای آبرفتی و شیلی از گستردگی نسبتاً



شکل ۶. نوع ساختار چشمه‌های شرق استان گلستان

بالایی برخوردار می‌باشند. بطور کلی سازندهای شیلی با توجه به ماهیت‌شان می‌توانند یکی از دلایل افزایش EC آب در برخی از چشمه منطقه باشند. در حالیکه سازندهای آهکی از دلایل اصلی افزایش سختی آب در شرق استان گلستان می‌باشند. میزان pH نمونه‌های آب انواع چشمه‌ها بین ۶/۹۷ تا ۷/۴ می‌باشد. این امر نشان از خنثی بودن آب چشمه در منطقه مورد مطالعه دارد.

جدول ۱. نتایج آماری پارامترهای مورد بررسی در چشمه‌های مورد مطالعه

نوع ساختار	پارامتر	تعداد	میانگین	کمترین	بیشترین	انحراف معیار	واریانس
درز و شکافی	دبی	۳۷۸	۴/۹	۰	۱۹۰	۱۳/۴	۱۷۹/۴
	دما	۳۷۸	۱۵/۲	۰	۲۶	۴	۱۵/۹
	EC	۳۷۸	۱۲۷۱/۷	۱۴۰	۲۵۰۰۰	۱۹۹۸/۹	۳۹۹۵۷۸۳
زهکشی	pH	۳۷۸	۷/۴	۶/۱	۹/۱	۰/۵	۰/۲
	دبی	۱۸۶	۱/۵۷	۰/۲	۳۴	۴/۳۷	۱۹/۱۲
	دما	۱۸۶	۱۳/۱۰	۰	۲۵	۴/۰۶	۱۶/۴۵
همیری	EC	۱۸۶	۷۱۲/۵۲	۲۱۵	۲۹۳۶	۴۹۹/۹۱	۲۴۹۹۱۲/۹۲
	pH	۱۸۶	۷/۰۹	۰	۸/۷	۰/۸۰	۰/۶۴
	دبی	۴	۰/۲۹	۰/۲۱	۰/۳۷	۰/۰۸	۰/۰۱
کارستی	دما	۴	۸	۰	۱۳	۷	۴۹
	EC	۴	۴۸۹/۶۷	۴۲۳	۵۲۹	۵۸۰/۵	۳۳۶۹/۳۳
	pH	۴	۶/۹۷	۶/۸	۷/۲	۰/۲۱	۰/۰۴
گولستان	دبی	۱۴	۰/۷۱	۰/۲۱	۳/۸	۰/۹۸	۰/۹۶
	دما	۱۴	۱۲/۸۲	۰	۲۰	۵/۱۶	۲۶/۶۸
	EC	۱۴	۶۸۹/۰۷	۴۸۵	۱۳۲۱	۲۰۳/۲۲	۴۱۳۰۰/۲۳

### ۴- نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که، چشمه‌های درز و شکافی بیشترین پراکندگی را در شرق استان گلستان دارند. یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد این نوع چشمه گسل‌های فعال منطقه (گسل البرز و مراوه تپه) و درز و شکاف حاصل از آن‌ها می‌باشد. براساس نحوه شکل‌گیری چشمه‌های منطقه به انواع درز و شکافی، زهکشی، گسلی، همبری و کارستی تقسیم می‌شوند که از این میان چشمه‌های درز و شکافی بیشترین فراوانی را دارند و در تمام نقاط شرق استان دیده می‌شوند. برخلاف چشمه‌های درز و شکافی، چشمه‌های کارستی کمترین فراوانی را به لحاظ فراوانی دارند. اگرچه سنگ‌های آهکی در منطقه مورد مطالعه از پراکندگی نسبتاً بالایی برخوردارند.

### ۵- منابع

۱. روستایی، م.، آق‌آتابای، م. و نعمتی، م. ۱۳۹۳. بررسی نقش زمین‌ساخت فعال در ناهنجاری‌های زمین‌ریختی حوضه آبریز گرگان‌رود-قره‌سو. فصلنامه زمین‌شناسی ایران. ۸(۳۱): ۳-۱۸.
۲. عبدالآبادی، ح.، اردستانی، م. و حسنلو، ح. ۱۳۹۳. ارزیابی پارامترهای کیفی آب به‌روش تحلیل آماری چند متغیره (مطالعه موردی: رودخانه اترک). مجله آب و فاضلاب. ۲۵(۳): ۱۱۷-۱۱۰.
۳. کاظمی، ر.، شادفر، ص. و بیات، ر. ۱۳۹۴. بررسی عوامل مؤثر در پتانسیل‌یابی منابع آب سازندهای سخت، مطالعه‌موردی: منطقه کارستی لار. نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز. ۷(۴): ۳۸۹-۴۰۱.
۴. محمدزاده، ف.، اختصاصی، م.ر. و حسینی، ز. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت آبهای زیرزمینی با کاربرد منطق بولین، مطالعه موردی: حوزه آبخیز دشت بجزستان. نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز. ۹(۱): ۱۱-۲۱.

## پایش کیفی رودخانه خرم‌آباد با استفاده از مدل QUAL2Kw

فاطمه صفر بیرانوند<sup>۱</sup>، علی حقی زاده<sup>۲\*</sup>، حسین زینی وند<sup>۳</sup>، ناصر طهماسبی پور<sup>۴</sup>  
<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه لرستان، <sup>۲</sup> و <sup>۳</sup> دانشیار گروه مهندسی آب‌خیزداری، دانشگاه لرستان  
<sup>۴</sup> و \* نویسنده مسئول: (haghizadeh.a@lu.ac.ir)

### چکیده

در مطالعه‌ی حاضر به پایش کیفی رودخانه خرم رود (خرم‌آباد) پرداخته شد. برای این منظور در طول ۳۵ کیلومتر از رودخانه، پارامترهای کیفی DO، PH، BOD و EC با استفاده از مدل QUAL2Kw شبیه‌سازی و مطالعه شد. داده‌های تیر و مرداد ۱۳۹۵ به دلیل کفایت مورد نیاز به منظور واسنجی و صحت‌سنجی مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد که غلظت اکسیژن محلول مدل‌سازی شده و مشاهداتی تقریباً روند بدون تغییری را می‌پیماید و این امر نشان‌دهنده‌ی وارد نشدن آلودگی عمده به رودخانه است. از طرف دیگر، نقاط مشاهداتی در انتهای مسیر از نمودار مدل‌سازی شده فاصله گرفتند که این امر به علت تغییر در منابع آلاینده است که مدل نتوانسته شبیه‌سازی دقیقی در آن قسمت از مسیر رودخانه داشته باشد اما به‌طور کلی از بالادست به سمت پایین دست غلظت اکسیژن محلول کاهش می‌یابد و مدل‌سازی نیز با دقت نسبتاً خوبی این موضوع را بیان می‌کند. همچنین نمودار CBOD روند افزایشی داشته است. به‌طور کلی چند عامل شناخته‌شده بر نرخ حذف CBOD از ستون آب اثر می‌گذارند. مهم‌ترین آن‌ها دمای آب، عوامل هیدرولیکی، هندسه‌ی رودخانه و مواد آلی است.

واژگان کلیدی: خرم رود، کیفیت، CBOD، QUAL2Kw.

### ۱- مقدمه

امروزه با توجه به افزایش جمعیت، تأثیر فعالیت‌های انسانی بر کیفیت آب و مسائلی که در ارتباط با آلودگی آب به وجود آمده است، لزوم توجه به کیفیت منابع آب اهمیت زیادی پیدا کرده است. در حال حاضر آلودگی‌های شیمیایی یکی از تهدیدات جدی اکوسیستم‌های آبی به شمار می‌رود این در حالی است که توسعه کشاورزی برای پاسخگویی به نیاز روزافزون غذا و در کنار آن زندگی مصرفی امروز باعث شده است که منابع آب به‌ویژه آب‌های سطحی هر روز با مواد شیمیایی جدیدی آلوده شوند به‌طوری که سمیت بالقوه انواع آلاینده‌ها به دلیل برهم‌کنش بین آن‌ها بسیار پیچیده است.

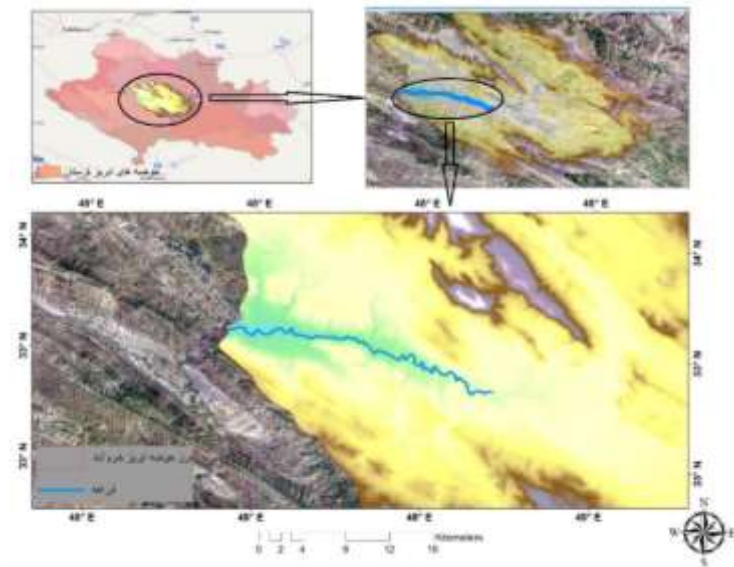
رودخانه‌ها یکی از آسیب‌پذیرترین محیط‌ها نسبت به آلودگی هستند. رسوبات بستر رودخانه به علت توانایی بالا در جذب آلاینده‌ها می‌توانند نماینده‌ی مناسبی برای بررسی شدت آلودگی در رودخانه‌ها باشند (قشلاقی و همکاران، ۱۳۹۱).

Camargo et al (2010) شبیه‌سازی کیفیت آب رودخانه فیداگو برزیل را با استفاده از مدل QUAL2Kw انجام دادند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که مدل QUAL2Kw به‌خوبی کیفیت آب رودخانه را مدل‌سازی می‌کند. دقت شبیه‌سازی پارامترهای EC، TDS، PH، E coli و ALK در فصل بارانی و پارامترهای EC، TDS، PH، TP و ALK در فصل خشک

مناسب است. همچنین مشخص شد که تغییر کیفیت آب رودخانه عمدتاً به واسطه‌ی بارهای غیر نقطه‌ای و شاخه‌های فرعی است. حسینی (۱۳۹۱)، توان خود پالایی رودخانه کارون در محدوده‌ی شهری با توجه به حجم بالای ورود آلاینده به آن و تعیین خصوصیات کیفی آب در این محدوده با استفاده از مدل QUAL2kw را بررسی کرد. شگری و همکاران (۱۳۹۴) از مدل QUAL2Kw برای شبیه‌سازی رودخانه گرگر در اهواز استفاده کردند. به‌منظور اجرای مدل داده‌های موجود به دودسته تقسیم گردیدند که از دسته‌ی اول (مهر ۸۹ تا اسفند ۹۰) در واسنجی مدل و از دسته دوم (اردیبهشت ۹۱ تا اسفند ۹۱) اطلاعات موجود به‌منظور آزمایش و صحت‌یابی مدل استفاده شد و پارامترهای آمونیوم و نترات موجود در رودخانه گرگر، شبیه‌سازی و ارزیابی شد. نتایج حاصل از صحت‌سنجی نشان داد مدل تطابق خوبی با واقعیت دارد. میرکریمی و همکاران (۱۳۹۶) ضمن بررسی تغییرات زمانی و مکانی پارامترهای کیفی آب با استفاده از مدل CE\_QUAL\_W2 پهنه‌ی دارای خود پالایی بیشتر در رودخانه کرج را مشخص کردند و در گام بعدی ارزیابی توان اکولوژیک حوضه را انجام دادند و میزان تطابق کاربری حاشیه رودخانه با توان خود پالایی آن در مناطق هم‌جوار سنجیده شد. در مطالعه‌ی حاضر، بررسی و شبیه‌سازی کیفیت آب رودخانه‌ی خرم‌آباد با استفاده از مدل QUAL2Kw انجام می‌گیرد.

### ۲- مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** رودخانه خرم‌آباد در محدوده جغرافیایی ۴۷-۴۵ تا ۴۸-۳۶ طول شرقی و ۳۳-۱۰ تا ۳۳-۵۰ عرض شمالی قرار گرفته و از شاخه‌های مهم رودخانه کشکان است. محدوده‌ی مورد مطالعه در این پژوهش ۳۵ کیلومتر است. این رودخانه چون در منطقه زاگرس واقع شده دارای توپوگرافی کوهستانی و پرشیب است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت رودخانه‌ی مورد مطالعه (بازه‌ای از رودخانه‌ی خرم‌آباد)

### معرفی مدل QUAL2KW

مدل کیفی QUAL2KW نسخه توسعه‌یافته از مدل QUAL2K است که این مدل برای بررسی کیفیت آب‌های سطحی است و رودخانه را به صورت یک‌بعدی همراه با جریان دائمی غیریکنواخت شبیه‌سازی می‌کند و می‌تواند اثر بارگذاری را هم به صورت نقطه‌ای و هم غیر نقطه‌ای در نظر بگیرد. این مدل قادر است ۱۹ متغیر کیفی آب را شبیه‌سازی کند. در سال‌های اخیر در بین مدل‌های موجود برای شبیه‌سازی کیفیت آب سطحی مدل QUAL2KW بیش‌تر از مدل‌های دیگر مورد استفاده قرار گرفته است زیرا این مدل قابلیت تجزیه و تحلیل عدم قطعیت را داراست. همچنین می‌تواند علاوه بر شبیه‌سازی یک‌بعدی جریان در حالت



پایدار و یکنواخت، ترکیبی از شاخه‌های اصلی و فرعی رودخانه را در نظر گرفته و رودخانه را به صورت تعدادی قطعه که دارای خصوصیات هیدرولیکی ثابت هستند، نمایش دهند. یکی دیگر از مزیت‌های این مدل طراحی آن در محیط اکسل است که کار را برای کاربر آسان نموده است.

### داده‌های موردنیاز برای مدل سازی در مدل QUAL2Kw

برای استفاده از مدل QUAL2Kw برای شبیه‌سازی رودخانه بایستی یک سری اطلاعات ورودی اولیه به مدل معرفی کنیم. این اطلاعات به‌طور کلی به چهار دسته داده‌های هندسی رودخانه، داده‌های هیدرولیکی، داده‌های هواشناسی و داده‌های کیفی تقسیم می‌شوند. با توجه به ایستگاه‌های هیدرومتری موجود، رودخانه خرم رود به ۱۲ بازه تقسیم‌بندی و مشخصات سطح مقطع هر محدوده به مدل داده شد و برای حل معادلات هیدرولیکی از روش معادله مانینگ استفاده شد. اطلاعات کیفی شامل DO, PH, EC, BOD است.

### روش معادله مانینگ در مدل QUAL2Kw

در معادله مانینگ با توجه به اینکه رودخانه شکل منظمی ندارد، هر بازه را به صورت ذوزنقه در نظر می‌گیرند. معادله مانینگ رابطه بین دبی جریان و عمق است (رابطه ۱).

(۱)

$$Q = \frac{S_0^{1/2}}{n} \frac{A_c^{5/3}}{P^{2/3}}$$

$$A_c = [B_0 + 0.5(s_{s1} + s_{s2})H]H$$

$$P = B_0 + H\sqrt{s_{s1}^2 + 1} + H\sqrt{s_{s2}^2 + 1}$$

$Q$ : دبی جریان،  $A_c$ : سطح مقطع عرضی،  $P$ : محیط تر،  $n$ : ضریب زبری مانینگ،  $S_0$ : شیب کف کانال

### شاخص‌های ارزیابی مدل QUAL2KW

برای ارزیابی کارایی و دقت مدل‌ها از شاخص‌های آماری مختلفی استفاده می‌شود که بیانگر اختلاف بین مقادیر شبیه‌سازی و مقادیر واقعی است. در این پژوهش برای ارزیابی دقت مدل QUAL2KW، از ریشه دوم میانگین مربعات خطای نرمال شده (NRMSE)، ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) و خطای مطلق (AME) استفاده شد که در رابطه (۲) آورده شده‌اند.

(۲)

$$NRMSE = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - O_i)^2}{n} \right]^{1/2} \times \frac{100}{O}$$

$$RMSE = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - O_i)^2}{n} \right]^{1/2}$$

$$AME = \frac{\sum |Q_{si} - Q_{oi}|}{N_{si}}$$

که در آن‌ها؛  $S_i$  مقادیر شبیه‌سازی شده توسط مدل،  $O_i$  مقادیر اندازه‌گیری شده (مشاهده‌ای)،  $n$  تعداد مقادیر شبیه‌سازی شده یا اندازه‌گیری شده و  $\bar{O}$  مقدار متوسط پارامتر اندازه‌گیری شده است. مقدار NRMSE ۱۰٪ تا ۲۰٪ و ۲۰٪ تا ۳۰٪ به ترتیب نشانگر وضعیت عالی، مناسب و متوسط مدل در شبیه‌سازی است. زمانی که مقدار این ضریب بیش از ۳۰٪ باشد

نشان دهنده عدم اطمینان از مدل است. شاخص RMSE متوسط پراکندگی اختلاف مقادیر اندازه گیری شده و شبیه سازی شده را نشان می دهد. اما این شاخص اطلاعاتی از بیش تخمینی یا کم تخمینی یک مدل به دست نمی دهد.

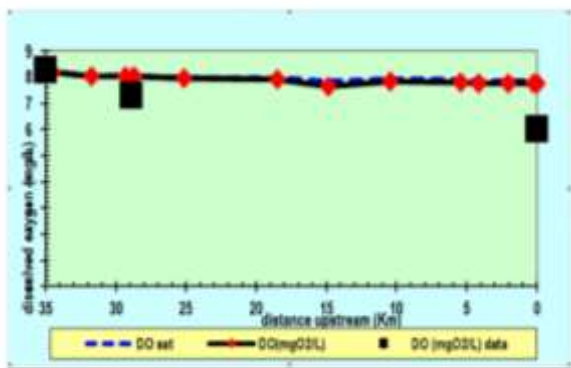
### ۳- نتایج و بحث

در جدول ۱ شاخص های آماری مختلف جهت ارزیابی نتایج مدل در مرحله واسنجی و صحت سنجی محاسبه شده در رودخانه خرم رود آورده شده اند.

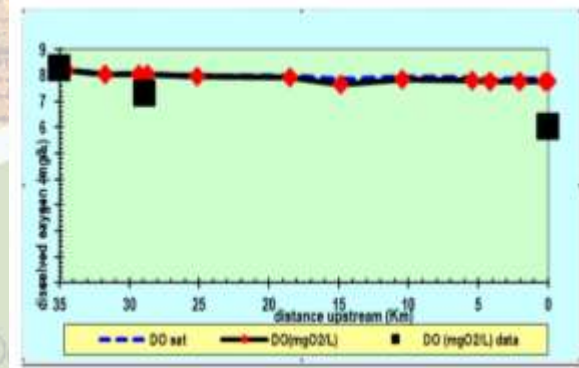
جدول ۱: شاخص های آماری جهت ارزیابی نتایج مدل در مرحله واسنجی و صحت سنجی محاسبه شده در رودخانه خرم رود

	کالیبراسیون				صحت سنجی		
	AME (هم واحد پارامتر)	RMSE (هم واحد پارامتر)	NRMSE (بر حسب درصد)		AME (هم واحد پارامتر)	RMSE (هم واحد پارامتر)	NRMSE (بر حسب درصد)
دبی (m <sup>3</sup> /s)	0.120	0.147	8.319		0.159	0.195	12.195
سرعت (m/s)	0.117	0.135	13.757		0.163	0.179	19.863
عمق (m)	0.038	0.043	7.440		0.017	0.025	5.396
دما (°C)	1.800	2.542	12.882		1.754	2.615	12.764
EC (µdS)	44.751	55.726	10.554		22.573	31.094	5.226
BOD (mgO <sub>2</sub> /L)	0.737	0.984	19.049		0.961	1.238	21.843
PH	0.136	0.191	2.421		0.294	0.383	5.020
DO (mg/l)	0.842	1.113	15.481		0.969	1.246	18.028

همان طور که در جدول ملاحظه می شود تمام پارامترهای کیفی دارای کمترین خطا می باشند. شکل های ۲ و ۳ برخی از نتایج شبیه سازی و صحت سنجی را در قالب نمودار نشان می دهد. همان طور که پیداست نمودارهای شبیه سازی و صحت سنجی نزدیک به هم هستند و این نشان از شبیه سازی خوب مدل است.



شکل ۳: نمودار شبیه سازی شده ی اکسیژن محلول، تیرماه ۹۵



شکل ۲: نمودار صحت سنجی PH، مردادماه ۹۵

در مطالعاتی همچون Camargo et al (2011)، حسینی (۱۳۹۱)، شکری و همکاران (۱۳۹۴) و میرکریمی و همکاران (۱۳۹۶) نیز از مدل به کاررفته در این مطالعه (مدل QUAL2KW) بهره گرفته شد و نتایج این مطالعات نیز حاکی از شبیه سازی خوب این مدل در مناطق مورد مطالعه بود.

### ۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل از داده‌های شبیه‌سازی شده و مشاهداتی در این مطالعه نشان می‌دهد که این مدل قادر است شبیه‌سازی کیفی رودخانه را به خوبی انجام دهد. در این تحقیق برای ارزیابی مدل از ریشه‌ی دوم میانگین مربعات خطای نرمال شده (NRMSE)، ریشه‌ی دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین قدر مطلق خطا (AME) استفاده شد. در این تحقیق داده‌ها به دودسته داده‌های کالیبراسیون و صحت‌سنجی تقسیم شدند. در این مطالعه، مدل برای تیرماه ۹۵ واسنجی شد و برای مردادماه ۹۵ صحت‌سنجی انجام گرفت. نتایج صحت‌سنجی نشان داد روندی که مدل در تیرماه ۹۵ برای رودخانه ترسیم کرده است تا حد قابل قبولی نزدیک به نقاطی که داده‌های مشاهداتی در آن وجود دارند می‌باشد. بنابراین می‌توان از این نتایج برای مردادماه ۹۵ استفاده کرد تا صحت مدل ارائه شده تأیید شود. نتایج صحت‌سنجی نشان داد که مدل از دقت خوبی برخوردار است و تنها در مواردی اختلاف ناچیز بین داده‌های مشاهداتی و روند شبیه‌سازی مشاهده شده است.

### ۵- منابع و مراجع

۱. حسینی، پ.، ۱۳۹۱. ارزیابی خود پالایی رودخانه کارون در محدوده‌ی شهر اهواز، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه ملایر.
  ۲. شگری، س.، هوشمند، ع.، معتضد، ه. ۱۳۹۴. شبیه‌سازی کیفی آمونیوم و نترات در طول رودخانه گرگر با استفاده از مدل QUAL2KW. اکو بیولوژی تالاب. ۶۸-۵۷.
  ۳. قشلاقی، ا.، مصطفوی، ر.، کرمی، غ.، رستمی، ش. ۱۳۹۱. ارزیابی کیفیت و آلودگی آب و رسوبات بستر رودخانه سیاه رود، منطقه قائم‌شهر، استان مازندران، دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده علوم پایه.
  ۴. میرکریمی، س. ح.، سعادت پور، م.، سعیدی، س. ۱۳۹۶. بررسی تطابق کاربری‌های حاشیه رودخانه با توان خود پالایی آن (مطالعه موردی: رودخانه کرج (دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده مرع و آبخیزداری و شیلات و محیط‌زیست).
5. Camargo, R. d. A., Calijuri, M. L., Santiago, A. d. F., Couto, E. d. A. d. 2010. Water quality prediction using the QUAL2Kw model in a small karstic watershed in Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia, 22(4), 486-498.

### مدل سازی تأثیر روش کشت نشایی بر مقدار مصرف آب سویا در گرگان

گلشاد سلیمان زاده<sup>۱\*</sup>، افشین سلطانی<sup>۲</sup>، بنیامین ترابی<sup>۳</sup>، حسین ابراهیمی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>۲</sup>استاد گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>۳</sup>دانشیار گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>۴</sup>کارشناس مسئول دانه‌های روغنی سویا، سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان

\*رایانامه (Email): نویسنده مسئول: (Email: golshad.s.z@gmail.com)

### چکیده

کشت نشایی به عنوان یک راهکار بر صرفه جویی آب پیشنهاد شده است. با شبیه سازی شرایط کشت نشایی در مدل های شبیه سازی تولید گیاهی می توان اثر این نوع سیستم کاشت بر مصرف آب و سایر خصوصیات سویا را بررسی کرد. برای این منظور تأثیر کشت نشایی بر مقدار مصرف آب سویا تابستانه در گرگان با استفاده از مدل شبیه سازی گیاهی SSM\_iCrop2 برای دوره زمانی (۲۰۱۵\_۲۰۰۰) در چهار تاریخ کاشت مختلف ۲۰ خرداد (زود هنگام)، ۴ تیر (معمول)، ۲۳ تیر (دیر) و ۵ مرداد (خیلی دیر) و با استفاده از چهار تیمار اندازه گیاهچه (نشاء) ۱۳، ۱۸، ۲۴ و ۲۹ سانتی متر مربع در بوته به ترتیب S1, S2, S3, S4 به همراه کشت بذری ارزیابی شدند. در شبیه سازی در صورت عدم تکمیل دوره رشد گیاه تا اول آذر، تیمار مورد نظر به دلیل اختلال در کشت محصول بعدی نامطلوب در نظر گرفته شده و از مقایسات کنار گذاشته شد. از این نظر، کشت بذری در تاریخ کاشت سوم و همه انواع کشت در تاریخ کاشت چهارم کنار گذاشته شدند. نتایج این آزمایش نشان داد که در همه ی تاریخ های کاشت روش کشت نشایی اثر مثبتی روی کاهش مصرف آب سویا نسبت به روش کشت مستقیم نداشته است و باید از تدابیر دیگری در روش کاشت جهت کاهش مصرف آب استفاده نمود. **واژگان کلیدی:** آبیاری، سویا، کشت نشایی.

### مقدمه:

وابستگی تولید به آب آبیاری در ایران زیاد است و عمده تولیدات غذایی کشور نیز از کشاورزی آبی می باشد. تنها در صورت بهینه سازی مصرف آب در بخش کشاورزی و افزایش کارایی مصرف آب در این بخش می توان به اهداف تولیدات کشاورزی در برنامه های توسعه کشور در افق سال ۱۴۰۴ دست یافت (حیدری، ۱۳۸۸). با توجه به محدودیت منابع آب در بیشتر مناطق کشور، از جمله استان گلستان که در آن کشت سویا انجام می گیرد ولی زمان کشت آن مقارن با دوره حساس رشد غلات می باشد ابداع و استفاده از فن هایی که بتوان تا حد امکان از منابع موجود حداکثر استفاده را نمود ضرورت می یابد. در کشت نشائی مهم ترین مسئله آب است. هدف اصلی از انجام کشت نشائی سویا، این است که مراحل از طول دوره رشد گیاه در خزانه ای به مساحت صد برابر کمتر از زمین اصلی طی می شود؛ بنابراین به همان نسبت مدیریت مزرعه کاهش پیدا می کند و در خزانه ای صد برابر کمتر از زمین اصلی آبیاری انجام می شود. با توجه به اینکه حدود ۹۰ درصد از آب مصرفی کشور در بخش کشاورزی مصرف می شود بنابراین کشت نشایی گامی مؤثر در صرفه جویی آب می باشد؛ اما با وجود این مزیت باید بررسی شود که آیا کشت نشایی در طی فصل رشد در مزرعه هم باعث کاهش مصرف آب می شود یا نه؟

بنابراین هدف از این تحقیق استفاده از مدل شبیه‌سازی گیاهی در جهت مقایسه کشت نشایی با کشت رایج در تاریخ‌های کاشت مختلف از نظر مصرف آب سویا در شرایط محیطی گرگان می‌باشد. بدین منظور آزمایشی تحت تیمارهای نشایی و بذری با مدل شبیه‌سازی شد.

### مواد و روش‌ها:

مدل مورد استفاده: در این مطالعه مدل شبیه‌سازی گیاهی SSM\_iCrop2 برای بررسی تأثیر کشت نشایی سویا بر مقدار مصرف آب استفاده شد. این مدل توانایی شبیه‌سازی مراحل فنولوژی، گسترش و پیری برگ، توزیع ماده خشک، تشکیل عملکرد و موازنه آب خاک را دارد. مدل شبیه‌سازی را به صورت روزانه انجام می‌دهد (سلطانی، ۲۰۰۹). برای اجرای مدل به داده‌های هواشناسی شامل دمای حداقل و حداکثر، بارندگی و تشعشع در مقیاس روزانه نیاز است. داده‌های هواشناسی ایستگاه هاشم‌آباد گرگان برای دوره زمانی ۱۳۹۴-۱۳۷۹ (۲۰۱۵-۲۰۰۰) از اداره کل هواشناسی استان گلستان تهیه شد. ورودی خاک برای شرایط گرگان از نوع خاک لوم رسی در نظر گرفته شد. شرایط کشت در مدل آبی لحاظ شد و آبیاری وقتی کسر آب قابل‌دسترس خاک به کمتر از ۰/۵ کاهش می‌یافت، انجام می‌شد. از مشخصات رقم DPX که در منطقه رایج است در مدل استفاده شد (نه‌بندانی و همکاران، ۱۳۹۴).

تاریخ‌های کشت به کار رفته در شبیه‌سازی‌ها عبارت بودند از: تاریخ کاشت زود هنگام (۲۰ خرداد)، معمول (۴ تیر)، دیر هنگام (۲۳ تیر) و خیلی دیر (۵ مرداد).

در هر یک از تاریخ‌های کاشت فوق کشت مستقیم بذری و کشت نشایی با چهار اندازه نشا شبیه‌سازی شدند. برای کشت نشایی اندازه نشاها و سن آن‌ها در زمان نشا بر حسب درجه سانتی‌گراد (دمای تجمعی) عبارت بودند از: گیاهچه با سن ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۳ سانتی‌متر مربع سطح برگ (S1)، ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۸ سانتی‌متر مربع سطح برگ (S2)، ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و ۲۴ سانتی‌متر مربع سطح برگ (S3) و ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۲۹ سانتی‌متر مربع سطح برگ (S4). اندازه نشاها بر اساس رابطه سطح برگ نشا و واحد دمایی تجمعی از یک آزمایش گلخانه‌ای تولید نشا به دست آمده بود. بعد از ورود تمامی اطلاعات مربوط به منطقه، خاک، مدیریت و گیاه در مدل iCrop2، طراحی سناریو و شبیه‌سازی تولید برای گیاه سویا در منطقه هاشم‌آباد گرگان با تیمارهای مدیریتی، اقدام شد. در آزمایش شبیه‌سازی پنج تیمار (چهار تیمار نشایی و یک تیمار بذری) با ۱۶ بلوک (تکرار) که سال به‌عنوان بلوک در نظر گرفته شد آنالیز آماری داده‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نرم‌افزار SAS (سلطانی، ۱۳۸۶) انجام شد. تجزیه واریانس برای هر تاریخ کاشت جداگانه انجام شد.

### ۳- نتایج و بحث

نتایج حاصل از آنالیز آماری شبیه‌سازی نشان می‌دهد که در تاریخ‌های کاشت زود، معمول و دیر بین دو روش کاشت (نشایی و بذری) از نظر مقدار مصرف آب تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱). با توجه به کامل نشدن دوره رشد تیمارهای نشایی و بذری در تاریخ کاشت خیلی دیر، این مقایسه صورت نمی‌گیرد. مصرف آب در بررسی تاریخ کاشت عامل مهمی است که سبب شروع فعالیت گیاه شده و می‌تواند اثر مهم‌تری نسبت به تاریخ کاشت داشته باشد؛ بنابراین در صورتی که بتوان در زمان نیاز گیاه آبیاری مطلوب انجام داد، تأثیر قابل‌توجه‌تری از آبیاری نسبت به تاریخ کاشت حاصل نمود (توکلی، ۱۳۹۱). با نظر به این‌که مقدار آب آبیاری تابعی از تبخیر از سطح خاک و تعرق از گیاه می‌باشد مورد تجزیه تحلیل قرار گرفتند. تبخیر از سطح خاک در تاریخ‌های کاشت اول (۲۰ خرداد)، دوم (۴ تیر) و سوم (۲۳ تیر) و همچنین تعرق از سطح گیاه در تاریخ کاشت سوم (۲۳ تیر) و چهارم (۵ مرداد) معنی‌دار شدند. ولی در بقیه تاریخ‌های کاشت معنی‌دار نبودند (جدول ۱). تعرق جزء اصلی فرآیند اتلاف آب است. با توجه به میزان تبخیر و تعرق شبیه‌سازی شده، وجود سطح برگ اولیه بالاتر سبب افزایش تعرق گیاه شده و از جهتی با توجه به نفوذ کم‌تر نور به درون تاج-پوشش کاهش تبخیر از سطح خاک می‌شود (شکل ۱ ب)؛ بنابراین کاشت نشایی اثرات متفاوتی روی میزان آب مصرفی دارد. بیشترین و کمترین تبخیر از سطح خاک به ترتیب مربوط به تیمار بذری و نشایی (S4) در تاریخ کاشت ۲۳ تیر ۱۲۹/۸ و ۱۰۹/۸ میلی‌متر بود (شکل ۱ ج). به

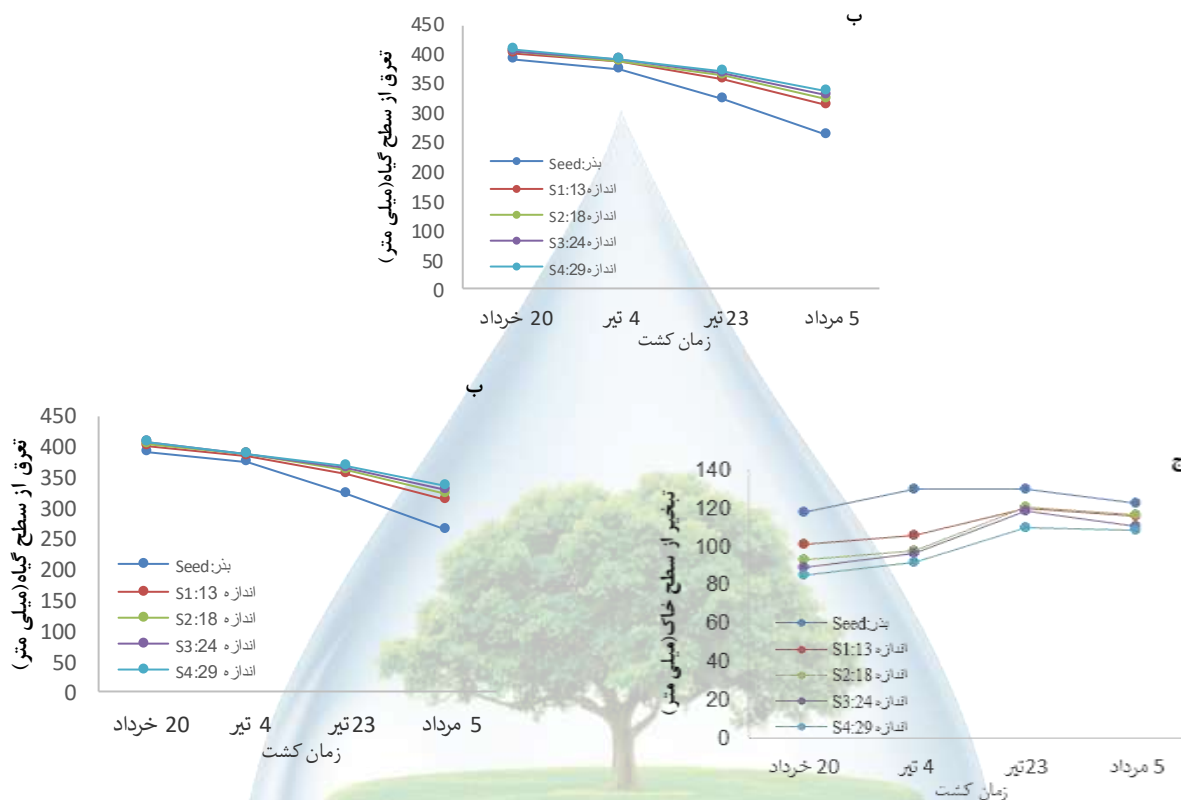
نظر می‌رسد تیمارهای نشایی به دلیل داشتن سطح برگ بیش‌تر در ابتدای رشد و بسته شدن سریع‌تر تاج-پوشش مقدار حجم آبیاری به‌جای تبخیر از سطح صرف رشد و توسعه خود می‌کند و در نتیجه از راه تعرق آب از دست می‌دهد. در نتیجه تیمارهای بذری مقدار بیشتری آب را از سطح خاک از دست می‌دهند (شکل ۱ ج). با توجه به نمودار شکل (۵ ب) تعرق مشاهده می‌شود که با تأخیر در کاشت تعرق از گیاه نیز کمتر می‌شود و با توجه به معنی‌داری تعرق در تاریخ‌های کشت سوم و چهارم بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار تعرق به ترتیب به مربوط تیمار نشایی (S4) ۳۶۸/۸ در تاریخ کاشت سوم و تیمار بذری ۲۶۲/۶ در تاریخ کاشت چهارم می‌باشد که نشان‌دهنده تعرق بیشتر از تیمارهای نشایی است. با تأخیر کاشت سویا، به دلیل افزایش بارش طی دوره رشد و همچنین کاهش طول دوره رشد برای زراعتی که تا اواسط تیرماه کشت می‌شود و همچنین کاهش دما در تاریخ‌های کاشت دیرتر، نیاز آبی و همچنین تعداد دفعات آبیاری نیز کاهش می‌یابد. در تاریخ کاشت چهارم سطح برگ در تیمار بذری در زمان دیرتر و مصادف با دمای پایین‌تر به حداکثر سطح برگ خود رسیده است در نتیجه تبخیر و تعرق کمتر و حجم مصرف آب نیز کمتر بوده است (شکل ۵). با کامل شدن پوشش گیاهی، تعرق جزء اصلی فرآیند اتلاف آب است که نشان‌دهنده فتوسنتز و تولید ماده خشک در تیمار نشایی بیشتر می‌باشد. در بین تیمارها تیمار نشایی با سطح برگ بیشتر باعث تبخیر کمتر از سطح خاک و تعرق بیشتر از سطح گیاه شد باز نگه داشتن روزنه‌ها از یک طرف باعث کاهش آب برگ و از طرف دیگر باعث افزایش فتوسنتز می‌شود و تعادل این دو، روند رشد تحت تنش را کنترل می‌کند (روحی و سی-وسه-مرده، ۲۰۰۸). شاخص‌های رشدی مطلوب گیاه زراعی باعث افزایش توسعه سطح برگ و در نهایت عملکرد بالاتر می‌شود (هاشم-پور و همکاران، ۱۳۹۴). شاخص سطح برگ متغیر کلیدی در تعیین میزان رشد، جذب نور و کارایی فتوسنتزی، تعیین‌کننده میزان تبخیر و تعرق و پاسخ گیاه به مدیریت زراعی است (آمه و اکزیه، ۲۰۰۵). هرچه میزان تراکم تاج‌پوشش کم‌تر باشد سبب افزایش نفوذ تابش خورشید به لایه‌های پایینی تاج-پوشش و سطح خاک شده و در نتیجه تبخیر از سطح خاک و تعرق از سطح برگ‌ها را افزایش می‌دهد و سبب می‌شود گیاه زودتر با تنش مواجه شود. (قربانی و هارتونین، ۱۳۹۰). با توجه به نتایج شبیه‌سازی نیاز خالص آبیاری سویا در دو روش کشت نشایی و بذری سویا تیمارهای نشایی به دلیل بسته شدن زودتر تاج‌پوشش باعث تعرق بیشتر شده و کشت بذری با تأخیر در بسته شدن تاج‌پوشش باعث تبخیر از سطح خاک شده است که این روند باعث شده بین دو روش از نظر مقدار مصرف آب تفاوتی وجود نداشته باشد؛ و تیمار بذری در تاریخ کاشت چهارم به دلیل برخورد با سرمای آخر فصل باعث کاهش مصرف آب شده است.

جدول (۱) تجزیه واریانس تیمارهای نشایی و بذری مقدار آب آبیاری، تبخیر از سطح خاک و تعرق گیاه در تاریخ‌های مختلف کاشت

تاریخ کاشت	صفت منابع تغییرات	درجه آزادی	مقدار آب آبیاری	تبخیر از سطح خاک	تبخیر از سطح گیاه
۲۰ خرداد	تیمار	۴	۱۲۶۰/۸ <sup>ns</sup>	۲۷۱۹/۵ <sup>**</sup>	۷۱۳/۰۳ <sup>ns</sup>
	بلوک	۱۵	۱۶۹۷۲/۸ <sup>**</sup>	۲۲۳۰/۸ <sup>**</sup>	۱۰۰۲۵/۳ <sup>**</sup>
	خطا	۶۰	۳۵۴/۸	۵۵/۹	۸۲/۸
	ضریب تغییرات		۵/۱۱	۷/۶۸	۲/۲
۴ تیر	تیمار	۴	۵۹۴/۷ <sup>ns</sup>	۳۶۹۶/۴ <sup>**</sup>	۶۰۳/۱ <sup>ns</sup>
	بلوک	۱۵	۲۰۴۸۷/۶ <sup>**</sup>	۲۱۹۱/۳ <sup>**</sup>	۱۲۳۷۳/۴ <sup>**</sup>
	خطا	۶۰	۷۴۸/۱	۱۳۵/۵	۷۲/۴
	ضریب تغییرات		۷/۸	۱۱/۱	۲/۲
۲۳ تیر	تیمار	۴	۳۷۷۳/۱ <sup>ns</sup>	۸۰۹/۱ <sup>ns</sup>	۵۳۳۰/۶ <sup>ns</sup>
	بلوک	۱۵	۲۳۰۸۴/۴ <sup>**</sup>	۳۲۳۷/۴ <sup>**</sup>	۱۱۰۴۷/۱ <sup>**</sup>
	خطا	۶۰	۸۲۶/۶	۱۰۱/۷	۱۱۴/۹
	ضریب تغییرات		۹/۰۶	۸/۴	۳/۰۱
	تیمار	۴	۱۳۰۷۰/۷*	۵۱۰/۶۶ <sup>ns</sup>	۱۳۸۸۸/۳ <sup>**</sup>
	بلوک	۱۵	۱۷۱۰۹/۰۴ <sup>**</sup>	۱۸۹۷/۳۹ <sup>**</sup>	۹۶۸۸/۰۱ <sup>**</sup>

۷۶/۷	۶۵/۶	۶۹۴/۲	۶۰	خطا	۵ مرداد
۲/۸	۷/۰۴	۹/۶		ضریب تغییرات	

\*\*\*، \*\* و \* NS به ترتیب معنی داری در سطح ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی داری را نشان می دهد.



شکل (۱) شبیه سازی تیمارهای نشایی و بذری بر مقدار حجم آبیاری (الف)، تعرق از سطح گیاه (ب) و تبخیر از سطح خاک (ج) در تاریخ های مختلف کاشت.

#### ۴- منابع و مراجع:

۱. توکلی، ع. ر. ۱۳۹۱. تعیین اجزای شاخص بهره‌وری آب تحت مدیریت تک‌آبیاری زمان کاشت برای ارقام گندم دیم. آب و خاک. ۲۶(۳): ۶۹۹-۶۹۰
۲. حیدری، ا. ۱۳۸۳. تأثیر مدیریت بقایای گیاهی و عمق شخم بر عملکرد گندم و ماده آلی خاک در تناوب ذرت دانه‌ای - گندم آبی. ۵ (۱۹): ۹۴-۸۱
۳. روحی، ا.، سی و سه مرده، ع. ۱۳۸۷. بررسی تبادلات گازی در ژنوتیپ های مختلف گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط تنش خشکی. ۲۴ (۱): ۶۲-۴۵
۴. قربانی، م. ح.، هارتونیان، ه. ۱۳۹۰. واکنش رشد و عملکرد گندم به تراکم و فاصله ردیف در شرایط دیم. تولید گیاهان زراعی. ۴(۲): ۱۳۹-۱۵۴
۵. نه‌بندانی، ع. ر.، سلطانی، ا.، زینلی، ا.، رئیسی، س. و نجفی، ر. ا. ۱۳۹۴. پارامتریابی و ارزیابی مدل SSM-iLegume برای پیش‌بینی رشد و عملکرد سویا در شرایط گرگان. تولید گیاهی. ۲۲(۳): ۲۶-۱.
۶. هاشم پور بلترک، ف.، مجیدیان، م.، اصفهانی، م. و ربیعی، ب. ۱۳۹۴. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و شاخص های فیزیولوژیک شش رقم ذرت علوفه ای در شهرستان رشت. ۴(۱۴): ۱۶۳-۱۵۱.
7. Ameh GI and Okezie CEA (2005) Growth analysis studies of some accessions of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* Hochst. Ex. A. Rich) harms. *Plant Products Research Journal* 10: 20-25



## Modeling the Effect transplanting on soybean water use in Gorgan conditions

**Golshad Soleymanzadeh, Afshin Soltani, Benjamin Torabi, Hossein Ebrahimi**

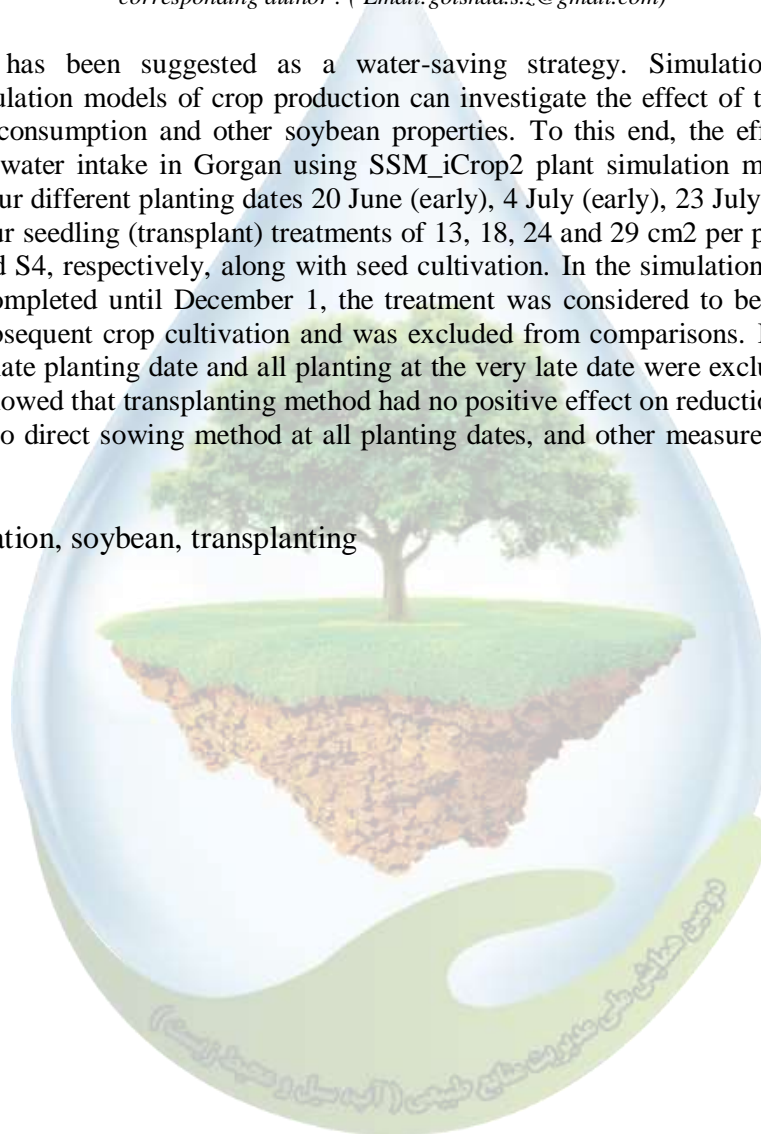
<sup>1</sup>M.Sc Student, Agriculture, Dept. of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources

<sup>2,3</sup>Professor and Associate Professor., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

<sup>4</sup>Expert in Oil Seeds of Gorgan Agricultural Organization  
corresponding author : ( Email: golshad.s.z@gmail.com)

Transplanting has been suggested as a water-saving strategy. Simulation of transplanting conditions in simulation models of crop production can investigate the effect of this type of planting system on water consumption and other soybean properties. To this end, the effect of cropping on summer soybean water intake in Gorgan using SSM\_iCrop2 plant simulation model for the period (2015\_2000) at four different planting dates 20 June (early), 4 July (early), 23 July (late) and 5 August (very late) and four seedling (transplant) treatments of 13, 18, 24 and 29 cm<sup>2</sup> per plant were evaluated for S3, S2, S1 and S4, respectively, along with seed cultivation. In the simulation if the plant growth period was not completed until December 1, the treatment was considered to be undesirable due to disturbance in subsequent crop cultivation and was excluded from comparisons. In this respect, seed cultivation at the late planting date and all planting at the very late date were excluded. The results of this experiment showed that transplanting method had no positive effect on reduction of soybean water intake compared to direct sowing method at all planting dates, and other measures should be used to reduce water use.

Keywords: Irrigation, soybean, transplanting





## بررسی تأثیر نوع سینی نشاء و تراکم گیاهچه در طول مدت نگهداری بر خصوصیات نشای سویا در گلخانه

گلشاد سلیمان زاده<sup>۱\*</sup>، افشین سلطانی<sup>۲</sup>، بنیامین ترابی<sup>۳</sup>، حسین ابراهیمی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>۲</sup>استاد گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>۳</sup>دانشیار گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>۴</sup>کارشناس مسئول دانه‌های روغنی سویا، سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان

\*رایانامه (Email): نویسنده مسئول: (Email: golshad.s.z@gmail.com)

### چکیده

کشت نشایی یکی از روش‌هایی است که اخیراً برای کارایی مصرف آب و بهبود عملکرد پیشنهاد شده است. یکی از عوامل مؤثر بر این روش نوع سینی و تراکم گیاهچه در آن می‌باشد. به منظور ارزیابی تأثیر نوع سینی نشاء و تراکم گیاهچه در بستر (سینی نشاء) بر مشخصات گیاهچه حاصله، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در چهار تکرار در گلخانه دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال زراعی ۱۳۹۷ انجام شد. متغیرهای آزمایش شامل زمان برداشت (اندازه گیاهچه: ۱۳، ۱۷، ۲۳ روزه)، نوع سینی نشاء، تزریقی (۱۲۰ حجره‌ای) و سینی و کیوم (۷۲ حجره‌ای) و تعداد بذر در هر خانه سینی (یک بذر و دو بذر) بود. بر اساس نتایج به دست آمده در شرایط این آزمایش، بهترین تراکم کاشت نشاء در سینی، مربوط به تراکم یک بذر در خانه سینی نشاء بود؛ و از نظر نوع سینی، سینی نشاء و کیوم با فاصله یک سانتی‌متری بین خانه‌های نشاء دارای سطح برگ بیشتری بود. بین مشخصات گیاهچه حاصله در مرحله ۱۷ روزگی و ۲۳ روزگی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نگهداری نشاء در سینی کشت تا مرحله ۲۳ روزگی مستلزم هزینه بیشتر بوده که طبعاً با تحمیل هزینه‌های اضافی به کشاورزان همراه خواهد بود؛ بنابراین از نظر زمان برداشت گیاهچه ۱۷ روزه (با دریافت ۳۲۰ درجه سانتی‌گراد) از نظر تولید نشاء مناسب می‌باشد. واژگان کلیدی: تراکم، سینی نشاء، سطح برگ، وزن خشک، وزن مخصوص

### مقدمه:

سویا در ایران عمدتاً در استان‌های گلستان، مازندران و اردبیل کشت می‌شود. استان گلستان دارای بیشترین سطح زیر کشت (۷۹/۹ درصد) و تولید (۷۳/۷ درصد) سویا در کشور می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۶). در این مناطق می‌توان از این گیاه به‌عنوان محصول دوم، پس از برداشت غلات زمستانه (گندم و جو) استفاده نمود. بادران (۲۰۰۱) گزارش نمود در شرایط تأخیر در کشت ذرت و به‌ویژه کشت دوم در مناطق گرمسیری، استفاده از روش کشت نشایی می‌تواند یک فن نوین قابل جایگزین باشد. استفاده از نشاءکاری مطمئن‌ترین روش برای اطمینان از استقرار بهتر بوته است که از مزایایی آن می‌توان به افزایش بهره‌وری از زمین، کاهش فصل رشد و بهبود کنترل علف هرز اشاره نمود. هم‌چنین میزان رشد برای برخی از محصولات زراعی با نشاءکاری بهبود می‌یابد. بنابراین نشاءکاری در مقایسه با کشت مستقیم می‌تواند باعث افزایش عملکرد گردد که این امر موجب توجیه هزینه‌های اضافی نشاءکاری می‌شود (دی بندتو و راتین، ۲۰۰۸). تولید نشاء در

سطح گسترده به سازه‌ها و شرایط محیطی خاص پرورش، محیط کشت و ظرف‌های کشت مخصوص، تیمارهای خاص و تجربه نیاز دارد (جوانمردی، ۱۳۸۸). بسیاری از تولیدکنندگان نشاء به سمت تعداد حجره بیشتر در هر سینی نشاء (حجره‌های فشرده) می‌روند که باعث افزایش تعداد بوته در واحد سطح می‌شود (وارینا، ۱۹۹۵). بطور کلی اندازه ظرف‌های پرورش نشاء بر رابطه‌های آبی، فیزیولوژی درونی، توده زیستی، نمو گیاهی، رشد ریشه و شاخساره نشاء اثر دارد (جوانمردی، ۱۳۸۸). نتایج زیادی بیانگر آن است که با افزایش میزان مصرف بذر در خزانه، طول و عرض برگ‌ها کاهش می‌یابد و گیاهچه‌های نشاء ضعیف‌تر می‌شود (هاری و همکاران، ۱۹۹۷).

بسیاری از واحدهای تولید نشاء عملکرد دقیق و مستندی در انتخاب ظرف‌های (سینی) و مدت مناسب نگهداری گیاهان در ظرف‌های انتخاب شده ندارند و بدین جهت نشاءهای تولید شده نارسایی و ناهنجاری‌هایی دارند. بر همین اساس، این آزمایش با هدف مطالعه اثر نوع سینی نشاء و تعداد نشاء در هر خانه نشاء بر روی خصوصیات برگ گیاهچه سویا با توجه به مدت نگهداری آن (سن گیاهچه) در بستر کشت (سینی نشاء) اجرا شد.

### مواد و روش‌ها:

آزمایش در گلخانه دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (در گلخانه پلاستیکی) در سال زراعی ۱۳۹۷ انجام گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. متغیرهای آزمایش عبارت بودند از:

- ۱- زمان برداشت (اندازه گیاهچه: ۲۳، ۱۷، ۱۳ روزه)
  - ۲- نوع سینی نشاء تزریقی (T) (جنس پلاستیک فشرده چند بار مصرف بوده که دارای تعداد حجره ۱۲۰ واحد و بدون فاصله خانه‌های نشاء می‌باشد)؛ و وکیوم (V) (جنس پلاستیک انعطاف پذیر یک بار مصرف بوده که دارای تعداد حجره ۷۲ واحد و با فاصله خانه‌های سینی نشاء حدود ۱ سانتی متری می‌باشد).
  - ۳- تعداد بذر در هر خانه سینی (یک بذر و دو بذر)
- برای تولید و رشد گیاهچه خاک زراعی، ماسه و کود دامی (خاک مخلوط به ترتیب با نسبت: ۳:۱:۱) استفاده شد. رقم مورد استفاده کتول (DPX) بود. ابتدا بذر (در هر دو نوع سینی نشاء نصف تک بذر و نصف دیگر دو بذر) در گلخانه کشت شد بعد از کشت آبیاری سینی‌ها انجام شد. برای آبیاری از آبپاش‌های باغبانی استفاده شد و با توجه به دمای هوا و خشکی سطح خاک، آبیاری ۲-۳ مرتبه در روز انجام گرفت. از کاشت تا پایان مرحله رشد نشاء از هیچ نوع مواد شیمیایی مصنوعی (کود، علف کش، آفت کش، قارچ کش) استفاده نگردید. از زمان کشت تا برداشت گیاهچه با استفاده از دماسنج دمای حداکثر و حداقل هوا در داخل گلخانه اندازه‌گیری شد. متغیرهای مورد بررسی گیاهچه عبارت بودند از:

۱. سطح برگ و وزن برگ بوته‌ها
  ۲. وزن مخصوص برگ (SLW): (Specific Leaf weight)
  ۳. درجه حرارت تجمعی
- برای اندازه‌گیری‌های مدنظر ۲۰ بوته به‌طور تصادفی در هر مرحله برداشت انتخاب شد.
- وزن مخصوص برگ، بیان‌کننده نسبت وزن برگ به سطح برگ بوده و واحد آن گرم در مترمربع ( $gr.m^2$ ) می‌باشد.

$$SLW = \frac{\text{وزن برگ}}{\text{سطح برگ}} \div 10000 \quad \text{رابطه (۱)}$$

۳. درجه حرارت تجمعی
- درجه حرارت تجمعی یا درجه روز رشد (GDD) با استفاده از دمای حداکثر و حداقل روزانه در طی دوره رشد با استفاده از فرمول رابطه ۲ زیر محاسبه گردید:

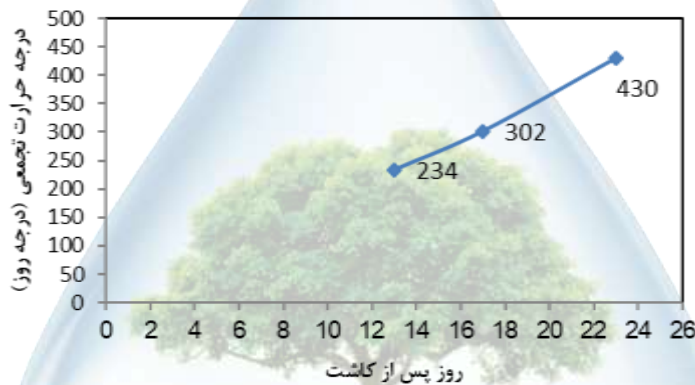
$$GDD = (T_{max} + T_{min} / 2) - T_b \quad \text{رابطه}$$

(۲)

GDD: درجه-روز رشد. Tmax و Tmin به ترتیب حداکثر دمای روزانه و حداقل دمای روزانه  
 Tb: دمای پایه برای سویا ۷ درجه سانتی-گراد (سلطانی ۲۰۰۹) در نظر گرفته شد و شاخص دمایی درجه-روز رشد در هر  
 نوبت نمونه‌گیری به صورت  $GDD = \sum GDD$  محاسبه گردید. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه  
 ۹٫۲ در هر مرحله برداشت جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت؛ و برای مقایسه میانگین‌های مربوط به هر یک از  
 تیمارها از روش LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده گردید.

### نتایج و بحث

شکل ۱ درجه حرارت تجمعی که گیاه از کاشت تا هر مرحله برداشت (۱۳، ۱۷ و ۲۳ روزه) دریافت کرده است، نشان داده شده  
 است.



شکل (۱) درجه حرارت تجمعی مورد نیاز برای تولید سطح برگ مورد نیاز در برداشت‌های مختلف

نتایج حاصل از آنالیز آماری داده‌های به‌دست آمده نشان داد که در مرحله ۱۳ روز پس از کاشت صفات مورد بررسی  
 تحت تأثیر تیمارهای نوع سینی نشا و تعداد بذر قرار نگرفته است، به نظر می‌رسد دلیل این امر مربوط به رشد هتروتروفی و نیاز  
 غذایی کم آن‌ها در مراحل اولیه رشد باشد (جدول ۱).

در مرحله ۱۷ روز پس از کاشت صفت سطح برگ تحت تأثیر تیمارهای نوع سینی و تعداد بذر قرار گرفت. بیشترین سطح  
 برگ (۲۹/۳۳ سانتی‌متر مربع در بوته) مربوط به تیمار سینی نشاء و کیوم که اختلاف معنی داری با نوع سینی تزریقی داشت.  
 در این زمان تیمار کشت تک بذر سطح برگ بالاتری (۲۸/۳۰ سانتی‌متر مربع در بوته) نسبت به کاشت دو بذر در حجره داشت  
 (جدول ۱). در این مرحله صفت وزن خشک برگ تحت تأثیر تیمارها قرار نرفت؛ در حالی که بیشترین وزن مخصوص برگ در  
 سینی تزریقی مشاهده شد (۳۹/۷۴ گرم در مترمربع) که اختلاف معنی داری با تیمار سینی و کیوم داشت (جدول ۱). در این  
 مرحله سطح برگ تیمار تزریقی نسبت به تیمار و کیوم کمتر شده است ولی وزن خشک آن افزایش یافته است. کاهش سطح  
 برگ، مقدار آن تا حدودی از طریق افزایش قطر برگ جبران کرده است. با توجه به رابطه این دو متغیر در اندازه وزن مخصوص  
 برگ افزایش SLW ناشی از افزایش وزن برگ بوده است (جدول ۱). به نظر می‌رسد شرایط رشد گیاه در سینی نشای و کیوم  
 نسبت به سینی تزریقی به دلیل فاصله یک سانتیمتری خانه‌های سینی نشا که منجر به فاصله بوته‌ها از هم می‌شود باعث شده  
 که گیاه سطح برگ خود را بیشتر و در نتیجه تولید برگ به شکل مطلوب‌تری رخ داده است. بر اساس تحقیقات مختارپور و  
 همکاران (۱۳۹۶) گزارش شده است که فاصله خانه‌های سینی نشا بهتر است حدود یک سانتی‌متر از چهار طرف باشد، (مطابق  
 شرایط سینی و کیوم). این فاصله کمک می‌کند نشاهایی که در داخل سینی نشا کشت شدند به خوبی رشد کنند. در این

پژوهش مناسب‌ترین زمان انتقال حدوداً ۱۷ روز بعد از کاشت گزارش شد که با نتایج آزمایش ما مطابقت دارد. در این آزمایش شرایط برای رشد و افزایش سطح برگ نشای تک‌بذر مطلوب است. به نظر می‌رسد کاهش میزان بذر در حجره سینی به دلیل رقابت کمتر بین نشا برای جذب مواد غذایی و نور منجر به تولید سطح برگ بیشتر شده است. بستر گیاه نقش مهمی در رشد گیاه و تولید ماده خشک بخش‌های مختلف گیاه دارد (شیخی و همکاران ۱۳۹۵). در مرحله ۲۳ روز پس از کاشت صفت سطح برگ تحت تأثیر تیمارهای نوع سینی و تراکم بذر معنی دار شد بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار کاشت یک بذر در خانه سینی نشاء (۲۹/۲۷ سانتی‌متر مربع در بوته) که اختلاف معنی داری با تیمار دو بذر داشت. در این مرحله سینی نشاء و کیوم سطح برگ بالاتری (۲۹/۰۶ سانتی‌متر مربع در بوته) نسبت به سینی تزریقی داشت (جدول ۱). بیشترین وزن خشک برگ در کاشت تک‌بذر (۰/۰۹۷ گرم در بوته) به دست آمد که نسبت به کاشت دو بذر (۰/۰۸۵ گرم در بوته) تفاوت معنی دار داشت. ولی وزن مخصوص برگ تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت (جدول ۱). در این مرحله سطح برگ در تیمار تک بذر نسبت به تیمار دو بذر بیشتر بوده است که با افزایش سطح برگ بالطبع میزان فتوسنتز نیز به دلیل بالا رفتن میزان کلروفیل بیشتر شده و منجر به تولید مواد فتوسنتزی توسط برگ می‌شود و این مواد علاوه بر ساقه در برگ نیز ذخیره می‌شوند پس وزن برگ افزایش می‌یابد. رابطه نزدیک بین سطح برگ و وزن خشک برای گونه‌های مختلف ارزن یافت شده‌اند (پاین و همکاران، ۱۹۹۱). در این مرحله اندازه سطح برگ بر خلاف انتظار با اندازه سطح برگ در مرحله ۱۷ روز پس از کاشت مشابه بود که می‌توان گفت نگهداری بیش از حد گیاهان در ظرف‌های کوچک به دلیل حجم کم بستر و مواد غذایی در سینی نشا سبب ایجاد به تنش شده که منجر به کمتر شدن سطح برگ در این مرحله شده است. فراهم بودن عناصر غذایی و دسترسی به اکسیژن کافی از جمله عوامل مؤثر در رشد بهینه بذر در سینی نشاء می‌باشد (شیخی و همکاران، ۱۳۹۵). کشت بیش از حد نشاء در حجره سینی نشاء سبب رقابت بر سر مواد غذایی و آب می‌شود (نیکولا و کنتلیف، ۱۹۹۶). نتایج این آزمایش نشان داد که نوع سینی و تراکم گیاهچه در سینی نشا باید طوری انتخاب شود که با توجه به حجم کم خاک در بستر سینی و فضای بین گیاهچه‌ها، باعث رقابت ریشه برای مواد غذایی و سطح برگ برای دریافت نور نشود تا نشاء قوی تولید گردد.

جدول (۱) مقایسه میانگین سطح برگ، وزن برگ و وزن مخصوص برگ تیمارهای نشایی سویا در تاریخ‌های مختلف برداشت

تاریخ کاشت	صفت	متوسط سطح برگ کل هر بوته (سانتی‌متر مربع در بوته)	متوسط وزن برگ کل بوته (گرم در بوته)	وزن مخصوص برگ (گرم در متر مربع)
۱۳ روزگی	منابع تغییرات			
	T	۱۷/۳۸ <sup>a</sup>	۰/۰۸۶ <sup>a</sup>	۵۰/۱۱ <sup>a</sup>
	v	۱۷/۰۶ <sup>a</sup>	۰/۰۸۳ <sup>a</sup>	۵۰/۲۲ <sup>a</sup>
	۱	۱۷/۴۷ <sup>a</sup>	۰/۰۸۵ <sup>a</sup>	۵۰/۳۹ <sup>a</sup>
۱۷ روزگی	تعداد بذر (S)	۱۶/۹۷ <sup>a</sup>	۰/۰۸۴ <sup>a</sup>	۵۰/۲۲ <sup>a</sup>
	T	۲۳/۴۹ <sup>b</sup>	۰/۰۹۲ <sup>a</sup>	۳۹/۷۴ <sup>a</sup>
	v	۲۹/۳۳ <sup>a</sup>	۰/۱۰۰ <sup>a</sup>	۳۵/۰۹ <sup>b</sup>
	۱	۲۸/۳۰ <sup>a</sup>	۰/۰۹۹ <sup>a</sup>	۳۶/۰۷ <sup>a</sup>
۲۳ روزگی	تعداد بذر (S)	۲۴/۵۲ <sup>b</sup>	۰/۰۹۳ <sup>a</sup>	۳۸/۷۶ <sup>a</sup>
	T	۲۳/۷۳ <sup>b</sup>	۰/۰۸۶ <sup>a</sup>	۳۶/۷۱ <sup>a</sup>
	v	۲۹/۰۶ <sup>a</sup>	۰/۰۹۶ <sup>a</sup>	۳۳/۸۹ <sup>a</sup>
	۱	۲۹/۲۷ <sup>a</sup>	۰/۰۹۷ <sup>a</sup>	۳۳/۹۱ <sup>a</sup>
	۲	۲۳/۵۳ <sup>b</sup>	۰/۰۸۵ <sup>b</sup>	۳۶/۶۹ <sup>a</sup>

ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند در گروه آماری مشابهی قرار دارند بر اساس آزمون دانکن ۵٪.

### منابع و مراجع:

- ۱- جوانمردی، ج. ۱۳۸۸. مبانی علمی و عملی تولید نشای سبزی انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۵۰ ص.
- ۲- شیخی، ح، دلشاد، م. و کاشی، ع. ک. ۱۳۹۵. مطالعه رابطه بین حجم ظرفها و طول مدت نگهداری نشای گوجه فرنگی در گلخانه. ۱۷(۳): ۳۲۴-۳۱۳.
- ۳- مختارپور، ح. ۱۳۹۶. دستورالعمل تولید نشای سویا. نشریه ترویجی. ناشر: مدیریت ترویج و مشارکت های مردمی سازمان جهاد کشاورزی گلستان، ۳۷ صفحه
- 4- Badran, M. S. S. 2001. Effect of transplanting and seedling age on grain yield and its components of some maize cultivars. *Alexandria Journal of Agricultural Research*. 2: 47-56.
- 5- Di Benedetto, A. and Rattin, J. (2008). Transplant in sweet Maize: A Tool for Improving Productivity. *The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology*, 2,2, 69-108.
- 6- Hari, O.M., S. Katyal, and K. Dhiman. 1997. Growth analysis of hybrid rice as influenced by seedling density in nursery and nitrogen levels. *Haryana Agricultural University Journal of Research*. 2: 107-110.
- 7- Nicola, S. and D.J. Cantliffe. 1996. Increasing cell size and reducing medium compression enhance lettuce transplant quality and field production. *HortScience*. 2 :184- 189.
- 8- Payne, W.A., Wendt, C.W., Hossner, L.R., and Gates, C.E. 1991. Estimating pearl millet leaf area and specific leaf area. *Agronomy Journal*, 6: 937-941.
- 9- Vavrina, C.S. 1995. An Introduction to the Production of Containerized Vegetable Transplants. University of Florida. Gainesville. Coop. Ext. Serv. Bul. 302 p.





## The effect of transplant tray type and seedling density during storage on soybean transplant properties in a greenhouse.

Golshad Soleymanzadeh<sup>1,\*</sup>, Afshin Soltani<sup>2</sup>, Beniamin Torabi<sup>3</sup>, Hossein Ebrahimi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>M.Sc Student, Agriculture, Dept. of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources

<sup>2,3</sup>Professor and Associate Professor., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

<sup>4</sup>Expert in Oil Seeds of Gorgan Agricultural Organization

corresponding author : ( Email: golshad.s.z@gmail.com)

### Abstract

Transplanting is one of the recently proposed methods to water use efficiency and improve yield. One of the factors affecting this method is the type of tray and seedling density. This research was conducted to evaluate the effect of transplanting tray type and seedling density on transplanted seedlings. This experiment was done factorial in a completely randomized design with four replications in research greenhouse, at Gorgan Agriculture Sciences Research Farm in 2018. The experiment variables included, Harvest time Seedling (13.17.23: days), Injection tray (120 cells) and Vacuum tray (72 cells) and number of seeds per tray house (one seed and two seeds). Based on the results of this experiment, it can be concluded that the best transplant density in the tray was related to the density of one seed in the transplant cell. And in terms of tray type, the vacuum transplant tray had a greater leaf area with one centimeter between transplant cells. No difference was observed between seedling characteristics at 17 days and 23 days. Maintenance of transplants in the tray until the 23-day stage requires additional costs will naturally entail additional costs to farmers. Therefore, it is suitable for transplant production in terms of 17-day-old seedling harvest (at 320 ° C).

**Keywords:** Density, transplant tray, leaf area, dry weight, specific gravity.

### پهنه‌بندی حساسیت فرونشست زمین در دشت سمنان با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته

مجید محمدی<sup>۱\*</sup>، مجتبی امیری<sup>۱</sup>، حمیدرضا پورقاسمی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشکده منابع طبیعی دانشگاه سمنان، <sup>۲</sup> دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

\* <sup>۱</sup> رایانامه نویسنده مسوول: majid.mohammady@semnan.ac.ir

#### چکیده

فرونشست زمین یک خطر زمین‌شناسی است که منجر به کاهش آرام و یا ناگهانی سطح زمین می‌شود. به دلیل اهمیت فرونشست، مدل‌های مختلفی در سراسر جهان به منظور ارزیابی حساسیت فرونشست در سال‌های گذشته استفاده شده است. هدف این پژوهش تهیه نقشه حساسیت فرونشست زمین با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته بود. در اولین گام، اطلاعات فرونشست‌هایی که در گذشته رخ داده است جمع‌آوری شد. دوازده عامل مؤثر از لایه‌های پایه توپوگرافی، زمین‌شناسی، کاربری اراضی و تراز آب زیرزمینی برای مدل‌سازی در نظر گرفته شد. منحنی تشخیص عملکرد نسبی و سطح زیر این منحنی برای ارزیابی دقت مدل مورد استفاده قرار گرفت. سطح زیرمنحنی برای مدل خطی تعمیم یافته ۰/۶۶ به دست آمد که نشان داد این مدل برای تهیه نقشه حساسیت فرونشست در دشت سمنان قابل قبول است.

واژگان کلیدی: فرونشست زمین، آب زیرزمینی، مدل خطی تعمیم یافته

#### ۱- مقدمه

یکی از مخاطراتی که بشر در دهه‌های اخیر به‌ویژه در دشت‌های آبرفتی با آن مواجه بوده فرونشست زمین است (افضلی و همکاران، ۱۳۹۲). فرونشست زمین یک خطر زمین‌شناسی است که منجر به کاهش آرام و یا ناگهانی سطح زمین می‌شود. از نظر یونسکو این پدیده عبارت است از فروریزش یا نشست سطح زمین که به دلایل متفاوتی در مقیاس بزرگ روی می‌دهد. رشد جمعیت همراه با بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب برای استفاده در کشاورزی و صنعت پیامدهای نامطلوب زیادی در جنبه‌های کیفی و کمی منابع آب داشته است. در دهه‌های اخیر حالت تصاعدی این پدیده همراه با اوج صنعتی شدن، شهرنشینی و پمپاژ بیش از حد آب‌های زیرزمینی جهت مصارف کشاورزی مشاهده شده است. عوامل مؤثر بر فرونشست از دو منظر مشخصات طبیعی و مهندسی قابل تشریح است. از دیدگاه طبیعی عواملی مانند گسل، زلزله، خصوصیات خاک و ساختار رودخانه‌ها بر ایجاد فرونشست مؤثر است (کانوی، ۲۰۱۶). از دیدگاه خصوصیات مهندسی، احداث جاده، فعالیت‌های معدن، وضعیت بهره‌برداری از سفره‌های آب زیرزمینی و افزایش وزن بر سطح زمین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فرونشست است (وانگ و همکاران، ۲۰۰۹؛ ژو و همکاران، ۲۰۱۵). گزارش‌های متعددی از فرونشست زمین به‌ویژه در مناطق خشک و کم‌باران در سراسر جهان ارائه شده است که مهم‌ترین علت فرونشست منطقه‌ای سطح زمین در حوضه‌های رسوبی این مناطق پمپاژ بی‌رویه منابع آب زیرزمینی است (پاچکو و همکاران، ۲۰۰۶). این پدیده در مکزیکوسیتی، تایلند، ژاپن، چین و امریکا و به‌طور کلی در بیش از ۱۵۰ شهر جهان مشاهده شده است. در ایران فرونشست زمین سابقه طولانی دارد. حاکم بودن شرایط اقلیمی خشک در بیش تر نواحی ایران و تمرکز بهره‌برداری‌های روزافزون صنعتی، کشاورزی و شرب بر منابع آب زیرزمینی شرایط وقوع این پدیده را فراهم کرده است. حجم برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی در حالی که در جهان ۷۰ درصد است در استان سمنان به ۸۷ درصد رسیده است. در این استان حدود ۴۸۰۰ حلقه چاه عمیق و نیمه‌عمیق وجود دارد که می‌تواند نقش به‌سزایی در افت

سالانه سطح ایستابی داشته باشد و می تواند منطقه را با خطر فرونشست زمین مواجه نماید. با توه به اهمیت موضوع فرونشست در استان سمنان در این تحقیق نقشه حساسیت فرونشست زمین در دشت سمنان با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته (GLM) تهیه شد.

### ۲- مواد و روش ها

#### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

موقعیت دشت سمنان در شمال شهرستان سمنان بوده و شهرهای سمنان و سرخه در آن واقع شده است. ارتفاع منطقه از ۸۷۰ تا ۱۸۵۰ متر از سطح دریا متغیر بوده و بارش متوسط سالانه ۱۲۰ میلی متر است. به دلیل کمبود بارش و مقدار زیاد تبخیر بخش زیادی از آب از منابع آب های زیرزمینی تامین می شود. کاربری اراضی منطقه شامل زمین های کشاورزی، مرتع، مسکونی و اراضی بایر است.

#### ۲-۲- تهیه داده ها و نقشه های مورد نیاز

نقشه توپوگرافی از سازمان نقشه برداری کشور در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه و نقشه مدل رقومی ارتفاع، درجه شیب، جهت شیب، انحناء سطح، انحناء نیمرخ و شاخص رطوبت توپوگرافی (TWI) از نقشه توپوگرافی و با استفاده از نرم افزارهای ArcGIS 10.3 و SAGA-GIS محاسبه و تهیه گردید. نقشه زمین شناسی از سازمان زمین شناسی کشور در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه و رقومی شد. بعد از استخراج نقشه گسل از نقشه زمین شناسی نقشه فاصله از گسل نیز تهیه گردید. نقشه شبکه آبراه ها و جاده ها نیز از نقشه توپوگرافی استخراج و نقشه فاصله از این عوارض تهیه شد. کاربری اراضی منطقه نیز از روی تصاویر ماهواره ای لندست و با استفاده از روش ترکیبی به دست آمد (محمدی و همکاران، ۲۰۱۵). سطح آب چاه ها با استفاده از روش عکس فاصله وزنی (IDW) میان یابی شده و نقشه ارتفاع پیژومتریک در منطقه مورد مطالعه تهیه شد. به منظور تهیه نقشه پراکنش فرونشست ها، موقعیت فرونشست ها با استفاده از GPS ثبت و در محیط ArcGIS 10.3 به نقشه تبدیل شد. در شکل ۱ نمونه ای از فرونشست های منطقه نشان داده شده است.



شکل (۱) نمونه ای از فرونشست های دشت سمنان

#### ۲-۳- تهیه نقشه حساسیت فرونشست با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته

مدل خطی تعمیم یافته (GLM) یک مدل پارامتری بوده که در آن رابطه بین متغیرهای تبیینی و پاسخ بوسیله پارامتر برآورد شده رگرسیون به اضافه فواصل اطمینان سنجش می شود (جعفریان و کارگر، ۱۳۹۶). متغیرها در این مدل می تواند پیوسته و یا غیر پیوسته باشد. مدل خطی تعمیم یافته به صورت زیر تعریف می شود (لیانگ و همکاران، ۲۰۱۰).



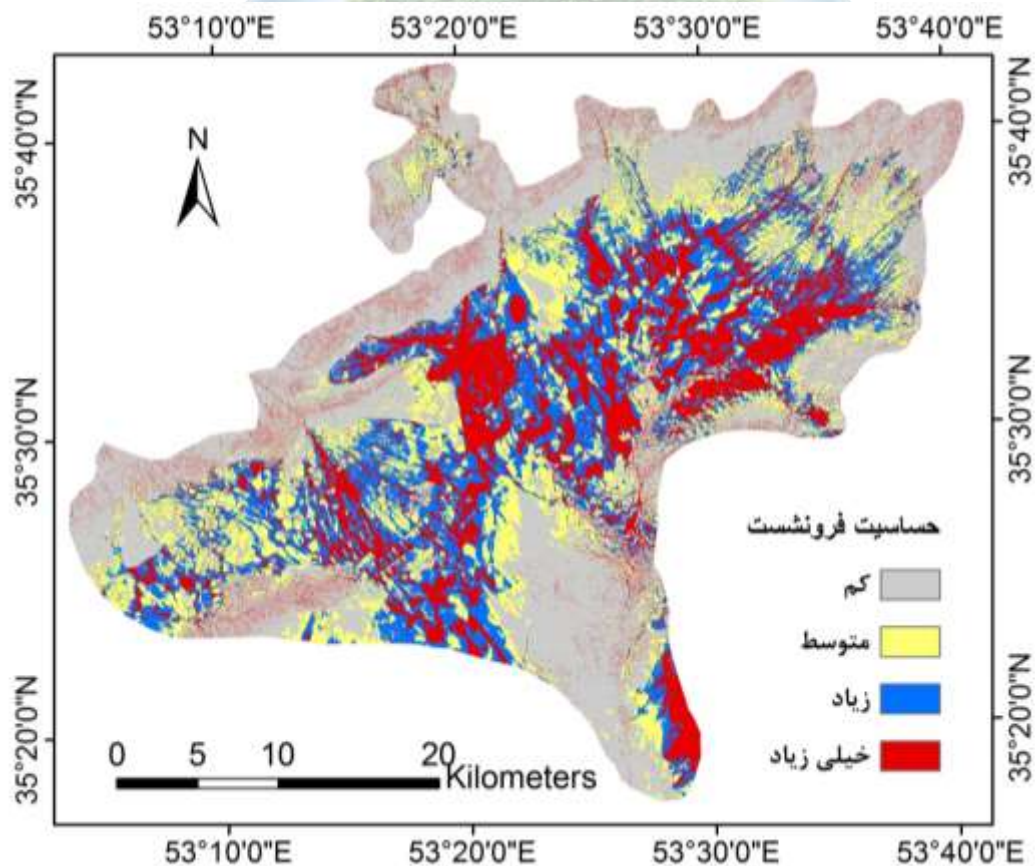
$$\log \text{it}(P) = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i \quad (1)$$

$$P = \frac{\exp(\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i)}{1 + \exp(\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i)} \quad (2)$$

بعد از محاسبه وزن متغیرها با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته، این وزن‌ها به نرم افزار ArcGIS وارد شده و نقشه حساسیت فرونشست تهیه گردید. در نهایت نقشه موجود به طبقات حساسیت کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد طبقه بندی شد. به منظور ارزیابی نقشه تهیه شده، از منحنی تشخیص عملکرد نسبی (ROC) استفاده شد. ایده آل ترین مدل، بیشترین سطح زیر منحنی را دارد و مقادیر آن از ۰/۵ تا ۱ متغیر است. هر چه سطح زیر منحنی به یک نزدیک تر باشد، بیانگر بهترین دقت از نقشه پهنه بندی تهیه شده است. طبقه بندی میزان سطح زیر منحنی به صورت عالی (۰/۹-۱)، خیلی خوب (۰/۸-۰/۹)، خوب (۰/۷-۰/۸)، متوسط (۰/۶-۰/۷) و ضعیف (۰/۵-۰/۶) است (یسیلناکار، ۲۰۰۵).

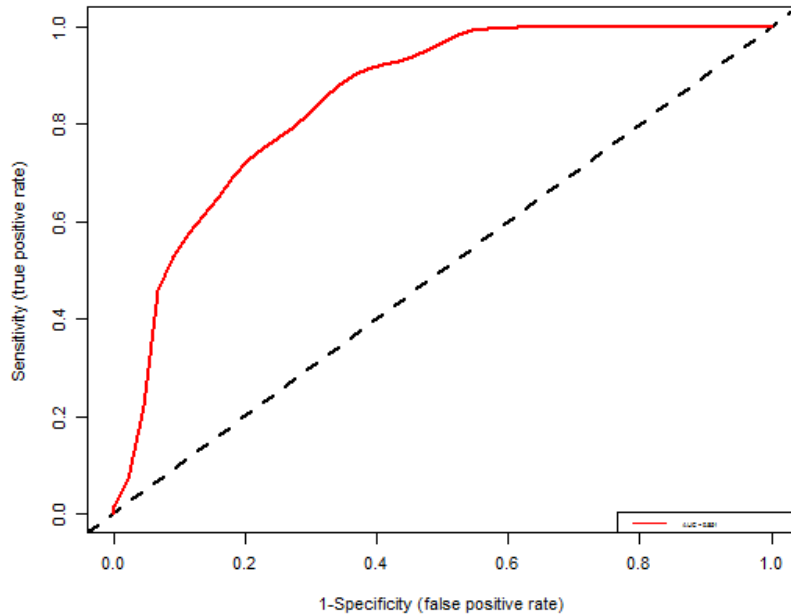
### ۳- نتایج و بحث

همانطور که بیان شد از مدل GLM به منظور تهیه نقشه حساسیت فرونشست زمین استفاده شد. شکل ۲ نقشه تهیه شده با این روش را نشان می دهد.



شکل (۲) نقشه حساسیت فرونشست زمین در دشت سمنان

برای ارزیابی دقت نقشه تهیه شده از منحنی ROC (شکل ۳) استفاده و سطح زیر منحنی محاسبه شد. سطح زیر منحنی برای مدل مذکور ۰/۶۶ به دست آمد که دقت مدل را در طبقه متوسط قرار می‌دهد.



شکل (۳) منحنی ROC برای نقشه تهیه شده با مدل GLM

به طور کلی عوامل متعددی در فرونشست زمین نقش دارند که برخی طبیعی و برخی انسانی هستند. یکی از عوامل مؤثر بر فرونشست در دشت سمنان برداشت بیش از حد و در نتیجه افت تراز آب‌های زیرزمینی است. صنعتی شدن استان سمنان در سال‌های اخیر از یک طرف مصرف آب در واحدهای صنعتی و مسکونی را افزایش داده و از طرفی منجر به افزایش مناطق کشاورزی برای تامین غذا و در نتیجه نیاز به آب بیش‌تر می‌شود. اثر آب‌های زیرزمینی بر وقوع فرونشست در بسیاری از مناطق دنیا نیز گزارش شده است. به عنوان مثال می‌توان به تأثیر آب زیرزمینی بر افزایش فرونشست در بانکوک تایلند (آئوپیات و همکاران، ۲۰۱۳)، مکزیکوسیتی (اریتز زامورا و ارتگا گوررو، ۲۰۱۰)، چین (ژو و همکاران، ۲۰۱۵) و منطقه گالوستون در امریکا (کو و همکاران، ۲۰۱۵) اشاره نمود. ارزیابی حساسیت فرونشست زمین به‌عنوان ابزاری مفید به برنامه‌ریزان کاربری اراضی، مدیران منابع آب، محیط زیست و منابع طبیعی در منطقه مورد مطالعه کمک می‌کند. فرونشست هم‌چنین عامل تأثیرگذاری در توسعه شهری خواهد بود، بنابراین این پدیده باید در منطقه مورد مطالعه مهار و مدیریت شود. اولین گام در کنترل و مدیریت فرونشست تهیه نقشه حساسیت خطر است که در این تحقیق به آن پرداخته شد.

#### ۴- منابع و مراجع

۱. افضل‌ی، ع.، شریفی‌کیا، م.، شایان، س.، ۱۳۹۲. ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها و سکونت‌ها از پدیده فرونشست زمین در دشت دامغان. فصلنامه ژئومورفولوژی کاربردی ایران، ۱ (۱): ۷۳-۶۱.
۲. جعفریان، ز.، کارگر، م. ۱۳۹۶. مدل‌سازی پراکنش گونه‌های گیاهی حفاظتی و با ارزش در منطقه توریستی پلور با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته (GLM) و مدل جمعی تعمیم یافته (GAM). جغرافیا و توسعه، ۱۵ (۴۶): ۱۱۷-۱۳۲.
3. Aobpaet, A., Cuenca, M.C., Hooper, A., Trisirisatawong, I., 2013. InSAR time-series analysis of land subsidence in Bangkok, Thailand. International Journal of Remote Sensing, 34: 2969–2982.



4. Conway, B.D., 2016. Land subsidence and earth fissures in southcentral and southern Arizona, USA. *Hydrogeology Journal*, 24(3): 649– 655.
5. Liang, Z., Tian, Y., Wu, L., Jia, G. 2010. Comparison and Integration of Heuristic and Statistical Models of Landslide Susceptibility Mapping. 18th International Conference on Geoinformatics
6. Mohammady, M., Morady, H.R, Zeinivand, H., Temme, A.J.A.M., 2015. A Comparison of Supervised, Unsupervised and Synthetic Land use Classification Methods in the North of Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12(5): 1515-1526.
7. Ortiz-Zamora ,D., Ortega-Guerrero, A., 2010. Evolution of long-term land subsidence near Mexico City: review, field investigations, and predictive simulations. *Water Resources Research*, 46: 183–186.
8. Pacheco, J., Arzate, J., Rojas, E., Arroyo, M., Yutis, V., Ochoa, G., 2006. Delimitation of ground failure zones due to land subsidence usind gravity data and finite element modeling in the Queretaro valley, Mexico. *Engineering Geology*, 84: 143-160.
9. Qu, F.F., Lu, Z., Zhang, Q., Bawden, G.W., Kim, J.W., Zhao, C.Y., Qu, W., 2015. Mapping ground deformation over Houston- Galveston, Texas using multi-temporal InSAR. *Remote Sensing of Environment*, 169: 290–306.
10. Wang, J., Hu, L., Wu, L., Tang, Y., Zhu, Y., Yang, P., 2009. Hydraulic barrier function of the underground continuous concrete wall in the pit of subway station and its optimization. *Environmental Geology*, 57(2): 447–453.
11. Xu, Y.S., Yuan, Y., Shen, S.L., Yin, Z.Y., Wu, H.N., Ma, L., 2015. Investigation into subsidence hazards due to groundwater pumping from aquifer II in Changzhou, China. *Natural Hazards*, 78(1):281–296.
12. Yesilnacar, E.K., 2005. The application of computational intelligence to landslide susceptibility mapping in Turkey, Ph.D Thesis. Department of Geomatics the University of Melbourne, 423 pp.





## Land subsidence susceptibility mapping in the Semnan Plain using Generalized Linear Model

Majid Mohammady<sup>1\*</sup>, Mojtaba Amiri<sup>1</sup>, Hamid Reza Pourghasemi<sup>2</sup>,

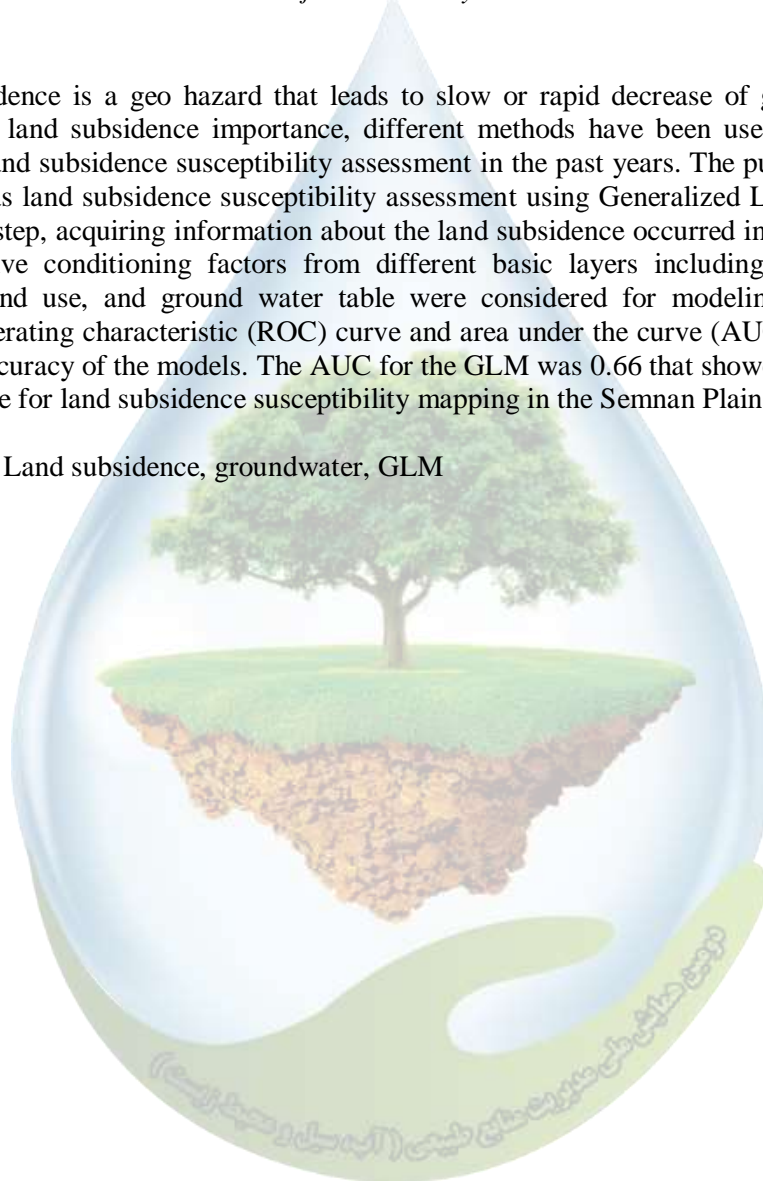
<sup>1</sup> Faculty of Natural Resources, Semnan University    <sup>2</sup> College of Agriculture, Shiraz University

*1\* Email: majid.mohammady@semnan.ac.ir*

### Abstract

Land subsidence is a geo hazard that leads to slow or rapid decrease of ground level. Because of land subsidence importance, different methods have been used around the world for land subsidence susceptibility assessment in the past years. The purpose of this research was land subsidence susceptibility assessment using Generalized Linear Model. In the first step, acquiring information about the land subsidence occurred in the past was done. Twelve conditioning factors from different basic layers including topography, geology, land use, and ground water table were considered for modeling aims. The receiver operating characteristic (ROC) curve and area under the curve (AUC) were used to assess accuracy of the models. The AUC for the GLM was 0.66 that showed this model is acceptable for land subsidence susceptibility mapping in the Semnan Plain.

**Keywords:** Land subsidence, groundwater, GLM



## اثرات توسعه در بخش کشاورزی بر درختان لرگ در جنگل‌های وطن (شمال ایران)

سید مرتضی موسوی نوکنده<sup>۱\*</sup>، شعبان قلندرآیسی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، <sup>۲</sup>استادیار دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبدکاووس،

۱ و \* 1342mousavimorteza@gmail.com

### چکیده

کانال‌های بتنی با عمر زیاد موجب حفظ دبی آب در دهانه‌های ورودی تا خروجی کانال‌ها می‌شوند. دستیابی بیشتر اراضی زراعی و بهره‌مندی محصولات کشاورزی و توسعه این بخش از نتایج دخالت‌های انسانی در طبیعت است. این کانال‌ها مانع نفوذ آب به داخل خاک و دسترسی موجودات زنده و پوشش‌های گیاهی مخصوصاً درختان مسیر مانند لرگ به آب می‌شوند. در این تحقیق متغیرهای قطر برابر سینه، ارتفاع کل، وضعیت سلامتی و زنده‌مانی تمامی درختان لرگ در نواری به عرض ۲۵ متر در دو طرف مسیر نهر طبیعی و کانال بتنی انتقال آب اندازه‌گیری و بررسی شد. هدف این مطالعه بررسی اثرات احداث کانال بتنی بر شادابی گونه‌های لرگ و زنده‌مانی آن‌ها بوده که یک متغیر رتبه‌ای است و از روش رگرسیون لجستیک ترتیبی برای تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر شادابی درختان لرگ استفاده گردید. تمامی آنالیزهای آماری و برازش مدل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری R انجام شد. نتایج نشان داد احتمال وجود درختان با درجه شادابی بیشتر (درجه ۱) در نزدیکی نهر طبیعی بیشتر است و بافاصله گرفتن از محور آن تا ۲۵ متر از تعداد آن‌ها کاسته می‌شود. شانس قرار گرفتن درختان با شادابی بیشتر در حاشیه نهر طبیعی ۱۶/۴۸ برابر نسبت به درختان لرگ واقع در حاشیه کانال بتنی است. مقایسه درختان خشکیده (درجه سه) در طرفین کانال بتنی و آبراهه طبیعی نشان داد که خشکیدگی درختان بافاصله از محور نهر طبیعی بیشتر ولی احتمال مشاهده درختان خشکیده در فواصل مختلف از کانال بتنی نسبتاً یکسان است که نشان‌دهنده قطع جریان آب در پای درختان لرگ پس از احداث کانال بتنی است. توسعه بخش کشاورزی با دخالت‌های انسانی در طبیعت که افزایش تولید را به همراه دارد موجب ناپایداری اکوسیستم جنگلی و حذف گونه‌های طبیعی می‌گردد.

واژگان کلیدی: زنده‌مانی، نهر طبیعی، کانال بتنی، رگرسیون، ناپایداری اکوسیستم

### ۱- مقدمه

توسعه واقعی توسعه‌ای است که پایدار باشد. کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه (WCED) یا کمیسیون برانلند (Brundtland Commission) متداول‌ترین تعریف از پایداری را بدین صورت ارائه داده است: توسعه‌ای که احتیاجات نسل حاضر را بدون لطمه زدن به توانایی نسل‌های آتی در تأمین نیازهای خود برآورده نماید (۱۶). همچنین توسعه پایدار به معنی تلفیق اهداف اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی برای حداکثر سازی رفاه انسان فعلی بدون آسیب به توانایی‌های نسل‌های آتی برای برآوردن نیازهایشان است (۱۵). در این تعریف به دو مفهوم "نیازها" به‌ویژه نیازهای اساسی جهان فقیر که به کدام اولویت باید اختصاص داده شود و واژه "محدودیت" اشاره شد که توسط وضعیت اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تحمیل می‌شود و این امر به‌نوبه خود حاکی از آن است که اهداف توسعه پایدار باید در هر کشوری به‌طور عملیاتی و خاص آن کشور تعریف شود (۵).



توسعه پایدار، از محدود مفاهیم و شرایطی است که هم دارای جذابیت‌های خاصی برای سیاستمداران و تصمیم‌سازان است و هم با آرمان‌های آحاد جوامع همخوانی دارد (۸). از نظر سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)، توسعه پایدار کشاورزی، الگویی از توسعه است که از زمین، آب و منابع ژنتیکی گیاهی و جانوری حفاظت کند، از لحاظ زیست‌محیطی بدون تخریب، از نظر فنی مناسب و بجا، از نظر اقتصادی معقول و معتبر و از نظر اجتماعی مقبول باشد. توسعه با مردم و نه با تولید شروع می‌شود و محتوای آن نه در استیلای انسان بر طبیعت بلکه در هماهنگی با آن است و باید محیطی پایدار به وجود آورد (۹). رهیافت‌های مرسوم توسعه که مترادف ایجاد و تداوم رشد اقتصادی بوده و با میزان تولید ناخالص ملی (GNP) و درآمد سرانه سنجیده می‌شود (۳) به‌رغم دستاوردهای مثبت و غیرقابل انکار، پیامدها و عملکردهای نگران‌کننده‌ای نیز به همراه داشته‌اند. مطرح‌شدن توسعه پایدار در سال‌های اخیر به‌ویژه بعد از گزارش ۱۹۸۷ از سوی کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه نشان از وخامت اوضاع محیط زیستی جهان دارد.

یک جامعه یا سرزمین سامانه‌ای متشکل از اجزای مختلف ساختارها، کارکردها و فضاها است که در پیوند متقابل با یکدیگر هویت سیستم را مشخص می‌نمایند. این سیستم زمانی می‌تواند به بقای خود ادامه دهد که از تعادل لازم برخوردار باشد. لازمه برقراری تعادل در یک سیستم این است که تمامی اجزا و عناصر در جایگاه خود قرار گیرند، نقش خود را به‌درستی ایفا کنند و پیوند منطقی بین آن‌ها برقرار باشد (۶). برای اینکه توسعه پایدار باشد باید متعادل باشد و بتواند رابطه‌ای متعادل بین اجزای سیستم به وجود آورد. مظاهر ارتباط بین جمعیت و منابع محیطی قابل‌دسترس امنیت غذایی، تهی شدن و تخریب منابع طبیعی مانند جنگل‌زدایی و گسیختگی‌های اجتماعی هستند (۱۲). امروزه صحبت از حفظ محیط‌زیست، منابع طبیعی، جنگل‌ها، مراتع و سایر منابع محیطی نه موضوعات تخصصی ویژه رشته‌ای خاص، بلکه موضوع ادامه بقای جامعه انسانی، عدالت اجتماعی و اقتصادی و توسعه پایدار است. یکی از منابع فشار بر روی محیط‌زیست طبیعی به اشکال متعدد، رشد جمعیت است. هرچه جمعیت بیشتر شود برای تغذیه به غذای بیشتر نیاز است و برای کسب غذای بیشتر ضروری است که زمین‌های بیشتری به زیر کشت رفته جنگل‌ها و زیستگاه‌های طبیعی بسیاری تخریب گردند. جمعیت بیشتر به مفهوم نیاز بیشتر به آب است. امروزه مفهوم سفینه فضایی زمین که انسان‌ها سرنشینان آن به شمار می‌روند و حیات این سرنشینان بر ذخایر محدود و صدمه‌پذیر آب‌وخاک و هوا متکی است عینیت بیشتری یافته و درک آن نیز فراگیرتر شده است. همچنان که جمعیت این سفینه بیشتر می‌شود و فشار بر منابع آن افزایش می‌یابد بقای کل آن نیز در معرض خطر قرار می‌گیرد. (جمعه پور). تأمین آب موردنیاز برای فعالیت‌های کشاورزی و استفاده کامل از آب‌های سطحی جاری و به حداقل رساندن اتلاف آن از سرچشمه‌ها و داخل عرصه‌های جنگلی در شمال کشور، سبب روی آوردن به راهکارهای جدید گردیده است. نهرها و جوی‌های طبیعی آب‌های جاری سطحی توسط کشاورزان باهدف حفظ دبی ورودی و خروجی آب تبدیل به کانال‌های مصنوعی با ساختار بتنی شدند. این وضعیت باعث محدودیت دسترسی به منابع آبی برای پوشش‌های گیاهی و مخصوصاً درختان مسیر مانند لرگ و سایر موجودات زنده شده است.

لرگ که درختی متوسط تا ارتفاع ۲۰ متر و با تاجی گسترده بانام علمی *Pterocarya fraxinifolia* (pior) Spach.، تیره *Fagales*<sup>۱</sup>، خانواده *Juglandaceae*<sup>۲</sup> و جنس *Pterocarya*<sup>۳</sup> (۵) است در شرایط مساعد جست‌های زیادی تولید می‌کند. رتیدوم ساقه آن شیاردار و برگ‌های مرکب آن شانه‌ای و دارای صمغی خوش‌بو و مطبوع است (۸). در ایران مطالعات معدودی از گونه لرگ در شمال کشور انجام شده است. خانلری (۴) نگرش به جنگل‌های شمال و ارزیابی گونه‌های باارزش، به این گونه و خاصیت جست دهی آن اشاره کرد. در بررسی رویشگاه لرگ در رشته‌کوه‌های زاگرس به‌ویژه در منطقه شول‌آباد استان لرستان توسط سهرابی و مهدی فر (۷) اعلام شد این گونه از لحاظ جنبه‌های زیست‌محیطی در زمره ذخایر ژنتیکی منطقه قرار می‌گیرد. نتایج تحقیق توسط پیری و همکاران (۲) در منطقه حفاظت‌شده کبیر کوه واقع در پشته لارت ایلام با وسعتی معادل ۲۰ هزار هکتار

<sup>۱</sup> Ordo

<sup>۲</sup> Familia

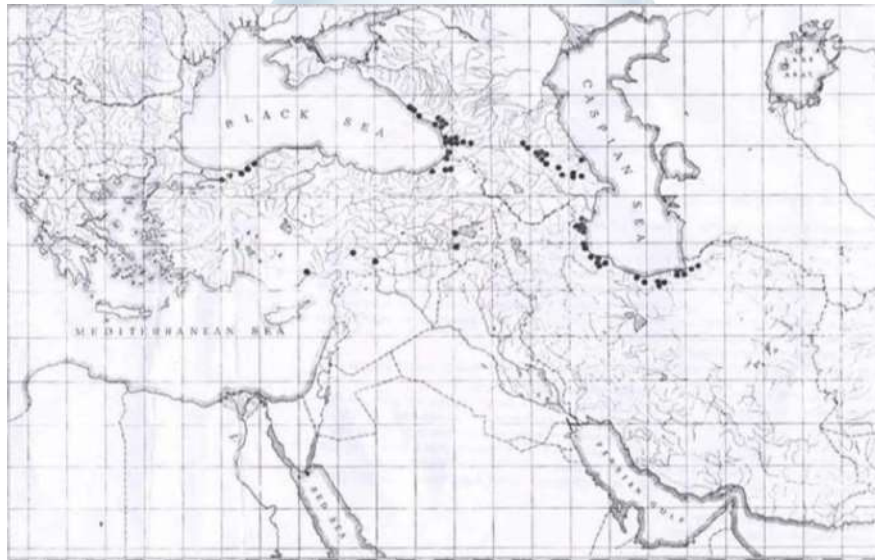
<sup>۳</sup> Genus

به‌عنوان یکی از مناطق حفاظت‌شده جنگلی نشان داد که "لرگ" به‌عنوان یکی از گونه‌ها با تجدید حیات به‌طور متوسط برابر با ۵/۷۰۷ اصله در هکتار به‌صورت شاخه زاد بوده است. بر اساس مطالعات انجام‌شده توسط ابراهیمی (۱) درباره نیازهای رویشگاهی لرگ در مناطق مرکزی مازندران، اثرات دخالت‌های غیراصولی در عرصه‌های جنگلی موجب تغییر در اکوسیستم منطقه و تنش‌های وارده به موجودات مختلف از جمله گونه‌های درختی مانند لرگ به‌عنوان گونه رطوبت پسند و آب‌دوست شده است. بررسی وضعیت زنده‌مانی و سر خشکیدگی و یا پژمردگی تاج درختان لرگ در اثر احداث کانال بتنی انتقال آب در داخل طرح جنگلداری وطن از اهداف مهم در این تحقیق بوده است.

### ۲- مواد و روش‌ها

#### ۲-۱- ناحیه مورد مطالعه:

منطقه تحقیق در حوزه ۸۴ جنگل‌های شمال ایران، غرب استان گلستان، طرح جنگلداری وطن و در جنوب روستای وطن واقع شده است. گزارش نحوه پراکنش لرگ توسط Browicz (۱۰) در منطقه‌ی خاورمیانه نشان می‌دهد رویشگاه اصلی این گونه جنوب غربی آسیا شامل جنگل‌های شمال ایران، منطقه قفقاز، کردستان عراق و ترکیه است (شکل ۱).



شکل (۱) نقشه پراکنش طبیعی درختان لرگ در داخل و خارج از ایران

قطعه اول کانال بتنی از محل انحراف آب از رودخانه در بالادست در عمق سه کیلومتری جنگل در سال ۱۳۷۶-۷۷ به طول ۴۵۰ متر احداث شد. سپس بعد از حدود ۱۵۰۰ متر امتداد نهر طبیعی، قطعه دوم کانال بتنی به طول حدود ۱۵۰۰ متر احداث تا در ادامه وارد مزارع کشاورزی می‌شود. تمام طول کانال بتنی و نهر طبیعی از داخل عرصه جنگلی می‌گذرد. آماربرداری و اندازه‌گیری از تمامی درختان لرگ مانند قطر برابرسینه، ارتفاع کل، طول تنه بدون شاخه، ارتفاع کل، بررسی وضعیت سلامتی و زنده‌مانی در دو طرف مسیر نهر طبیعی و کانال بتنی انتقال آب در نواری به عرض ۵۰ متر، ۲۵ متر از هر طرف محور اصلی، انجام شد.

#### ۲-۲- روش‌های آماری

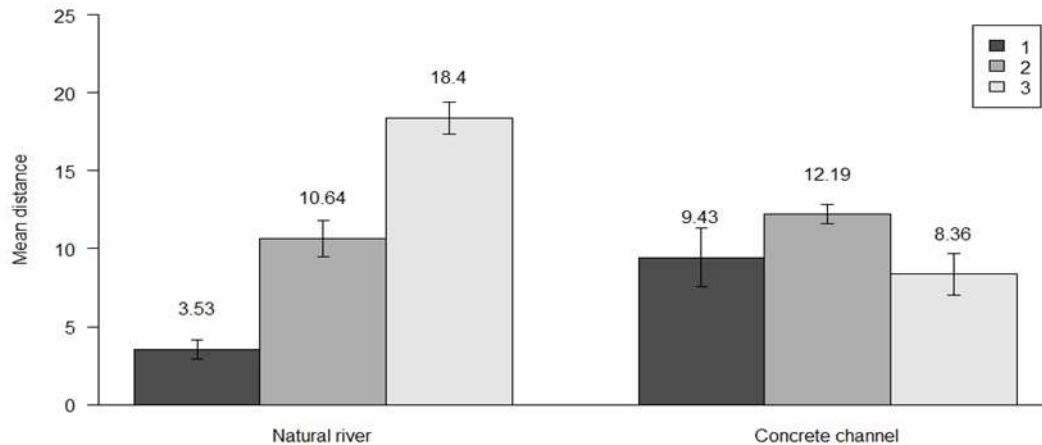
برای خلاصه‌سازی و نمایش نموداری داده‌های جمع‌آوری شده از روش‌های آمار توصیفی استفاده شد. در این تحقیق باهدف بررسی اثرات توسعه در بخش کشاورزی با احداث کانال بتنی انتقال آب بر شادابی گونه‌های لرگ و زنده‌مانی آن‌ها که به‌عنوان

یک متغیر رتبه‌ای بوده از روش رگرسیون لجستیک ترتیبی برای تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر شادابی درختان لرگ استفاده شده است (۱۱ و ۱۳) و تمامی آنالیزهای آماری و برازش مدل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار آماری R انجام شد. مدل‌های رگرسیون لجستیک ترتیبی بر اساس احتمال‌های تجمعی به دست می‌آیند. ساده‌ترین نوع مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی مدل شانس متناسب است. روش‌های مختلفی برای بررسی فرضیه شانس متناسب طبقات وجود دارد. یک روش متداول استفاده از آزمون score است. در این تحقیق مدل‌های شانس متناسب جزئی نیز به داده‌ها برازش داده شد (۱۶) و با استفاده از نسبت حداکثر درست‌نمایی بهترین مدل انتخاب گردید.

به منظور مدل‌سازی اثر احداث کانال بتنی ابتدا تمامی متغیرها به عنوان متغیرهای توضیحی در برازش مدل وارد شدند و سپس با استفاده از آزمون معنی‌داری متغیرهای توضیحی و نسبت درست‌نمایی، متغیرهای غیر معنی‌دار از مدل حذف شدند. در این تحقیق مقدار p-value کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

### ۳- نتایج و بحث

میانگین فاصله برای طبقات مختلف شادابی وزنده‌مانی بیانگر آن است که اثر فاصله بر شادابی درختان واقع در طرفین آبراهه طبیعی واضح‌تر است و با افزایش فاصله از درجه شادابی درختان کاسته می‌شود. شکل ۲ نشان می‌دهد در مجموع درختان با درجه شادابی یک کمترین فاصله را از محور رودخانه یا نهر طبیعی دارند.



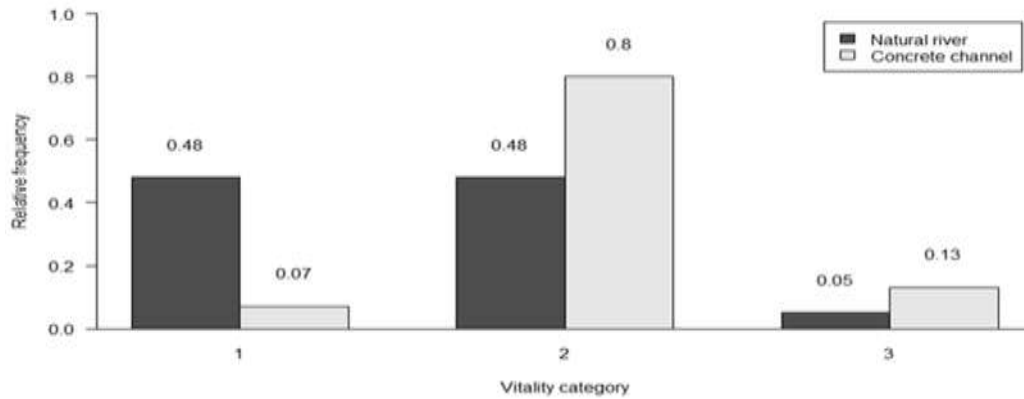
شکل (۲) میانگین فاصله برای درجات مختلف شادابی وزنده‌مانی درختان لرگ واقع در طرفین نهر طبیعی و کانال بتنی

فراوانی نسبی طبقات مختلف شادابی درختان در طرفین آبراهه طبیعی و کانال بتنی در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس این نمودار فراوانی درختان با درجه شادابی یک در طرفین کانال بتنی کاهش فراوان و درختان با درجه شادابی درجه ۲ افزایش فراوانی را نشان می‌دهد.

برای مدل‌سازی اثر احداث کانال بتنی بر شادابی درختان ابتدا فرض شانس متناسب رگرسیون لجستیک ترتیبی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج آزمون درست‌نمایی، نیازی به برازش مدل شانس متناسب جزئی و مدل شانس نامتناسب وجود نداشت. متغیرهای معنی‌دار در مدل نهایی، با توجه به نتایج آزمون والد و مقایسه آن با سطح معنی‌داری ۰/۰۵



و همچنین آزمون نسبت درستنمایی، انتخاب شدند. برآورد پارامترها، آزمون معنی داری متغیرهای توضیحی و نسبت شانس مدل نهایی رگرسیون لجستیک ترتیبی در جدول شماره ۱ آورده شده است.

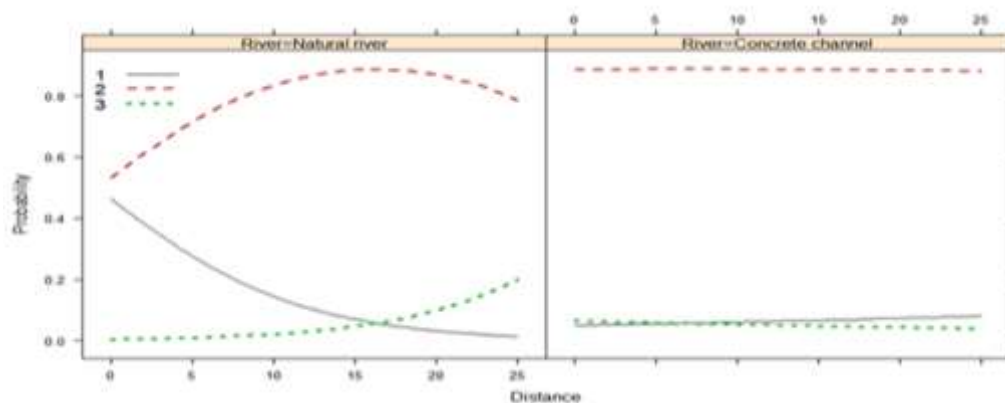


شکل (۳) نمودار توصیفی فراوانی نسبی طبقات شادابی درختان در طرفین آبراهه طبیعی و کانال بتنی

جدول (۱) پارامترهای مدل نهایی

شانس	p-value	انحراف استاندارد	برآورد	ضرایب
۰/۸۴	۰/۰۰۰	۰/۰۲	-۰/۱۷۱۸	ارتفاع
۰/۹۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۹	-۰/۰۴۷۱	ضریب لاغری
۱/۱۸	۰/۰۰۰	۰/۰۳	۰/۱۶۳۴	فاصله
۱۶/۴۸	۰/۰۰۰	۰/۵۱	۲/۸۰۲۲	کانال بتنی
۰/۸۳	۰/۰۰۰	۰/۰۴	-۰/۱۸۳۸	فاصله: کانال بتنی

نمودار احتمال قرار گرفتن درختان لرگ در طبقات شادابی مختلف و در فواصل صفر تا ۲۵ متر در طرفین محور نهر طبیعی و کانال بتنی در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل (۴) احتمال قرار گرفتن درختان در درجات شادابی متفاوت و در فواصل مختلف طرفین آبراهه طبیعی و کانال بتنی



بر اساس این نمودار احتمال مشاهده درختان با درجه شادابی یک در نزدیکی نهر طبیعی بیشتر است و بافاصله گرفتن از محور آن تا ۲۵ متر از تعداد این درختان نیز کاسته می‌شود. همچنین احتمال مشاهده درختان لرگ با درجه شادابی سه با افزایش فاصله از نهر طبیعی افزایش می‌یابد. در مقایسه در اطراف کانال بتنی احتمال مشاهده درختان با درجه شادابی دو بسیار بیشتر از درجات دیگر است و با تغییر فاصله نیز نسبتاً ثابت است.

آب مزارع بخش کشاورزی منطقه مورد تحقیق با فعالیت تولیدی شالیزاری به صورت سنتی فقط از منابع آب‌های سطحی و چشمه‌های فصلی و دائمی عرصه‌های جنگلی تأمین می‌شود. توسعه هر چه بیشتر این بخش باهدف افزایش راندمان تولید در واحد سطح در کنار بروز خشک‌سالی‌های اخیر منجر به اتخاذ و اجرای تصمیم تغییر ساختار آبراهه طبیعی و تبدیل آن به کانال بتنی شده است. تغییر ساختار بستر انتقال آب از آبراهه طبیعی به کانال بتنی باعث تثبیت دبی ورودی و خروجی آب از عمق عرصه جنگلی به سطح مزارع برنج‌کاری گردید. دستیابی به توسعه پایدار در این بخش تولیدی همراه با محدودیت دسترسی به منابع آبی لازم برای موجودات زنده و مخصوصاً پوشش‌های گیاهی جنگلی است که به صورت طبیعی برخوردار از چنین فرصتی بوده‌اند. درختان لرگ اطراف آبراهه طبیعی قبلی و کانال بتنی فعلی امکان دستیابی به آب موردنیاز خود را از دست داده و تغییراتی قابل توجه در ساختار زیستی آن‌ها ایجاد شده است. حداکثر قطر اندازه‌گیری شده درختان لرگ در این منطقه ۱۳۷ سانتی‌متر بوده است. حداکثر قطر درختان لرگ در توده شول‌آباد ۱۲۴ سانتی‌متر (۷) و در پشته لارت ایلام (۲) ۹۱ سانتی‌متر گزارش گردید. درحالی‌که (۱۰) Browicz از درختان لرگ با قطر برابر سینه ۱/۵ تا ۲ متر نیز یاد می‌کند و (۱۴) Mitchel به بزرگ‌ترین پایه دست کاشت از نتیجه دو رگ‌گیری لرگ در باغ گیاه‌شناسی "کیو" لندن با بلندی ۲۲ متر و قطر ۳ متر اشاره می‌نماید. میانگین فاصله برای طبقات مختلف شادابی وزنده‌مانی بیانگر آن است که در مجموع درختان با درجه شادابی یک کمترین فاصله را از محور نهر طبیعی دارند. برآورد نسبت شانس محاسبه‌شده برای هر یک از متغیرهای معنی‌دار را می‌توان به صورت زیر تفسیر کرد: برای متغیر کمی ارتفاع با فرض ثابت بودن سایر متغیرهای موجود در مدل، یک واحد افزایش در ارتفاع کل درخت شانس قرار گرفتن در طبقات شادابی بالاتر ۰/۸۴ برابر می‌شود. به طور مشابه با یک واحد افزایش در ضریب لاغری درختان (h/d)، شانس قرار گرفتن درختان در طبقات شادابی بالاتر ۰/۹۵ برابر می‌شود. به عبارت دیگر درختان بلندتر و با ضریب لاغری بالاتر شادابی بیشتری دارند. تأثیر مثبت ارتفاع کل و ضریب لاغری بر شادابی درختان را نیز می‌توان به میکرو سایت و خصوصیات ژنتیکی این درختان نسبت داد.

با فرض ثابت بودن سایر متغیرهای موجود در مدل، شانس قرار گرفتن در طبقات بالاتر شادابی در درختان لرگ که در حاشیه کانال بتنی قرار دارند نسبت به درختان لرگ واقع در حاشیه نهر طبیعی ۱۶/۴۸ برابر است به عبارت دیگر درختان واقع در طرفین آبراهه طبیعی شادابی بالاتری دارند.

اثر متقابل فاصله درختان و وضعیت آبراهه بیانگر آن است که اثر فاصله بر شانس قرار گرفتن درختان لرگ در طبقات بالاتر شادابی برای درختان واقع در طرفین کانال بتنی ۰/۸۵ اثر فاصله برای درختان واقع در طرفین آبراهه طبیعی است. به عبارت دیگر اثر فاصله بر شادابی درختان واقع در طرفین آبراهه طبیعی بیشتر است. با توجه معنی‌دار شدن اثر متقابل فاصله و وضعیت آبراهه (طبیعی یا کانال بتنی) تفسیر اثر فاصله به تنهایی امکان‌پذیر نیست ولی به طور کلی می‌توان گفت با افزایش فاصله از شادابی درختان کاسته می‌شود.

نتایج نشان داد که احداث کانال بتنی تأثیر معنی‌داری بر شادابی درختان داشته است، درحالی‌که احتمال یافتن درختان درجه یک در فواصل نزدیک طرفین آبراهه طبیعی از فواصل دور بیشتر است. در اثر احداث کانال و تنش خشکی عمده این درختان تبدیل به درختان درجه دو شده‌اند و به همین دلیل احتمال یافتن درختان درجه یک حتی در فواصل کم در طرفین کانال بتنی کاهش یافته ولی احتمال یافتن درختان درجه دوم در فواصل کم در طرفین کانال بتنی افزایش یافته است. مقایسه درختان خشکیده (درجه سه) در طرفین کانال بتنی و آبراهه طبیعی نشان می‌دهد که احتمال یافتن درختان خشکیده در فواصل دورتر از محور آبراهه بیشتر است درحالی‌که این احتمال برای کانال بتنی نسبتاً ثابت است، به عبارت دیگر با قطع جریان



آب در پای درختان لرگ با احداث کانال بتنی خشکیدگی درختان ارتباطی بافاصله درخت از محور کانال بتنی نشان نمی‌دهد. بررسی کیفیت و سلامت تاج درختان در منطقه شول‌آباد لرستان نشان داد که ۷۸ درصد از درختان دارای تاج سالم هستند که این موضوع را می‌توان مرتبط با باور مردم منطقه در مورد مقدس شمردن درختان این توده دانست، به طوری که به درختان لرگ در آن منطقه "درخت الرحمن" گفته می‌شود و قطع آن‌ها گناهی نابخشودنی است.

دستیابی به توسعه در بخش کشاورزی با تأمین و تضمین دسترسی قابل قبول آب مورد نیاز این بخش در مدیریت عرصه‌های جنگلی به اثرات دخالت‌های یکجانبه در تأمین منافع کوتاه‌مدت جامعه مانند احداث کانال بتنی برای انتقال آب باید با دقت بیشتری توجه نمود و عواقب اثرات مخرب اکوسیستم را برای درازمدت مدنظر قرارداد. حذف درازمدت درختان لرگ مانند آنچه در جنگل وطن اتفاق افتاده جبران‌ناپذیر است. جلوگیری از چنین تصمیماتی در عرصه‌های جنگلی مشابه، به پایداری اکوسیستم کمک خواهد کرد.

### ۴- منابع و مراجع

۱. ابراهیمی، عزت اله. ۱۳۸۳. بررسی نیاز رویشگاهی لرگ در جنگل تحقیقاتی «واز»، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۵۰۷-۴۸۱: (۴) ۱۲.
۲. پیری، سمیرا؛ علی رستمی و جواد میرزایی. ۱۳۹۳. بررسی مشخصات کمی و کیفی توده لرگ در ذخیره‌گاه جنگلی دره لارت در استان ایلام، دومین همایش ملی دانشجویی علوم جنگل، کرج، انجمن علمی دانشجویی جنگلداری دانشگاه تهران.
۳. تودارو، م. ۱۳۸۳. توسعه اقتصادی در جهان سوم. ترجمه: غلامعلی فرجادی، تهران: انتشارات کوهسار.
۴. خانلری، داریوش. ۱۳۷۸. نگرشی به جنگل‌های شمال و ارزیابی گونه‌های بارزش آن از دیدگاه جنگل‌شناسی. مجله جنگل و مرتع ۳۵- ۲۴: ۲۸.
۵. خلیلی قادیکلایی، کامران. ۱۳۸۸. استخراج و تعیین ماده مؤثره ضد قارچی (جنس تریکوفیتون) گیاه *Pterocarya fraxinifolia*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان، رشت، ۱۶.
۶. سلطانی پور، ف. و دماری، ب. ۱۳۹۵. وضعیت توسعه پایدار در ایران. مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی. دوره ۱۴، شماره چهارم، صفحه ۱۴-۱.
۷. سهرابی، سید رحمان؛ خسرو نایب طالبی و کریم خادمی. ۱۳۸۷. بررسی خصوصیات رویشگاهی و جنگل‌شناسی توده لرگ در استان لرستان. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۳۵۳-۳۴۳: (۳)
۸. کامل شیخ رجه، کامیار. ۱۳۸۱. اندازه‌گیری ۵- هیدروکسی ۴ و ۱- نفتوکینون (ژوگلون) در برگ و ساقه درخت لرگ به روش HPLC- Rp، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران، بابلسر.
۹. ملک محمدی، ح. و کمالی ی. ۱۳۹۲. تحلیل نهادینه‌سازی سیاست‌گذاری توسعه پایدار در ایران: بررسی موانع و ارائه مدلی برای آن. فصلنامه علمی- پژوهشی فرایند مدیریت و توسعه. ۲۶ (۲): ۱۶۱-۱۸۶.
10. Browicz K. 1982. Chorology of trees and shrubs in South – West Asia and adjacent regions. Polish Academy of Science. Institute of Dendrology, Warszawa, Vol. 1, 59 p.
11. Agresti A. 2002. Categorical Data Analysis, New York: John Wiley & Sons, 752 p.
12. Krishnan, 1994; Rama, Krishnan Participatory Development in Managing Population Pressure on Natural Resources. New Dehli: TaTa Energy Research Institue,
13. McCullagh P. Nelder John A. 1989. Generalized Linear Models, Chapman and Hall/CRC, 532 P.
14. Mitchel A. 1974. A field Guide to the Trees of Britain and northern Europe. The Quaternary age- Nuorog-bot. Ital .68 (1/2): 109-170.
15. Naghdi and Sadeghi, 2000; United Nation, 1992, Agenda-21. United Nation for Sustainable Development, Agenda 21, chapter 7
16. Peterson B. & Harrell F. 1990. Partial Proportional Odds Models for Ordinal Response Variables. Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics), 39(2), 205-217. doi:10.2307/2347760.
17. WCED, 1987, World Commission on Environment and Development, Our Common Future, Oxford Oxford, University Press

### تأثیر زمان اجرای عملیات ترسیب کربن بر درصد پوشش گیاهی و تنوع زیستی (مطالعه موردی: مراتع سریشه، خراسان جنوبی)

مسلم رستم پور<sup>۱\*</sup> و علیرضا یاری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه بیرجند، <sup>۲</sup> مدیر اجرایی پروژه ترسیب کربن در خراسان جنوبی

\*نویسنده مسئول: rostampour@birjand.ac.ir

#### چکیده

نهال کاری در جنگل‌ها، مراتع و بیابان‌ها، علاوه بر اصلاح و احیای منابع طبیعی، در قالب عملیات ترسیب کربن از جمله راه کارهای مفید و چندمنظوره برای کاهش پدیده گرم شدن زمین است. بدین منظور، عملیات نهال-کاری در قالب پروژه بین المللی ترسیب کربن در چهار سال (۱۳۸۴، ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) در مراتع سریشه، انجام شده است. به منظور بررسی تأثیر زمان اجرای عملیات نهال کاری بر درصد پوشش گیاهی و تنوع زیستی، از پوشش گیاهی منطقه نمونه برداری شد و درصد پوشش کل، درصد پوشش بوته‌ای‌ها و درختچه‌ای‌ها و شاخص‌های عددی تنوع گونه‌ای شامل شاخص‌های غنای گونه‌ای (S) و تنوع گونه‌ای شانون وینر (H) اندازه‌گیری شد. نتایج بدست آمده نشان داد که اثر سال نهال کاری بجز شاخص تنوع گونه‌ای شانون وینر بر روی سایر خصوصیات اکولوژیکی از قبیل درصد تاج پوشش، غنای گونه‌ای، درصد لاشبرگ، سنگ و سنگریزه و خاک معنی داری است. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که منطقه نهال کاری سال ۱۳۸۹ (تیپ *Artemisia sieberi- Zygophyllum atriplicoides*) با ۲۱ گونه بیشترین غنای گونه‌ای و منطقه نهال کاری سال ۱۳۸۸ (تیپ *Haloxylon persicum- Stipa barbata*) با ۹ گونه کمترین غنای گونه‌ای را دارا می‌باشد. نتایج بیانگر آن است که بین غنای گونه‌ای و درصد تاج پوشش کل، همخوانی وجود ندارد.

**واژگان کلیدی:** نهال کاری، درصد پوشش گیاهی، غنای گونه‌ای، تنوع شانون وینر

#### ۱- مقدمه

ترسیب کربن در اکوسیستم‌های طبیعی و افزایش آن، راه حل نهایی مشکل آلودگی‌های اتمسفری است. امروزه جنگل‌ها، مراتع، آبخیزها و بیابان‌ها نه تنها بعنوان قطب اقتصادی و پشتوانه بقای زیرساخت‌های اجتماعی مورد توجه قرار می‌گیرند، بلکه بیش از پیش باید به نقش اکوسیستم‌های فوق در ترسیب کربن اتمسفری توجه نمود. به بیانی دیگر ترسیب کربن توسط جنگل‌ها، مراتع، توده‌های جنگلکاری شده و خاک از مناسب‌ترین راهکارهایی می‌باشند که به کاهش کربن اتمسفری کمک می‌کنند (یوسفی، ۱۳۹۲).

اگرچه میزان یا سرعت ترسیب کربن در اکوسیستم‌های جنگلی مناطق حاره یا معتدل و مرطوب زیاد است، ولی به همان نسبت نیز سرعت فرآیندهای تجزیه شیمیایی و بیولوژیکی که موجب آزاد شدن دی‌اکسید کربن می‌شود، به دلیل بالا بودن رطوبت محیط زیاد است. این موضوع موجب شده که سازمان‌های بین‌المللی مانند UNDP مراتع را به دلیل برخورداری از برخی ویژگی‌هایی، نظیر وسعت قابل ملاحظه و اقلیم مناسب جهت اخذ و ترسیب کربن، یکی از گزینه‌های مناسب جهت

طرح‌های ترسیب کربن معرفی نمایند. مراتع کشور ما گزینه‌های مناسبی برای تحقیق پیرامون طرح‌های ترسیب کربن هستند، زیرا از یک سو بسیاری از مراتع ایران در ناحیه خشک و نیمه‌خشک واقع شده که وسعتی در حدود ۹۰ میلیون هکتار را دربر می‌گیرد و از سوی دیگر بنا به گزارش برنامه عمران سازمان ملل، این مناطق قابلیت ذخیره تقریباً یک میلیارد تن کربن آلی را دارند (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۲).

برخلاف اکوسیستم‌های جنگلی که مقدار قابل توجهی از کربن آلی را در زی‌توده هوایی خود ذخیره می‌کنند، مراتع عموماً کمتر از یک درصد از کربن آلی را در زی‌توده هوایی ذخیره می‌نمایند. در مجموع میزان کربن موجود در زی‌توده گیاهی مراتع نسبتاً کم است (تقریباً ۱۰ درصد) که اکثر آن در زی‌توده زیرزمینی نگهداری می‌شود. در اکوسیستم‌های مرتعی بیشترین ذخایر کربن آلی در ماده آلی خاک قرار دارد که حاوی ۹۰ درصد از مجموع کربن آلی موجود در سیستم است. عموماً بیشترین مقدار ماده آلی مراتع در سطح خاک است و با افزایش عمق کاهش می‌یابد (نقی پور برج، ۱۳۸۷).

درختان در کاستن دی‌اکسید کربن موجود در جو نقش اساسی را ایفا می‌کنند؛ برگ‌های درختان، دی‌اکسید کربن جو را در جریان فرآیند فتوسنتز برای ساختن هیدرات کربن (اساس ساختمان عمل گیاه) جذب می‌کنند که بیشترین سهم را در بین گازهای گلخانه‌ای، در گرم شدن زمین دارند. درختکاری و جنگل کاری، به همراه دیگر راه‌حل‌ها چون صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاستن از مقدار سوخت‌های فسیلی و جایگزین کردن آن با انرژی‌های نو و تجدیدشونده، از جمله راه‌حلهای مفید و چندمنظوره برای کاهش پدیده گرم شدن زمین می‌باشند (پارساپور، ۱۳۹۰).

در خصوص ترسیب کربن در تاغ زارهای مناطق خشک و بیابانی و همچنین میزان کربن در پوشش گیاهی و لاشبرگ تحقیقاتی در داخل کشور انجام شده است. امانی و مداح عارفی (۱۳۸۲) با بررسی ترسیب کربن در تاغ زارهای دست کاشت کشور متوسط میزان ترسیب کربن در اندام‌های هوایی تاغ با سن ۲۰ سال را ۵ تن در هکتار بیان کردند. با توجه به سطح ۱/۵ میلیون هکتاری تاغ زارهای دست کاشت اراضی بیابانی کشور، ۷/۵ میلیون تن کربن در اندام‌های هوایی این تاغ زارها ترسیب شده است.

کلاهیچی (۱۳۸۴) وضعیت کربن را در گیاهان بوته‌ای غالب و خاک مراتع قرق شده همدان مطالعه کرد. نتایج نشان داد که کربن آلی خاک با وزن مخصوص ظاهری خاک، رطوبت ثقلی، میزان تولید گیاهی، درصد پوشش گیاهی و درصد لاشبرگ همبستگی دارد.

فرهادی (۱۳۹۱)، پتانسیل ترسیب کربن را در توده طبیعی و دست کاشت گونه بادامک (*Amygdalus scoparia*) در استان کهگیلویه و بویر احمد بررسی کرد. نتایج بیانگر آن است که در هر دو توده بیشترین میزان کربن ذخیره شده اندام گیاهی در تنه به علت چوبی بودن بافت تنه و سپس به ترتیب سرشاخه و ریشه و لاشبرگ کربن ذخیره شده است. احمدی و همکاران (۱۳۹۳)، میزان ترسیب کربن در جنگل‌های تاغ و علفزارهای بیابانی جنوب دریاچه نمک (کویر مرنجاب) مقایسه کرد. مقایسه کربن ترسیب شده در اندام‌های گونه تاغ نشان داد که بیشترین مقدار کربن ترسیب شده در لاشبرگ و کمترین مقدار در ساقه فرعی بود.

پایش مراتع از اساس ترین اقدامات مورد نیاز در شناخت و همچنین اثر مدیریت بر روی این عرصه هاست. با توجه به پویا بودن مراتع و وقوع تغییرات کوتاه مدت و دراز مدت در آن لازم است روند و میزان تغییرات که لازمه مدیریت دارز مدت مراتع می باشد تشخیص داده شود و این نیاز به ارزیابی دقیق، صحیح و همچنین طولانی مدت، دارد تا داده های پایه ای مورد نیاز تامین گردد و امکان تحلیل چگونگی تغییرات و نقش عوامل مختلف میسر شود.

در اکوسیستم های مرتعی، مراتع اکوسیستم های مناطق خشک حایز ویژگی های خاصی هستند که متمایز از مراتع سایر نواحی می گردند. مدیریت این عرصه ها نیازمند شناخت اصولی از این ویژگی ها است تا مبانی تئوری صحیح مدیریت این رویشگاه ها شناخته شود. برای دستیابی به این مهم لازم است، ابتدا اطلاعات کافی از لحاظ نوع و طول مدت جمع آوری اطلاعات در اختیار باشد تا بر مبنای این اطلاعات از بین روش های شناخته شده، روش های صحیح آنالیز و ارزیابی این مناطق

معرفی گردد، ضروری است داده های مذکور از مکان مشابه و در زمان مشابه و با روش مشابه از مراتع پراکنده در اکوسیستم های خشک مرتعی جمع آوری گردد و در هر اندازه گیری نیز فاکتورهای مشابه مورد ارزیابی قرار گیرند تا امکان جمع بندی نتایج حاصل گردد.

بر همین اساس پایش درصد پوشش گیاهی و تنوع زیستی مراتع تحت پروژه ترسیب کربن، سریشه خراسان جنوبی طی چهار سال مورد توجه قرار گرفته است و اطلاعات سال پایه در این مقاله ارائه می شود و اثر سال نهالکاری بر خصوصیات اکولوژیک اندازه گیری می شود.

### ۲- مواد و روش ها

این مطالعه در چهار تیپ گیاهی (شکل ۱) انجام شد که عبارتند از:

۱. تیپ *Artemisia sieberi- Atriplex canescens* (پروژه سال ۱۳۸۴)

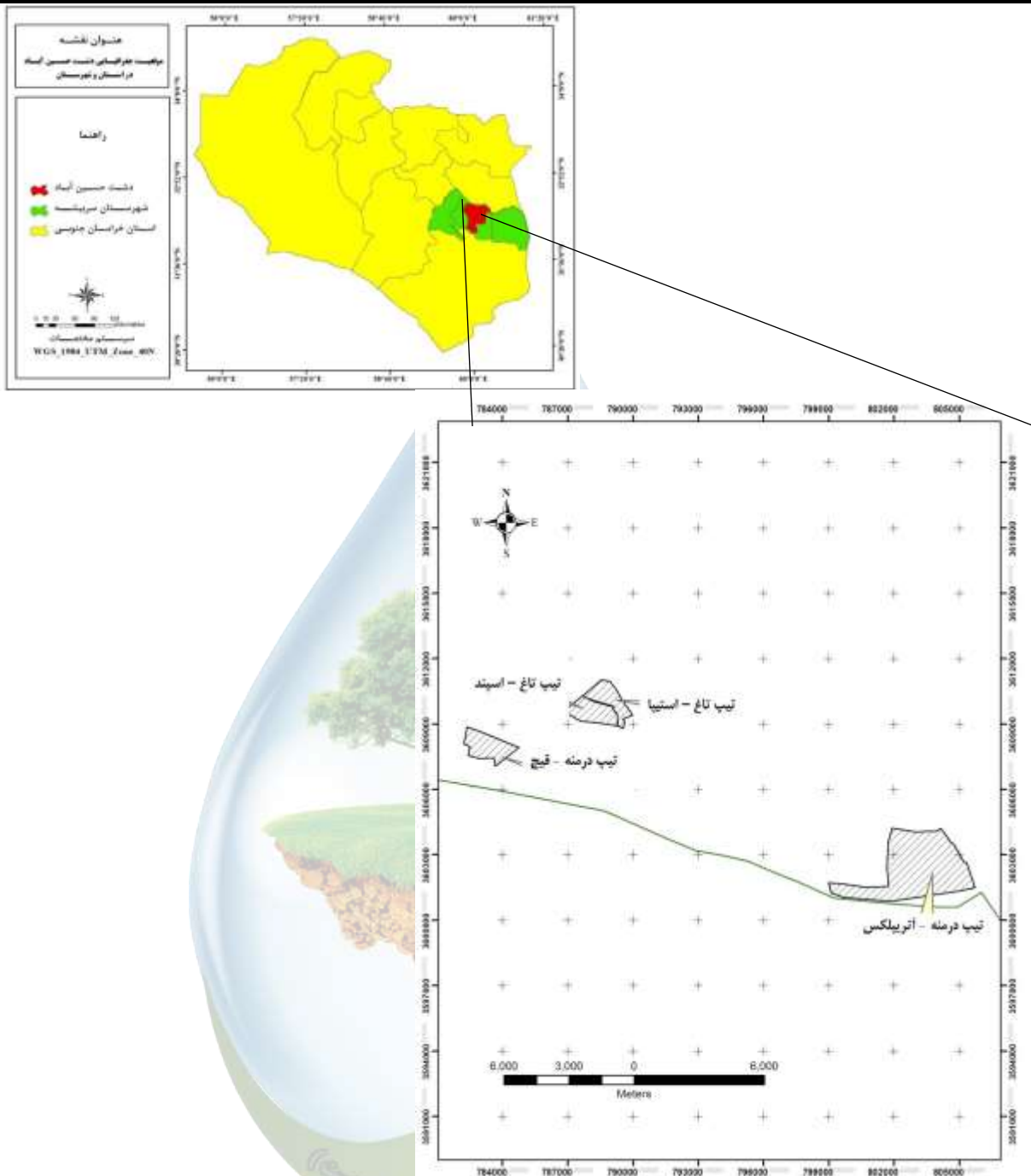
۲. تیپ *Haloxylon persicum-Peganum harmala* (پروژه سال ۱۳۸۷)

۳. تیپ *Haloxylon persicum- Stipa barbata* (پروژه سال ۱۳۸۸)

۴. تیپ *Artemisia sieberi- Zygophyllum atriplicoides* (پروژه سال ۱۳۸۹)

در این تحقیق جهت تعیین فاکتورهای پوشش تاجی و سایر فاکتورهای سطح خاک از روش سطحی (پلات ۵×۵ متر مربع برای بوته ای ها و پلات ۱۰×۱۰ متر مربع برای درختچه ای ها) استفاده گردید. برای اندازه گیری تراکم، ابتدا گونه های موجود در هر پلات را مشخص کرده و تعداد پایه هر گونه در واحد سطح شمارش و سپس متوسط تراکم در واحد سطح محاسبه گردید و برای محاسبه شاخص های غنای گونه ای (s) و تنوع گونه ای شانون وینر (H) با استفاده از معیار تراکم، از نرم افزار PAST استفاده شد. به منظور مقایسه میانگین های خصوصیات اکولوژیک بین سال های نهالکاری از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد.





شکل (۱) موقعیت تپه های گیاهی در مراتع سریشبه، نسبت به استان

### ۳- نتایج و بحث

نتایج تحلیل واریانس نشان می دهد که اثر سال نهالکاری بجز شاخص تنوع گونه ای شانون وینر بر روی سایر خصوصیات اکولوژیکی از قبیل درصد تاج پوشش، غنای گونه ای، درصد لاشبرگ، سنگ و سنگریزه و خاک دارای اختلاف معنی داری است.

جدول (۱) اثر سال نهالکاری بر خصوصیات اکولوژیک در مراتع سریشه، خراسان جنوبی

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درصد تاج پوشش	غنا	تنوع	لاشبرگ	سنگ	خاک
سال نهالکاری	*۲۷/۴۲	**۷۷/۱۹	ns۰/۰۱۶	*۱/۶۹	**۱۱۹/۴۷	**۲۷۷/۴۴
خطا	۲/۰۸	۰/۶۷	۰/۰۰۵	۰/۱۲۵	۰/۶۲۵	۱/۱۷

\* و \*\* و ns به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و عدم وجود اختلاف معنی دار

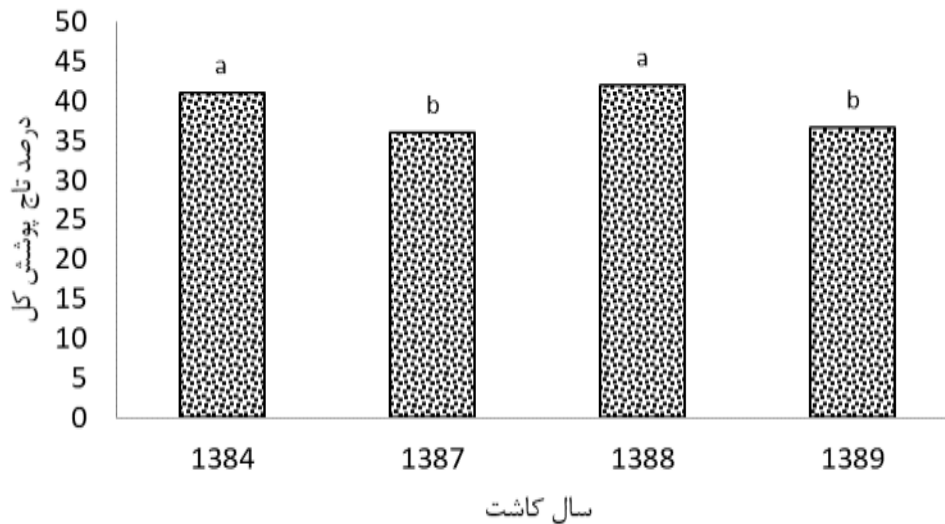
نتایج نشان می دهد که مناطق نهالکاری سال های ۱۳۸۴ (تیپ درمنه - آتریپلکس) و ۱۳۸۸ (تیپ تاغ - استیپا) دارای درصد تاج پوشش کل بیشتری نسبت به مناطق نهالکاری سال های ۱۳۸۷ (تیپ تاغ - اسپند) و ۱۳۸۹ (تیپ درمنه - قیچ) هستند (شکل ۲).

از آنجایی که گونه ههای غالب موجود در منطقه بوته ای و درختچه ای بودند، با توجه به جدول ۲، بیشترین درصد تاج پوشش گیاهان بوته ای و درختچه ای مربوط به مناطق نهالکاری سال ۱۳۸۹ (تیپ درمنه - قیچ) می باشد.

جدول (۲) درصد تاج پوشش گیاهان بوته ای و درختچه ای عرصه در سال های اجرای پروژه

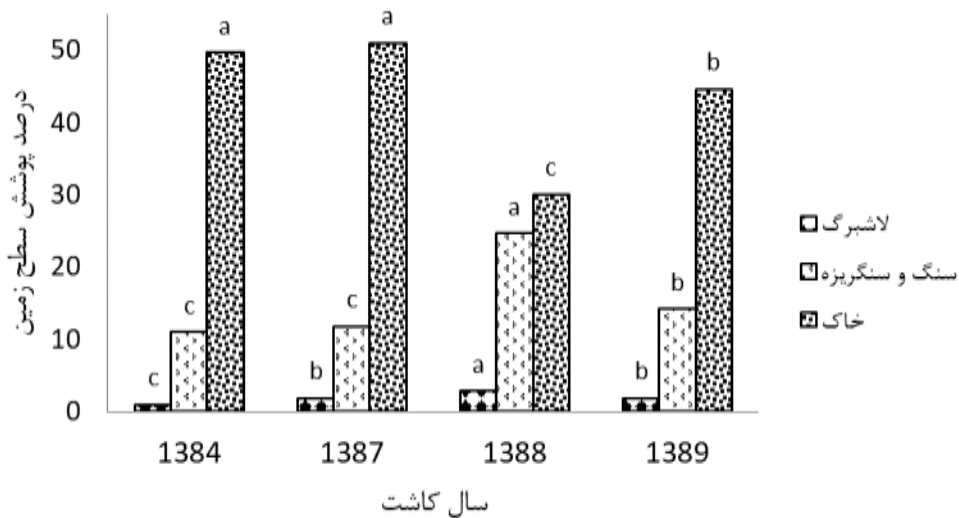
ردیف	نام علمی	۱۳۸۴	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹
۱	<i>Atriplex canescens</i>	۷/۵	۵	۱۰/۵	۱۴
۲	<i>Artemisia sieberi</i>	۱۰/۵	-	۲/۳	۲/۳
۳	<i>Ceratocarpus arenarius</i>	-	-	-	۸
۴	<i>Haloxylon persicum</i>	۱۲/۵	۱۰/۱۲	۹/۵	۷/۵
۵	<i>Heliotropium aucheri</i>	-	-	-	-
۶	<i>Launaea acanthodes</i>	-	۵	۳	۲
۷	<i>Salsola arbuscula</i>	۲/۵	۵/۵	۲/۵	-
۸	<i>Salsola tomentosa</i>	-	-	-	۲
۹	<i>Scariola orientalis</i>	-	۳/۳	۳/۵	-
۱۰	<i>Zygophyllum atriplicoides</i>	۲/۲	-	-	۱/۴





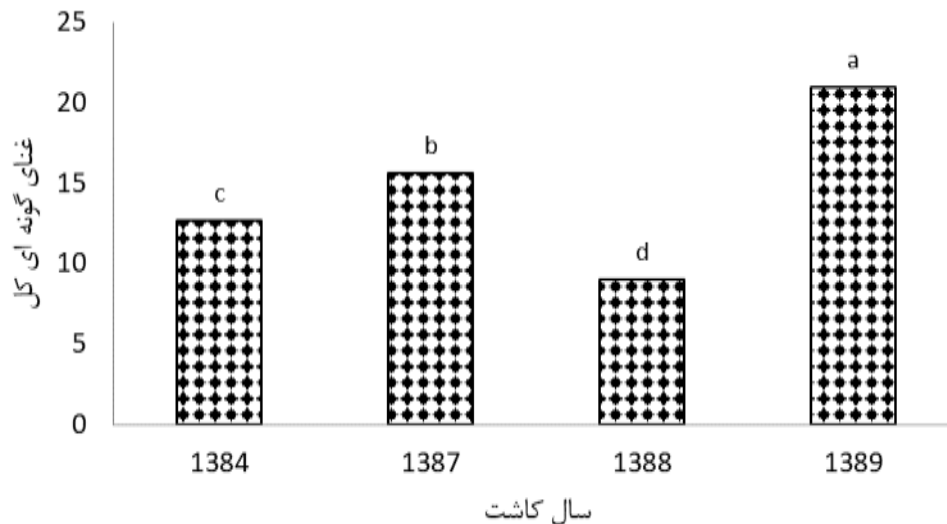
شکل (۲) مقایسه درصد تاج پوشش کل در سال‌های مختلف نهالکاری در مراتع سریشه، خراسان جنوبی

همچنین نتایج نشان می‌دهد که بیشترین میزان لاشبرگ و سنگ و سنگریزه در منطقه نهالکاری سال ۱۳۸۸ (تیپ تاغ - استیپا) و کمترین آن در منطقه نهالکاری سال ۱۳۸۴ (تیپ درمنه - آتریپلکس) است (شکل ۳).



شکل (۳) مقایسه درصد پوشش سطح زمین در سال‌های مختلف نهالکاری در مراتع سریشه، خراسان جنوبی

نتایج تحلیل واریانس نشان داد که زمان نهال کاری فقط بر روی غنای گونه‌ای در سطح ۱ درصد معنی دار بوده و تأثیر معنی داری بر تنوع گونه‌ای نداشته است. منطقه نهالکاری سال ۱۳۸۹ (تیپ درمنه - قیچ) با ۲۱ گونه بیشترین غنای گونه‌ای و منطقه نهالکاری سال ۱۳۸۸ (تیپ تاغ - استیپا) با ۹ گونه کمترین غنای گونه‌ای را دارا می‌باشد (شکل ۴).



شکل (۴) مقایسه غنای گونه ای کل در سال های مختلف نهالکاری در مراتع سریشه، خراسان جنوبی

با مقایسه نمودار شکل های ۲ و ۴ می توان بیان نمود که درصد تاج پوشش کل، لزوما نمی تواند با غنای گونه ای همخوانی داشته باشد. بدین صورت که منطقه نهالکاری سال ۱۳۸۹ (تیپ درمنه - قیچ) علیرغم اینکه دارای غنای گونه ای بالایی است از درصد پوشش کمتری برخوردار است، شاید حضور گونه های نادر و یکساله دلیل افزایش غنای گونه ای بوده است و این گونه ها نسبت به چندساله های بوته ای و درختچه ای سهم کمی در پوشش سطح زمین داشته اند. نتایج تحقیقات بیانگر رابطه ترسیب کربن آلی خاک با درصد پوشش گیاهی، نوع گونه های گیاهی، مقدار لاشبرگ، بقایای گیاهی و نوع کاربری اراضی و مدیریت است. تحقیقات متعددی بیان داشته اند که اگر در یک منطقه، پوشش گیاهی به خوبی استقرار یابد، در بلندمدت مقدار کربن آلی خاک افزایش می یابد، زیرا تغییرات کربن آلی خاک تدریجی است (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۲). در منطقه تحت اجرای پروژه ترسیب کربن، گونه ای کشت شده شامل آترپلکس، تاغ، قیچ و زنبق بیابانی هستند و در سال های مختلف (۱۳۸۴ و ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹) که که احتمالا شرایط آب و هوایی و خاک در این عرصه متفاوت بوده، و این منجر به تغییراتی در درصد پوشش گیاهی و غنای گونه ای شده است، این تحقیق حاصل مطالعه سال اول پایش (۱۳۹۱) بوده است و توصیه میشود هر ۱۰ سال بشرط حفظ وضعیت موجود و عدم ورود دام، پایش تغییرات پوشش گیاهی و خصوصیات اکولوژیک انجام شده و با سال پایه مقایسه شود.

#### ۴- منابع

- احمدی، ح، حشمتی غ.ع. و ناصری ح.ر. ۱۳۹۳. پتانسیل ترسیب کربن خاک در اراضی بیابانی تحت اثر دو گونه تاغ و سوف (مطالعه موردی: آران و بیدگل). نشریه مهندسی اکوسیستم بیابان ۳(۵): ۲۹-۳۶.
- امانی، م. و مداح عارفی ح. ۱۳۸۲. بررسی قابلیت ترسیب کربن در تاغ زارهای دست کاشت کشور و استراتژی آینده، مجموعه مقالات اولین همایش تاغ و تاغ کاری، تابستان ۸۲، کرمان.
- پارساپور، م.ک. ۱۳۹۰. زیتوده و ترسیب کربن گونه های مختلف صنوبر کاشته شده در ایستگاه تحقیقات صنوبر بلداجی. پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد. ۸۴ صفحه.
- فرهادی، م. ۱۳۹۱. تعیین پتانسیل ترسیب کربن در توده طبیعی و دست کاشت گونه بادامک (*Amygdalus scoparia spach*). پایان نامه کارشناسی ارشد. به راهنمایی اصغر فلاح. ساری: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده منابع طبیعی.

- کلاهچی، ن. ۱۳۸۴. بررسی ترسیب کربن در گیاهان بوته‌ای غالب و خاک مراتع قرق شده حیدره، پشت شهر استان همدان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران. ۱۶۲ صفحه.
- نقی پوربرج، ع.ا. ۱۳۸۷. مقایسه ترسیب کربن در خاک و زیتوده گونه‌های گیاهی در مراتع تحت چرای دام و قرق شده در منطقه سیساج بجنورد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. به راهنمایی قاسمعلی دیبانتی تیلکی و حسین توکلی. نور: دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی.
- یوسفی، م. ۱۳۹۲. برآورد ترسیب کربن در دو گیاه بیابانی تاغ (*Haloxylon sp*) و آتریپلکس (*Atriplex canescens*) (مطالعه موردی: منطقه حسین آباد غیناب، استان خراسان جنوبی). پایان‌نامه کارشناسی. به راهنمایی مسعود مسعودی و حسین صادقی. شیراز: دانشگاه شیراز، دانشکده منابع طبیعی.



تأثیر سیلاب بر حضور مارهای خانواده افعی‌ها (Viperidae) در محیط شهری (مطالعه موردی:  
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان)

کامران الماسیه<sup>۱\*</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی.

\* رایانامه (Email) نویسنده مسوول : [almasieh@asnrukh.ac.ir](mailto:almasieh@asnrukh.ac.ir)

### چکیده

این مطالعه به بررسی حضور مارهای خانواده افعی‌ها که بعد از سیلاب در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان مشاهده شده‌اند پرداخته است. در این تحقیق، از نمونه‌های مار که به مناطق مسکونی دانشگاه شامل منازل هیات علمی و کارکنان دانشگاه، خوابگاه‌های دانشجویی و همچنین دانشکده‌ها و آزمایشگاه وارد شده بودند استفاده شده است و مارهای خانواده افعی‌ها با استفاده از منابع معتبر موجود، شناسایی شدند. در محدوده زمانی بعد از سیلاب فروردین ۱۳۹۸، یک افعی جعفری و یک افعی گرز (گرزه مار) از خانواده افعی‌ها در این دانشگاه مشاهده شده است که از مارهای سمی ایران به حساب می‌آیند. چنین احتمال می‌رود رودخانه کارون در مجاورت دانشگاه باعث جابه‌جایی مارها و سکنی گزیدن آنها در مناطق شهری شده است. البته جوندگان نیز با آب سیلاب منتقل می‌شوند که مارها نقش مهمی در کنترل آنها دارند. در هنگام بازگشت مجدد به منزل سیل زده باید خارج منزل و سپس داخل منزل بررسی شود و در صورت وجود مار با مراکز آتش نشانی تماس حاصل شود. در هنگام گزیدگی مار، حتما باید به مراکز درمانی مراجعه نمود تا پادزهر مورد نظر تزریق شود.

واژگان کلیدی: افعی جعفری، افعی گرز، رودخانه کارون، سیلاب، محیط شهری

### ۱- مقدمه

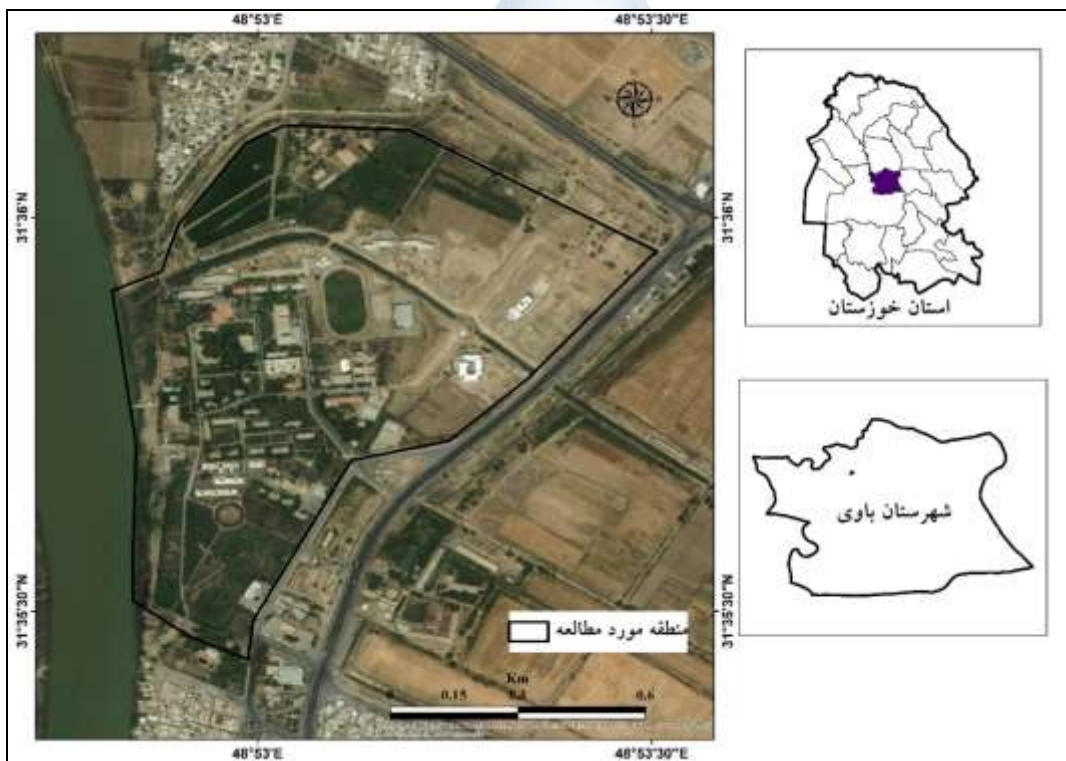
ورود مارها به داخل شهرها بعد از سیلاب، یکی از مهم‌ترین تأثیرات و نگرانی‌های سیل محسوب می‌شود. در سیلاب سال ۲۰۰۷ در کشور بنگلادش، مارگزیدگی دومین عامل مرگ و میر بعد از شیوع بیماری‌ها در اثر سیل بود (۴). سیلاب مارها را با خود جابه‌جا کرده و در مناطق جدید سکنی می‌گزینند. در این موقع، مارها به دنبال غذا و پناه گشته و ممکن است وارد محیط‌های انسانی شوند (۶).

خانواده افعی‌ها (Viperidae) دارای ۳۳۹ گونه در جهان است که ۱۱ گونه آن در ایران یافت می‌شوند. مارهای این خانواده کوچک، متوسط تا درشت جثه هستند. مردمک چشم عمودی، بدن توپر و قوی و غالباً پوشیده با فلس‌های تیغه‌دار و دم آنها کوتاه است (۱). فنگ آنها که در جلوی آرواره بالا قرار دارد، بلند و متحرک و دارای مجرای توخالی برای هدایت سم به بافت طعمه یا بدن دشمن است. سم بیشتر افعی‌ها بر سیستم گردش خون تأثیر می‌گذارد و سر افعی‌ها به علت محل قرارگیری کیسه‌های زهر، مثلی شکل است (۲).

استان خوزستان در فروردین ماه ۱۳۹۸ دچار سیلاب گردید و سطح آب رودخانه کارون که در مجاورت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان است به بالاترین سطح خود رسید. این مطالعه به بررسی حضور مارهای خانواده افعی‌ها که بعد از سیلاب در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان مشاهده شده‌اند پرداخته است.

### ۲- مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه کل محدوده دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به مساحت ۷۲/۹ هکتار بود (شکل ۱). این دانشگاه با قدمت حدود ۶ دهه در شهر ملاتانی مرکز شهرستان باوی واقع در ۳۰ کیلومتری شهر اهواز مرکز استان خوزستان واقع شده است. این دانشگاه در مجاورت رودخانه کارون قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل (۱) موقعیت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به عنوان منطقه مورد مطالعه در شهرستان باوی و استان خوزستان.

بعد از سیلاب استان خوزستان در فروردین ۱۳۹۸، شاهد افزایش جمعیت مارها در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان بوده‌ایم. در این تحقیق، از نمونه‌های مار که به مناطق مسکونی دانشگاه شامل منازل هیات علمی و کارکنان دانشگاه، خوابگاه‌های دانشجویی و همچنین دانشکده‌ها و آزمایشگاه وارد شده بودند استفاده شده و مارهای خانواده افعی‌ها شناسایی شدند. برای شناسایی از راهنمای میدانی خزندگان و دوزیستان ایران (۲)، اطلس خزندگان ایران (۳) و کتاب مارهای ایران (۱) استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

در محدوده زمانی بعد از سیلاب فروردین ۱۳۹۸، یک فرد افعی جعفری و یک فرد افعی گرز (گرزه مار) از خانواده افعی‌ها در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان مشاهده شده است (شکل ۲). در جدول ۱ مشخصات این دو گونه

و همچنین وضعیتی حفاظتی این دو گونه در اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (IUCN) و در ایران آورده شده است.



شکل (۲) سمت چپ: افعی جعفری با علامت صلیبی بر روی سر، سمت راست: افعی گرزّه با فلس های ریز روی سر (تصاویر از الماسیه).

جدول (۱) مشخصات دو گونه افعی مشاهده شده در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان بعد از سیلاب فروردین ۱۳۹۸

منبع	وضعیت حفاظتی در ایران	وضعیت حفاظتی در IUCN	نام علمی	نام انگلیسی	نام فارسی
۷ و ۵	غیر حمایت شده و عادی	ارزیابی نشده (NE)	<i>Echis carinatus</i>	Saw-scaled viper	افعی جعفری
۷ و ۵	غیر حمایت شده و عادی	ارزیابی نشده * (NE)	<i>Macrovipera lebetina</i>	Levantine viper	افعی گرزّه

\* حداقل نگرانی (LC) در محدوده اروپا

افعی جعفری از سمی ترین افعی های ایران به حساب می آید. پراکنش جهانی آن از سریلانکا و بنگلادش آغاز شده و تا عمان و امارات متحده عربی می رسد. پراکنش آن در جنوب، شرق و شمال شرق ایران است (۲). حرکت این مار جانبی است و از پهلو به صورت حلقه حلقه حرکت می کند. در صورت احساس خطر صدایی از خود تولید می کند که شبیه پاشیدن آب بر روی سطح داغ است (۳). گزیدگی این مار بسیار خطرناک است و حدود ۸ تا ۱۲ درصد مصدومانی که بیمارستان می رسند فوت می کنند. در درمان این گزیدگی آمپول پلی والان بسیار مؤثر است. اما خطر مرگ حتی تا ۱۰ روز بعد از درمان، مصدومان را تهدید می کند (۱).

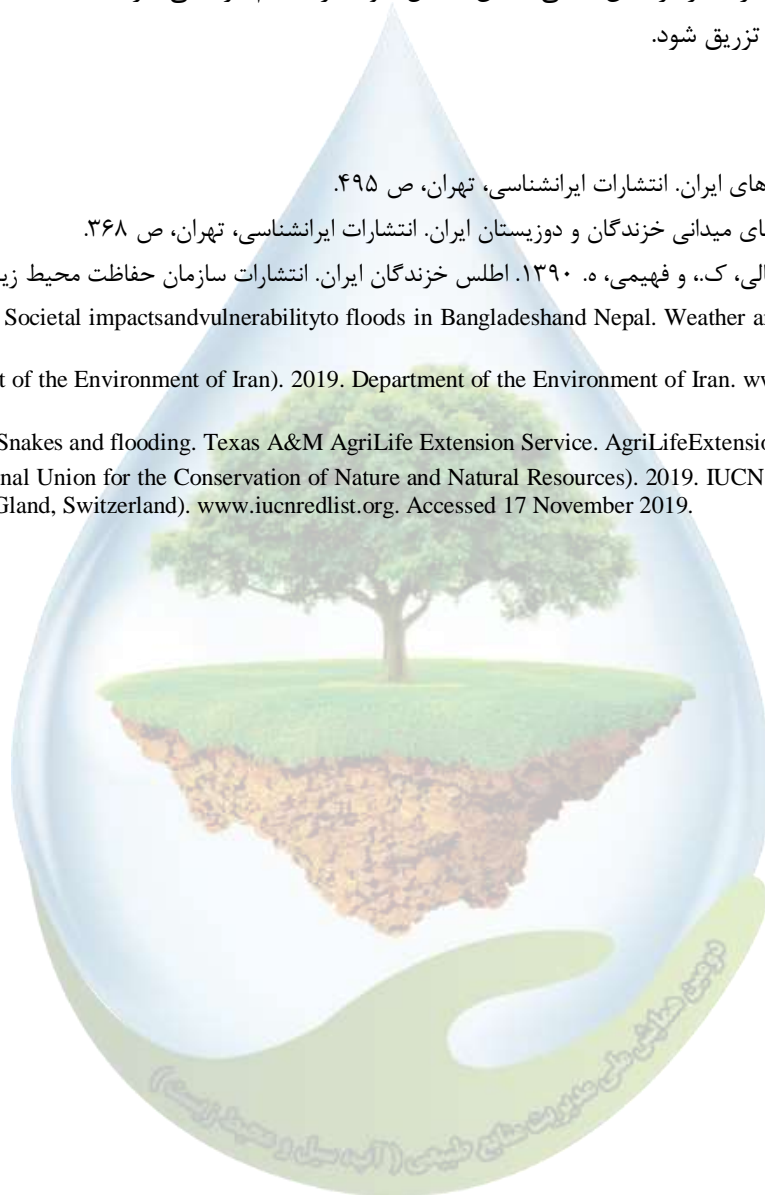
افعی گرزّه بزرگ ترین افعی ایران است (۲). پراکنش این افعی از آسیای مرکزی شروع شده و تا فلسطین ادامه پیدا می کند. پراکنش آن در ایران در امتداد رشته کوه های البرز و زاگرس قرار گرفته و تا شمال استان خوزستان نیز می رسد. این

<sup>1</sup> International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources

مار در مواجهه با انسان ممکن است او را تعقیب کند (۳). گزش افعی گرزه حتی ممکن است گاو و شتر را از پای درآورد. در انسان نیز بعد از گزش درد بسیار شدید و غیرقابل تحملی وارد می شود و با آمپول مارگزیدگی پلی والان قابل درمان است (۱). چنین احتمال می رود رودخانه کارون در مجاورت شهر ملاتانی و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان باعث جابه جایی مارها و سکنی گزیدن آنها در مناطق شهری شده است. البته جوندگان نیز با آب سیلاب منتقل می شوند که مارها نقش مهمی در کنترل آنها دارند (۶). در هنگام بازگشت مجدد به منزل سیل زده باید خارج منزل و سپس داخل منزل چک شود و در صورت وجود مار با مراکز آتش نشانی تماس حاصل شود. در هنگام گزیدگی مار، حتما باید به مراکز درمانی مراجعه نمود تا پادزهر مورد نظر تزریق شود.

#### ۴- منابع و مراجع

۸. رجیبی زاده، م. ۱۳۹۷. مارهای ایران. انتشارات ایران شناسی، تهران، ص ۴۹۵.
۹. کمالی، ک. ۱۳۹۲. راهنمای میدانی خزندگان و دوزیستان ایران. انتشارات ایران شناسی، تهران، ص ۳۶۸.
۱۰. مظفری، م.، کمالی، ک.، و فهیمی، ه. ۱۳۹۰. اطلس خزندگان ایران. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. تهران. ص ۳۶۲.
11. Dewan, T. 2015. Societal impacts and vulnerability to floods in Bangladesh and Nepal. *Weather and Climate Extremes* 7: 36-42.
12. DoE (Department of the Environment of Iran). 2019. Department of the Environment of Iran. [www.doe.ir](http://www.doe.ir). Accessed 10 November 2019.
13. Frank, M. 2017. Snakes and flooding. Texas A&M AgriLife Extension Service. [AgriLifeExtension.tamu.edu](http://AgriLifeExtension.tamu.edu).
14. IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources). 2019. IUCN Red List of Threatened Species (IUCN, Gland, Switzerland). [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Accessed 17 November 2019.



### کاربرد پساب در کشاورزی و اهمیت مدیریت صحیح آن

مروارید محمد میرزائی<sup>۱\*</sup>، مهدی ذاکری نیا<sup>۲</sup>، معصومه فراستی<sup>۳</sup>

<sup>۱\*</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم و مهندسی آب

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۳</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه گنبدکاووس

\*E-mail : Ashworth300@gmail.com

### چکیده

رشد روزافزون جمعیت و توسعه سریع صنایع و فناوری، از جمله عوامل مهمی هستند که موجب افزایش مصرف آب و تولید فاضلاب در جوامع شده‌اند. با توجه به اینکه منابع آب در دسترس محدود است، با استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده می‌توان ضمن حفاظت از منابع آب، بخشی از کمبود آب را نیز برطرف کرد. پساب فاضلاب اثرات مثبتی بر خاک و رشد گیاهان به علت افزایش مواد آلی و عناصر غذایی مانند ازت، فسفر و پتاس دارد. اما استفاده طولانی مدت از این منابع از جنبه‌های مختلف زیست محیطی اقتصادی بهداشتی و اجتماعی نیاز به برنامه‌ریزی جامع و مدیریت صحیح در جهت بهره‌وری بهتر از آب دارد. در این تحقیق که به صورت مروری و با مطالعه کتب، مقالات و اسناد مربوط نوشته شده، به اهمیت کاربرد فاضلاب در بخش‌های مختلف بالأخص در بخش کشاورزی، مدیریت صحیح آن و به کارگیری روش‌های مؤثر به منظور حذف بیشتر آلاینده‌ها پرداخته شده است.

واژگان کلیدی : فاضلاب تصفیه شده، بحران آب، مدیریت صحیح آب، کشاورزی.

### ۱- مقدمه

با توجه به محدودیت منابع آب در کشور و روند روبه رشد مصرف آب در سال‌های اخیر که ناشی از افزایش جمعیت و توسعه صنعت و کشاورزی است، سیاست‌های جدید برای تأمین منابع آب کشور مبتنی بر افزایش میزان آب‌های قابل دسترس و جایگزین کردن منابع جدید آب، بازچرخانی و استفاده مجدد از آب‌های غیرمتعارف به عنوان یکی از سیاست‌های محوری و یکی از راهبردهای بلندمدت مدیریت آب مطرح شده است (۷). همچنین با توسعه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در کشور و افزایش حجم فاضلاب تصفیه شده، ضرورت استفاده بهینه از آب‌های نامتعارف بیشتر احساس می‌شود. فاضلاب حاصل از مصرف آب در زندگی روزمره انسان از ۹۹٫۹ درصد آب و ۰٫۱ درصد مخلوطی از مواد معلق معدنی و آلی و گازهای تشکیل شده است. استفاده صحیح از پساب فاضلاب علاوه بر گسترش پوشش گیاهی، از یک طرف از آلودگی محیط زیست جلوگیری می‌نماید و از طرف دیگر با دارا بودن عناصر مغذی، علاوه بر کاهش آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، باعث کاهش هزینه مصرف کودهای شیمیایی می‌شود. به همین دلیل به عنوان منابع آب و کودی ارزان قیمت مورد توجه قرار گرفته است (۵). همچنین بهره‌گیری از فاضلاب به جای آب کانال، سبب بهبود بیشتر ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند نفوذپذیری، تخلخل و پیدایش ساختمان اسفنجی خاک می‌شود (۱۰).

### ۱-۱- جایگاه استفاده از فاضلاب در ایران و جهان



بررسی‌ها نشان می‌دهد که در دنیا از فاضلاب تحت شرایط و استانداردهای خاصی برای مصارف مختلف استفاده می‌شود.

اولویت‌های مصرف فاضلاب در دنیا به صورت زیر می‌باشد:

۱. وارد کردن فاضلاب تصفیه‌شده به مسیل‌های طبیعی پس از آنکه استانداردهای زیست‌محیطی در آن رعایت شده باشد. این امر به منظور حفظ تعادل در اکوسیستم‌های آبی صورت می‌گیرد.
۲. دفع فاضلاب در سطح اراضی به منظور نفوذ در خاک پس از آن که تصفیه‌شده و استانداردهای زیست‌محیطی را دارا باشد.
۳. استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در تغذیه آبخوان‌هایی که توان خود پالایی را داشته و آب استحصال شده از آن‌ها مورد استفاده شرب قرار نگیرد.
۴. استفاده از فاضلاب برای آبیاری درختان جنگلی
۵. استفاده از فاضلاب برای آبیاری مراتع
۶. استفاده از فاضلاب به صورت آبیاری کرتی برای محصولات که مورد استفاده دام قرار گیرد.
۷. استفاده از فاضلاب برای محصولاتی که مستقیماً مورد استفاده انسان قرار نگیرد.

### ۱-۲- استانداردهای استفاده از فاضلاب

استانداردهای فاضلاب برای استفاده مجدد در کشورهای مختلف متفاوت است. مثلاً در کشورهای اروپایی و آمریکایی در استفاده از فاضلاب برای زراعت‌های غیرخوراکی باید تصفیه ثانویه و ضدعفونی صورت گیرد. در استفاده برای محصولات خوراکی به ویژه مواردی که خام مصرف می‌شود فاضلاب باید تصفیه سوم شده و پس از زلال سازی و ضدعفونی مورد استفاده قرار گیرد. قابل توجه است شدیدترین استانداردها در آمریکا و به ویژه کالیفرنیا رعایت می‌گردد. در کشورهای آفریقایی، آسیایی، آمریکای جنوبی، چین، هندوستان و پاکستان استانداردها رعایت نشده و استفاده از فاضلاب برای آبیاری در سطح وسیعی رواج دارد. در بسیاری از کشورهای مناطق خشک از فاضلاب به صورت قطره‌ای در آبیاری فضای سبز استفاده می‌شود. به طور کلی هر کشور برای خود استانداردهای خاصی را تدوین کرده است، اما در کشورهای جهان سوم این استانداردها رعایت نمی‌گردد. البته در ایران نیز زارعین بدون توجه به کیفیت برای هر نوع محصول از آن استفاده کرده و ضوابط زیست‌محیطی مرتبط به رعایت نمی‌شود. در جدول (۱) برخی از استانداردهای کیفی که از سوی سازمان FAO اعلام شده، جمع آوری گردیده است.

جدول (۱) - استانداردهای کیفی فاضلاب های

تصفیه شده مورد استفاده در آبیاری (FAO)

پارامتر	واحد	مقدار حد مجاز
نقره	mg/l	—
آلومینیوم	mg/l	۵
آرسنیک	mg/l	۰.۱
بر	mg/l	۰.۷
باريوم	mg/l	—
بریلیوم	mg/l	۰.۱
کلسیم	mg/l	—
کادمیم	mg/l	۰.۰۱
کلر آزاد	mg/l	—
کلراید	mg/l	۴
فرم آلدئید	mg/l	—
فل	mg/l	—
سیانور	mg/l	—
کیالت	mg/l	۰.۰۵
کروم (Cr <sup>+3</sup> )	mg/l	۰.۱
کروم (Cr <sup>+6</sup> )	mg/l	—
مس	mg/l	۰.۲
فلوراید	mg/l	۱
آهن	mg/l	۵
جیوه	mg/l	—
لیتیوم	mg/l	۲.۵
منیزیم	mg/l	—
منگنز	mg/l	۰.۲
مولیبیدن	mg/l	۰.۰۱
نیکل	mg/l	۰.۲
آمونیم-N	mg/l	—
نیتريت	mg/l	—

ادامه جدول (۱)

پارامتر	واحد	مقدار حد مجاز
نترات	mg/l	۵
فسفات - P	mg/l	—
سرب	mg/l	۵
سدیم	meq/l	۳
سدنیم	mg/l	۰.۰۲
سولفید	mg/l	—
سولفیت	mg/l	—
واندیم	mg/l	۰.۱
روی	mg/l	۲
زوغن	mg/l	—
پاک کننده ها	mg/l	—
EC	ds/m	۰.۷
BOD	mg/l	—
COD	mg/l	—
DO	mg/l	—
TDS	mg/l	۴۵۰
TSS	mg/l	—
SAR	mg/l	۳
PH	mg/l	۶.۵-۸
مواد رادیواکتیو	mg/l	۰
کدورت	NTU	—
رنگ	—	—
کیلگرام گوآرشی	تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر	۱۰۰۰
نخم انگل (نماتد روده ای)	—	۱

### ۳-۱- چالش های کاربرد فاضلاب در کشاورزی

#### آلودگی آب های زیرزمینی

در اینجا برای نمونه به شرح آلودگی آب زیرزمینی توسط پساب صنعتی پرداخته می شود. منابع تولیدکننده ی پساب در صنایع مربوط به نفت شامل تولید نفت خام، پالایشگاه های نفت و گاز، صنایع پتروشیمی، پردازش فلزات، روغن کمپرسورها، عوامل خنک کننده و روان کننده، شستشوی ماشین ها، صنایع لاستیک سازی و ... است. کلیه صنایع این بخش به دلیل تولید بالای فاضلاب، پیچیدگی سیستم تصفیه، گران بودن هزینه های ساخت و نگهداری آن ها و پایداری آلودگی های نفتی و صدماتی که تخلیه ی این نوع فاضلاب به منابع آبی و محیط زیست وارد می کند، یکی از مهم ترین منابع آلوده کننده محسوب می شوند. فاضلاب های نفتی به دلیل وجود فل، هیدروکربن های نفتی، مواد آروماتیک تک حلقه و چند حلقه در آن ها باعث جلوگیری از

رشد و نمو مناسب گیاهان شده و در انسان‌ها نیز موجب ایجاد سرطان می‌گردد. تخلیه پساب‌های این صنایع در منابع آبی، باعث از بین رفتن حاصلخیزی خاک، ایجاد مسمومیت در آبزیان و حیات وحش می‌گردد. همچنین این پساب‌ها موجب کاهش شدید اکسیژن محلول در آب و جلوگیری از تبادل اکسیژن اتمسفر و محیط آبی می‌شود. به‌طور کلی آلودگی پساب‌های پالایشگاهی شامل موارد زیر است:

آلودگی شیمیایی: آمونیاک، فنل، سیانور، فسفر، فلزات سمی سنگین، هیدروکربن‌های سبک و سنگین، و تغییرات pH آلودگی فیزیکی: چربی، روغن، مواد معلق، درجه حرارت و رنگ و بو آلودگی بیولوژیکی: بالا بودن مقدار COD و BOD در پساب‌های پالایشگاهی، که می‌تواند نگران‌کننده باشد.

### مخاطرات بهداشتی برای مصرف‌کنندگان و کشاورزان

- مخاطرات بهداشتی ناشی از دفع غیربهداشتی فاضلاب عبارت‌اند از:
- شیوع بیماری‌های عفونی و انگلی در جامعه
- مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های عفونی و انگلی در جامعه
- کاهش نیروی کار و میزان تولید
- زشت و نازیبا شدن محیط زندگی

عوامل بیماری‌زای مختلفی نظیر باکتری‌ها، تک‌یاخته‌ها، ویروس‌ها و انگل‌ها می‌توانند از طریق مدفوع افراد آلوده وارد فاضلاب شده و در صورت تخلیه بی‌رویه در محیط‌زیست، منابع آب را آلوده نمایند و در نتیجه سبب شیوع بسیاری از بیماری‌های واگیردار شوند. از بیماری‌های منتقله توسط میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای موجود در فاضلاب می‌توان هپاتیت، وبا، حصبه، شبه حصبه مسمومیت غذایی، اسهال باسیلی و ... را نام برد.

### تجمع عناصر سنگین در خاک و گیاه

اگرچه برخی از فلزات سنگین برای رشد گیاه لازم هستند ولی غلظت بیش از حد آن‌ها برای گیاه و خاک و همچنین مشکل‌زا می‌باشد. فلزاتی مانند کادمیوم (Cd)، آرسنیک (As)، کروم (Cr)، سرب (Pb)، نیکل (Ni) و سلیسیم (Se) به‌طور معمول در خاک کشاورزی یافت نمی‌شود و در غلظت زیاد برای گیاهان سمی هستند (۱۴).

### شور یا سدیمی کردن خاک

غلظت نمک یکی از مهم‌ترین پارامترهای تشخیص کیفیت آب است. نمک‌های محلول در آب با شوری خاک در ارتباط است و بر این اساس رشد گیاه، عملکرد و کیفیت محصولات از کل نمک‌های محلول در آب اثر می‌پذیرد و در صورت زیاد بودن سبب نامطلوب شدن خاک می‌گردد.

نسبت جذب سدیم (SAR): سدیم به علت تأثیراتش روی خاک، یکی از بی‌مانندترین کاتیون‌هاست. سدیم تبادل‌پذیر در آب نامتعارف وقتی که بالاتر از حد معین آستانه آن نسبت به غلظت کل نمک خاک باشد، می‌تواند خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، خصوصاً ساختمان آن را تغییر دهد.

بدین ترتیب در نظر گرفتن برخی محدودیت‌های استفاده از پساب و به‌کارگیری روش‌های مناسب در بخش کشاورزی به‌منظور هموار ساختن مشکلات ناشی از آلاینده‌ها، امری ضروری و غیرقابل چشم‌پوشی می‌باشد. مطالعات زیادی حاکی از آن است که با بکار بردن دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در شرایط استفاده از پساب، مشکلات خاص ناشی از آن نسبت به سایر روش‌ها تا حد زیادی مرتفع می‌گردد. از جمله بحث استفاده از آب‌های شور و لب‌شور که مشکلات ناشی از آن‌ها همانند شوری خاک، آسیب به گیاه و سوختگی برگ‌ها تنها در آبیاری قطره‌ای هموار می‌شود. لذا استفاده از روش‌های نوین و

کارآمد آبیاری برای تعدیل اثر کم آبی و مشکلات زیستی لازم است (۱۱). در این زمینه پسکاد (۱۹۹۲) مزایا و معایب کاربرد روش‌های مختلف آبیاری را در هنگام بهره‌برداری از پساب فاضلاب مورد مقایسه قرار داده و نتیجه گرفته است که روش آبیاری قطره‌ای تنها روشی است که مشکلات خاص ناشی از کاربرد پساب را هموار می‌سازد (۱۲). ارون و همکاران (۱۹۹۲) با بکار بردن پساب فاضلاب در مزارع آزمایشی واقع در فلسطین به این نتیجه رسیده‌اند که در مواقعی که از سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده می‌شود آلودگی سطوح خاک و گیاه حداقل و زمانی که از سیستم‌های آبیاری بارانی استفاده می‌شود، مقدار آلودگی حداکثر خواهد بود (۱۵).

بنابراین با توجه به ماهیت دوگانه آن شامل نقش مثبت آن به‌عنوان یک منبع تأمین آب و نقش منفی آن به‌عنوان یک آلاینده، استفاده از آن در امر آبیاری باید بر پایه یک مدیریت صحیح، تطبیق خصوصیات فیزیکی- شیمیایی و حتی میکروبی آن با استانداردهای ارائه‌شده بین‌المللی و در نهایت بر اساس ویژگی‌های آب، خاک، گیاه و محیط هر محل صورت گیرد. در واقع با ممانعت از ورود پساب‌های صنعتی حاوی فلزات سنگین و سمی به فاضلاب‌های شهری، انجام عمل پیش‌تصفیه روی فاضلاب قبل از ورود آن به منطقه، جهت حذف بخش عمده‌ای از مواد جامد معلق در آن و کنترل و نظارت دقیق روی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی فاضلاب مورد استفاده می‌توان از فاضلاب شهری تصفیه شده جهت انجام پروژه‌های کشاورزی، جنگل‌داری و فضای سبز در حاشیه شهرها استفاده کرد (۳).

### ۲- جمع‌بندی

ایران یکی از کشورهای خشک و کم آب دنیا محسوب می‌شود. با توجه به اینکه منابع آب در دسترس محدود است، با استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده می‌توان ضمن حفاظت از منابع آب، بخشی از کمبود آب را نیز برطرف کرد. بخش عمده‌ای از آب در کشور برای مصارف کشاورزی و آبیاری درختان است و با مطالعات و تحقیقات انجام گرفته نیز مشخص شده است که فاضلاب تصفیه‌شده با رعایت استانداردهای موجود کارایی بهتری دارد؛ بنابراین، با انتخاب صحیح در نوع محصول، نوع خاک و نحوه آبیاری می‌توان پساب‌های تصفیه‌شده را با رعایت استانداردهای محیط زیستی و بهداشتی به چرخه مصرف بازگرداند (۲). از این رو فاضلاب‌ها نباید به‌جای آب معمولی برای آبیاری استفاده گردد، مگر اینکه کاملاً تصفیه‌شده و به‌صورت ایمن و در جایگاه درست به کار گرفته شود. از گذشته تا به امروز تحقیقات ثابت کرده است که روش آبیاری قطره‌ای مؤثرترین روش برای هموار ساختن معضلات و چالش‌های حاصل از آلودگی‌های فاضلاب در بخش کشاورزی می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق نیز بررسی و ارائه بهترین راهکار به‌منظور استفاده مناسب از پساب با کمترین آسیب و آلودگی زیست‌محیطی بود که به نظر می‌رسد با رعایت اصول و استانداردهای کمی و کیفی می‌توان از این گونه آب‌ها در سامانه‌های تحت فشار (قطره‌ای) بهره برد. لذا بایستی با مدیریتی چندجانبه و دقت کامل در تمامی مسائل از جمله مسائل اقتصادی زیست‌محیطی و ... در حفظ منابع آبی کوشید تا زمینه برای رشد و افزایش کارایی آب فراهم شود.

### ۳- منابع و مراجع

۱. اروندی، س.، کامیاب، ر. ۱۳۷۹. یکی از راهکارهای مقابله با کم‌آبی استفاده بهینه از فاضلاب شهری. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم‌آبی و خشک‌سالی. ۶۴ - ۵۵.
۲. شایگان، ج.، حضرتی، ح. ۱۳۹۴. دامنه کاربرد فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی و اهمیت مدیریت صحیح آن در کشور. باز یافت آب (۲) : ۱۹۳ - ۱۰۲.
۳. طبری، م.، صالحی، آ. (۱۳۹۰). بررسی تأثیر آبیاری با استفاده از فاضلاب شهری بر تجمع فلزات سنگین در خاک. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست (۱۳) : ۴۹ - ۵۹.
۴. عابدی، م. ج.، نجفی، پ. ۱۳۸۰. استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۲۴۸ ص.



۵. عرفانی، ع.، حق نیا، ع.، علیزاده، ا. ۱۳۸۱. تأثیر آبیاری با فاضلاب بر عملکرد و کیفیت کاهو و برخی ویژگی‌های خاک. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۶(۱۱): ۹۰-۷۱.

۶. فولادمند، ح.ر. ۱۳۸۸. اصول آبیاری. انتشارات نوید شیراز، ۲۲۳ ص.

۵. قاسمی، و.، حاجیلو، ف. ۱۳۹۱. گزارش نهایی طرح پیوست فرهنگی طرح کلان ملی دانش و فناوری بازیافت پساب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی. دانشگاه اصفهان. ص ۷۵-۷۰.

8. Chaney, R. L. 1998. Scientific analysis of proposed sludge rule. Bio cycle 30: 80-85.
9. In: Lal, R. and Stewart, B. A. (Eds.), Soil Processes, CRC Press, USA. 1994, 347-361.
10. Mahida, N.U. 1981. Water Pollution and Disposal of Wastewater on Land. Tata McGraw – Hill Publishing Company limited, New Delhi, 325p.
11. Oron, G., Campos, C., Gillerman, L., and Salgot, M. 1999. Wastewater treatment, renovation and reuse for agricultural irrigation in small communities. Agricultural water Management. 223-234.
12. Pescod, M. B. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture. FAO, Irrigation and Drainage paper. 113P.
13. Singh, B. R., and Steinnes, E. 1994. Soil and water contamination by heavy metals. PP. 233-271.
14. Tucker, R., Hardy, D. H., Stokes, C. E. 2005. Heavy metals in north Carolina soils. occurrence and significance Raleigh (NC). Department of Agriculture and Consumer Services, Agronomic division, P: 2.
15. Oron, G., Demalach, Y., Hoffman, Z., and Manor, Y. 1992. Effect of effluent quality and application method on agricultural Productivity and environmental control. Water Sci.Tech. 1593-1601.
16. Ghanbari, A., Abedikoupai, J., and Taie Semiromi, J. 2007. Effect of municipal wastewater irrigation on yield and quality of wheat and some soil properties in sistan zone. Journal of Science and technology of agriculture and natural resources. 59-74.



## کاربرد فناوری گیاه‌پالایی در تصفیه آب‌های نامتعارف

مروارید محمد میرزائی<sup>۱\*</sup>، مهدی ذاکری نیا<sup>۲</sup>، معصومه فراستی<sup>۳</sup>

<sup>۱\*</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم و مهندسی آب

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۳</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه گنبدکاووس

E-mail : Ashworth300@gmail.com\*

### چکیده

با توجه به محدودیت منابع آب در کشور و روند روبه رشد مصرف آب در سال‌های اخیر که ناشی از افزایش جمعیت و توسعه صنعت و کشاورزی است، استفاده مجدد از آب‌های نامتعارف به‌عنوان منابعی جدید برای جبران بخشی از این کمبودها بالأخص در بخش کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. کاربرد فاضلاب در کشاورزی نیازمند مدیریت خاصی است که ضمن بهره‌گیری مطلوب از آن مخاطرات زیست محیطی و بهداشتی را در خاک، گیاه و منابع آبی سطحی و زیرزمینی به همراه نداشته باشد. مطالعات زیادی حاکی از آن است که با بکار بردن دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در شرایط استفاده از پساب، مشکلات خاص ناشی از آن نسبت به سایر روش‌ها تا حد زیادی مرتفع می‌گردد، اما مسئله گرفتگی قطره‌چکان‌ها شامل گرفتگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی یکی از موانع جدی است که بایستی آن را در نظر داشت. یکی از مؤثرترین روش‌ها که در چند سال اخیر مورد توجه خاص قرار گرفته است، استفاده از گیاهان می‌باشد. گیاه‌پالایی یک راه‌حل سبز برای رفع مشکلات آلودگی‌ها و روشی مناسب، اقتصادی و طبیعی برای حذف مواد آلی و غیر آلی موجود در فاضلاب‌ها است. در همین زمینه پژوهش حاضر نیز با هدف امکان‌سنجی و ارزیابی میزان تأثیر و کارایی گیاه وتیورگراس و پامپاس گراس در کاهش میزان خواص نامطلوب در نمونه آب پساب تصفیه‌خانه گرگان به منظور استفاده در سیستم‌های آبیاری نوین انجام شده است.

واژگان کلیدی: آبیاری با پساب، سیستم آبیاری قطره‌ای، گرفتگی قطره‌چکان‌ها، گیاه‌پالایی

### مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت، گسترش صنایع و فعالیت‌های کشاورزی، بالا رفتن استانداردهای زندگی و به تبع آن ضرورت تأمین آب مناسب برای مصارف مختلف به عنوان یکی از شاخص‌های مهم توسعه از یک سو و انتشار انواع آلودگی‌ها از سوی دیگر منابع آب در دسترس را به شدت محدود ساخته است. در همین راستا متولیان امر استفاده مجدد از پساب‌های شهری و صنعتی و همچنین آب‌های برگشتی را به عنوان منابعی جدید برای جبران بخشی از این کمبودها مورد توجه قرار داده‌اند. یکی از مهم‌ترین کاربردهای این‌گونه آب‌ها و بهترین شیوه دفع پساب فاضلاب در کشور ما در بخش کشاورزی و آبیاری فضای سبز می‌باشد (۲). پساب فاضلاب اثرات مثبتی بر خاک و رشد گیاهان به علت افزایش مواد آلی و عناصر غذایی مانند ازت، فسفر و پتاس دارد (۱۲). اما استفاده و آبیاری درازمدت با آب‌های غیرمتعارف سبب محدودیت‌ها و چالش‌هایی از جمله مخاطرات بهداشتی برای کشاورزان و مصرف‌کنندگان مواد غذایی، شور و سدیمی شدن خاک، آلودگی آب‌های زیرزمینی و ... می‌شود. لذا

کاربرد فاضلاب در کشاورزی نیازمند مدیریت خاصی است که ضمن بهره‌گیری مطلوب از آن معضلات زیست محیطی و بهداشتی را در خاک، گیاه و منابع آبی سطحی و زیرزمینی به همراه نداشته باشد. مطالعات زیادی حاکی از آن است که با بکار بردن دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در شرایط استفاده از پساب، مشکلات و آلودگی‌های خاص ناشی از آن نسبت به سایر روش‌ها تا حد زیادی مرتفع می‌گردد. از جمله بحث استفاده از آب‌های شور و لب‌شور که مشکلات ناشی از آن‌ها (شوری خاک و آسیب به گیاه و سوختگی برگ‌ها ...) تنها در آبیاری قطره‌ای هموار می‌شود. در نتیجه استفاده از روش‌های نوین و کارآمد آبیاری برای تعدیل اثر کم آبی لازم است (۱۷) و (۱۸). اما بایستی خاطر نشان کرد که در سیستم آبیاری قطره‌ای به دلیل قطر بسیار کوچک محل خروج آب پتانسیل گرفتگی جزء ذات سیستم است. به طور کلی عوامل گرفتگی قطره‌چکان‌ها در سه دسته طبقه‌بندی می‌شوند که شامل گرفتگی فیزیکی که توسط مواد فیزیکی معلق موجود در آب نظیر ذرات غیر آلی شن، سیلت، رس و پلاستیک، ذرات آلی نظیر گیاهان و جلبک‌ها، جانوران آبی و باکتری‌ها ایجاد می‌گردد، گرفتگی شیمیایی که ناشی از رسوبات حاصل از کربنات کلسیم و منیزیم، سولفات کلسیم، هیدروکسید فلزات سنگین، سیلیکات‌ها، سولفیدها، روغن و مواد مشابه، کودهای فسفاته، آمونیاکی، آهن، مس، روی و منگنز می‌باشد و گرفتگی بیولوژیکی که توسط فیلامان‌ها، لجن‌ها، نهشته‌های میکروبی و باکتری‌ها حادث می‌شود (۴). روش‌های مختلفی برای جلوگیری از رسوب املاح در داخل لوله‌ها و گرفتگی قطره‌چکان‌ها که در اثر عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پدید می‌آیند، وجود دارد. اما قابل ذکر است در این میان یافتن راه‌حلی مطمئن که ضمن رفع آلودگی، کم هزینه و نسبتاً سریع باشد و تأثیرات جانبی آن سلامت محیط را به خطر نیندازد، بسیار حیاتی است.

### گیاه‌پالایی

با مرور تجربه کشورهای توسعه‌یافته که از سال‌ها پیش درگیر چنین معضلاتی بوده‌اند دیده می‌شود که یکی از راه‌کارهایی که در دهه‌های اخیر به‌منظور تصفیه فاضلاب به کار گرفته شده است استفاده از پتانسیل‌های فیزیولوژیکی گیاهان است که در دهه‌های گذشته با عنوان کلی گیاه‌پالایی<sup>۱</sup> طبقه‌بندی شده‌اند (۱۵). گیاه‌پالایی یا تصفیه بیولوژیک توسط گیاهان به‌عنوان یک روش مفید برای بهبود وضعیت خاک و آب‌های آلوده به سرعت در حال گسترش است و این به دلیل کارایی بالقوه آن در کاهش هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری از واحدهای تصفیه، کاهش میزان اثرات نامطلوب محیط زیستی، کاهش مشکلات ناشی از مدیریت پسماندها و عدم نیاز به دانش بالا در راه‌اندازی و بهره‌برداری از آن‌هاست (۸). در گیاه‌پالایی استفاده از پتانسیل‌های فیزیولوژیکی گیاهان سبز (انواع علف‌های هرز، گیاهان آبی و مردابی، گیاهان زراعی و حتی درختان) در کنترل و جذب آلاینده‌های آلی و معدنی به‌صورت پالایش سبز در کنار سایر روش‌های تصفیه فاضلاب مطرح می‌شود. مهم‌ترین فاکتور در اجرای سیستم‌های تصفیه بیولوژیک انتخاب گونه گیاهی مناسب است که باید ویژگی‌های منحصر به فردی چون قابلیت بالای جذب آلاینده‌های آلی و معدنی، سازگاری و رشد مناسب در محیط‌های آلوده (آب و خاک) و تکثیر آسان و سریع داشته باشد (۱۹). محققان زیادی گونه‌های گوناگون گیاهی را در اقلیم‌های مختلفی برای تصفیه آب آزموده‌اند که از آن جمله می‌توان به دو نوع گیاه علفی وتیور گراس و پامپاس اشاره نمود. وتیور (*Vetiver Zizanioides*) ویژگی‌های منحصر به فرد مورفولوژیک، فیزیولوژیک و اکولوژیکی داشته و مقاومت بسیار بالایی به شرایط نامتعارف نظیر شیرابه‌ها، پساب‌ها، فاضلاب‌ها و همچنین فلزات سنگین دارد (۷). وتیور سرما و یخبندان را تا ۲۰- درجه سانتی‌گراد تحمل کرده و با مناسب شدن شرایط محیطی رشد خود را از سر می‌گیرد. این گیاه دارای سیستم ریشه‌ای حجیم با ساختارهای ظریف است که می‌تواند به سرعت رشد کرده و گاهی عمق ریشه در سال اول به ۳ تا ۴ متر می‌رسد. وتیور راندمان بالایی در جذب مواد غذایی محلول چون نیتروژن و فسفر و یا فلزات سنگینی مانند آرسنیک، کادمیوم، نیکل، سرب، جیوه، سلنیوم و روی موجود در خاک دارد (۲۳).

<sup>۱</sup> Phytoremediation

پامپاس گراس که جزء تیره گندمیان و خانواده Poaceae است، از گونه‌های مقاوم، پربار و همیشه موجود می‌باشد که در ایران در کنار اکثر نوارهای ساحلی و دشت‌ها و به‌صورت پراکنده در شهرها قابل رویت است؛ لذا از لحاظ تنوع اکولوژیکی به‌عنوان یک گونه نامطلوب شناخته‌شده، ولی از لحاظ جذب مواد موجود در محیط رشد و مقاوم بودن نسبت به شرایط، گونه‌ای بسیار مطلوب می‌باشد که می‌توان در موارد مربوط به حذف آلاینده‌ها از آن استفاده نمود. از دیگر خصوصیات این گیاه قابلیت تحمل در سرمای زمستان، تابش شدید و گرمای تابستان و کمبود غذای نسبی می‌باشد (۱۰).

مطالعات متعدد روی وتیور گراس نشان داده است که این گیاه قابلیت رشد در محیط‌های شور و حتی اسیدی را دارد (۲۴). همچنین بررسی‌ها قابلیت‌های بسیار بالای گیاه وتیور گراس را نشان داده است که این گیاه پتانسیل کاهش فسفات تا ۹۰ درصد، نیترات تا ۹۴ درصد و کلراید تا کمی بیش از ۲۰ درصد را دارد (۲۳). Hart و Truong (۲۰۰۱) نیز در طی ۶۰ روز زمان ماند برای گیاه وتیور، کاهش سختی کل آب را به میزان ۶۰ درصد و میزان کاهش اسیدیته از ۲۶.۷ به ۵.۹۸ را گزارش دادند. همچنین Zheng و همکاران (۱۹۹۷) توانایی وتیور گراس در کاهش فسفر به میزان ۹۸ درصد در طی ۴ هفته و ۷۴ درصد برای نیتروژن در طی پنج هفته در آب آلوده رودخانه را گزارش کردند. تری استوتی و همکاران (۲۰۱۸) در آزمایش خود که طی ۷۰ روز بر روی گیاه وتیور در شرایط استفاده از پساب کارواش انجام گرفت گزارش دادند این گیاه می‌تواند N و P و COD و BOD و سرب و مواد شوینده را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. همچنین پارامترهای نیتريت و نیترات و آمونیوم در مدت ۷۰ روز کاهش چشمگیری داشته است. در تحقیق Jayashree و همکاران (۲۰۱۱) در طی مدت ۶۰ روز میزان کاهش اسیدیته از ۸.۶ به ۷.۸ و نیز هدایت الکتریکی از ۱.۳۴ به ۰.۲۲ دسی زیمنس بر متر گزارش شد. کشتکار و همکاران (۱۳۹۴) طی آزمایشی که بر روی دو نمونه آب پساب و آب شور زیرزمینی معدن صنعتی گل گهر انجام دادند گزارش کردند گیاه وتیور گراس در مدت ۴ هفته بازده معادل ۳۱.۵ درصد در کاهش میزان کل املاح محلول و همچنین بیشترین میزان راندمان در کاهش پارامتر سولفات را داشته است. به علاوه در کاهش پارامتر پتاسیم و منیزیم کلر سدیم کلسیم مؤثر است. هدایت الکتریکی نیز تغییر نزولی داشته است. ماهارجان و همکاران (۲۰۱۷) مطالعات خود را بر روی گیاه وتیور گراس انجام دادند. نتایج نشان داد که در یک ماه، غلظت کلی BOD5، کلرید، نیترات، فسفات، سختی و قلیایی به ترتیب با ۷۱.۰۳ درصد، ۴۲.۹۰ درصد، ۹۳.۹۳ درصد، ۸۸.۰۴ درصد، ۴۶.۰۴ درصد و ۲۲.۲ درصد کاهش یافته است. pH و درجه حرارت فاضلاب نیز تغییر جزئی نشان داد. منیرسیدحسن و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند چمن وتیور در جذب فلزات سنگین همچون آهن، روی، سرب، منگنز و مس قابلیت بالایی را داراست که در این رده‌بندی بیشترین و کمترین میزان جذب به ترتیب به آهن و مس تعلق دارد. Ebrahim و همکاران (۲۰۱۱) میزان راندمان کاهش کل املاح محلول توسط وتیور گراس را بیش از ۵۵ درصد بیان کردند.

نتایج تحقیق علافی پور و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که گیاه پامپاس گراس ظرفیت قابل قبولی برای حذف مواد مغذی نیترات و فسفات دارد با راندمان حذف ۸۴.۴۵ در مدت ۸ روز و می‌تواند به عنوان یکی از گیاهان مورد استفاده در روش گیاه‌پالایی استفاده شود. تفضلی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق خود نشان دادند پامپاس گراس تا حدود ۴۴ درصد توانایی حذف سولفات سدیم با غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر را داراست که این میزان با افزایش غلظت کاهش می‌یابد. به گونه‌ای که با افزایش غلظت سولفات سدیم تا ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر به راندمان ۴.۴۴ افت می‌کند. طی پژوهشی که علافی پور و همکاران (۲۰۱۲) روی گیاه پامپاس گراس انجام دادند مشخص شد راندمان حذف نیتروژن و فسفر در این گیاه به ترتیب ۳.۸۶ و ۷۹.۲۵ درصد در ۳ دوره به مدت ۴۵ روز می‌باشد. صابر و همکاران (۲۰۱۷) طی تحقیقی نشان دادند گیاه پامپاس گراس ظرفیت بالایی در حذف سولفات دارد، اما شایان ذکر است که راندمان حذف این گیاه با افزایش زمان در دوره‌های بالاتر از ۴ روز و همچنین افزایش غلظت یون سولفات بیشتر از ۶۰۰ میلی گرم در لیتر روند کاهشی دارد.

به‌منظور جلوگیری از انسداد قطره‌چکان‌ها تاکنون راه حل‌های زیادی ارائه شده است. از طرف دیگر با به‌کارگیری فرایند گیاه‌پالایی در جهت پاک‌سازی اراضی و آب‌های آلوده به ضایعات آلی و فلزات سنگین اقدامات فراوان صورت گرفته است.



لیکن تاکنون پالایش این گونه آب‌ها از جهت میزان سختی و املاح و از منظر انسداد قطره‌چکان‌ها مورد بررسی قرار نگرفته است. استفاده از پساب در آبیاری قطره‌ای علاوه بر حل مشکل کمبود آب به‌طور هم‌زمان مسئله آلودگی محیط زیست و دفع فاضلاب را نیز مرتفع می‌نماید. ولی اصلی‌ترین مشکل در آبیاری قطره‌ای گرفتگی قطره‌چکان‌هاست که به هنگام استفاده از پساب تشدید می‌شود. در نتیجه در هنگام استفاده و به‌کارگیری آن بایستی اقدامات لازم به‌منظور پیشگیری از رخداد چنین وقایعی صورت گیرد. آنچه در این زمینه حائز اهمیت است انتخاب فناوری مناسب با توجه به شرایط آب و هوایی، اقتصادی و اجتماعی هر منطقه است. در چنین شرایطی روش‌های آسان و ارزان پالایش آب‌های آلوده اهمیت دوچندان دارد و زمینه را برای تلاش پژوهشگران فراهم می‌سازد.

### نتیجه‌گیری

از جمله سیاست‌های جدید تأمین منابع آب برای پاسخ به نیازهای روزافزون جمعیت در حال افزایش کشور، بازچرخانی و استفاده مجدد از آب‌های غیرمتعارف است. از طرفی با توسعه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در کشور و افزایش حجم فاضلاب تصفیه‌شده، ضرورت استفاده بهینه از آن بیشتر احساس می‌شود. یکی از مهم‌ترین کاربردهای فاضلاب تصفیه‌شده در کشور ما در بخش کشاورزی و آبیاری فضای سبز است اما برای به‌کارگیری آن‌ها نیاز به اعمال سیاست‌های مدیریتی و حفاظتی ویژه می‌باشد تا مخاطرات زیست محیطی را به همراه نداشته باشد.

هدف اصلی از انجام این مطالعات امکان‌سنجی استفاده از پساب بازیافتی شهری در سیستم‌های آبیاری نوین بود که تحت فرایند گیاه‌پالایی به منظور کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها انجام گرفت. بر اساس اهداف این مطالعه می‌توان چنین نتیجه گرفت که گیاهان وتیور و پامپاس گراس می‌توانند به صورت هیدروپونیک در محیط حاوی آب‌های آلوده و پساب به‌خوبی رشد کنند و با جذب آلاینده‌های شیمیایی فیزیکی و همچنین مواد مغذی‌ها شرایط استفاده از پساب در بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی را فراهم می‌نمایند. این توانایی کاربردی فرایند گیاه‌پالایی را به‌عنوان واحد تصفیه تکمیلی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و یا واحدهای شناور در مخازن و همچنین سیستم‌های فیلتراسیون قبل از ورود در بخش آبیاری مزارع ممکن می‌سازد. به علاوه پیشنهاد می‌شود که این گیاهان به‌منظور پالایش نهایی و بازدهی مؤثرتر و با هدف حذف سختی آب و آلاینده‌های شیمیایی از حداقل زمان ماند معادل دو روز برخوردار باشد تا الزامات مربوط رعایت شود.

از طرفی استفاده از فرایند گیاه‌پالایی با دو گونه پامپاس و وتیور با شرایط اقلیمی و آب و هوایی ایران/گرگان سازگار است و استفاده از این نوع گیاهان در سیستم آبیاری نوین می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های مربوط به ساخت بهره‌برداری نگهداری از واحدهای فیلتراسیون شود و نیاز به تخصص و دانش چندانی ندارد.

### پیشنهادات

تعمیم نتایج آزمایشگاهی به محیط واقعی از کلیدی‌ترین فعالیت‌های پژوهشی است که بتوان از پتانسیل واقعی گیاهان در پالایش فلزات سنگین و سمی، آلاینده‌های آلی و معدنی و آلودگی‌های آبی استفاده کرد. توانایی بسیاری از گیاهان هنوز ناشناخته مانده و همچنین تولید گیاهان ترا ریخته توسط مهندسی ژنتیک از چشم‌اندازهای آینده نقش گیاهان در پاک‌سازی محیط زیست انسان می‌باشد.

### منابع و مراجع

۱. تفضلی، م.، گنجی دوست، ح.، و آیتی، ب. ۱۳۹۳. بررسی قابلیت گیاه‌پالایی در حذف سولفات از محیط‌های آبی. آب و فاضلاب. شماره ۳: ۴۸-۵۶.



۲. شایگان، ج.، حضرتی، ح. (۱۳۹۴). دامنه کاربرد فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی و اهمیت مدیریت صحیح آن در کشور. باز یافت آب (۲) : ۲-۱۹۳-۱۰۲.
۳. علافی پور، ع.، گنجی دوست، ح.، و آیتی، ب. ۱۳۹۲. تعیین نسبت بهینه نیترات به فسفات در فرآیند گیاه پالایی. فصلنامه علمی پژوهشی علوم محیطی (۱۱) : ۳-۱۵-۲۳.
۴. عزیزاده، ا.، (۱۳۸۰). اصول و عملیات آبیاری قطره ای (چاپ دوم). انتشارات دانشگاه امام رضا(ع).
۵. قاسمی، و.، حاجیلو، ف. (۱۳۹۱). گزارش نهایی طرح پیوست فرهنگی طرح کلان ملی دانش و فناوری باز یافت پساب های شهری، صنعتی و کشاورزی. ص ۷۵-۷۰.
۶. کشتکار، ا. م.، احمدی، م. ح.، آتشی، ه.، حمیدی فر، ح.، رضوی، م.، ناصری، ح.، ر.، یزدان پناه، ا.، و معظمی، ن. ۱۳۹۴. کاربرد سیستم وتیور در تصفیه و بهبود کیفیت آب های نامتعارف. محیط زیست طبیعی. منابع طبیعی ایران (۶۸) : ۴-۶۲۹-۶۴۰.
۷. موسوی. ر.، محسنی. م. و دیمیادی. ع. ا. ۱۳۹۰. به کارگیری سیستم وتیور در حذف آلودگی از آب و خاک. اولین همایش ملی گیاه پالایی. کرمان. مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی.
8. Akarzadeh, A., Vakhshouri, M., and Arbabi, M. (2013). "An introduction of *Vetiveria zizanioides* as a novel approach for sustainable development and efficient water resource management." Proc. 2nd National Conference of Environmental Planning and Conservation, Hamedan, Iran. (In Persian).
9. Alafipoor, A. (2012). "Optimum rate determination of nitrogen and phosphorus by phytoremediation." M.Sc. Thesis, Tarbiat Modares University, Tehran. (In Persian)
10. Bacheta, G. (2009) "Biodiversity hotspots in the Mediterranean area: Species, communities and landscape level." Bacheta Scientific Committee of the 45th International Congress of SISV & FIP, Sardina, Italy
11. Ebrahim, A., Ali, M., Gautham, Jawahar, N., Hariram, S., 2011. A preliminary attempt to reduce total dissolved solids in ground water using different plant parts. International Journal of Pharm and Bio Science 2(2), 414-422.
12. Ghanbari, A., Abedikoupai, J., & Taie Semiromi, J. (2007). Effect of municipal wastewater irrigation on yield and quality of wheat and some soil properties in sistan zone. Journal of Science and technology of agriculture and natural resources, 59-74.
13. Hasan, S. N. M. S., Kusin, F. M., Lee, A. L. S., Ukang, T. A., Yusuff, F. M., & Ibrahim, Z. Z. (2017). Performance of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) for phytoremediation of contaminated water. In MATEC web of conferences (Vol. 103, p. 06003). EDP Sciences.
14. Jayashree, S., Rathinamala, J., Lakshmanaperumalsamy, P., 2011. Determination of heavy metal removal efficiency of *Chrysopogon zizanioides* (vetiver) using textile wastewater contaminated soil. Journal of Environmental Science and Technology 4(5), 543-551.
15. Keshtkar, A.R., 2013. Evaluation of Vetivergrass effectiveness as a biologic method in unconventional water treatment. International Desert Research Center (IDRC), University of Tehran, Tehran, Iran. Final Report. 117 p.
16. Maharjan, A., and Pradhanang, S. 2017. Potential of Vetiver Grass for Wastewater Treatment. Environment and Ecology Research 5(7): 489-494.
17. Oron, G., Demalach, Y., Hoffman, Z., & Manor, Y. (1992). Effect of effluent quality and application method on agricultural Productivity and environmental control. Water Sci. Tech, 1593-1601
18. Pescod, M. B. (1992). Wastewater treatment and use in agriculture FAO, Irrigation and Drainage paper., 113 P
19. Roongtanakiat, N., Tangruangkiat, S., Meesat, R., 2007. Utilization of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) for removal of heavy metals from industrial wastewaters. Science Asia 33, 397
20. Stefanie, W., Paul, T., Alison, V., Cameron, S., (2003). Response of vetiver grass to extreme nitrogen and phosphorus supply. Available Online: [http://www.vetiver.com/ICV3- Proceedings/AUS\\_Extreme%20N%26P.pdf](http://www.vetiver.com/ICV3- Proceedings/AUS_Extreme%20N%26P.pdf).
21. Tri Astuti, J., Sriwuryandari, L., and Sembiring, T. 2018. Application of Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) on Phytoremediation of Carwash Wastewater. Tropical Agricultural Science 41 (3): 1463 – 1477.
22. Truong, P., Hart, B., 2001. Vetiver grass for wastewater treatment. Pacific Rim Vetiver Network Technical Bulletin No. 2001/2, Available Online: [http://www.vetiver.org/PRVN\\_wastewater\\_bul.pdf](http://www.vetiver.org/PRVN_wastewater_bul.pdf).
23. Truong, P., Tran, T.V., and Pinners, E. 2008. Vetiver System Applications: A Technical Reference Manual. The Vetiver Network International. February.
24. Xia, H.P., Shu, W.S., 2001. Resistance to and uptake of heavy metals by *Vetiveria zizanioides* and *Paspalum notatum* from lead/zinc mine tailings. Acta Ecologica Sinica 21, 1121-1129.
25. Zheng, C.R., Tu, C., Chen, H.M., 1997. Preliminary study on purification of eutrophic water with vetiver. In: Proceeding of the International Vetiver Workshop, Fuzhou, China.

## تعیین گونه‌های معرف جوامع گیاهی راش (*Fagus orientalis* Lipsky) در جنگل‌های توسکستان گرگان به روش ارزش معرف

بختی گل صابری<sup>۱</sup>، امید اسماعیل زاده<sup>۲\*</sup>، حامد اسدی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران،

<sup>۲</sup> استادیار گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

<sup>۳</sup> استادیار گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲ و \* رایانامه (Email) نویسنده مسوول: (oesmailzadeh@modares.ac.ir)

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر، طبقه‌بندی اکولوژیک و تعیین گونه‌های معرف گروه‌های گیاهی جنگل‌های راش در شرقی‌ترین محدود پراکنش این گونه در جنگل‌های هیرکانی است. برای این منظور تعداد ۳۸ رلوه از جنگل توسکستان به صورت سیستماتیک- انتخابی با ابعاد ۴۰۰ متر مربعی با تاکید بر اصل توده معرف برداشت شد. فهرست کلیه گونه‌های گیاهی به همراه درصد تاج پوشش آن‌ها با مقیاس ضرایب وفور و غلبه وان‌درمال در هریک از رلوله‌ها ثبت شد. طبقه‌بندی گروه‌های گیاهی با استفاده از روش TWINSpan اصلاح شده صورت گرفت سپس گونه‌های معرف با استفاده از روش ارزش معرف تعیین شدند. نتایج نشان داد که در سطح منطقه تشکیل تعداد سه گروه گیاهی متمایز شامل: (۱) اجتماع گیاهی مریم‌گلی- راش (*Salvia- glutinosa- Fagus orientalis*) (۲) سرخدار- راش (*Taxus baccata- F. orientalis*) با زیراشکوب شمشیر (*Euonymus europaeus*) و (۳) اجتماع تیپیک سرخدار- راش وجود دارد. به طور کلی نتیجه‌گیری می‌شود که اجتماع- پذیری درختان راش با انواع گونه‌های گیاهی معرف سبب شکل‌گیری سه اجتماع گیاهی متمایز راش در سطح منطقه شده است.

واژگان کلیدی: طبقه بندی پوشش گیاهی، گونه معرف، گروه‌های اکولوژیک

### مقدمه

پایه و اساس مطالعات و بررسی‌های اکولوژیکی شناسایی پوشش گیاهی یک منطقه می‌باشد که می‌تواند به‌عنوان راهکاری مناسب در راستای تعیین قابلیت‌های منطقه از جنبه‌های مختلف محسوب شده و عاملی مؤثر در ارزیابی وضعیت کنونی و پیش بینی وضعیت آن در آینده به‌شمار رود. علاوه بر آن با توجه به اثرات عوامل مخرب، در انقراض برخی از گونه‌های حائز اهمیت، شناسایی هرچه سریع‌تر آن‌ها در مناطق مختلف و برنامه‌ریزی برای حفظ آن‌ها ضرورت دارد. در بین کشورهای جنوب غربی آسیا، ایران با داشتن وسعت زیاد، گوناگونی اقلیمی و توپوگرافی دارای متنوع‌ترین پوشش گیاهی می‌باشد (حشمتی، ۲۰۰۷). راشستان‌های ایران، غنی‌ترین و ارزنده‌ترین جوامع جنگلی به‌شمار می‌آیند این جنگل‌ها اصولاً انبوه بوده و ارزش اقتصادی فراوانی دارند (طاهری آبکنار و پیلهور، ۱۳۸۹). جنگل‌های توسکستان می‌تواند منطقه‌ی ویژه‌ای برای مطالعات بوم‌شناختی و

جامعه‌شناختی گونه راش محسوب شود دلیل پراکنش گونه راش در این رویشگاه را می‌توان شکل خاص منطقه، مه و جریان‌های مرطوب شمالی دانست ضمن آن‌که این جنگل‌ها به‌عنوان آخرین محدوده پراکنش این گونه با ارزش نیز به‌شمار می‌آیند. در مطالعات پوشش گیاهی، گونه‌های معرف<sup>۱</sup> به گونه‌های دارای وفاداری بالا به یکسری گروه‌ها در مقایسه با گروه‌های دیگر یک رویشگاه اطلاق می‌شود (De Caceres و Legendre، ۲۰۱۰). بهره‌گیری از ایده گونه معرف می‌تواند گزینه‌ای مناسب برای مدیران منابع طبیعی در راستای پایش ارتباطات اکولوژیکی بدون نیاز به اندازه‌گیری از کل جامعه باشد. این موضوع زمانی مهم است که اطلاعات زیادی در مورد جامعه وجود ندارد و یا گونه‌ها نادر و کمیاب بوده و مطالعه آنها دشوار باشد اما چگونگی ارتباط آنها با طبقه‌بندی‌های انتخابی رویشگاه برای اهداف حفاظتی و مدیریتی حائز اهمیت است (Urban و همکاران، ۲۰۱۲). یکی از بهترین روش‌های تعیین گونه معرف روش ارزش معرف است که محاسبه آن مشتمل بر دو سری از اطلاعات شامل مقادیر فراوانی و وفور و درصد تاج پوشش گونه‌ها می‌باشد سهولت اجرا و بالا بودن کیفیت نتایج حاصل از آن در تجزیه و تحلیل جوامع گیاهی از مهم‌ترین ملاک‌های این روش به حساب می‌آید. از مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان به تعیین تعداد بهینه گروه‌های اکولوژیک در طبقه‌بندی پوشش گیاهی (اسحاقی راد و همکاران، ۱۳۸۷) و طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک (اسماعیل زاده و نورمحمدی، ۱۳۹۶) اشاره کرد. هدف از پژوهش حاضر، طبقه‌بندی اکولوژیک و تعیین گونه‌های معرف جنگل‌های راش توسکستان به عنوان شرقی‌ترین محدود پراکنش این گونه در سطح جنگل‌های هیرکانی است. نتایج تحقیق حاضر می‌تواند گامی کوچک در راستای افزایش آگاهی از جوامع گیاهی راش و تکمیل پایگاه اطلاعات گیاهی این گونه در سطح جنگل‌های هیرکانی کاربرد داشته باشد.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

دو پارسل ۷۲ و ۷۳ (پارسل‌های حفاظتی) طرح جنگلداری نومل (۳۸° ۳۶' تا ۴۹° ۳۶' عرض شمالی و ۳۲° ۵۴' تا ۳۷° ۵۴' طول شرقی) به مساحت ۱۰۰ هکتار از جنگل توسکستان واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب شرقی گرگان با بارندگی سالیانه منطقه ۵۰۵ میلی‌متر که در محدوده ارتفاعی ۱۳۰۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا پراکنش دارد.

#### نمونه برداری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق تعداد ۳۸ رولوه ۴۰۰متر مربعی از جنگل توسکستان به صورت سیستماتیک-انتخابی با تاکید بر اصل توده معرف برداشت شد. فهرست کلیه گونه‌های گیاهی به همراه درصد تاج پوشش آن‌ها با مقیاس ضرایب وفور و غلبه وان‌درمال در هریک از رولوه‌ها ثبت شد سپس طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک منطقه با استفاده از روش TWINSpan اصلاح شده با استفاده از بسته نرم افزاری Juice 6.3 (Tichy، ۲۰۰۲) انجام شد. پس از طبقه‌بندی رویشگاه و تهیه گروه‌های اکولوژیک، تعیین گونه‌های معرف با استفاده از روش ارزش معرف انجام شد. محاسبه ارزش معرف (IndVal) برای هر گونه گیاهی (رابطه ۳) بر مبنای دو معیار وفورنسبی<sup>۳</sup> (RF) و فراوانی نسبی<sup>۴</sup> (RA) که به ترتیب درجه اختصاص<sup>۵</sup> و درجه حساسیت<sup>۶</sup> یا تعلقه گونه به هر گروه را نشان می‌دهند (De Caceres و Legendre، ۲۰۰۹) در گروه هدف انجام شد (Legendre و Dufrene، ۱۹۹۷). مولفه F براساس اطلاعات حضور-غیاب (فراوانی) و درصد تاج پوشش (وفور) گونه‌ها (رابطه ۱) و مولفه A براساس فراوانی نسبی هرگونه در گروه هدف (رابطه ۲) برآورد می‌شود (رابطه ۱). به‌منظور تعیین معنی‌داری مقادیر ارزش معرف از آزمون مونت کارلو (رابطه ۴) استفاده شد.

<sup>1</sup> Indicator species

<sup>2</sup> Indicator Value

<sup>3</sup> Relative abundance

<sup>4</sup> Relative frequency

<sup>5</sup> Specificity

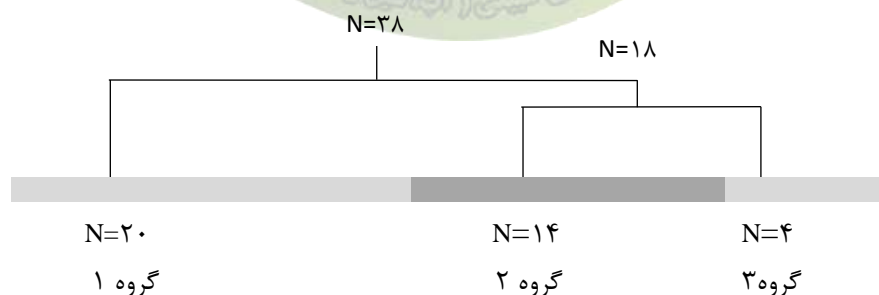
<sup>6</sup> Sensitivity

$$RF_{JK} = \frac{F_{JK}}{n_{JK}} \quad (۲) \quad RA_{JK} = \frac{\sum_{k=1}^n A_{JK}}{n} \quad (۱)$$

$$P = (1 + X) / 1001 \quad (۴) \quad IV_{JK} = RA_{JK} \times RF_{JK} \times 100 \quad (۳)$$

### نتایج و بحث

نتایج طبقه‌بندی براساس ترکیب پوشش گیاهی با استفاده از روش TWINSpan نشان داد که در سطح منطقه تعداد سه گروه گیاهی وجود دارد. در سطح قطع اول، گروه اکولوژیک اول یا اجتماع گیاهی مریم‌گلی-راش (*Salvia glutinosa-Fagus orientalis*) با ترکیب گونه‌های معرف *Brachypodium sylvaticum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Galium odoratum*, *Digitalis*, *Salvia glutinosa*, *Sanicula europea*, *Clinopodium vulgare*, *Poa nemolaris*، از دو گروه اکولوژیک دوم و سوم تفکیک می‌شود. اجتماع‌پذیری گونه‌های گیاهی شیردار (*A. cappadocicum*)، سرخدار (*Taxus baccata*)، همیشهک (*Dannae racemosa*)، عشقه (*Hedera pastuchovii*)، نمدار (*Tilia rubra*)، خاس (*Ilex spicigera*) و آلوکک (*Prunus avium*) که همگی معرف رویشگاه‌های با شیب نسبتاً تند شمالی (حسین‌زاده و اسماعیل‌زاده، ۱۳۹۶؛ نورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۷) با رطوبت بالای هوا می‌باشد سبب می‌شود تا دو گروه اکولوژیک ۲ و ۳ به‌عنوان اجتماع گیاهی سرخدار-راش (*T. baccata-F. orientalis*) از گروه اکولوژیک ۱ متمایز باشند. نتایج تحلیل گونه معرف نشان داد که اجتماع‌پذیری گونه‌های شمشیر (*Euonymus europaeus*)، سیاه‌توسه (*Frangula alnus*)، شقال (*Polygonatum orientale*) و بارانک (*Sorbus torminalis*) به‌همراه دو گونه سرخس (*Polysticum aculeatum*) و زنگی‌دارو (*Asplenium scolopendrium*) که همگی معرف رویشگاه‌های مرطوب با شیب تند شمالی و با رخنمون‌های سنگی در جنگل‌های هیرکانی هستند (سلیمانی‌پور و اسماعیل‌زاده، ۱۳۹۴؛ اسماعیل‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳) با گروه دوم یا اجتماع شمشیر-راش (*E. europaeus-F. orientalis*) از گروه اکولوژیک سوم قابل تفکیک و تمایز است. تحلیل گونه معرف قادر به ارائه گونه معرف برای گروه اکولوژیک دوم نبوده است. عدم ارائه گونه معرف در یک گروه گیاهی می‌تواند ناشی از درجه اجتماع‌پذیری اندک گونه‌های گیاهی به یک گروه گیاهی خاص به‌دلیل وقوع آن‌ها در سایر گروه‌ها باشد این مسئله اگرچه به‌عنوان یک نقص در طبقه‌بندی جوامع گیاهی مطرح است اما این نقص را می‌توان با بهره‌گیری از ایده تعیین گونه معرف به روش ترکیبی (Decaceres و همکاران، ۲۰۱۲) برطرف کرد. در این روش با استفاده از وقوع مشترک ترکیب گونه‌ها اقدام به تعیین گونه معرف می‌شود. از این‌رو می‌توان اذعان داشت که گروه دوم با استفاده از گونه معرف ترکیبی همیشهک و عشقه (با مقدار ارزش معرف ۸۱ درصد و سطح معنی‌داری  $p < 0.01$ ) از گروه سوم قابل تفکیک و تمایز است (نتایج این بخش در جدول ۱ درج شده است). در واقع می‌توان اذعان داشت اجتماع‌پذیری گونه‌های معرف گروه دوم در نواحی صخره‌ای و سنگی البته با رطوبت بالا در اجتماع گیاهی سرخدار-راش منطقه سبب شد تا دو گروه فرعی از این اجتماع گیاهی شامل: اجتماع گیاهی سرخدار-راش با زیر اشکوب شمشیر (گروه دوم) و اجتماع گیاهی تیپیک سرخدار-راش (گروه سوم) در سطح منطقه ایجاد شود.



شکل ۱: دارنگاره طبقه بندی گروه‌های اکولوژیک جنگل‌های راش توسکستان در روش TWINSpan اصلاح شده

جدول ۱: نتایج آزمون تصادفی سازی مونت کارلو

نام علمی گونه	بالاترین ارزش معرف	شماره گروه	p-value
<i>Lapsana communis</i>	۵۹/۹	۱	***./۰.۰۱
<i>Poa nemolaris</i>	۴۹/۹	۱	***./۰.۰۱
<i>Clinopodium vulgare</i>	۴۵	۱	***./۰.۰۱
<i>Sanicula europea</i>	۶۹/۶	۱	***./۰.۰۱
<i>Lamium album</i>	۵۴	۱	**./۰.۰۳
<i>Salvia glutinosa</i>	۶۱/۲	۱	**./۰.۰۵
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	۷۸/۶	۱	***./۰.۰۰۸
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	۷۵/۵	۱	***./۰.۰۰۶
<i>Galium odoratum</i>	۸۸/۳	۱	***./۰.۰۰۲
<i>Digitalis nervosa</i>	۳۹/۹	۱	**./۰.۰۱
<i>Acer velutinum</i>	۴۹	۱	*./۰.۰۴
<i>Alliaria petiolata</i>	۱۵	۱	ns./۰.۲
<i>Scutellaria turnefortii</i>	۱۵	۱	ns./۰.۲
<i>Cardamin tenera</i>	۲۹/۵	۱	ns./۰.۳
<i>Viola alba</i>	۲۵/۶	۱	ns./۰.۳
<i>Carex remota</i>	۱۵	۱	ns./۰.۳
<i>Lathyrus laxiflorus</i>	۱۸	۱	ns./۰.۴
<i>Dryopteris filixmas</i>	۲۰/۸	۱	ns./۰.۵
<i>Carpinus betulus</i>	۳۶/۷	۱	ns./۰.۷
<i>Fragaria vesca</i>	۹/۵	۱	ns./۰.۷
<i>Solanum kiezeritski</i>	۱۰/۶	۱	ns./۰.۸
<i>Farxinus excelsior</i>	۶/۴	۱	ns./۰.۹
<i>Primula heterochroma</i>	۱۱/۴	۱	ns./۰.۹
<i>Hedera pastuchovii</i>	۶۴/۱	۲	ns./۰.۲
<i>Tammus communis</i>	۲۱/۴	۲	ns./۰.۶
<i>Fagus orientalis</i>	۵۰	۲	ns/۱
<i>Vicca cracca</i>	۷/۱	۲	ns/۱
<i>Frangula alnus</i>	۷۵	۲	***./۰.۰۱
<i>Polysticum aculeatum</i>	۷۰/۹	۳	**./۰.۰۲
<i>Polygonatum orientale</i>	۷۱/۸	۳	**./۰.۰۳
<i>Asplenium scolopendrium</i>	۷۱/۶	۳	**./۰.۰۴
<i>Sorbus torminalis</i>	۴۷/۸	۳	**./۰.۰۷
<i>Euonymus europaeus</i>	۹۹/۶	۳	***./۰.۰۰۲
<i>Prunus avium</i>	۶۰/۴	۳	ns./۰.۸
<i>Dannae racemosa</i>	۴۲/۵	۳	ns./۰.۶
<i>Taxus Baccata</i>	۵۷/۷	۳	ns./۰.۱
<i>Festuca drymeia</i>	۴۲/۳	۳	ns./۰.۱
<i>Tilia rubra</i>	۴۶	۳	ns./۰.۱
<i>Ulmus glabra</i>	۲۹/۳	۳	ns./۰.۱
<i>Ilex spicigera</i>	۴۴	۳	ns./۰.۲
<i>Quercus castanefolia</i>	۱۴/۷	۳	ns./۰.۳
<i>Acer cappadocicum</i>	۵۳/۲	۳	ns./۰.۵
<i>Rubus hyrcanus</i>	۹/۶	۳	ns./۰.۷

\*, \*\*, و \*\*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ درصد و ns: معنی‌دار نیست

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر تصریح می‌کند که راش در جنگل توسکستان به‌عنوان شرقی‌ترین محدوده چراکنش این گونه در سطح جنگل‌های هیرکانی تشکیل دو اجتماع گیاهی مریم‌گلی جنگلی- راش در نقاط کم‌شیب و سرخدار- راش در نقاط پر شیب می‌دهد. در ضمن بهره‌گیری از ایده گونه معرف ترکیبی سبب شد تا اجتماع گیاهی سرخدار- راش در قالب دو اجتماع فرعی شمشیر- راش و اجتماع تیپیک سرخدار- راش تفکیک شود.

### منابع و مراجع

- اسماعیل‌زاده ا.، نورمحمدی ک.، (۱۳۹۶). معرفی مدل مجموع ارزش گونه شاخص (TIVM) در طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک، مجله پژوهش‌های گیاهی (زیست‌شناسی)، ۳۰(۲): ۲۴۴-۲۵۸.
- اسماعیل‌زاده ا.، اسدی ح.، (۱۳۹۳). معرفی مدل مجموع شاخص تعلقه فی (TPFIM) در تجزیه و تحلیل گروه‌های اکولوژیک گیاهی، مجله جنگل ایران، ۶(۲): ۲۱۵-۲۳۲.
- اسحاقی راد، ج.، زاهدی امیری، ق.، مروی مهاجر، م.، و متاجی، ا. (۱۳۸۸). ارتباط بین پوشش‌های رستنی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جوامع راش (موردی مطالعه: جنگل آموزشی- پژوهشی خیرودکنار)، مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران ۱۷: ۱۸۷-۱۷۴.
- حسین‌زاده س.، اسماعیل‌زاده ا. (۱۳۹۶). مطالعه فلوریستیک رویشگاه‌های شمشاد (*Buxus hyrcana* pojark.) در جنگل‌های غرب هراز، آمل. مجله اکولوژی کاربردی ۶(۱): ۱۲-۱.
- حشمتی غ ع.، امیرخانی م.، حیدری ق. ۱۳۸۶. ارزیابی کیفی توانمندی اکوسیستم مرتعی منطقه گمیشان استان گلستان با استفاده از شاخص‌های کارکرد چشم‌انداز، مجله علمی پژوهشی مرتع (۲)، ص ۱۰۳-۱۱۵.
- سلیمانی‌پور س س.، اسماعیل‌زاده ا. (۱۳۹۴). معرفی فلور، شکل زیستی و کورولوژی رویشگاه‌های شمشاد (*Buxus hyrcana*) در جنگل‌های فریم ساری، تاکسونومی و بیوسستماتیک، ۷(۲۳): ۳۹-۵۶.
- نورمحمدی ک.، اسماعیل‌زاده ا. (۱۳۹۷). تغییرات شاخص‌های تنوع زیستی گروه‌های اکولوژیک در امتداد گرادیان ارتفاعی (مطالعه موردی: جنگل‌های صلاح‌الدین کلا، نوشهر)، زیست‌شناسی کاربردی، ۳۱(۱): ۳۱-۳۰۳.
- طاهری آبکنار، ک.، پیله ور، ب. ۱۳۸۹. جنگل‌شناسی، انتشارات حق‌شناس، چاپ دوم، ص. ۲۹۶.
- De Cáceres, M., Legendre, P., & Moretti, M. (2010). Improving indicator species analysis by combining groups of sites. *Oikos*, 119(10), 1674-1684.
- De Cáceres M., Legendre P., (2009). Associations Between Species and Groups of Sites: Indices and Statistical Inference, *Ecology*, 90 (12): 3566-3574.
- Dufréne, M. and Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- Urban, N. A., Swihart, R. K., Malloy, M. C., & Dunning Jr, J. B. (2012). Improving selection of indicator species when detection is imperfect. *Ecological Indicators*, 15(1), 188-197.
- Tichý, L. (2002). JUICE, software for vegetation classification. *Journal of vegetation science*, 13(3), 451-453.

### تعیین ضریب رواناب و آستانه شروع جریان از سطح پشت‌بام‌ها در شرایط اقلیمی اهواز

سعید جهانگیری<sup>۱</sup>، علی عصاره<sup>۱\*</sup>

<sup>۱</sup> گروه مهندسی علوم آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۱ و \* رایانامه (Email) نویسنده مسوول: [ali\\_assareh\\_2003@yahoo.com](mailto:ali_assareh_2003@yahoo.com)

#### چکیده

با توجه به اینکه بخش اعظم کشور را مناطق کم آب در بر گرفته و جمعیت قابل توجهی در این مناطق زندگی می‌کنند، روش‌های نوین استفاده صحیح و حتی استفاده مجدد می‌تواند برای توسعه‌ی مناطق فوق مفید باشد. به نظر می‌رسد با استفاده از سیستم جمع آوری آب باران می‌توان سالانه در کاربری‌های مسکونی، تجاری، آموزشی و اداری، در مصرف آب صرفه جویی نمود. این تحقیق با هدف بررسی بارش‌هایی که در شهر اهواز منجر به ایجاد رواناب می‌شوند، انجام شد. دو نقطه در شهر اهواز با مساحت پشت بام ۱۱۵/۶ و ۳۵ مترمربع، دارای سطوح عایق (پوشش ایزوگام) انتخاب شدند. رواناب حاصل از پشت‌بام این نقاط بصورت ثقلی توسط ناودان به مخازن ذخیره آب انتقال پیدا می‌کرد. محدوده زمانی نمونه برداری از ابتدای مهر ۱۳۹۷ تا پایان خرداد ۱۳۹۸ انتخاب شد. اطلاعات مربوط به بارش از ایستگاه سینوپتیک شهر اهواز جمع آوری گردید. نتایج نشان داد که متوسط ضریب رواناب در شهر اهواز برای فصول پاییز، زمستان و بهار به ترتیب برابر ۰/۷۳۹، ۰/۶۹۴ و ۰/۷۱۹ می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد کمترین مقدار بارندگی در شهر اهواز که منجر به وقوع رواناب شده است، برابر ۰/۳ میلی‌متر است.

واژگان کلیدی: ضریب رواناب، آستانه شروع رواناب، پشت بام، اهواز

#### ۱- مقدمه

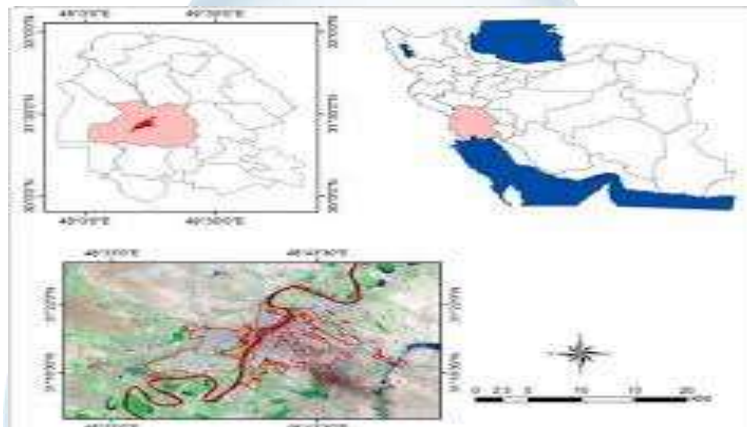
در حال حاضر بحران آب به صورت یکی از مسائل بحث‌برانگیز بین دانشمندان، محققان و دولت‌مردان کشورهای جهان درآمده است. ایران بر روی کمر بند بیایانی جهان قرار گرفته و بیش از ۷۰ درصد خاک کشور را نواحی خشک و نیمه‌خشک در بر گرفته است. بنابراین باید ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب، مدیریت مناسب منابع آب نیز انجام گیرد (تاران و مهتابی و ۱۳۹۵). هدف از مدیریت مصرف آب، پاسخگویی به نیازهای آبی کشور از طریق افزایش بهره‌وری و اعمال انضباط در مصرف صحیح و بهینه آن است. در سال‌های اخیر تغییر اقلیم و در پی آن کاهش نزولات جوی از یک سو و رشد سریع جمعیت از سوی دیگر سبب کاهش سرانه آب تجدید شونده کشور شده است (Silva et al., 2015). از طرفی اطلاعات کاملی از میزان پتانسیل موجود به منظور جمع آوری آب باران در حوضه شهری (سطح پشت بام‌ها) و همچنین فواید مستقیم و غیر مستقیم این سیستم‌ها در دسترس نیست. به نظر می‌رسد با استفاده از این سیستم می‌توان سالانه در کاربری‌های مسکونی، تجاری، آموزشی و اداری، در مصرف آب صرفه جویی نمود. اینگونه برداشت می‌شود که در یک ساختمان مسکونی با توجه به جمع کل میزان مصرف، قسمت اندکی از آن به آب شرب اختصاص داده می‌شود و ما بقی آن را می‌توان از آبهای بازیافتی خانه و آب باران استفاده کرد. از آب جمع‌آوری باران برای رختشویی، دستشویی، شستشوی ساختمان، آبیاری، پاکسازی تجهیزات و سایر مصارف صنعتی در کارخانجات و حتی شرب استفاده نمود. سوابق



موجود استحصال آب باران در دنیا نشان می‌دهد که این روش اول بار در صحاری فلسطین اشغالی با بارندگی متوسط ۹۰ میلی‌متر انجام شده و کمک زیادی به تولید علوفه در منطقه نموده است (Stanton, 2005). تا کنون تحقیقات گسترده‌ای در اکثر مناطق دنیا در خصوص استفاده از سطوح عایق و نفوذناپذیر جهت استحصال آب باران انجام گرفته که تفاوت آنها در نوع بهره‌برداری از رواناب استحصال شده است (Dreelin et al., 2006). که می‌توان به تحقیقات Mahmoud et al. (2014), Rostad and Montalto (2012), Akter and Ahmed (2015), عابدزاده و همکاران (۱۳۹۳) اشاره نمود. لذا این تحقیق با هدف بررسی بارش‌هایی که از فصل پاییز تا پایان بهار در شهر اهواز منجر به ایجاد رواناب می‌شوند، انجام شد.

### ۲- مواد و روش‌ها

بخش بزرگی از استان خوزستان، جلگه است و شهر اهواز با موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۶۵ دقیقه طول شرقی، در بخش جلگه‌ای خوزستان و با ارتفاع ۱۲ متر از سطح دریا واقع شده است (شکل ۱). کمبود شدید پوشش گیاهی سبب گرمی و خشکی اهواز شده و آن را در رده گرم‌ترین مناطق ایران جای داده است. در زمستان سرما تا ۵ درجه سانتی‌گراد کاهش و در تابستان تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد.



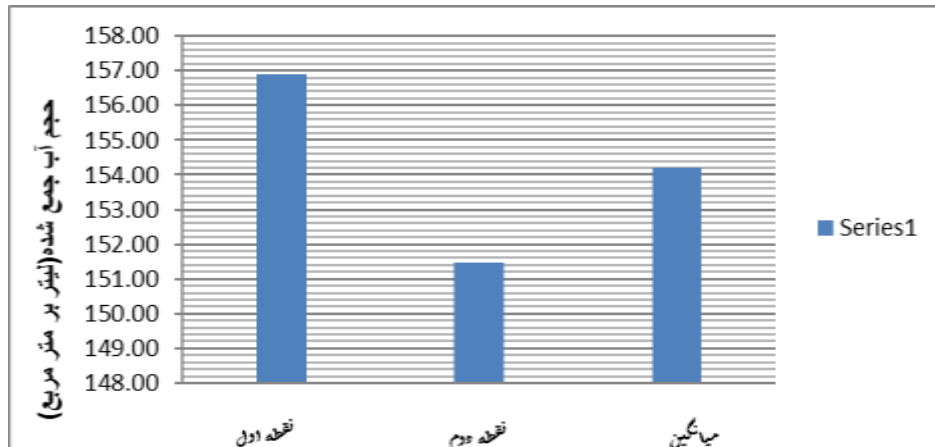
شکل (۱) موقعیت جغرافیایی شهر اهواز

در این تحقیق دو نقطه در شهر اهواز یکی در جنوب شهر اهواز در محل ساختمان سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری اهواز به مساحت پشت بام ۱۱۵/۶ مترمربع و دیگری در شمال اهواز در محل شهرک نفت با مساحت پشت بام ۳۵ مترمربع انتخاب شد. پشت بام هر دو سایت دارای سطوح عایق (پوشش ایزوگام) بود. در مواقع بارندگی رواناب حاصل از پشت‌بام این نقاط بصورت ثقیلی از نقطه خروجی توسط لوله‌ای (ناودان) به مخازن ذخیره آب انتقال پیدا می‌کرد. محدوده زمانی نمونه برداری از ابتدای مهر ۱۳۹۷ تا پایان خرداد ۱۳۹۸ انتخاب شد. محل نصب مخازن به گونه‌ای انتخاب شد که امکان جمع‌آوری آب بصورت ثقیلی در مخازن وجود داشته باشد. حجم مخزن برای نقطه اول با ظرفیت ۲۱۰۰ لیتر از جنس پلی اتیلن و حجم مخزن برای نقطه دوم با ظرفیت ۲۲۰ لیتر از جنس پلاستیک (پلی پروپیلن) طراحی شد. مخازن در زیر لوله خروجی پشت بام‌های مربوطه نصب گردید. حجم آب جمع شده در ساعت ۱۲ هر شب در طول دوران آزمایش (در صورت وقوع بارندگی)، قرائت شد و مخزن برای نمونه‌گیری روز بعد تخلیه گردید. اطلاعات مربوط به بارش از ایستگاه سینوپتیک شهر اهواز جمع‌آوری گردید.

### ۳- نتایج و بحث

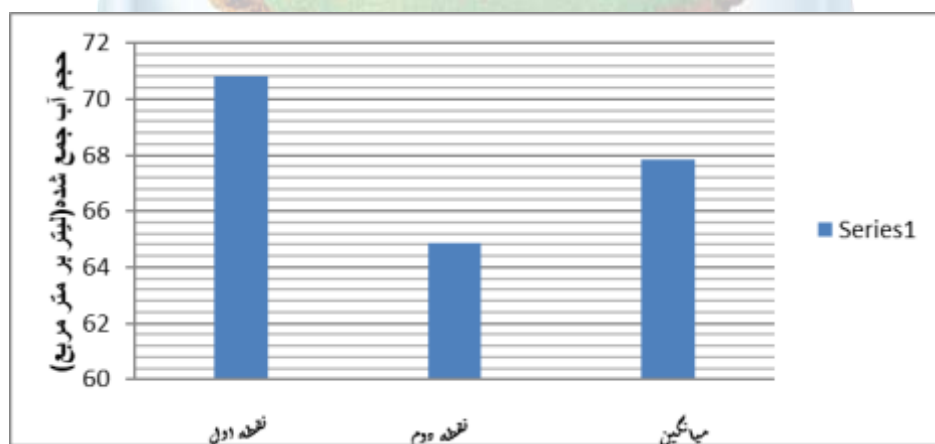
آمار بارندگی گزارش شده در شهر اهواز توسط سازمان هواشناسی استان خوزستان نشان داد که از مهر سال ۹۷ تا خرداد ۱۳۹۸، ۶۱ روز با وقوع بارندگی وجود داشته است. که ۱۸ مورد وقوع باران در پاییز، ۲۸ مورد زمستان و ۱۵ مورد در فصل بهار

اتفاق افتاده است. بیشترین و کمترین میزان بارندگی در یک روز، در فصل پاییز به ترتیب به میزان ۵۹ و ۰/۰۱ میلی‌متر گزارش شد. از مجموع ۱۸ رگبار ثبت شده در پاییز ۱۵ واقعه منجر به رواناب شد. اندازه‌گیری‌های بارش و آب جمع‌آوری شده در مخازن نشان داد که در شهر اهواز در فصل پاییز بطور متوسط از هر متر مربع سطح پشت‌بام می‌توان ۱۵۴/۲ لیتر آب، جمع‌آوری نمود (شکل ۲).



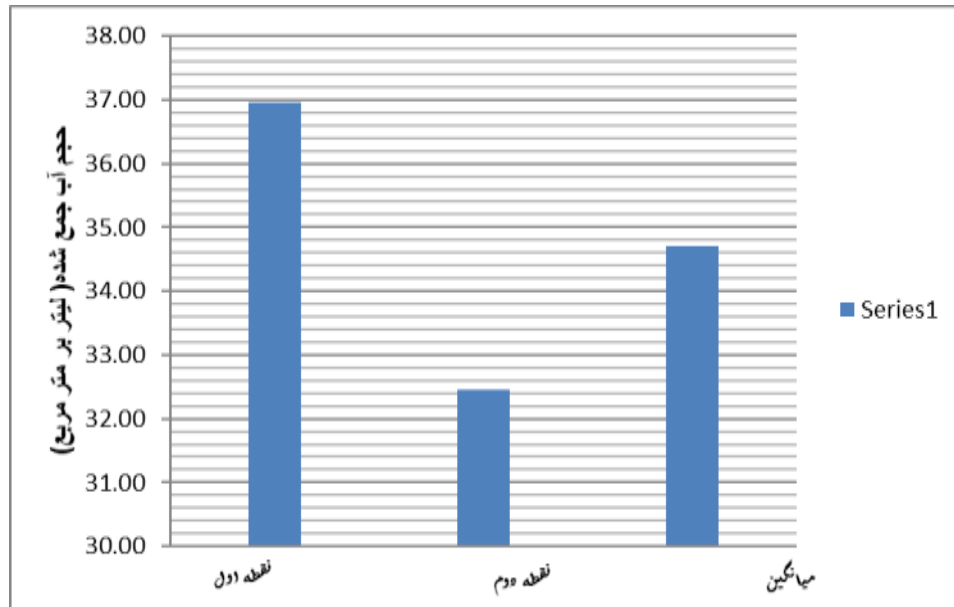
شکل (۲): نمودار کل حجم آب جمع شده نقطه اول، دوم و میانگین (برحسب لیتر-مترمربع) در پاییز ۱۳۹۷

بیشترین و کمترین میزان بارندگی در یک روز، در فصل زمستان به ترتیب به میزان ۱۵/۶ و ۰/۰۱ میلی‌متر گزارش شد. از مجموع ۲۸ رگبار ثبت شده در زمستان ۱۹ واقعه منجر به رواناب شده است. اندازه‌گیری‌های بارش و آب جمع‌آوری شده در مخازن نشان داد که در شهر اهواز در فصل زمستان بطور متوسط از هر متر مربع سطح پشت‌بام می‌توان ۶۷/۸۳ لیتر آب، جمع‌آوری نمود (شکل ۳).



شکل (۳): نمودار کل حجم آب جمع شده نقطه اول، دوم و میانگین (برحسب لیتر-مترمربع) در زمستان ۱۳۹۷

بیشترین و کمترین میزان بارندگی در یک روز، در فصل بهار به ترتیب به میزان ۱۱/۰۱ و ۰/۰۱ میلی‌متر گزارش شد. از مجموع ۱۵ رگبار ثبت شده در بهار ۹ واقعه منجر به رواناب شده است. اندازه‌گیری‌های بارش و آب جمع‌آوری شده در مخازن نشان داد که در شهر اهواز در فصل بهار بطور متوسط از هر متر مربع سطح پشت‌بام می‌توان ۳۴/۷۱ لیتر آب، جمع‌آوری نمود (شکل ۴).



شکل(۴): نمودار کل حجم آب جمع شده نقطه اول ، دوم و میانگین (بر حسب لیتر-مترمربع) در بهار ۱۳۹۷

### تعیین مقدار ضریب رواناب فصلی

با توجه به اطلاعات حجم بارش و رواناب، ضریب رواناب در دوره‌های فصلی بر اساس رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$V = CIA \quad (1)$$

که در آن،  $V$ : حجم استحصال آب باران بر حسب لیتر،  $I$ : مقدار باران بر حسب میلی‌متر و  $A$ : سطح استحصال آب باران بر حسب متر مربع است.  $C$ ، ضریب رواناب (بخشی از باران که می‌تواند به رواناب تبدیل شود) سطح مورد نظر است ( بدون واحد)، که مقدار آن در هر بارش و برای هر فصل محاسبه شد.

نتایج نشان داد که متوسط ضریب رواناب در شهر اهواز برای فصول پاییز، زمستان و بهار به ترتیب برابر ۰/۷۳۹، ۰/۶۹۴ و ۰/۷۱۹ می‌باشد. پهلوانی و همکاران (۱۳۹۵) ضریب رواناب در شهر مشهد را برای فصل پاییز، زمستان و بهار به ترتیب ۰/۶۶، ۰/۶۹ و ۰/۶۲ و برای شهر نور به ترتیب ۰/۷۵، ۰/۷۶ و ۰/۶۹ به دست آوردند. این تفاوت می‌تواند ناشی از تفاوت رژیم بارندگی، و نوع عایق پشت بام، شیب پشت بام و مسائلی از این قبیل باشد. متوسط ضریب رواناب ماهیانه در شهر اهواز در جدول (۱) آورده شده است. آمار بارندگی نشان داد بیشترین مقدار بارندگی در شهر اهواز که منجر به وقوع رواناب نشده است، برابر ۰/۲ میلی‌متر می‌باشد. به عبارتی بارندگی‌هایی که کمتر از این مقدار هستند منجر به وقوع رواناب نمی‌شوند. همچنین کمترین مقدار بارندگی در شهر اهواز که منجر به وقوع رواناب شده است، برابر ۰/۳ میلی‌متر است. بنابراین احتمال آستانه ظهور رواناب در شهر اهواز ۰/۳ میلی‌متر است. به عبارتی بارندگی‌هایی که بیشتر از این حد هستند منجر به تولید رواناب می‌شوند.

جدول(۱) متوسط ضریب رواناب ماهیانه در شهر اهواز

ماه	ضریب رواناب
مهر	۰/۸۵۸
آبان	۰/۷۶۲
آذر	۰/۶۵۶



۰/۶۶۸	دی
۰/۷۲۵	بهمن
۰/۷۳۹	اسفند
۰/۶۹۷	فروردین
۰/۸۹۷	اردیبهشت
.	خرداد

### نتیجه گیری

امروزه تامین آب در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، یک مسئله حیاتی به شمار می‌رود. این تحقیق با هدف بررسی بارش‌هایی که در شهر اهواز منجر به ایجاد رواناب می‌شوند، انجام شد. نتایج وقایع بارش و رواناب در دوره زمانی مورد مطالعه، یعنی فصول بارندگی مربوط به سال آبی ۹۸-۱۳۹۷ نشان داد که در شهر اهواز ۷۵ درصد از بارندگی‌ها منجر به تولید رواناب شده است. آمار بارندگی نشان داد بیشترین مقدار بارندگی در شهر اهواز که منجر به وقوع رواناب نشده است، برابر ۰/۲ میلی-متر می‌باشد. به عبارتی بارندگی‌هایی که کمتر از این مقدار هستند منجر به وقوع رواناب نمی‌شوند. همچنین کمترین مقدار بارندگی در شهر اهواز که منجر به وقوع رواناب شده است، برابر ۰/۳ میلی‌متر است. بنابراین احتمال آستانه ظهور رواناب در شهر اهواز ۰/۳ میلی‌متر است. به عبارتی بارندگی‌هایی که بیشتر از این حد هستند منجر به تولید رواناب می‌شوند. نتایج نشان داد که متوسط ضریب رواناب از سطح پشت‌بام‌های ایزوگام شده در شهر اهواز برای فصول پاییز، زمستان و بهار به ترتیب ۰/۷۳۹، ۰/۶۹۴ و ۰/۷۱۹ می‌باشد.

### ۴- منابع و مراجع

- پهلوانی، پریسا؛ دستورانی، محمد تقی؛ طباطبایی یزدی، جواد و وفاخواه، مهدی. ۱۳۹۵. بررسی و مقایسه استحصال آب باران از سطوح عایق پشت‌بام‌ها در شرایط اقلیمی مختلف (مطالعه موردی: شهرهای مشهد و نور). مجله سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ۴(۱۲): ۱-۱۰.
- تاران، فرشید و مهتابی، قربان. ۱۳۹۵. بررسی تامین آب مورد نیاز بخش‌های مختلف شهر از طریق استحصال آب باران، مطالعه موردی شهر بناب. فصلنامه علمی و پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، ۷(۲۵): ۴۰-۵۳.
- عابدزاده، سعیده؛ خاشعی سیوکی، عباس و آب پرور، احمد. ۱۳۹۳. مقایسه تامین آب مورد نیاز فضای سبز خانگی با آب استحصالی باران در اقلیم های مختلف، سومین همایش بین المللی سامانه های سطوح آبگیر باران، بیرجند، دانشگاه بیرجند، ۲۲-۱۳.
- Akter, A. and Ahmed, Sh. 2015. Potentiality of rainwater harvesting for an urban community in Bangladesh. Journal of hydrology, 528:84-93.
- Dreelin E. A., Fowler L., Carroll C. R. (2006). "A test of porous pavement affectiveness on clay soils during natural storm events", water research, No. 40, 799 – 805..
- Mahmoud, W. H., Elagib, N. A., Gaese, H. and Heinrich, J. 2014. Rainfall condition and rain water harvesting potential in the urban area of Khartoum. Recourses, conservation and Recycling, 91: 89-99.
- Rostad N. and Montalto F. (2012). Rainwater harvesting: using urban roof runoff for residential toilet flushing. Metropolitan Sustainability Understanding and Improving the Urban Environment, Woodhead Publishing Series in Energy 350-369.
- Silva, C. M., Sousa, V. and Carvalho, N.V. 2015. Evaluation of rainwater harvesting in Portugal: Application to single-family residences. Recourses, conservation and Recycling, 94: 21-34.
- Stanton, D. 2005. Roaded catchments to improve reliability of farm dams. Government of Western Australia, Department of Agriculture, Bulletin 4660.

## Determination of runoff coefficient and threshold of flow start from the surface of back roof under Ahwaz climatic conditions

saeed Jahangiri<sup>1</sup> and ali asareh<sup>1\*</sup>

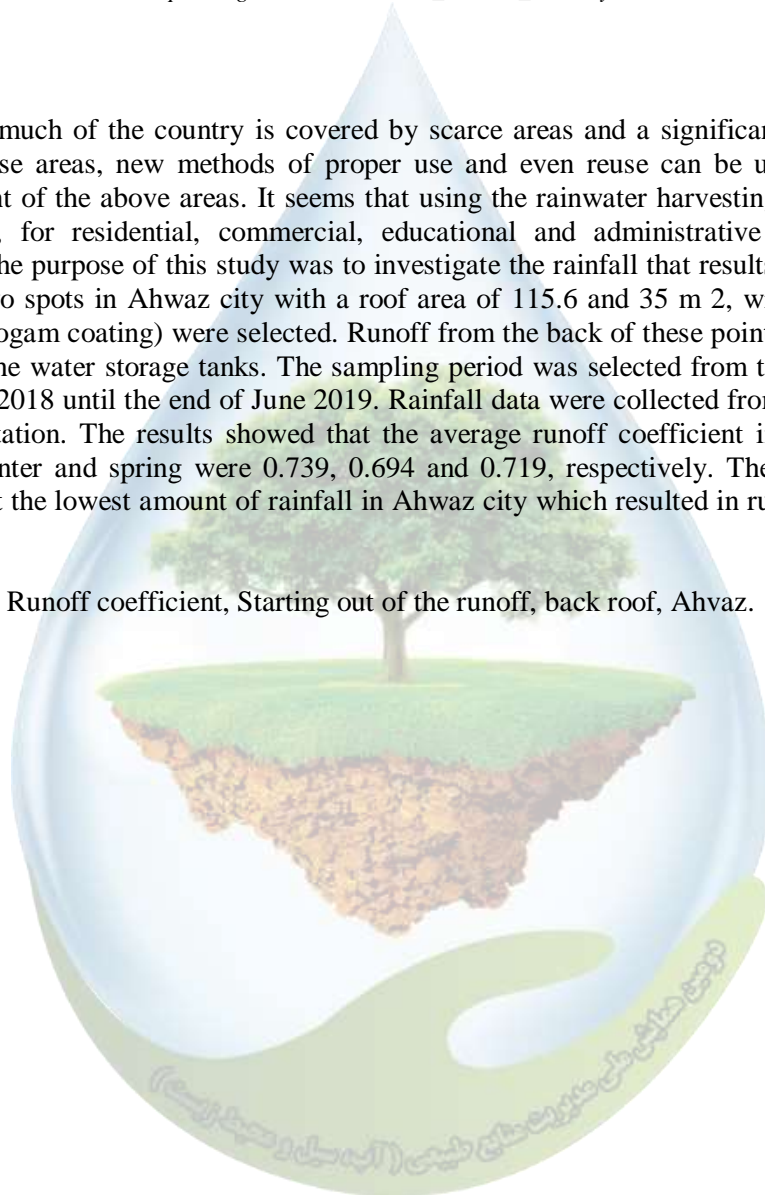
1. Department of Water Sciences Engineering, Ahwaz Branch, Islamic Azad University, Ahwaz, Iran

\* Corresponding Author E-mail: ali\_assareh\_2003@yahoo.com

### Abstract

Given that much of the country is covered by scarce areas and a significant population lives in these areas, new methods of proper use and even reuse can be useful for the development of the above areas. It seems that using the rainwater harvesting system can save water, for residential, commercial, educational and administrative applications annually. The purpose of this study was to investigate the rainfall that results in runoff in Ahwaz. Two spots in Ahwaz city with a roof area of 115.6 and 35 m<sup>2</sup>, with insulation surfaces (isogam coating) were selected. Runoff from the back of these points was routed gravity to the water storage tanks. The sampling period was selected from the beginning of October 2018 until the end of June 2019. Rainfall data were collected from the Ahwaz Synoptic Station. The results showed that the average runoff coefficient in Ahwaz for autumn, winter and spring were 0.739, 0.694 and 0.719, respectively. The results also showed that the lowest amount of rainfall in Ahwaz city which resulted in runoff was 0.3 mm.

**Keywords:** Runoff coefficient, Starting out of the runoff, back roof, Ahwaz.



### مقایسه شدت فرسایش بادی و پایداری ساختمان خاک در اراضی کویری و کشاورزی مرکز ایران

جابر فلاحزاده، احمد کریمی\*، مهدی نادری و حسین شیرانی

گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

\* رایانامه (Email) نویسنده مسوول: karimiahmad1342@yahoo.com

#### چکیده

فرسایش بادی از عوامل اصلی تخریب خاک و محیط زیست است که باعث تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌شود. این مطالعه با هدف ارزیابی تاثیر تغییر کاربری اراضی کویری به کشاورزی بر پایداری خاک‌دانه‌ها و فرسایش بادی در منطقه ابرکوه (استان یزد) انجام شد. برای این منظور، سه کاربری شامل اراضی کویری طبیعی، اراضی کشاورزی حاشیه آن (تحت کشت گندم و پسته) مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌های خاک از عمق ۰-۲۰ سانتی‌متر برداشته شدند. ماده آلی خاک، ماده آلی ذره‌ای، پایداری خاکدانه خشک، شدت فرسایش باد و بخش فرسایش‌پذیر بادی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که زیر کشت‌بردن زمین‌های کویری باعث کاهش معنی‌دار شوری خاک شد ولی مقادیر مواد آلی خاک و ماده آلی ذره‌ای افزایش یافت. همچنین تبدیل اراضی کویری (۴۹٪) به اراضی کشت‌شده (۶۹٪ الی ۸۰٪) باعث افزایش معنی‌دار پایداری خاکدانه خشک گردید. اراضی تحت کشت گندم و پسته کمترین میزان فرسایش بادی و بخش فرسایش‌پذیر را داشتند. شدت فرسایش باد در خاک‌های بیابانی (۵/۳۵ کیلوگرم در مترمربع-ساعت) ۱۴ الی ۱۷ برابر بیشتر از خاک‌های کشت‌شده بود. همچنین بخش فرسایش‌پذیر بادی در اراضی کویری (۸۵٪) به طور معنی‌داری نسبت به خاک‌های کشاورزی (۵۲٪ الی ۵۷٪) بیشتر بود. از آنجایی که منطقه وسیعی از مرکز ایران را اراضی کویری با مقدار زیادی نمک، خاک بدون ساختمان و ماده آلی بسیار کم تشکیل می‌دهد، هرگونه فعالیتی که این خصوصیات را بهبود ببخشد می‌تواند به کاهش فرسایش بادی خاک کمک کند.

واژگان کلیدی: تغییر کاربری اراضی، اراضی کشاورزی تحت کشت گندم و پسته، پایداری خاکدانه خشک، ماده آلی.

#### ۱- مقدمه

حدود ۲۵ درصد از مساحت ایران را مناطق بیابانی تشکیل می‌دهد که معمولاً بدون پوشش گیاهی یا دارای پوشش گیاهی خیلی کمی هستند. خاک‌های این مناطق اکثراً دارای مواد آلی کم و حاصلخیزی ضعیفی هستند و این عوامل به همراه اقلیم گرم و کمبود آب آبیاری مانع از توسعه کشاورزی در این مناطق شده است. بنابراین جهت تولید محصولات کشاورزی آبیاری این اراضی اجتناب‌ناپذیر است. همچنین به منظور افزایش حاصلخیزی این خاک‌ها سالیانه مقادیر زیادی از کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نتیجه تغییر کاربری اراضی بیابانی ممکن است باعث ایجاد تغییراتی در خصوصیات فیزیکی خاک و فرسایش‌پذیری خاک شود (۱).

### ۱-۱- خصوصیات فیزیکی خاک

خاکدانه‌های شدن خاک فرایندی وابسته به مکان و زمان بوده و تحت تأثیر مدیریت و کاربری زمین قرار می‌گیرد. پایداری خاکدانه بر مقاومت خاک اثر قابل توجهی دارد (۲). تغییر در مواد آلی می‌تواند باعث تغییر در خصوصیات فیزیکی-مکانیکی خاک شود. بیشتر ویژگی‌های فیزیکی مربوط به ساختمان خاک در ارتباط با کربن آلی خاک می‌باشند، به طوری که با کاهش نسبت کربن آلی به رس، کیفیت ساختمان خاک نیز کاهش می‌یابد (۳). از بخش‌های مهم مواد آلی ناپایدار خاک، ماده آلی ذره‌ای محسوب می‌شود که شامل بقایای گیاهی است که کمتر دچار تجزیه شده است (۴). ماده آلی ذره‌ای نقش تعیین‌کننده‌ای در تشکیل خاکدانه‌ها داشته و بیشترین حساسیت را به تغییرات مدیریتی و کاربری اراضی دارد (۵). گاو و همکاران (۶) گزارش کردند که نوع استفاده از زمین بر میزان ثبات و توزیع اندازه خاکدانه اثر می‌گذارد.

### ۱-۲- فرسایش بادی

در مناطق خشک و نیمه‌خشک، فرسایش بادی یک پدیده مخرب محسوب می‌شود (۷) که باعث هدررفت مواد آلی و ذرات ریز از سطح خاک شده و در بیشتر موارد، کاهش کیفیت خاک را در پی دارد. خاکدانه‌های کوچکتر از  $0/84$  میلی‌متر (بخش فرسایش‌پذیر بادی) به دست آمده از الک خشک پارامتر مهم برای ارزیابی سیستم‌های مدیریت خاک و برآورد فرسایش بادی محسوب می‌شود (۶). کولازو و بوسچیازو (۸) با بررسی بخش فرسایش‌پذیر بادی در مناطق نیمه‌خشک آرژانتین مشاهده کردند با زیر کشت بردن خاک‌هایی با بافت متوسط، بخش فرسایش‌پذیر افزایش و پایداری خاکدانه خشک کاهش می‌یابد.

### ۱-۳- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

تا به امروز پژوهش کمی در مورد خصوصیات پایداری خاکدانه و فرسایش‌پذیری خاک نسبت به باد در اراضی بیابانی که تحت کشت محصولات کشاورزی هستند، انجام شده است. بر این اساس، این تحقیق با هدف مقایسه فرسایش‌پذیری بادی و برخی از خصوصیات فیزیکی خاک در اراضی کویری و اراضی کشت‌شده جنوب شهرستان ابرکوه (استان یزد) انجام شد.

### ۲- مواد و روش‌ها

#### ۱-۲- توصیف منطقه مورد بررسی

منطقه مورد مطالعه در جنوب شهرستان ابرکوه واقع شده است. شهرستان ابرکوه با موقعیت جغرافیائی ۳۱ درجه و ۷ دقیقه شمالی و ۵۳ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی در ۱۴۰ کیلومتری جنوب غربی یزد قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵۰۰ متر است. آب و هوای این منطقه خشک با بارندگی کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر می‌باشد. تغییر کاربری اراضی کویری به اراضی کشاورزی در حدود ۵۰ سال پیش صورت گرفته، به این صورت که در این اراضی، ۲ الی ۳ مرتبه آبیاری سنگین انجام شده و سپس زیر کشت محصولات زراعی (گندم و جو) و یا باغی (پسته) رفته‌اند.

#### ۲-۲- نمونه‌برداری از خاک

در این تحقیق سه نوع کاربری شامل اراضی کویری، اراضی زراعی تحت کشت گندم و باغی تحت کشت پسته انتخاب شد. نمونه‌برداری در اواخر تابستان سال ۹۷ انجام گرفت. برای نمونه‌برداری، ۱۰ مزرعه (دارای اراضی زیر کشت گندم و اراضی باغی تحت کشت پسته) به گونه‌ای انتخاب شدند که در حاشیه اراضی کویری قرار داشتند. در هر مزرعه نمونه‌برداری (عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری) از ۱۰ اراضی زیر کشت گندم و ۱۰ اراضی باغی تحت کشت پسته انجام شد. بعد از نمونه‌برداری، در هر مزرعه، خاک ۱۰ اراضی با هم ترکیب و به عنوان یک نمونه مرکب در نظر گرفته شد. از اراضی کویری در کنار هر مزرعه، نیز ۱۰ نمونه خاک برداشته شد و بعد از ترکیب آنها، نمونه مرکب بدست آمد. در مجموع در هر عمق، ۱۰ نمونه ترکیبی از اراضی زیر کشت گندم، ۱۰ نمونه ترکیبی از اراضی باغی تحت کشت پسته و ۱۰ نمونه ترکیبی از اراضی کویری جمع‌آوری شد.

### ۲-۳- آماده سازی و تجزیه خاکها

نمونه‌های جمع‌آوری شده ابتدا هواخشک گردیده و سپس قسمتی از آن به منظور آزمایش پایداری خاکدانه خشک از الک ۸ میلی‌متری و مقداری جهت انجام آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. همچنین قسمتی از خاک نیز به صورت دست‌نخورده برای تعیین فرسایش‌پذیری بادی مورد استفاده قرار گرفت. درصد ماده آلی کل خاک با اکسیداسیون تر ماده آلی ذره‌ای خاک از راه کاهش وزن به وسیله سوزاندن (۴) تعیین شد. برای تعیین بخش فرسایش‌پذیر بادی از غربال چرخشی (به مدت ۵ دقیقه) و سری الک‌ها با اندازه‌های ۱۹/۲، ۶/۴، ۲، ۰/۸۴ و ۰/۴۲ میلی‌متر استفاده شد و سپس خاک باقی‌مانده بروی هر الک وزن گردید و بر اساس معادله ۱ بخش فرسایش‌پذیر بادی محاسبه شد (۸).

$$EF = \frac{W < 0.84}{TW} \quad (1)$$

در این معادله EF بخش فرسایش‌پذیر بادی،  $W < 0.84$  وزن خاکدانه‌های کوچکتر از ۰/۸۴ میلی‌متر و TW وزن کل خاک می‌باشد. به منظور تعیین پایداری خاکدانه خشک بزرگتر از ۰/۲۵ میلی‌متر از سری الک‌هایی با اندازه ۴/۷۵، ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵ و ۰/۰۵ میلی‌متر استفاده شد و مطابق معادله ۲ پایداری خاکدانه خشک بزرگتر از ۰/۲۵ میلی‌متر محاسبه گردید (۹).

$$DSA = \frac{W > 0.25}{TW} \quad (2)$$

در این معادله DSA پایداری خاکدانه خشک،  $W > 0.25$  وزن خاکدانه‌های بزرگتر از ۰/۲۵ میلی‌متر و TW وزن کل خاک می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از دستگاه تونل باد شدت فرسایش خاک اندازه‌گیری شد. مدت زمان موردنظر برای این آزمایش با توجه به سرعت بالای باد (۱۲/۵ متر در ثانیه) و حجم کوچک نمونه‌ها (۰/۳×۱ متر)، ۵ دقیقه در نظر گرفته شد.

### ۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری

به منظور مقایسه خصوصیات فیزیکی خاک و فرسایش‌پذیری بادی از تجزیه واریانس و آزمون توکی (سطح آماری ۵ درصد) در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. کلیه محاسبه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام گرفت.

### ۳- نتایج و بحث

خاک‌های مورد بررسی دارای بافت لوم رسی بوده و میزان آهک آنها بین ۴۰ الی ۴۳ درصد متغیر بود. pH خاک‌ها بین ۷/۲۱ الی ۷/۶۲ بود. خاک‌های منطقه در گروه کلسیک هاپلوسالیدز طبقه‌بندی می‌شوند. به‌طور کلی زیر کشت‌بردن اراضی کویری باعث کاهش معنی‌دار شوری خاک شده (جدول ۱) و تغییر در برخی از ویژگی‌های خاک را در پی داشته است که نتایج آن به صورت جداگانه برای هر یک از ویژگی‌ها آورده شده است.

### ۳-۱- مواد آلی خاک

زیر کشت بردن اراضی کویری باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی کل و ذره‌ای خاک شده است (جدول ۱). بیشترین مقدار مواد آلی کل و ذره‌ای خاک در خاک پسته و کمترین آن در خاک اراضی کویری مشاهده شد. این افزایش مواد آلی، به دلیل آبیاری که منجر به کاهش شوری خاک و تأمین آب جهت رشد گیاهان گردیده و همچنین استفاده از کودهای شیمیایی که ورود مواد آلی و بقایای گیاهی به خاک را افزایش داده است، می‌باشد. ژانگ و همکاران (۱۰) نیز افزایش کربن آلی خاک‌های بیابانی چین که به زیر کشت رفته‌اند را گزارش کرده‌اند. میزان مواد آلی کل و ذره‌ای در خاک‌های زیر کشت پسته



بیشتر از گندم بود. احتمالاً به دلیل کاربرد کودهای آلی و همچنین بیشتر بودن بازگشت بقایای گیاهی (به ویژه بقایای برگ) به خاک در اراضی زیر کشت پسته، ذخایر مواد آلی خاک در این اراضی بیشتر از گندم بوده است.

جدول (۱) مقایسه میانگین اثر تغییر کاربری بر شوری، مواد آلی و شدت فرسایش بادی خاک

کاربری	شوری خاک (dS/m)	مواد آلی کل خاک (%)	مواد آلی ذره‌ای خاک (%)	شدت فرسایش بادی (kg/m <sup>2</sup> .h)
اراضی کویری	۲۵/۷ <sup>a</sup>	۰/۱۴ <sup>c</sup>	۰/۰۴ <sup>c</sup>	۵/۳۵ <sup>a</sup>
اراضی زیر کشت گندم	۲/۹ <sup>b</sup>	۰/۵۶ <sup>b</sup>	۰/۲۴ <sup>b</sup>	۰/۳۳ <sup>b</sup>
اراضی زیر کشت پسته	۲/۸ <sup>b</sup>	۰/۷۳ <sup>a</sup>	۰/۴۳ <sup>a</sup>	۰/۳۹ <sup>b</sup>

مقادیر در هر ستون با حروف مشابه، در سطح ۵ درصد آزمون توکی تفاوت معنی دار ندارند

### ۳-۲- شدت فرسایش بادی

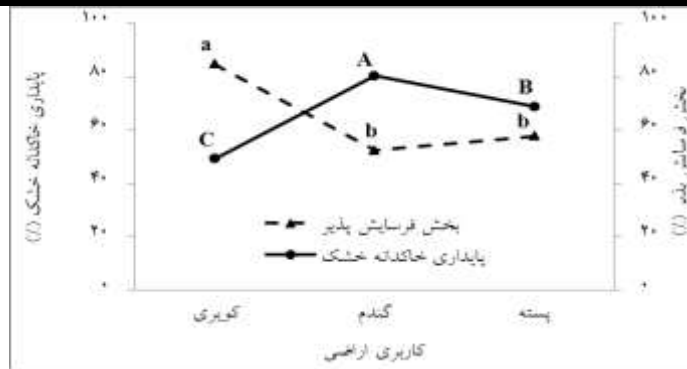
زیر کشت بردن اراضی کویری باعث کاهش معنی‌دار شدت فرسایش بادی خاک شده است (جدول ۱). شدت فرسایش باد در خاک‌های بیابانی ۱۴ الی ۱۶ برابر بیشتر از خاک‌های کشت‌شده بود. نان و همکاران (۱) و چی و همکاران (۱۱) نیز مشاهده کردند که شدت فرسایش بادی در بیابان‌های چین به صورت معنی‌داری بیشتر از اراضی کشاورزی است.

### ۳-۳- بخش فرسایش‌پذیر خاک

نتایج نشان داد که بخش فرسایش‌پذیر خاک در اراضی کویری به صورت معنی‌داری بیشتر از خاک‌های کشاورزی است (شکل ۱). بر اساس نتایج محققان (۱۲ و ۱۳) با افزایش مواد آلی پایداری خاک در مقابل فرسایش بادی افزایش می‌یابد. در نتیجه با افزایش میزان مواد آلی خاک در اثر تغییر کاربری اراضی کویری به اراضی کشاورزی، فرسایش‌پذیری بادی خاک نیز کاهش می‌یابد. لی و همکاران (۱۴) به محاسبه فرسایش‌پذیری بادی بر اساس توزیع اندازه خاک‌دانه‌های خشک در کاربری‌های بیابان، زمین‌های کشاورزی و جنگل‌ها در چین پرداختند. نتایج آنها نشان داد که هرچند تمام کاربری‌ها، به علت داشتن مقایر بالای خاک‌دانه‌های فرسایش‌پذیر دارای پتانسیل بالقوه‌ای در تولید گرد و غبار هستند، اما بیابان دارای بیشترین پتانسیل برای بخش معلق و جهشی گرد و غبار بود.

### ۳-۴- پایداری ساختمان خاک

زیر کشت بردن اراضی کویری باعث افزایش معنی‌دار پایداری خاکدانه خشک شده است (شکل ۱). بیشترین پایداری خاکدانه خشک در خاک گندم و کمترین آن در خاک اراضی کویری مشاهده شد. در اراضی کویری به دلیل شوری بالای خاک، پوشش گیاهی ضعیف بوده و در نتیجه به علت کمبودن میزان مواد آلی، شرایط برای تشکیل و پایداری خاک‌دانه‌ها مهیا نیست. ژانگ و همکاران (۱۰) نیز مشاهده کردند که با زیر کشت بردن اراضی بیابانی در چین، میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌های خشک به طور معنی‌داری افزایش یافته است. با این حال، نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های لی و همکاران (۱۵) هم‌خوانی ندارد. این محققان مشاهده کردند که ۱۰ سال کشاورزی در اراضی کویری، تأثیر معنی‌داری بر پایداری خاک‌دانه‌های درشت نداشته است.



شکل (۱) مقایسه میانگین اثر تغییر کاربری بر پایداری خاکدانه خشک و بخش فرسایش پذیر خاک

**نتیجه گیری کلی:** بر اساس نتایج این تحقیق، زیر کشت بردن زمین های کویری موجب افزایش پایداری خاکدانه و ماده آلی خاک و کاهش فرسایش بادی و بخش فرسایش پذیر شد. از آنجایی که خاک های اراضی کویری عمدتاً شور، با ماده آلی ناچیز و بدون ساختمان هستند، انجام فعالیت های کشاورزی پایدار در این اراضی، منجر به بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شده و می تواند به کاهش فرسایش بادی خاک کمک کند.

#### ۴- منابع و مراجع

- Nan, L., Dong, Z., Xiao, W., Li, C., Xiao, N., Song, S., and Du, L. 2018. A field investigation of wind erosion in the farming–pastoral ecotone of northern China using a portable wind tunnel: a case study in Yanchi County. *Journal of Arid Land* 10: 27–38.
- Adesodun, J.K., Mbagwu, J.S.C., and Oti, N. 2001. Structural stability and carbohydrate contents of an Ultisol under different management systems. *Soil and Tillage Research* 60:135–142.
- Johannes, A., Matter, A., Schulin, R., Weisskopf, P., Baveye, P.C., and Boivin, P. 2017. Optimal organic carbon values for soil structure quality of arable soils. Does clay content matter? *Geoderma* 302:14–21.
- Cambardella, C.A., and Elliott, E.T. 1992. Particulate soil organic–matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal* 56: 777–782.
- Six, J., Paustian, K., Elliott, E.T., and Combrink, C. 2000. Soil Structure and Organic Matter: I. Distribution of Aggregate–Size Classes and Aggregate–Associated Carbon. *Soil Science Society of America Journal* 64:681–689.
- Gao, X., Meng, T., and Zhao, X. 2017. Variations of soil organic carbon following land use change on deep-loess hillslopes in China. *Land Degradation and Development* 28:1902–1912.
- Zamani, S., and Mahmoodabadi, M. 2013. Effect of particle–size distribution on wind erosion rate and soil erodibility. *Archives of Agronomy and Soil Science* 59:1743–1753.
- Colazo, J.C., and Buschiazzi, D.E. 2010. Soil dry aggregate stability and wind erodible fraction in a semiarid environment of Argentina. *Geoderma* 159: 228–236.
- Mahmoodabadi, M., Ahmadbeigi, B. 2013. Dry and water-stable aggregates in different cultivation systems of arid region soils. *Arabian Journal of Geosciences* 6: 2997–3002.
- Zhang, Y., Zhao, W., and Fu, L., 2017. Soil macropore characteristics following conversion of native desert soils to irrigated croplands in a desert–oasis ecotone, Northwest China. *Soil and Tillage Research* 168: 176–186.
- Chi, W., Zhao, Y., Kuang, W., and He, H. 2019. Impacts of anthropogenic land use/cover changes on soil wind erosion in China. *Science of the Total Environment* 668: 204–215.
- Sirjani, E., Sameni A., Moosavi A.A., Mahmoodabadi M., and Laurent B. 2019. Portable wind tunnel experiments to study soil erosion by wind and its link to soil properties in the Fars province, Iran. *Geoderma* 333: 69–80.
- Zhang, C.L., Wang, X.S., Zou, X.Y., Tian, J.L., Liu, B., Li, J.F., Kang, L.Q., Chen, H., and Wu, Y.Q. 2018. Estimation of surface shear strength of undisturbed soils in the eastern part of northern China’s wind erosion area. *Soil and Tillage Research* 178: 1–10.
- Li, X., Feng, G., Sharratt, B.S., Zheng, Z., Pi, H., and Gao, F. 2014. Soil wind erodibility based on dry aggregate–size distribution in the Tarim Basin. *Soil Science Society of America Journal* 78: 2009–2016.
- Li, X.G., Li, Y.K., Li, F.M., Ma, Q., Zhang, P.L., and Yin, P. 2009. Changes in soil organic carbon, nutrients and aggregation after conversion of native desert soil into irrigated arable land. *Soil and Tillage Research* 104: 263–269.



## Comparison of wind erosion and soil structure stability in desert and cultivated lands of central Iran

Jaber Fallahzade, Ahmad Karimi\*, Mehdi Naderi and Hossein Shirani

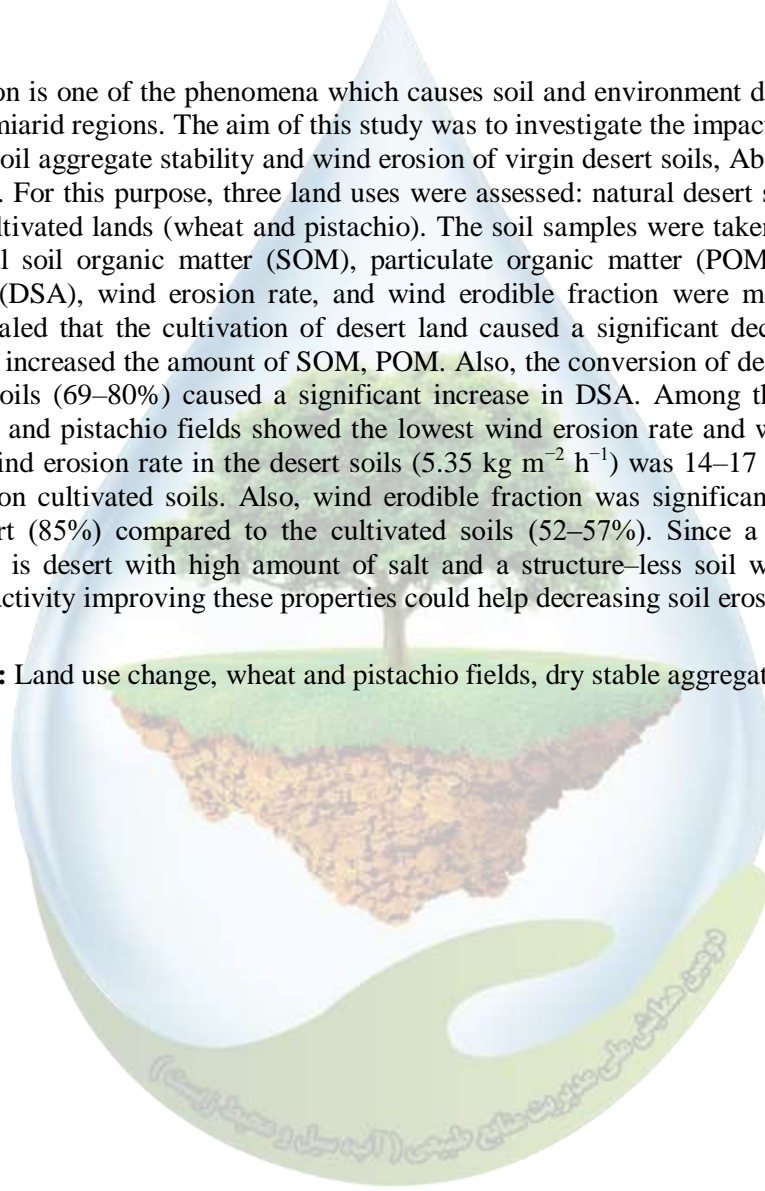
Department of Soil Science, College of Agriculture, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran

\*Corresponding authors: Email: karimiahmad1342@yahoo.com

### Abstract

Wind erosion is one of the phenomena which causes soil and environment degradation in arid and semiarid regions. The aim of this study was to investigate the impacts of land use change on soil aggregate stability and wind erosion of virgin desert soils, Abarkooh plain, central Iran. For this purpose, three land uses were assessed: natural desert soils and two adjacent cultivated lands (wheat and pistachio). The soil samples were taken at 0–20 cm depth. Total soil organic matter (SOM), particulate organic matter (POM), dry stable aggregates (DSA), wind erosion rate, and wind erodible fraction were measured. The results revealed that the cultivation of desert land caused a significant decrease in soil salinity and increased the amount of SOM, POM. Also, the conversion of desert (49%) to cultivated soils (69–80%) caused a significant increase in DSA. Among the three land uses, wheat and pistachio fields showed the lowest wind erosion rate and wind erodible fraction. Wind erosion rate in the desert soils ( $5.35 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ) was 14–17 times greater than those on cultivated soils. Also, wind erodible fraction was significantly higher in virgin desert (85%) compared to the cultivated soils (52–57%). Since a vast area of central Iran is desert with high amount of salt and a structure-less soil with very low SOM, any activity improving these properties could help decreasing soil erosion by wind.

**Keywords:** Land use change, wheat and pistachio fields, dry stable aggregates, organic matter.



### بررسی عوامل مؤثر بر حضور گونه حمایت شده مینا (*Acridotheres tristis*) در پارک‌های شهر اهواز

کامران الماسیه<sup>۱\*</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی.

\* رایانامه (Email) نویسنده مسوول: [almasieh@asnrukh.ac.ir](mailto:almasieh@asnrukh.ac.ir)

#### چکیده

در این مطالعه، حضور گونه حمایت شده مینا در پارک‌های شهر اهواز مورد بررسی قرار گرفته است و سعی شده است تا عوامل مؤثر بر حضور این گونه شامل مساحت پارک و حاشیه‌ای بودن آن، مورد بررسی قرار گیرد. تعداد ۱۴ پارک شهری در شهر اهواز به صورت تصادفی انتخاب شد و در فصل بهار ۱۳۹۸ به منظور ثبت حضور مینا مورد پایش قرار گرفتند. همزمان، مساحت هر یک از این پارک‌ها محاسبه گردید. پارک زرتشت بعد از پارک لاله بیشترین مساحت را در میان پارک‌های مورد بررسی به خود اختصاص داده بود. نتایج نشان داد که تنها در پارک زرتشت واقع در حاشیه شهر اهواز، گونه مینا مشاهده شد که نشان از وجود امنیت در این پارک دارد. وجود پناه (امنیت) و مواد غذایی دو فاکتور مهم هستند که در فضای سبز وسیع شهری یافت می‌شوند. با این حال، پارک‌های حاشیه‌ای شهر می‌توانند به دلیل وجود امنیت بیشتر، پرندگان بیشتری را به خود جذب کنند.

واژگان کلیدی: گونه مینا، امنیت، شهر اهواز

#### ۱- مقدمه

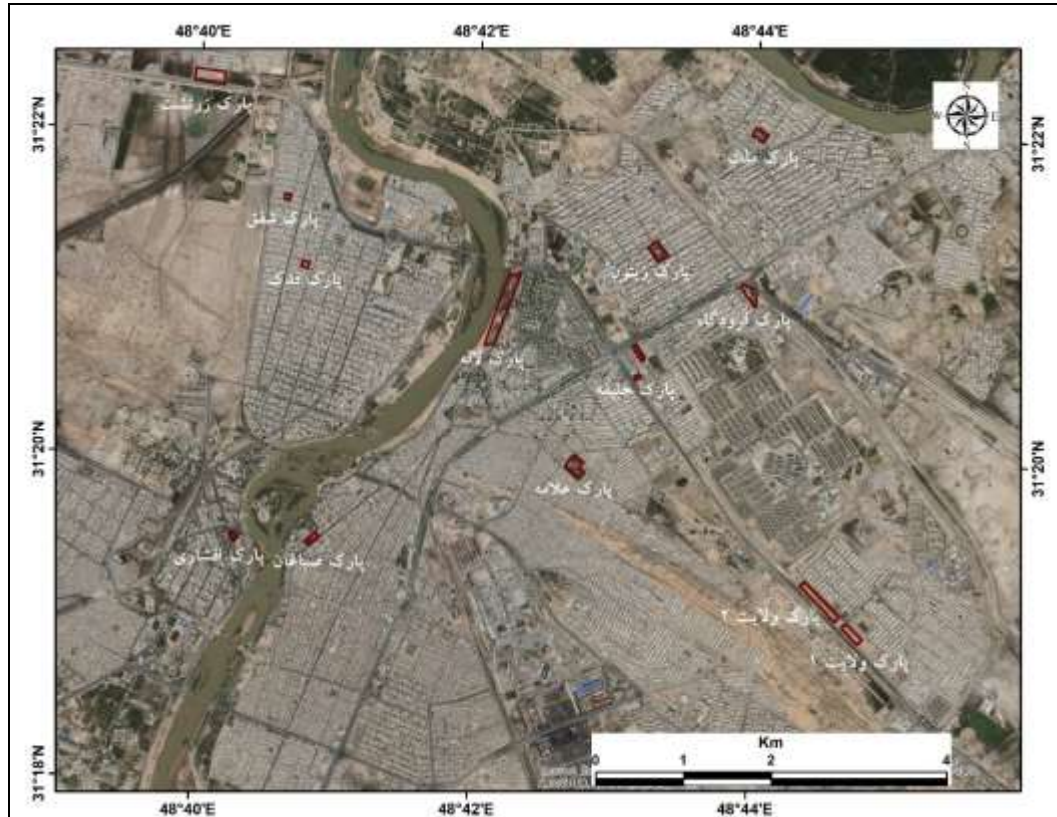
پارک‌ها در محیط‌های شهری به عنوان زیستگاه‌های نیمه طبیعی با مقادیر قابل توجهی از گونه‌های گیاهی، پذیری گونه‌هایی از پرندگان هستند (۷) و مقادیر کافی از فضای سبز در شهرها، حضور گونه‌های جنگلی پرندگان را در زمین‌سیمای شهری فراهم می‌سازد (۶). در واقع پارک‌های شهری نقش مهمی در حفاظت از تنوع زیستی در زمین‌سیمای شهری را ایفا می‌کنند (۳). پرندگان نیز در پارک‌های شهری جمعیت حشرات مضر را کنترل می‌کنند، به بذر افشانی گیاهان کمک می‌کنند و به عنوان شاخص زیستی سلامت اکوسیستم‌های شهری محسوب می‌شوند (۸).

گونه مینا (*Acridotheres tristis* Linnaeus, 1766) از خانواده سارها (Sturnidae) و راسته گنجشک‌شکلان (Passeriformes) است. پراکنش این گونه از کشور بوتان در شرق آسیا شروع شده و تا کشور ایران در غرب آسیا ادامه می‌یابد. اما به قاره‌های اروپا، آفریقا و آمریکا نیز معرفی شده است. به سبب پراکنش گسترده آن و روند جمعیتی ثابت، این گونه در لیست سرخ IUCN در رده کمترین نگرانی (LC) قرار گرفته است (۱). پراکنش این گونه در گذشته در جنوب ایران بوده است اما به مناطق دیگر کشور به واسطه فرار آن از قفس گسترده شده است به دلیل زنده‌گیری و خرید و فروش آن در فهرست گونه‌های حمایت شده سازمان حفاظت محیط زیست ایران قرار گرفته است (۴).

در این مطالعه حضور گونه مینا در پارک‌های شهر اهواز مورد بررسی قرار گرفته است و سعی شده است تا عوامل مؤثر بر حضور این گونه شامل مساحت پارک‌های شهری و حاشیه‌ای بودن آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

#### ۲- مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه شهر اهواز مرکز استان خوزستان است. تعداد ۱۴ پارک شهری در شهر اهواز به صورت تصادفی انتخاب شده و به منظور ثبت حضور گونه مینا مورد پایش قرار گرفتند (شکل ۱). پایش گونه در پارک های انتخاب شده در فصل بهار سال ۱۳۹۸ انجام شد. برای این منظور از دوربین دوچشمی الصقر با بزرگنمایی  $8 \times 30$  استفاده شد. در نهایت، مساحت هر یک از پارک ها در محیط نرم افزار ArcGIS نسخه ۱۰/۳ محاسبه گردید.



شکل (۱) منطقه مورد مطالعه شامل ۱۴ پارک شهری در شهر اهواز مرکز استان خوزستان

### ۳- نتایج و بحث

از میان ۱۴ پارک شهری اهواز که مورد پایش قرار گرفت، تنها در پارک زرتشت (حاشیه شهر اهواز به طرف سه راه خرمشهر) گونه مینا مشاهده شد (شکل ۲). مساحت هر یک از پارک ها محاسبه گردید که پارک های لاله و زرتشت به ترتیب بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده بودند (جدول ۱).



شکل (۲) گونه مینا مشاهده شده در پارک زرتشت شهر اهواز (عکس از الماسیه)

جدول (۱) مساحت هر یک از پارک‌های پایش شده در شهر اهواز

نام پارک	مساحت (متر مربع)
پارک افشاری	۴۳۱۳
پارک سه راه فرودگاه	۲۱۵۲۸
پارک علامه	۳۲۱۳۷
پارک فدک	۶۰۱۲
پارک حلیفه	۳۳۱۶
پارک لاله	۹۶۴۳۷
پارک ملت	۱۵۴۹۴
پارک رودکی	۹۷۷۸
پارک صباغان	۹۶۳۲
پارک شفق	۴۲۴۷
پارک ولایت ۱	۱۹۳۰۹
پارک ولایت ۲	۴۴۷۷۶
پارک زرتشت	۴۷۷۷۰
پارک زیتون	۲۷۹۳۰

وجود پناه (امنیت) و مواد غذایی دو فاکتور مهم هستند که در فضای سبز وسیع شهری یافت می‌شوند (۵). همچنین، پارک‌هایی با مساحت بیشتر، تنوع گونه‌ای بیشتری از پرندگان دارند. چرا که، پارک‌های شهری بزرگ تنوع زیستگاهی بیشتری

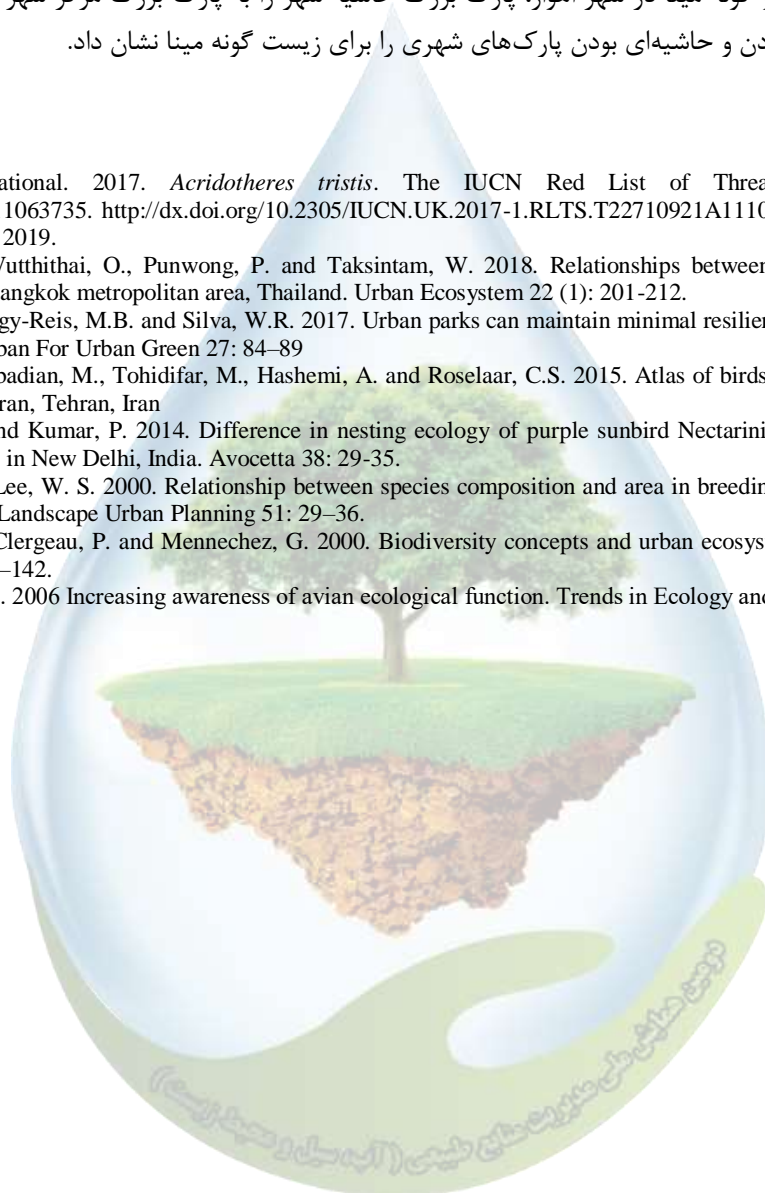
از پارک‌های شهری کوچک دارند (۲). در این میان، حاشیه‌ای بودن پارک زرتشت باعث ایجاد امنیت بیشتر برای حضور گونه مینا در این پارک گردیده است که در پارک‌های بزرگی همچون لاله این گونه یافت نشد.

#### ۴- نتیجه‌گیری

پارک‌های بزرگ شهری دارای تنوع بالایی از گونه‌های مختلف پرندگان هستند. پرندگان در این پارک‌ها از مواد غذایی مختلفی استفاده می‌کنند و وسعت پارک به آن‌ها امنیت لازم برای بقا را می‌دهد. اما حاشیه‌ای بودن پارک نیز عاملی است که بر این امنیت می‌افزاید و گونه مینا در شهر اهواز، پارک بزرگ حاشیه شهر را به پارک بزرگ مرکز شهر ترجیح داده است. این مطالعه، اهمیت بزرگ بودن و حاشیه‌ای بودن پارک‌های شهری را برای زیست گونه مینا نشان داد.

#### ۵- منابع و مراجع

- 1- BirdLife International. 2017. *Acridotheres tristis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T22710921A111063735. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-1.RLTS.T22710921A111063735.en>. Downloaded on 18 September 2019.
- 2- Chaiyarat, R., Wutthithai, O., Punwong, P. and Taksintam, W. 2018. Relationships between urban parks and bird diversity in the Bangkok metropolitan area, Thailand. *Urban Ecosystem* 22 (1): 201-212.
- 3- Estevo, C.A., Nagy-Reis, M.B. and Silva, W.R. 2017. Urban parks can maintain minimal resilience for Neotropical bird communities. *Urban For Urban Green* 27: 84-89
- 4- Kaboli, M., Aliabadian, M., Tohidifar, M., Hashemi, A. and Roselaar, C.S. 2015. Atlas of birds of Iran. Department of Environment of Iran, Tehran, Iran
- 5- Mazumdar, A. and Kumar, P. 2014. Difference in nesting ecology of purple sunbird *Nectarinia asiatica* among urban and rural habitats in New Delhi, India. *Avocetta* 38: 29-35.
- 6- Park, C. R. and Lee, W. S. 2000. Relationship between species composition and area in breeding birds of urban woods in Seoul, Korea. *Landscape Urban Planning* 51: 29-36.
- 7- Savard, J. P.L., Clergeau, P. and Mennechez, G. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape Urban Planning* 48: 131-142.
- 8- Şekercioğlu, C.H. 2006 Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology and Evolution* 21(8): 464-471.



## ارزیابی صفات کمی لگوم‌های علوفه‌ای مختلف در شرایط آب و هوایی گرگان

محمد تقی فیض بخش<sup>۱\*</sup>، ویدا قطبی<sup>۲</sup>، فاطمه شیخ<sup>۱</sup> و صفورا جعفرنوده<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، <sup>۲</sup> استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، <sup>۳</sup> دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

\* رایانامه نویسنده مسوول: (feyz\_54@yahoo.com)

### چکیده

به منظور شناسایی و مقایسه ارقام برتر گیاهان علوفه‌ای خانواده لگوم آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گرگان اجرا شد. شش نوع لگوم علوفه‌ای شامل خلر، ماشک معمولی، ماشک گل خوشه‌ای، ماشک پانونیکا، باقلا و نخود علوفه‌ای از نظر صفات کمی علوفه مورد بررسی قرار گرفت. بین گیاهان علوفه‌ای از نظر صفات مورد بررسی (ارتفاع بوته، عملکرد علوفه تر، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، علوفه خشک و طول فصل رشد) اختلاف آماری معنی‌دار وجود داشت. در بین گیاهان علوفه‌ای کم‌ترین طول فصل رشد به گیاه باقلا با ۱۶۰/۳۳ روز و بیش‌ترین طول دوره رشد به نخود علوفه‌ای با ۱۷۳ روز اختصاص یافت. گیاه باقلا با اینکه فصل رشد کوتاه‌تری نسبت به سایر گیاهان علوفه‌ای داشت اما بالاترین عملکرد خشک و تر علوفه را تولید نمود. وزن خشک علوفه باقلا ۹۵۳۰/۲ کیلوگرم در هکتار و وزن تر علوفه ۶۱۹۰۸ کیلوگرم در هکتار بود. گیاهان خلر، ماشک معمولی، ماشک گل خوشه‌ای، ماشک پانونیکا و نخود علوفه‌ای به ترتیب ۳۷/۲۷، ۱۱/۹۴، ۱۴/۸۶، ۱۸/۱۰ و ۲۷/۴۵ درصد عملکرد علوفه خشک کم‌تری نسبت به باقلا تولید کردند. بنابراین با توجه به کوتاه بودن طول فصل رشد و عملکرد مطلوب گیاه باقلا، کشت و بهره برداری از این گیاه جهت تولید علوفه در منطقه گرگان قابل توصیه می‌باشد.

واژگان کلیدی: ارتفاع بوته، وزن خشک ساقه، نخود علوفه‌ای.

### مقدمه

تأمین علوفه از مهم‌ترین عوامل محدود کننده در زمینه پرورش و تولیدات دامی محسوب می‌شود. غلات و بقولات گیاهان اصلی علوفه‌ای در کشور محسوب می‌شوند. توسعه و کشت گیاهان علوفه‌ای علاوه بر تأمین علوفه سبب کنترل فرسایش خاک، حفاظت خاک و آب، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، افزایش مواد آلی، بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود (۱). باقلا (*Vicia faba*) به‌عنوان یک منبع غنی از پروتئین، سلولز و مواد معدنی در کشورهای در حال توسعه برای انسان و در کشورهای صنعتی برای حیوانات استفاده می‌شود (۹) اگرچه مصرف دانه باقلا متداول است، ولی می‌توان کل گیاه را به صورت علوفه و یا به‌عنوان کود سبز استفاده کرد (۸). دلیل اصلی استفاده از باقلا به‌عنوان علوفه توسط تولیدکنندگان دام، درصد



پروتئین بالا و تولید راحت آن است. توقعات نه چندان زیاد زراعی و برداشت آسان آن همراه با عملکرد زیاد بیوماس و پروتئین، این گیاه را مورد توجه قرار داده است (۶).

خلر (*Lathyrus sativus*) بومی ایران است و با سایر گونه‌های وابسته، از گیاهان علوفه‌ای مهم می‌باشند و به‌طور وسیعی در سرتاسر مدیترانه، خاورمیانه و هند کشت می‌گردد (۱۲). این گیاه با حداقل مراقبت‌های لازم رشد کرده و در مقایسه با سایر بقولات می‌تواند در اقلیم‌های متنوعی رشد و نمو موفقیت آمیزی داشته باشد (۱۰). به دلیل تحمل بالا، امروزه به‌عنوان یک گیاه مدل در کشاورزی شناخته شده و می‌تواند شرایط کم آبی را تحمل نماید (۱۱).

بررسی سازگاری و پایداری عملکرد بیوماس و دانه و ارقام و لاین‌های امید بخش و پیشرفته خلر دیم با ۱۳ رقم در ایستگاه‌های مراغه و کردستان نشان داد که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی در بین ارقام و لاین‌های آزمایشی متعلق به رقم شماره ۲ و معادل ۲/۲۵۸ تن در هکتار بوده و ارقام شماره ۶ و ۸ به‌ترتیب با عملکرد ۲/۲۱۵ و ۲/۱۸۶ تن در هکتار در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند (۲).

ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa*) و ماشک معمولی (*Vicia sativa*) از مهم‌ترین گونه‌های زراعی ماشک هستند. این گیاه جهت تغلیف دام‌ها و به‌عنوان یک محصول پوشش دهنده باغات و مراتع و به‌عنوان کود سبز نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد و با داشتن رشد رویشی فراوان بر علف‌های هرز غالب بوده و اثرات آللوپاتیک بر سایر گیاهان علوفه‌ای دارد (۵). نخود علوفه‌ای (*Pisum sativum*) در بسیاری از مناطق دنیا نخود علوفه‌ای به صورت چرای مستقیم، علوفه سبز، علوفه خشک، دانه، کود سبز و گیاه پوششی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴). این گیاه غنی از فسفر، کلسیم بوده و منبع خوبی از ویتامین‌ها است (۷).

منیری فر (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای گزارش کرد در شرایط کم آبیاری ماشک گل‌خوشه‌ای و ماشک پانونیکا بیش‌ترین عملکرد تر و خشک را دارا بودند و کم‌ترین عملکرد تر و خشک متعلق به گونه‌های خلر و نخود علوفه‌ای بود (۳). از آنجایی که به‌طور معمول افزایش کیفیت به جای کمیت در بخش کشاورزی و عرضه اقتصادی محصول موفق نمی‌باشد، هدف این پروژه مقایسه عملکرد علوفه تر و خشک، در گیاهان علوفه‌ای باقلا، ماشک معمولی، ماشک گل‌خوشه‌ای، خلر، نخود علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی گرگان است.

### مواد و روش‌ها

به منظور شناسایی و مقایسه ژنوتیپ‌ها و ارقام برتر گیاهان علوفه‌ای خانواده لگوم برای کشت پاییزه از نظر عملکرد کمی آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گرگان اجرا شد. شش نوع لگوم علوفه‌ای شامل باقلا (رقم برکت)، خلر (*Lathyrus sativus*) یک رقم امید بخش موسسه تحقیقات دیم کشور، ماشک معمولی (*Vicia sativa*) رقم امید بخش موسسه تحقیقات دیم، ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa*) رقم امید بخش موسسه تحقیقات دیم، ماشک پانونیکا (*Vicia panonica*) یک رقم خارجی و نخود علوفه‌ای (*Pisum sativum*) رقم امید بخش موسسه تحقیقات دیم، از نظر صفات کمی علوفه مورد بررسی قرار گرفت. هر تیمار در کرتی شامل چهار خط و به طول چهار متر در آبان ۱۳۹۷ کشت شد. فاصله خطوط گیاهان مورد بررسی خطوط ۲۵ سانتی‌متر بود. میزان بذر برای باقلا به میزان ۲۰ بوته در متر مربع و برای سایر گیاهان ۲۵۰ دانه در متر مربع در نظر گرفته شد. آبیاری در زمان کشت و پس از استقرار برای تمامی تیمارها یکسان انجام شد. میزان کود بر اساس آزمون خاک در هر منطقه و نیاز خاک در زمان کاشت و حدود ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیم در هکتار اضافه شد. زمان ۵۰ درصد گل‌دهی برداشت گرفت، در زمانی که غلاف‌های پائینی تشکیل شده و نیمه پر هستند. برداشت با حذف حاشیه از دو خط وسط انجام شد و علوفه هر کرت آزمایشی برداشت و به صورت تازه و خشک توزین شد. تجزیه واریانس در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین بر اساس آزمون LSD انجام شد.

### نتایج و بحث

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) بین صفات ارتفاع بوته، علوفه تر، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، علوفه خشک و طول فصل رشد ارقام مختلف گیاهان علوفه‌ای تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت.

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی صفات زراعی و کمی گیاهان علوفه‌ای مختلف

درجه آزادی	ارتفاع بوته	علوفه تر	وزن برگ خشک	ساقه خشک	وزن علوفه خشک	طول فصل رشد
۲	۱۰۷/۳۷ <sup>ns</sup>	۱۳۸۴۲۵۸۶ <sup>ns</sup>	۹۰۷۶/۳۰ <sup>ns</sup>	۱۰۹۵۴۶/۶۰ <sup>ns</sup>	۱۶۹۷۳۱/۵۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۵ <sup>ns</sup>
۵	۸۰۰۷/۰۵ <sup>**</sup>	۳۹۶۹۴۵۵۱۵ <sup>**</sup>	۱۱۲۵۶۱۹۴/۶۵ <sup>**</sup>	۴۳۲۷۶۷۲/۶۸ <sup>**</sup>	۴۵۲۸۲۷۰/۶۵ <sup>**</sup>	۶۲/۶۲ <sup>**</sup>
۱۰	۹۸/۹۰	۵۹۴۵۸۱۲	۲۵۳۰۸/۹۵	۲۶۱۱۰۱۰/۵۲	۳۵۳۳۵۲/۰۸	۰/۰۵۵
ضریب تغییرات	۵/۸۹	۵/۶۸	۸/۳۶	۸/۶۷	۷/۶۳	۰/۱۴

<sup>ns</sup>، <sup>\*\*</sup> به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

دامنه ارتفاع بوته از ۹۶/۶۶ تا ۲۱۴/۳۳ سانتیمتر بود. بیش‌ترین ارتفاع بوته در گیاهان نخود علوفه‌ای، ماشک گل خوشه‌ای و ماشک پانونیکا مشاهده شد و ماشک معمولی کم‌ترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد. بیش‌ترین وزن تر علوفه از گیاه باقلا با عملکردی برابر با ۶۱۹۰۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد، در حالی که کم‌ترین آن از گیاهان خلر و نخود علوفه‌ای به ترتیب با ۲۹۱۳۱ و ۳۳۵۳۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی صفات زراعی و کمی گیاهان علوفه‌ای مختلف

ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن علوفه تر (کیلوگرم در هکتار)	وزن برگ خشک (کیلوگرم در هکتار)	ساقه خشک (کیلوگرم در هکتار)	وزن علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار)	طول فصل رشد (روز)
۱۵۹/۱۶b	۲۹۱۳۱d	۶۸۷/۹d	۵۲۸۹/۹b	۵۹۷۷/۸d	۱۶۷/۰c
۲۱۴/۳۳a	۳۳۵۳۰d	۷۲۸/۸d	۶۱۸۴/۸ab	۶۹۱۳/۷cd	۱۷۳/۰a
۲۱۲/۶۶a	۴۷۶۳۶b	۱۸۱۶/۹b	۶۲۹۶/۵a	۸۱۱۳/۴b	۱۶۵/۰d
۹۶/۶۶d	۴۳۰۶۱c	۱۳۰/۱۳c	۷۰۹۰/۵a	۸۳۹۱/۸b	۱۷۱/۰b
۲۰۹/۶۶a	۴۲۲۴۱c	۱۱۰۷/۸c	۶۶۹۶/۷a	۷۸۰۴/۵bc	۱۶۵/۰d
۱۲۰/۰c	۶۱۹۰۸a	۵۷۶۳/۵a	۳۷۶۶/۷c	۹۵۳۰/۲a	۱۶۰/۳۳e
۱۸/۰۹	۴۴۳۶/۱	۲۸۹/۴۲	۹۲۹/۴۵	۱۰۸۱/۴	۰/۴۲

میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس LSD در سطح پنج درصد می‌باشد.

بیش‌ترین وزن برگ خشک متعلق به باقلا (۵۷۶۳/۵ کیلوگرم در هکتار) بوده و کم‌ترین آن از گیاهان خلر (۶۸۷/۹) کیلوگرم در هکتار) و نخود علوفه‌ای (۷۲۸/۸ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. در حالی که از نظر وزن خشک ساقه گیاهان ماشک معمولی، ماشک پانونیکا، ماشک گل خوشه‌ای و نخود علوفه‌ای بیش‌ترین و باقلا کم‌ترین عملکرد را از نظر تولید ساقه داشتند. از نظر وزن خشک علوفه گیاه باقلا با ۹۵۳۰/۲ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و خلر و نخود علوفه‌ای کم‌ترین مقادیر را تولید کردند. در بررسی منیری‌فر (۱۳۹۴) نیز ماشک گل خوشه عملکرد بالاترین نسبت به سه گیاه نخود علوفه‌ای، ماشک پانونیکا و خلر داشت ایشان دلیل اختلاف عملکرد علوفه را با ویژگی‌های زراعی گیاهان علوفه‌ای مرتبط دانست (۳). با توجه به این نتایج گیاه باقلا عملکرد علوفه تر و خشک بالاتری نسبت به سایر گیاهان علوفه‌ای دارا بود ضمن اینکه برگ بیش‌تری نسبت به ساقه تولید نموده است و از آنجایی که در برگ‌ها پروتئین و مواد مغذی بیش‌تری تجمع می‌یابد



احتمالا این گیاه می تواند علوفه خوشخوراک تری جهت تغذیه دام به شمار رود. در بین گیاهان علوفه ای کمترین طول فصل رشد به گیاه باقلا با ۱۶۰/۳۳ روز و بیشترین طول دوره رشد به نخود علوفه ای با ۱۷۳ روز اختصاص یافت. بنابراین از این نظر نیز گیاه باقلا نسبت به سایر گیاهان علوفه ای برتری دارد زیرا در کمترین زمان بیشترین عملکرد را تولید کرده است. در واقع با کشت باقلا می توان در کمترین زمان به بیشترین علوفه دست یافت و از زمین و نهادهای کشاورزی بهره برداری بیشتری نمود. در حالی که برای نخود علوفه ای طول دوره رشد آن حدود ۱۳ روز بیشتر از باقلا بود با این حال حدود ۲۶۱۶/۵ کیلوگرم وزن خشک علوفه و ۲۸۳۷۸ کیلوگرم در هکتار وزن تر علوفه کمتری نسبت به باقلا تولید نمود.

#### منابع

۱. بهرامی، س.، ویسانی، و.، و افشاری، آ. ۱۳۹۳. ارزیابی کمی و کیفی لگومهای علوفه ای تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی. پژوهش در اکوسیستم های زراعی. ۱(۳): ۷۱-۸۲.
۲. فخرواعظی، ع.، علیزاده دیزج، خ.، حسن پور حسنی، م.، مهدیه، م.، آهک پز، ف.، اصغری میدانی، ج. ۱۳۸۹. مراغه رقم جدید ماشک علوفه ای دیم برای مناطق سرد و معتدل سرد ایران. مجله به نژادی نهال و بذر. ۲۶ (۴): ۵۶۷-۵۶۵.
۳. منیری فر، ح. ۱۳۹۴. ارزیابی برخی لگومهای علوفه ای در شرایط آبیاری محدود. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹ (۳-۳۵): ۴۰-۳۸۷.
4. Cho, B., and Daimon, H. 2008. Effect of hairy vetch incorporated as green manure on growth and N uptake of sorghum crop. Plant Production Science. 11 (2): 211-216.
5. Dastikaitė, A., Sliesaravičius, A., and Maršalkienė, N.. 2009. Sensibility of two hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) genotypes to soil acidity. Agronomy Research. 7: 233-238.
6. Dahmardeh, M., Ramroodi, M. and Valizadeh, J. 2010. Effect of plant density and cultivars on growth, yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.). African Journal of Biotechnology. 9: 8643-8647.
7. Erac, A., and Ekiz, H. 1985. Forage Crop Production. Ankara University Press, Ankara, Turkey.
8. Gasim, S., Hamad, S.A.A., Abdelmula, A., and Mohamed Ahmed, I.A. 2015. Yield and quality attributes of faba bean inbred lines grown under marginal environmental conditions of Sudan. Food Science and Nutrition. 3(6): 539-547.
9. Haciseferogullari, H., Gezer, I., Bahtiyarca, Y. and Menges, H.O. 2003. Determination of some chemical and physical properties of Sakiz faba bean (*Vicia faba* L. var major). Journal of Food Engineering. 60: 475-479.
10. Karadağ, Y., Özkurt, M. Akbay, S. and Kır, H. 2012. The determination of the yield and yield characteristics of some grasspea lines under Tokat-Kazova ecological conditions. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi. 5: 11-13.
11. Vaz Patto, M.C., Skiba B, Pang, E.C.K, Ochatt, S.J., Lambein, F., and Rubiales, D. 2006. Lathyrus improvement for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical breeding to marker assisted selection. Euphytica. 147: 133-147.
12. Wang, F., Chen, X., Chen, Q., Qin, X., and Li, Z. 2000. Determination of neurotoxin 3-Noxaly1- 2-3-diaminopropionic acid and non-protein amino acids in Lathyrus sativus by precolumn derivatization with 1-fluoro-2, 4-dinitrobenzene. Journal of Chromatography. 883: 113-118.



## Evaluation of Quantitative Traits of Different Forage Legumes in Gorgan Climatic Conditions

MohammadTaghi feyzbakhsh<sup>\*1</sup>, vida ghotbi<sup>2</sup>, Fatemeh sheikh<sup>1</sup>, Safora jafarnodeh<sup>3</sup>

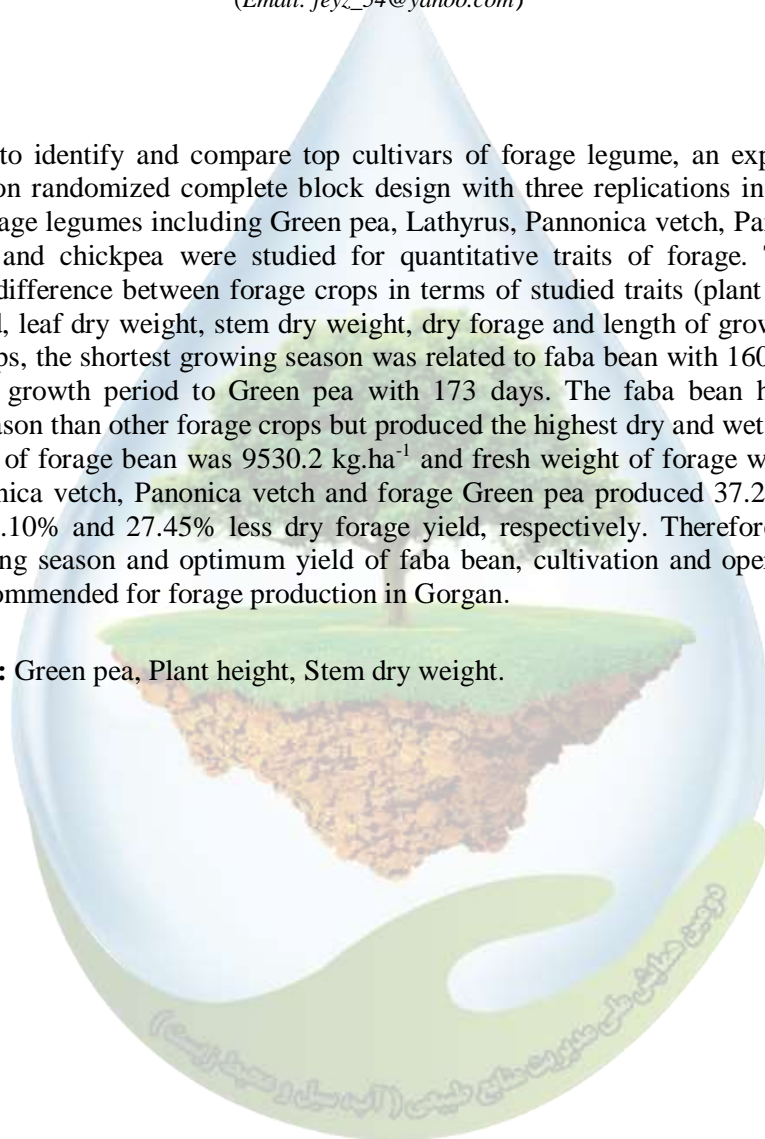
<sup>1</sup>. Golestan Agricultural and Natural Resource Research and Education Center-Agricultural Research-Education and Extension Organization (AREEO)-Gorgan-Iran, <sup>2</sup>. Resource Research and Education Center-Agricultural Research-Education and Extension Organization (AREEO)-Karaj-Iran, <sup>3</sup>. PhD. Student of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. Iran.

(Email: feyz\_54@yahoo.com)<sup>\* 1</sup>

### Abstract

In order to identify and compare top cultivars of forage legume, an experiment was conducted on randomized complete block design with three replications in Gorgan. Six types of forage legumes including Green pea, Lathyrus, Pannonica vetch, Panonica vetch, Faba bean and chickpea were studied for quantitative traits of forage. There was a significant difference between forage crops in terms of studied traits (plant height, fresh forage yield, leaf dry weight, stem dry weight, dry forage and length of growing season). Among crops, the shortest growing season was related to faba bean with 160.33 days and the highest growth period to Green pea with 173 days. The faba bean had a shorter growing season than other forage crops but produced the highest dry and wet forage yield. Dry weight of forage bean was 9530.2 kg.ha<sup>-1</sup> and fresh weight of forage was 61908 kg.ha<sup>-1</sup>. Pannonica vetch, Panonica vetch and forage Green pea produced 37.27%, 11.94%, 14.86%, 18.10% and 27.45% less dry forage yield, respectively. Therefore, due to the short growing season and optimum yield of faba bean, cultivation and operation of this plant is recommended for forage production in Gorgan.

**Keywords:** Green pea, Plant height, Stem dry weight.



### ارزیابی صفات زراعی و عملکرد دانه ارقام مختلف سورگوم دانه‌ای (*Sorghum bicolor*) در گرگان

محمد تقی فیض بخش<sup>۱\*</sup>، عظیم خزایی<sup>۲</sup> و صفورا جعفرنوده<sup>۳</sup>

<sup>۱\*</sup> استادیار بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، <sup>۲</sup> استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، <sup>۳</sup> دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان .  
\* رایانامه نویسنده مسوول: (feyz\_54@yahoo.com)

#### چکیده

آزمایشی به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای در گرگان سال ۱۳۹۸ انجام شد. این آزمایش بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. ۱۰ رقم و لاین سورگوم علوفه‌ای از نظر روز از کاشت تا گل-دهی، قطر ساقه، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه ارزیابی شدند. طبق نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار (ژنوتیپ‌ها) بر ارتفاع بوته و قطر ساقه معنی‌دار نبود در حالی که بر روز تا گل‌دهی، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. زمان لازم برای رسیدن به مرحله گل‌دهی از ۶۷ تا ۷۵ روز متغیر بود. و ژنوتیپ KGS23 زودتر از سایر ژنوتیپ‌ها به مرحله گل‌دهی رسید. بیش‌ترین وزن هزار دانه از ژنوتیپ‌های KGS32 (۲۴/۸۰ گرم)، کیمیا (۲۴/۶۶ گرم)، KGS25 (۲۳/۰۶) و KGS36 (۲۳/۷۳ گرم) بود و کم‌ترین وزن هزار دانه از KGS15 (۱۷/۲۰ گرم) به دست آمد. ژنوتیپ‌های KGS19، KGS23 و KGS32 با ۵۲۷۵، ۵۶۳۶/۷ و ۵۳۵۸/۳ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد دانه را تولید کردند. بنابراین به نظر می‌رسد کاشت این ژنوتیپ‌ها در شرایط آب و هوایی گرگان برای تولید عملکرد مطلوب‌تر است.

واژگان کلیدی: قطر ساقه، روز تا گل‌دهی، وزن هزار دانه.

#### مقدمه

سورگوم با نام علمی (*Sorghum bicolor*) گیاهی از خانواده غلات است (۹). روند توسعه صنعت دامداری و مرغداری در ایران موجب شده است سالانه مقدار زیادی سورگوم به صورت دان مرغی یا کنسانتره وارد کشور شود. این گیاه از پتانسیل بالایی برخوردار است و سازگاری خوبی با شرایط آب و هوایی ایران به ویژه در مناطق گرم و خشک دارد و همچنین تولید آن نسبت به گیاهان مشابه به آب کم‌تری نیاز دارد. بنابر دلایل یاد شده لازم است بررسی‌هایی جهت شناسایی ارقام مناسب با شرایط آب و هوایی ایران تولید و معرفی گردد. (۳)

سازگاری گیاهان در یک سیستم تولید کشاورزی بر حسب میزان کیفیت و کمیت محصول قابل برداشت ارزیابی می‌شود و یکی از روش‌های مطالعه سازگاری ارقام، کشت تعدادی از واریته‌ها در یک محیط و مقایسه عملکرد آن‌ها است. ژنوتیپی که بیش‌ترین عملکرد را داشته باشد مناسب‌ترین واریته به‌شمار می‌رود (۶). در این راستا آقاعلیخانی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی

۱۰ ژنوتیپ سورگوم دانه‌ای، ژنوتیپ KGS5 را به دلیل عملکرد دانه بالا، شاخص برداشت، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه مناسب به عنوان ژنوتیپ برتر و ایده آل در منطقه البرز معرفی کردند (۱).  
 در آزمایش دیگر ارقام سورگوم علوفه‌ای در سه منطقه بردسکن، نیشابور و قوچان مورد ارزیابی قرار گرفتند؛ میانگین ارتفاع بوته در رقم اسپیدفید، پگاه و MSF2، ۱۷۵/۲، ۱۴۷/۷ و ۱۳۸/۸ سانتی‌متر، قطر ساقه ۱۶/۰۲، ۲۱/۶۲ و ۱۵/۱۳ میلی-متر، عملکرد علوفه خشک ۱۳/۳۹، ۱۶/۳۹ و ۹/۲۶ تن در هکتار بود (۲). در یک بررسی ۸ رقم سورگوم علوفه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین ارتفاع بوته با ۲۲۴/۲ سانتی‌متر به ژنوتیپ اسپیدفید اختصاص یافت و دامنه ارتفاع بوته از ۱۸۱/۷ تا ۲۲۴/۲ سانتی‌متر متغیر بود و بیشترین قطر ساقه با ۱۷/۹۹ میلی‌متر به رقم KFS2 تعلق داشت و کمترین آن ۱۲/۳۳ میلی-متر و به ژنوتیپ اسپیدفید تعلق داشت (۴). باتوجه به تفاوت ژنوتیپ‌های سورگوم در محیط‌های مختلف، شناسایی ژنوتیپ‌های سازگار در هر منطقه ضروری به نظر می‌رسد بنابراین این تحقیق با هدف ارزیابی ارقام مختلف سورگوم دانه‌ای و شناسایی بهترین ژنوتیپ در شرایط آب و هوایی گرگان انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در گرگان و در سال ۱۳۹۸ انجام شد. هر کرت شامل ۴ خط ۵ متری با فواصل ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فواصل بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذور ۱۰ رقم و لاین سورگوم دانه‌ای شامل کیمیا، پیام، سپیده، KGS15، KGS19، KGS23، KGS25، KGS27، KGS32 و KGS36 طبق نقشه آزمایشی در کرت‌های مربوط کشت شدند. براساس نتایج آزمون خاک کود فسفات آمونیوم ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره زمانی که ارتفاع بوته‌ها به ۴۰ - ۳۵ سانتی‌متر رسید در مزرعه توزیع شد. دور آبیاری بر اساس میزان ۶۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A انجام شد. ارتفاع گیاه (از سطح خاک تا انتهای پانیکول)، قطر ساقه، روز از کاشت تا گل‌دهی اندازه‌گیری شد. در زمان رسیدگی برداشت جهت برآورد عملکرد دو خط وسط پس از حذف حاشیه برداشت شد و سپس عملکرد دانه و وزن هزار دانه تعیین گردید. جهت تجزیه واریانس داده‌ها از نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام شد.

### نتایج و بحث

اثر تیمار (ژنوتیپ‌ها) بر ارتفاع بوته و قطر ساقه معنی‌دار نبود در حالی که بر روز از کاشت تا گل‌دهی، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی صفات زراعی و کمی ارقام سورگوم علوفه‌ای

عملکرد دانه	وزن ۱۰۰۰ دانه	روز تا گل‌دهی	قطر ساقه	ارتفاع بوته	درجه آزادی	
۲۱۹۷۲۲/۵۰ <sup>ns</sup>	۲/۸۳ <sup>ns</sup>	۳/۰۳ <sup>ns</sup>	۶/۵۶*	۵/۴۳ <sup>ns</sup>	۲	بلوک
۵۷۳۵۵۴۸/۵۲**	۲۴/۰۵**	۲۹/۵۸**	۰/۵۵ <sup>ns</sup>	۱۱۵/۰۵ <sup>ns</sup>	۹	تیمار
۱۶۳۳۴۲/۶۹	۳/۱۶	۲/۲۵	۱/۷۱	۶۸/۰۶	۱۸	خطا
۱۰/۶۷	۸/۴۳	۲/۰۹	۱۰/۴۶	۶/۷۹	-	ضریب تغییرات

<sup>ns</sup>، <sup>\*</sup>، <sup>\*\*</sup> به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

زمان لازم برای رسیدن به مرحله گل‌دهی از ۷۵ تا ۶۷ روز متغیر بود. ژنوتیپ‌های KGS27، KGS32 و KGS36، KGS25، سپیده و کیمیا در زمان طولانی‌تری به مرحله گل‌دهی رسیدند در حالی که ژنوتیپ KGS23 زودتر از سایر ژنوتیپ‌ها

به مرحله گل‌دهی رسید. وجود تفاوت بین آن‌ها ناشی از تفاوت ژنتیکی بوده و احتمالاً با زودرس و دیررس بودن ژنوتیپ‌ها در ارتباط می‌باشد. بیش‌ترین وزن هزار دانه از ژنوتیپ KGS32 با ۲۴/۸۰ گرم، ژنوتیپ کیمیا با ۲۴/۶۶ گرم، ژنوتیپ KGS25 با ۲۳/۰۶ و ژنوتیپ KGS36 با ۲۳/۷۳ گرم بود و کم‌ترین وزن هزار دانه از ژنوتیپ KGS15 با ۱۷/۲۰ گرم به دست آمد. در بررسی آقالیخانی و همکاران (۱۳۹۰) نیز بین ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای تفاوت معنی‌داری از نظر وزن هزاردانه وجود داشت به طوری که ژنوتیپ ICSV274 با ۲۹ گرم بالاترین، و ژنوتیپ KGS12 با ۲۰/۴۳ گرم کم‌ترین وزن هزار دانه را داشتند و سایر ژنوتیپ‌ها حدواسط این دو ژنوتیپ قرار گرفتند.

طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) ژنوتیپ‌های KGS19، KGS23 و KGS32 با ۵۲۷۵، ۵۶۳۶/۷ و ۵۳۵۸/۳ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد دانه را تولید کردند. در بررسی دیگر ۱۸ رقم سورگوم دانه‌ای در کرج مورد ارزیابی قرار گرفت؛ بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه از ژنوتیپ‌های KGS27 و KGS31 با ۱۲/۰۱ و ۸/۸۶ تن در هکتار حاصل شد (۵). آقالیخانی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی ۱۰ ژنوتیپ سورگوم دانه‌ای گزارش نمودند؛ ژنوتیپ KGS5 با ۹۸۹۵/۸ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و ژنوتیپ KGS31 با ۶۳۴۸/۲ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین عملکرد دانه را تولید نمودند. ایشان ژنوتیپ KGS5 را به دلیل برتری در صفاتی مانند عملکرد دانه بالا، شاخص برداشت، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه به‌عنوان ژنوتیپ برتر در منطقه البرز معرفی کردند (۱).

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی صفات زراعی و کمی ارقام سورگوم علوفه‌ای

شماره	نام ژنوتیپ	روز تا گل‌دهی (روز)	وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۱	کیمیا	۷۵/۰a	۲۴/۶۶a	۲۲۴۶/۷d
۲	پیام	۶۶/۰d	۱۸/۰de	۲۲۸۱/۷d
۳	سپیده	۷۳/۰ab	۲۰/۵۳cd	۴۲۰۵/۰b
۴	KGS15	۷۰/۰c	۱۷/۲۰e	۳۰۷۰/۰c
۵	KGS19	۷۰/۶۶bc	۲۰/۱۳cde	۵۲۷۵/۰a
۶	KGS23	۶۷/۰d	۲۰/۸۰bcd	۵۶۳۶/۷a
۷	KGS25	۷۲/۶۶ab	۲۳/۰۶abc	۳۸۱۵/۰b
۸	KGS27	۷۴/۰a	۱۸/۱۳de	۴۱۰۱/۷b
۹	KGS32	۷۴/۶۶a	۲۴/۸۰a	۵۳۵۸/۳a
۱۰	KGS36	۷۳/۳۳a	۲۳/۷۳ab	۱۸۷۰/۰d
	LSD	۲/۵۷	۳/۰۵	۶۹۳/۲۹

میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار براساس LSD در سطح پنج درصد می‌باشد.

بالا بودن عملکرد دانه در ژنوتیپ KGS32 ناشی از وزن هزار دانه این ژنوتیپ می‌باشد در بررسی‌های دیگر نیز وزن هزار دانه نقش مؤثری در افزایش عملکرد دانه سورگوم و ذرت داشته است (۱ و ۲). با این حال ژنوتیپ‌های KGS19 و KGS23 با این که وزن دانه بالایی نداشتند، توانستند عملکرد خوبی تولید کنند احتمالاً افزایش عملکرد این ژنوتیپ‌ها ناشی از سایر صفات مؤثر بر عملکرد از جمله تعداد دانه در بوته (خوشه) بوده است. در این آزمایش سه ژنوتیپ KGS19، KGS23 و KGS32 بالاترین عملکرد را تولید کردند اما با توجه به زودرسی ژنوتیپ KGS23، در مناطقی که فصل رشد کوتاه‌تری دارند با کشت و استفاده از ژنوتیپ KGS23 می‌توانند در زمان کوتاه‌تر، تولید و عملکرد بیش‌تری داشته باشند. در حالی که ژنوتیپ KGS32 دوره رسیدن به گل‌دهی طولانی‌تر بوده و دیرتر (حدود ۷ روز دیرتر از ژنوتیپ KGS23) به مرحله تولید دانه رسید. در این بررسی ژنوتیپ‌هایی که دیرتر به مرحله گل‌دهی رسیدند از وزن هزار دانه بالاتری برخوردار بودند. به‌نظر می‌رسد ژنوتیپ‌هایی



که دیررس تر هستند فرصت کافی برای پر شدن دانه وجود داشته و وزن هزاردانه مطلوب تری تولید می کنند، در همین راستا؛ گروهی از پژوهشگران نیز معتقدند توانایی فتوسنتزی گیاه و افزایش دوره پس از گل دهی دستیابی به وزن هزار دانه بالا را امکان پذیر می سازد (۸).

### نتیجه گیری

در این بررسی ۱۰ ژنوتیپ سورگوم دانه ای مورد ارزیابی قرار گرفت. ژنوتیپ ها از نظر برخی صفات مانند روز از کاشت تا گل دهی، وزن ۱۰۰۰ دانه و عملکرد دانه با هم متفاوت بودند در حالی که از نظر صفاتی مانند، ارتفاع بوته و قطر ساقه اختلاف آماری معنی داری نداشتند. با توجه به این که بیشترین عملکرد دانه از ژنوتیپ های KGS19، KGS23 و KGS32 با ۵۲۷۵، ۵۶۳۶/۷ و ۵۳۵۸/۳ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. به نظر می رسد ژنوتیپ های یاد شده با شرایط آب و هوایی گرگان انطباق بهتری دارند، لذا در صورت تکرار این نتایج در آزمایش های آینده کشت و توسعه این ژنوتیپ ها در گرگان قابل توصیه می باشد.

### منابع و مراجع

۱. آقاعلیخانی، م.، اعتمادی، ف.، و فومن اجیرلو، ع. ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ۱۰ ژنوتیپ سورگوم دانه ای در استان البرز. پژوهش های به زراعی. ۳ (۳): ۲۴۴-۲۳۱.
۲. جعفریانی، م.، و مسروری، م. ۱۳۹۳. ارزیابی پایداری عملکرد سورگوم علوفه ای لاین امید بخش MSF2، رقم پگاه و هیبرید اسپید فید در محیط های متفاوت. سیزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۴-۶ شهریور. کرج. ایران.
۳. فومن، ع. ۱۳۸۹ الف. پرورش و تولید سورگوم. سازمان پژوهش، آموزش و توسعه کشاورزی، تهران، ایران. ۱۲۹ صفحه.
۴. فومن، ع. ۱۳۸۹ ب. ارزیابی صفات مورفولوژیک و عملکرد کمی و کیفی ارقام مختلف سورگوم علوفه ای (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۱ (۴): ۸۴۰-۸۳۳.
۵. فومن، ع.، و خلیلیان، م. ۱۳۹۳. بررسی صفات مورفولوژیک و عملکرد ارقام جدید سورگوم دانه ای. سیزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۴-۶ شهریور. کرج. ایران. ۴ صفحه.
۶. مجنون حسینی، ن. ۱۳۷۷. بررسی رشد و نمو ایزولاین های سویا با ژن رسیدگی متفاوت در شرایط مزرعه ای، پایان نامه دکترا-دانشکده کشاورزی کرج.
7. Borras, L., Westgate, M.E., and Otegui, M.E. 2003. Control of kernel weight and kernel water relations by post-flowering source-sink ratio in Maize. *Annals of Botany*. 91: 857 - 867.
8. Chamberlin, R.J., and Wilson, G.L. 1982. Development of yield in two grain sorghum hybrids. I. Dry weight and carbon-14 studies. *Australian Journal of Agricultural Research*. 33:1009 - 1018.
9. Wong, J.H., Marx, D.B., Wilson, J.D., Buchanan, B.B., Lemaux, P.G., and Pedersen, J.F. 2010. Principal component analysis and biochemical characterization of protein and starch reveal primary targets for improving sorghum grain, *Plant Science*. 179: 598-611.





**Evaluation of Agronomic Traits and Seed Yield of Different Cultivars (*Sorghum Bicolor*) in Gorgan Connditions.**

MohammadTaghi feyzbakhsh<sup>\*1</sup>, Azim khazaei<sup>2</sup>, Safora jafarnodeh<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Golestan Agricultural and Natural Resource Research and Education Center-Agricultural Research-Education and Extention Organization(AREEO)-Gorgan-Iran, <sup>2</sup> Resource Research and Education Center-Agricultural Research-Education and Extention Organization(AREEO)-Karaj-Iran, <sup>3</sup> Ph.D. Student of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resoures. Iran.

(Email: feyz\_54@yahoo.com) \* <sup>1</sup>

**Abstract**

An experiment was conducted to evaluate sorghum genotypes in Gorgan, Iran, in 2019. The experiment was conducted on a randomized complete block design with 3 replications. Ten sorghum lines were evaluated for days from planting to flowering, stem diameter, plant height, 1000 seed weight and seed yield. According to the results of analysis of variance, the effect of treatments (genotypes) on plant height and stem diameter was not significant while on days to flowering, 1000-grain weight and grain yield were significant at 1% probability level. The time required to reach the flowering stage varied from 75 to 67 days. And genotype KGS23 reached flowering stage earlier than other genotypes. The highest 1000-seed weight was from genotype KGS32 (24.80 g), genotype kimia (24.66 g), genotype KGS25 (23.06) and genotype KGS36 (23.73 g), respectively. Genotype 4 (17.20 g) was obtained. Genotypes KGS19 .KGS23 and KGS32 produced the highest seed yield with 5275, 5636.7 and 5358.3 kg.ha<sup>-1</sup>, respectively. Therefore, it seems that planting these genotypes in Gorgan's climatic conditions is more suitable for yield.

**Key words:** flowering stage, stem diameter, 1000 seed weight.

### مطالعه آزمایشگاهی تأثیر گذاری پوشش درختی ساحلی بر میرایی امواج دریا

حامد جلیل مصیر<sup>۱\*</sup>، الهام قنبری عدیوی<sup>۲</sup>، روح الله فتاحی نافچی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های آبی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، آستادیار گروه سازه‌های آبی دانشکده کشاورزی دانشگاه

شهرکرد، آدانشیار گروه سازه‌های آبی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

۱ و \* رایانامه (Email) نویسنده مسئول: [Hamedjalilmasir10@gmail.com](mailto:Hamedjalilmasir10@gmail.com)

### چکیده

یکی از راه‌حل‌های طبیعی برای مقابله با امواج طوفان و خطرات ناشی از آن، استفاده پوشش درختی (کمر بند سبز) ساحلی می‌باشد. از این رو در این مطالعه امکان استفاده از کمر بند سبز و همچنین اثر تراکم آن بر میزان تغییر نیرو و میرایی امواج با ارتفاع‌های متفاوت موج بررسی شده است. به همین منظور آزمایش‌ها در فلومی به طول ۲۰ متر، عرض ۰/۶ متر، ارتفاع ۰/۶ متر، مجهز به نیروسنج الکترونیکی لودسل<sup>۱</sup> و دستگاه سرعت سنج صوتی داپلر ای دی وی، مدل ساحل با شیب ثابت و افقی و ۳ ارتفاع موج ورودی در حالت حضور پوشش و بدون پوشش انجام شده است. برای شبیه‌سازی پوشش درختی از درختچه‌های مصنوعی به قطر ساقه ۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر استفاده شد. پوشش درختی در ۴ عرض ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر با فواصل طولی ۱۵×۱۵ و ۲۰×۲۰ سانتی‌متر و دو چیدمان مثلثی و مستطیلی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که وجود پوشش درختی، در بیشینه حالت به طور متوسط نیروی مخرب و ارتفاع موج را به ترتیب ۷۱/۳۶ و ۹۱/۶۸ درصد نسبت به شرایط بدون حضور پوشش کاهش می‌دهد.

واژگان کلیدی: کمر بند سبز، موج، نیروی کششی.

### ۱- مقدمه

امواج مهم‌ترین عامل در تعیین وضعیت هندسی سواحل هستند و نیز نقش عمده‌ای در طراحی بنادر، آبراهه‌ها، سازه‌های حفاظت ساحلی و سایر کارهای دریایی دارند. میزان قابل توجهی از انرژی امواج در کرانه‌های ساحلی مستهلک شده، منجر به شکل‌دهی سواحل، انتقال مواد رسوبی کف دریا به سمت ساحل، بالعکس و یا در امتداد نوار ساحلی، اعمال نیرو به سازه‌های ساحلی و تخریب آن‌ها می‌گردد (۲). روش‌های متعددی جهت حفاظت ساحل وجود دارد که به طور کلی بر دو مبنای سازه‌ای و غیرسازه‌ای استوارند. که به مرور زمان و به دلیل حفاظت و تقویت ساحل با استفاده از روش‌های طبیعی همچون پوشش درختی ساحلی پیشنهاد شده است، که به نوعی مقابله بیولوژیکی به شمار می‌رود و نقش عمده‌ای در توسعه و محافظت از زیست‌بوم‌ها ایفا می‌کنند. پوشش‌های درختی علاوه بر تأثیر بر کاهش میزان توسعه سیل و آب‌گرفتگی ناشی از طغیان امواج به واسطه افزایش زبری و مقاومت در مقابل جریان، دارای امتیازاتی از قبیل سازگاری بیشتر با محیط‌زیست و صرفه اقتصادی نیز می‌باشند. امروزه با توجه به بیشتر آشکار شدن توانایی پوشش درختی ساحلی در حفاظت از سواحل، این نوع رویکرد بیشتر

<sup>۱</sup> Load Cell

<sup>۲</sup> ADV

مورد توجه و نظر دانشمندان و مهندسان قرار گرفته است. مطالعات انجام شده توسط کاتیرسان و راجندران<sup>۱</sup> (۲۰۰۵) نقش غالب پوشش درختی در کاهش پهنه‌ی سیلاب ورودی به ساحل ناشی از سونامی سال ۲۰۰۴ در اقیانوس هند و تأثیر پوشش درختی بر کاهش پیشروی امواج سونامی بر روی ساحل را گزارش نموده‌اند (۴). همچنین قنبری عدیوی و فتحی مقدم (۱۳۹۴) نشان دادند که با افزایش تراکم پوشش درختی، میرایی موج بیشتر گردیده و ارتفاع موج عبوری از میان پوشش متراکم‌تر تضعیف بیشتری یافته است (۱). بررسی پیشینه تحقیقات عملکرد پوشش درختی در مقابل امواج در ساحل نشان می‌دهد که اطلاعات مربوط به نیروی وارده بر ساحل و اندازه‌گیری مستقیم این پارامتر در شرایط حضور پوشش و بدون پوشش درختی به صورت مقایسه‌ای، به ویژه در شرایط حضور امواج محدود بوده و نیازمند تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه می‌باشد، بنابراین در اینجا به این مهم پرداخته شده است.

## ۲- مواد و روش‌ها

### تحلیل ابعادی:

پارامترهای مؤثر بر هیدرولیک پدیده، به واسطه تغییرات مکانی و زمانی جریان و نیروی کشش ناشی از امواج در ساحل ( $F_D$ ) با پوشش گیاهی انعطاف‌پذیر به عنوان عامل مقاومت در مقابل جریان، شامل ارتفاع موج  $H$ ، طول موج قبل از برخورد  $L$ ، دانسیته جرمی سیال  $\rho_w$ ، قطر مانع (پوشش) جلوی موج  $D$ ، تراکم پوشش  $D_v$  (خارج قسمت سطح سایه انداز پوشش گیاهی ( $A_p$ ) در تعداد پوشش ( $n_v$ ) به مساحت زمین محصور شده پوشش یا ساحل مورد بررسی ( $A_G$ ))، شتاب ثقل  $g$ ، سرعت موج  $V$ ، لزجت دینامیکی  $\mu_w$ ، شیب ساحل  $S$ ، ارتفاع پوشش  $h_v$ ، عرض پوشش (هم راستا با موج)  $LG$ ، طول پوشش در راستای عرض فلوام  $BG$ ، اندازه ذراب رسوب  $d_{50}$  و چیدمان (مثلثی یا مستطیلی)  $C$  می‌باشند. که این پارامترها با استفاده از روش هانسکر و رایتمیر<sup>۲</sup> (۱۹۴۷) در تحلیل ابعادی، انتخاب  $H, \rho_w, V$  به عنوان متغیرهای تکراری و در نهایت با حذف پارامترهای ثابت و اعداد بدون بعد بدون تأثیر در طول آزمایش‌ها، رابطه (۱) برای نیرو بدست آمد.

$$F_D = \rho_w A_p V^2 f_1 \left( Fr, \frac{H}{LG}, D_v, C \right) \quad (1)$$

در ادامه در جدول (۱) شرح پارامترهای مورد استفاده در آزمایش‌ها و محدوده آن‌ها ارائه می‌شود.

جدول (۱) معرفی پارامترهای مورد استفاده در این پژوهش.

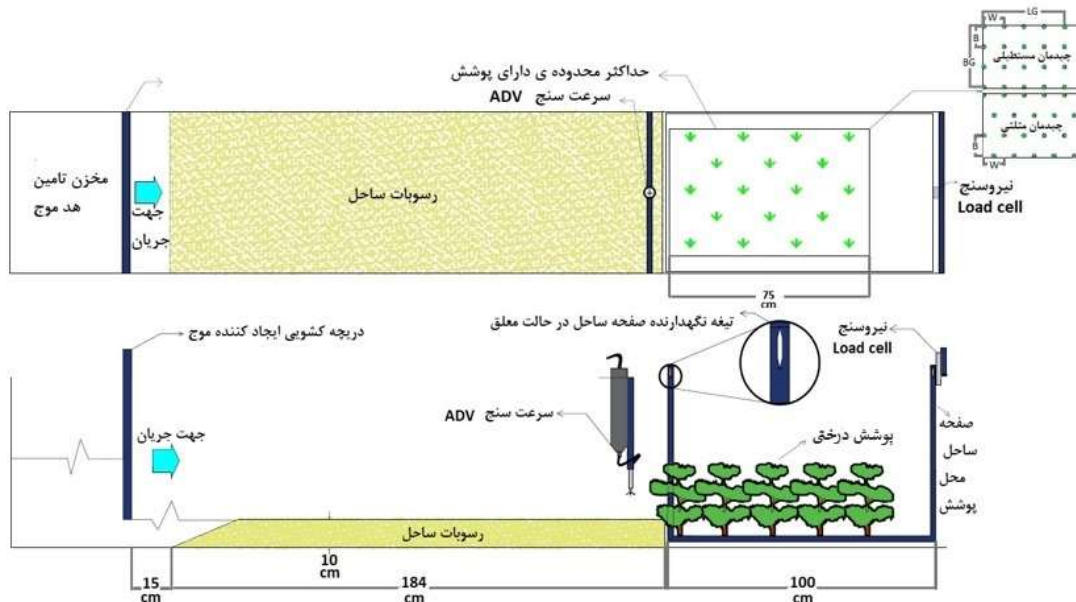
پارامتر متغیر	نماد پارامتر	تعداد حالات تغییر پارامتر در تحقیق
نیروی کشش ناشی از امواج در ساحل	$F_D$	متغیر مورد بررسی
ارتفاع موج	$H$	۹، ۶ و ۱۲ سانتی‌متر
تعداد پوشش گیاهی در هر چیدمان	$n_v$	۵-۲۰
عرض پوشش گیاهی	$LG$	۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر
طول پوشش گیاهی	$BG$	۶۰ سانتی‌متر
ارتفاع پوشش	$h_v$	۲۵ سانتی‌متر
فواصل بین پوشش در طول و عرض	$W*B$	۱۵×۱۵ و ۲۰×۲۰ سانتی‌متر
قطر پوشش گیاهی	$D$	۲ سانتی‌متر
چیدمان پوشش	$C$	مثلثی و مستطیلی
سرعت موج هنگام برخورد با ساحل	$V$	ثبت شده توسط سرعت‌سنج ای دی وی

<sup>1</sup> Kathiresan and Rajendran

<sup>2</sup> Hunsaker and Rightmire

### تجهیزات آزمایشگاهی:

آزمایش‌ها در آزمایشگاه هیدرولیک دانشگاه شهرکرد انجام گردید. فلوم آزمایشگاهی با مقطع مستطیلی به عرض ۰/۶ متر، ارتفاع دیواره ۰/۶ متر و طول ۲۰ متر به سه قسمت طولی، ۳/۵ متر در پایین دست مدل، ۴/۵ متر مدل (شامل ۱ متر فلوم لبه چاقویی، ۱/۸۴ متر رسوبات ساحل، ۱/۵ متر مخزن تامین هد موج و ۰/۱۶ متر به صورت آزاد) و ۱۲ متر بالادست مدل تقسیم گردید. فلوم دارای کف فلزی و دیواره‌های شیشه‌ای از جنس پلکسی گلاس است و امکان تغییر شیب کف آن به کمک دو عدد جک ابتدایی و انتهایی وجود دارد. سرعت جریان توسط دستگاه سرعت‌سنج صوتی داپلر ای دی وی ثبت گردید. در جلوی لبه چاقویی فلوم نیروسنج الکترونیکی لودسل با قابلیت ثبت حداکثر نیروی حاصل از برخورد موج به ساحل نصب گردید. لازم به ذکر است چون در این پژوهش بیشتر به بررسی تأثیر پوشش درختی پرداخته شد، بنابراین از شیب ساحل ثابت و افقی برای ایجاد مدل ساحل، استفاده گردید. در شکل (۱) مدل آزمایشگاهی استفاده شده با ذکر جزئیات نشان داده شده است.



شکل (۱) - نمایی از فلوم مستطیلی مدل آزمایشگاهی به همراه جزئیات آن.

### مراحل انجام آزمایش‌ها:

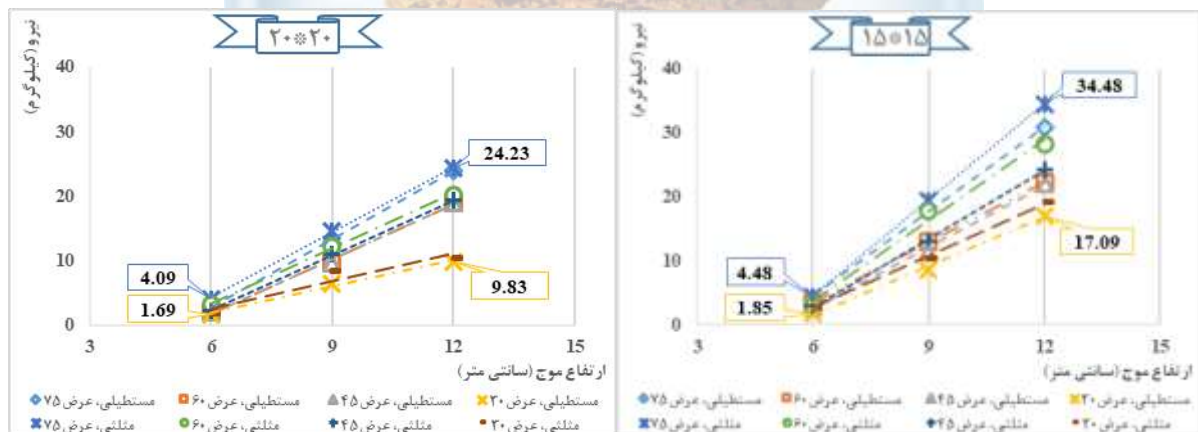
با در نظر گرفتن قسمت ابتدایی نیمه دوم فلوم به طول ۱/۵ متر به عنوان مخزن ایجاد موج و سپس به کمک دریچه کشویی و باز نمودن ناگهانی دریچه، موج ایجاد گردید. تولید موج در اینجا مبتنی بر ایجاد اختلاف ارتفاع طرفین موج‌ساز دریچه‌ای (صفحه‌ای) و باز کردن ناگهانی دریچه می‌باشد. در این پژوهش، از سه ارتفاع موج مختلف در هر مرحله آزمایش استفاده گردید. جهت بررسی پدیده انتقال رسوب در ساحل و محل کاربردی پوشش درختی و همچنین دستیابی به میزان وضعیت انتقال رسوب کف فلوم تا یک عمق مشخصی از مصالح فرسایش پذیر که در اینجا ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و با شیب ثابت و افقی، از ماسه با قطر متوسط ۰/۳۵ میلی‌متر پوشش داده شد. بعد از رسوبات، طولی معادل یک متر از فلوم به تکیه‌گاه لبه چاقویی بدون اصطکاک و در شرایط آستانه حرکت اختصاص داده شد. قابلیت اتصال انتهای فلوم لبه چاقویی (قسمت متحرک) به ابتدای پایین دست با استفاده از حسگر بار دینامیک نصب شده در جلوی فلوم لبه چاقویی، اندازه‌گیری نیروی وارده از سوی موج یا جریان بر روی مدل آزمایشگاهی را میسر می‌ساخت. به منظور تهیه پوشش درختی ساحلی، با در نظر گرفتن پوشش درختی مانگرو جهت شبیه سازی در آزمایش‌ها از درختچه‌های مصنوعی پلی اتیلنی، قطر ساقه ۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر استفاده گردید. آرایش پوشش به لحاظ ایجاد تراکم الگوی کشت، نیز متأثر از اهمیت سطح سایه انداز بخش تاج پوشش درختان مورد مطالعه می‌باشد که شاخص آن پارامتری تحت عنوان درصد پوشش بوده و به صورت خارج قسمت سطح

سایه انداز درختان به مساحت زمین محصور شده پوشش قابل تعریف می‌باشد. در این پژوهش، آزمایش‌ها ابتدا به صورت بدون پوشش و سپس با نصب پوشش درختی با آرایش مختلف بر روی ساحل، مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور استخراج اطلاعات لازم جهت تحلیل اندرکنش توده و جنگل، با نصب اشل‌هایی بر دیواره کانال، نصب دوربین فیلم برداری با سرعت برداشت تعداد فریم بر ثانیه بالا و تبدیل فیلم به تعداد فریم‌های آن با استفاده از نرم افزار پخش فیلم، امکان استخراج اطلاعاتی همچون ارتفاع موج ورودی، محل وقوع شکست موج یا به عبارتی عرض کرانه ساحلی، سرعت حرکت موج در حین عبور از ساحل و رسیدن به محل پوشش و نیروی توده در برخورد با پوشش را امکان پذیر می‌کند. لازم به ذکر است از دستگاه سرعت سنج صوتی داپلر ای دی وی با دقت اندازه گیری برابر ۰/۵ درصد نیز جهت اندازه گیری مولفه‌های سه بعدی سرعت، استفاده گردید. همچنین جهت محاسبه سطح جاذب نیرو، با داشتن اطلاعاتی همچون ارتفاع پوشش و ارتفاع موج در لحظه برخورد به هر ردیف پوشش، عکس برداری از پوشش درختی صورت گرفته و با چسباندن عکس در نرم افزار اتوکد، سطح پوشش به صورت چند ضلعی از روی عکس رسم گردید و به تناسب با ارتفاع معلوم پوشش (۲۵/۰ متر)، به ۲۵ قسمت مساوی در راستای محور قائم پوشش تقسیم گردید. بنابراین به ازای هر ارتفاع موج در لحظه برخورد به پوشش، سطح پوشش درختی به صورت تجمعی و با رعایت مقیاس در نرم افزار حاصل شد. در ادامه با در نظر گرفتن تعداد پوشش در هر ردیف و جمع سطح جاذب نیرو تمام پوشش‌های درختی قرار گرفته در هر ردیف به صورت مجزا و سپس جمع سطح جاذب تمام ردیف‌ها، سطح کل جاذب نیرو (A<sub>p</sub>) بدست آمد.

### ۳- نتایج و بحث

#### تأثیر پوشش درختی بر نیروی موج ناشی از امواج دریا:

نیروی جذب شده از امواج حاصل از برخورد موج به ساحل افقی و ثابت و پوشش درختی از طریق قسمت متحرک فلوم به حسگر دینامیکی نیرو منتقل شده (برحسب کیلوگرم) ثبت گردید. در شکل (۲) نیروی کششی امواج ثبت شده در حضور پوشش بر حسب ارتفاع موج عبوری و به ازای چیدمان مستطیلی و مثلثی با فواصل ۱۵×۱۵ و ۲۰×۲۰ سانتی‌متر ارائه شده است.



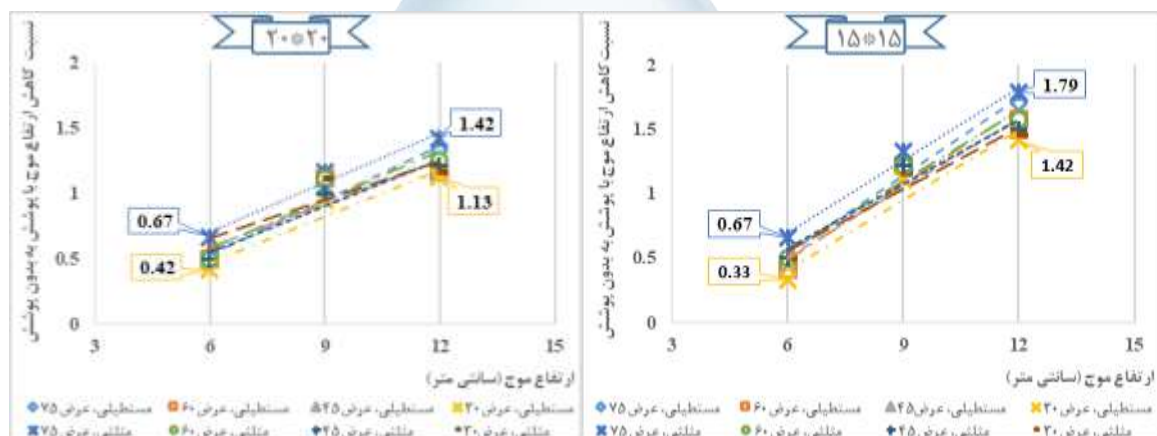
شکل (۲) نسبت نیرو به ازای چیدمان مستطیلی و مثلثی با فواصل و عرض پوشش های مختلف

با توجه به شکل (۲) می‌توان بیان داشت که به ازای یک ارتفاع موج و با افزایش تراکم به دلیل این که سطح و تعداد ردیف بیشتری از پوشش در مقابل موج قرار می‌گیرد و در نتیجه مقاومت ناشی از حضور پوشش درختی در مقابل عبور موج بیشتر می‌گردد، میزان جذب نیرو نیز افزایش می‌یابد و به عبارتی دیگر از نیروی مخرب امواج کاسته می‌شود. این میزان نیروی

جذب شده از امواج، به طور متوسط در بیشترین و کمترین تراکم یعنی ۸۱/۸۱ و ۲۰/۴۵ درصد و در حالت بیشینه به ترتیب ۱۹/۴۶ و ۶/۸۸ کیلوگرم ثبت گردید، به طوری که نسبت به شرایط بدون حضور پوشش، به ترتیب ۸۲/۰۳ و ۴۹/۱۹ درصد نیروی مخرب مستهلک گردید. همچنین با توجه به شکل (۲) می توان بیان داشت که با افزایش ارتفاع موج ورودی نیروی اعمال شده بر روی پوشش نیز افزایش می یابد. زیرا موج ایجاد شده با ارتفاع بیشتر، تعداد درخت و سطح برخورد وسیع تری را دربر گرفته است. بنابراین تأثیر چیدمان و طول پوشش بارزتر شده و کارایی این موانع در جذب و استهلاک نیروی امواج به صورت نسبی بیشتر می گردد. به طوری که این میزان تغییر نیرو با افزایش ارتفاع موج در حالت بیشینه در تراکم ۸۱/۸۱ درصد، ۱۵ کیلوگرم ثبت گردید.

### تأثیر پوشش درختی بر ارتفاع موج:

برای این منظور نسبت کاهش ارتفاع موج در حضور پوشش به حالت بدون پوشش، به ازای فواصل ۱۵×۱۵ و ۲۰×۲۰ سانتی متر در شکل (۳) ارائه شده است.



شکل (۳) کاهش ارتفاع موج به ازای چیدمان مستطیلی و مثلثی با فواصل و عرض های مختلف پوشش.

با توجه به شکل (۳) می توان بیان داشت که به ازای یک ارتفاع موج و با افزایش تراکم، به دلیل این که موج به تعداد پوشش درختی بیشتری برخورد کرده، نیرو کششی افزایش یافته و فشار زیادی به پوشش وارد می شود در نتیجه منجر به برآمدگی بیشتر قله موج در حین برخورد به پوشش نسبت به قله موج در تراکم های کمتر خواهد شد، اما به دلیل این که تعداد پوشش درختی بیشتر مقاومت زیادتری را نیز در حین عبور موج از ساحل از خود نشان می دهد منجر می شود که موج حین عبور از پوشش کاهش ارتفاع بیشتری داشته باشد. این میزان کاهش ارتفاع موج، به طور متوسط در بیشترین و کمترین تراکم یعنی ۸۱/۸۱ و ۲۰/۴۵ درصد به ترتیب ۱۲/۵ و ۹/۱۷ سانتی متر ثبت گردید، به طوری که نسبت به شرایط بدون حضور پوشش، ارتفاع موج به ترتیب ۹۳/۳۳ و ۹۰/۹۱ درصد کاهش یافت.

### ۴- نتیجه گیری کلی

در پژوهش حاضر، اثر پوشش درختی ساحلی بر کاهش نیروی امواج دریا در سواحل با حضور تراکم های مختلف پوشش درختی و ارتفاع موج های مختلف بررسی گردید. آزمایش ها در فلومی مجهز به سیستم اندازه گیری نیرو بدون اصطکاک صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که در بیشینه حالت و به طور متوسط نیروی مخرب و ارتفاع موج تحت تأثیر پوشش درختی ساحلی، به ترتیب معادل ۷۱/۳۶ و ۹۱/۶۸ درصد



نسبت به شرایط بدون حضور پوشش کاهش می‌یابند. به طوری که با افزایش عرض و تراکم پوشش، نیرو و ارتفاع موج بیشتری نیز مستهلک می‌گردد.

#### ۵- منابع

- ۱- قنبری عدیوی، ا. و فتحی مقدم، م. ۱۳۹۴. تأثیر پوشش گیاهی بر میزان ضریب ککش گروهی درختان و مقاومت پوشش در مقابل امواج ساحلی. مجله علوم و مهندسی آبیاری، دوره ۳۸، شماره ۲، ص ۱۰۳-۱۱۲.
- ۲- هاشمی جوان، س. ع. ۱۳۸۶. شبیه‌سازی عددی پدیده شکست موج بر موج‌شکن مستغرق. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته سازه‌های هیدرولیکی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ۱۱۶ صفحه.
- 3- Hunsaker, J.C. & Rightmire, B.G. 1947. Engineering applications of mechanics. Published by Mcgraw-Hill Book Company. New York.
- 4- Kathiresan, K., and Rajendran, N. 2005. Coastal mangrove forests mitigated tsunami. Estuarine. Coastal and Shelf Sciences, 67(3), 601-606.



## Experimental study of the impact of coastal vegetation on sea wave attenuation

H. Jalil Masir<sup>1,\*</sup>, E. Ghanbari Adivi<sup>2</sup>, R.A. Fatahi Nafchi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Student of Hydraulic Structures, Faculty of Agriculture, Shahrekord University.

<sup>2</sup>Assistant Professor Department of Hydraulic Structures, Faculty of Agriculture, Shahrekord University.

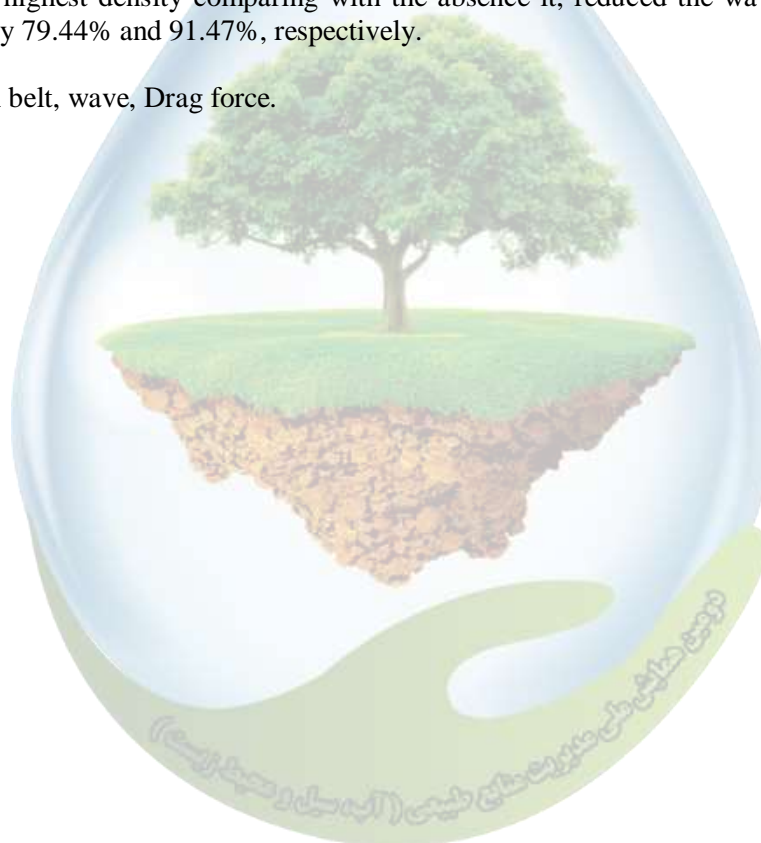
<sup>3</sup>Associate Professor Department of Hydraulic Structures, Faculty of Agriculture, Shahrekord University.

<sup>1,\*</sup> Responsible author email :Hamedjalilmasir10@gmail.com

### Abstract

One of the natural method to against with storm waves and their dangers is using of coastal vegetation (green belt). Therefore, in this study the feasibility of using the green belt and its density effect were investigated on the rate of force Changing and wave attenuation with different wave height. For this purpose, the experiments were carried out in a flume 20 m long, 0.6 m wide, 0.6 m high, that equipped with an electronically force meter (load cell) and acoustic Doppler velocity meter (ADV). That done at constant and horizontal model for 3 wave heights and were performed in with and without vegetation. Artificial vegetation with 2 cm stem diameter and 25 cm height were used to vegetation simulation. The vegetation were investigated at 4 widths of 30, 45, 60 and 75 cm with 15 × 15 and 20 × 20 cm long distances and two triangular and rectangular layouts. The results showed the existence of the vegetation by the highest density comparing with the absence it, reduced the wave destructive force and wave height by 79.44% and 91.47%, respectively.

**Keywords:** Green belt, wave, Drag force.





### بررسی آزمایشگاهی تعیین مناسب ترین ارتفاع نصب طوق در کاهش آبشستگی اطراف پایه پل دایره‌ای در شرایط جریان غیرماندگار

یوسف رجبی‌زاده<sup>۱\*</sup>، سیدعلی ایوب‌زاده<sup>۲</sup>، کورش قادری<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه سازه‌های آبی دانشگاه تربیت مدرس، <sup>۲</sup> استاد گروه سازه‌های آبی دانشگاه تربیت مدرس، <sup>۳</sup> دانشیار  
بخش مهندسی آب دانشگاه شهید باهنر کرمان،

۱ و \* رایانامه نویسنده مسوول: [Yousef.rajabizadeh@yahoo.com](mailto:Yousef.rajabizadeh@yahoo.com)

#### چکیده

وقوع آبشستگی در اطراف پایه‌های پل یکی از عمده‌ترین دلایل تخریب پل‌ها است. روش‌های متعددی برای حفاظت بستر رودخانه در برابر آبشستگی وجود دارد که یکی از این روش‌ها نصب طوق بر روی پایه پل است. در این تحقیق تأثیر طوق دایره‌ای با اندازه ۳ برابر قطر پایه و در دو ارتفاع نصب مختلف در دو حالت جریان ماندگار و غیرماندگار بر روی کاهش میزان آبشستگی پایه پل مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن بود که بیشترین میزان کاهش در عمق و ابعاد حفره آبشستگی برای هر دو حالت جریان ماندگار و غیرماندگار در حالت طوق با ارتفاع نصب برابر قطر پایه پل (۱D) حاصل شد که در جریان غیرماندگار درصد کاهش آبشستگی بیشتر از حالت ماندگار نیز بود و به طور کلی کاهش ارتفاع نصب طوق موجب کاهش بیشتر عمق حفره آبشستگی در اطراف پایه پل می‌شود.

واژگان کلیدی: آبشستگی موضعی، پایه پل، طوق، کنترل آبشستگی، هیدروگراف.

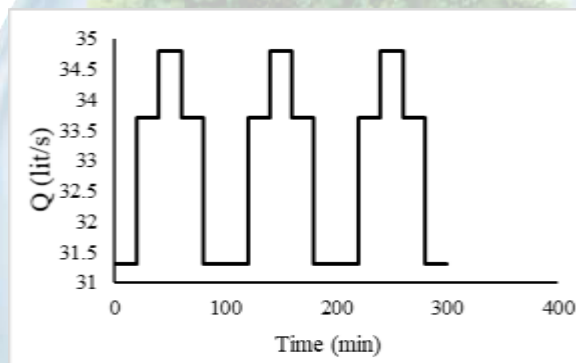
#### ۱- مقدمه

هرساله با وقوع سیلاب در هر رودخانه تعداد زیادی از پل‌ها، درست زمانی که بیشترین نیاز به آن‌ها وجود دارد تخریب می‌گردند. روش‌های متعددی برای حفاظت بستر رودخانه در برابر آبشستگی وجود دارد که با مکانیزم تضعیف جریان‌های گردابی سبب این مهم می‌شوند که استفاده از سازه‌های دگرگون‌کننده جریان که باعث گسسته کردن میدان جریان اطراف سازه و در نتیجه کاهش قدرت فرسایشی جریان رو به پایین و گرداب‌های نعل اسبی می‌شوند یک از آنهاست (۱). طوق‌ها وسایلی هستند که موازی با کف رودخانه و عمود بر پایه نصب می‌شوند و می‌توانند در دماغه بالادست پایه، جلوی جریان رو پایین را گرفته و مانع از حفر گودال آبشستگی توسط آن شود (۴). بر طبق تحقیقات گذشته استفاده از طوق برای کاهش حداکثر عمق آبشستگی قابل قبول و بهینه است. به دلیل اهمیت کاربردی و مهندسی مبحث حفاظت پل‌ها، تحقیق و بررسی روش‌های گوناگون حفاظتی در شرایط مختلف فیزیکی و هیدرولیکی ضرورت دارد؛ لذا در تحقیق حاضر تأثیر ویژگی ارتفاع نصب سازه‌ی حفاظتی طوق بر آبشستگی اطراف پایه پل در شرایط جریان ماندگار و غیرماندگار و مقایسه‌ی تأثیر طوق‌ها تحت این شرایط در جهت تکمیل تحقیقات گذشته مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این تحقیق آزمایشات جریان غیرماندگار تحت شرایط هیدروگرافی متوالی (با سه توالی) و با نسبت زمان پیک هیدروگراف به زمان تعادل آبشستگی برابر ۰/۵ مورد بررسی قرار گرفته که تا کنون در تحقیقات دیگر مبحث آبشستگی بررسی چندانی بر روی آن انجام نشده است. تحقیقات گذشته در

زمینه بررسی آبشستگی پایه پل اکثراً در شرایط جریان ماندگار انجام شده و بیشتر بر شرایط فیزیکی روش‌های حفاظتی پایه پل تأکید شده است و کمتر به تأثیر شرایط جریان غیرماندگار بر این پدیده پرداخته شده است.

### ۲- مواد و روش‌ها

کانال اصلی دارای مقطع مستطیلی با عرض داخلی ۸۰ سانتی‌متر، عمق ۶۰ سانتی‌متر، طول ۸ متر و شیب کف تقریباً صفر بود. دو پمپ گریز از مرکز آب را از مخزن زیرزمینی پمپاژ می‌کردند و به مخزن ورودی کانال منتقل می‌نمود که توسط یک لوله به داخل کانال اصلی جریان می‌یافت. به توصیه رادکیوی<sup>۱</sup> (۶) برای اجتناب از تشکیل فرم بستر (ریپل) قطر متوسط ذرات باید از ۰/۹ میلی‌متر بزرگتر باشد. همچنین به توصیه شفافی بجستان (۲) برای حذف اثر غیریکنواختی ذرات بر آب‌شستگی موضعی لازم است که انحراف معیار هندسی ذرات کوچک‌تر از ۱/۳ باشد. بنابراین از رسوبات با  $D_{50} = 0.91mm$  استفاده گردید و انحراف معیار ذرات رسوبی  $\sigma_g = 1.29$  در نظر گرفته شد. ضریب یکنواختی برای رسوبات  $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1.4$  در نظر گرفته شد. ابتدا آزمایشی برای جریان ماندگار انجام گرفت. معیار زمان تعادل در این آزمایش‌ها معیاری است که کومار<sup>۲</sup> و همکاران (۵) در تحقیقات خود در نظر گرفتند (مدت زمانی که تغییرات عمق آبشستگی در سه ساعت متوالی بیش از یک میلی‌متر نباشد)، در تحقیق حاضر نیز این مدت با انجام آزمایشی بلندمدت در دبی ۳۴/۸ لیتر بر ثانیه برابر ۵ ساعت برآورد شد. میزان جریان ورودی به مخزن توسط شیرفلکه‌ای که بر روی آن نصب شده است قابل تنظیم بود و بر حسب تعداد دور شیرفلکه دبی‌های متشکل هیدروگراف و اسنجی شد. با توجه به شکل ۱ در این تحقیق برای ایجاد جریان غیرماندگار از روش هیدروگراف پله‌ای استفاده شد و برای کاهش گام‌های زمانی تغییر دبی و شباهت بیشتر جریان به جریان غیرماندگار، از توالی هیدروگراف استفاده شد.



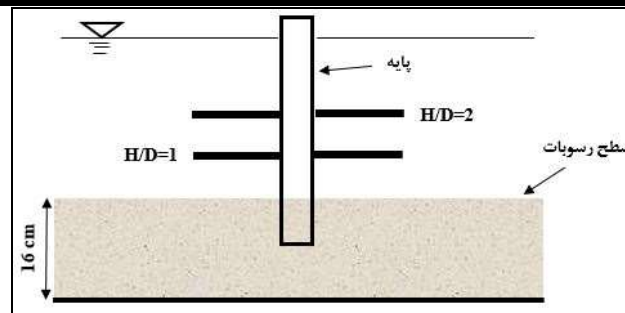
شکل (۱) هیدروگراف پله‌ای متقارن با سه توالی در مدت زمان تعادل آبشستگی

برای جلوگیری از تأثیر عمق جریان بر آبشستگی موضعی بنا به توصیه رادکیوی و اتما<sup>۳</sup> (۳) نسبت قطر پایه به عمق جریان در دبی جریان ماندگار باید کوچکتر از ۰/۷ باشد از این رو پایه پل استوانه‌ای شکل فولادی به قطر ۳ سانتی‌متر انتخاب شد. طوق‌های مورد استفاده در این تحقیق از جنس ورق گالوانیزه، شکل دایره‌ای، و اندازه قطر آن ضریبی از قطر پایه پل (D) و برابر با ۳D در نظر گرفته شد. ارتفاعات نصب طوق روی پایه نسبت به سطح بستر نیز در دو ارتفاع نصب ۱D و ۲D بالای سطح بستر مطابق شکل ۲ مورد بررسی قرار گرفت.

<sup>1</sup> Raudkivi

<sup>2</sup> Kumar

<sup>3</sup> Ettema



شکل (۲) حالت‌های ارتفاع نصب طوق در تحقیق

در ابتدای هر آزمایش، سطح رسوبات موجود در کف کانال کاملاً مسطح شد و سپس جریان کمی توسط شیر کنترل دبی، وارد سیستم شد. پس از اطمینان از مرطوب شدن رسوبات، با استفاده از اینورتور تنظیم جریان، دبی افزایش می‌یافت، بدین ترتیب فرآیند آب‌شستگی در اطراف پایه پل آغاز می‌شد و در بازه‌های زمانی تعیین شده دبی جریان با استفاده از شیرفلکه تغییر می‌کرد. پس از به تعادل رسیدن وضعیت جریان و رسوب در اطراف پایه پل، آزمایش متوقف می‌گردید. سپس ابعاد و مشخصه‌های حفره آب‌شستگی اندازه‌گیری می‌گردید. در ابتدا آزمایش بدون استفاده از طوق انجام شد و سپس طوق در ارتفاعات مختلف نسبت به پایه پل نصب شد و تأثیر محل نصب این سازه روی پایه پل در آزمایشات بررسی گردید.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- آب‌شستگی پایه پل در حالت بدون طوق (آزمایش شاهد)

ابتدا آزمایش بدون طوق انجام شد که در ساعت اول آزمایش سرعت آب‌شستگی بیشتر بود به طوری که بیش از ۸۴ درصد آب‌شستگی در این بازه زمانی صورت گرفت. به مرور زمان توسعه آب‌شستگی کمتر شد و از ساعت سوم تا پنجم افزایش ناچیزی داشت. در نهایت عمق آب‌شستگی نهایی در آزمایش شاهد ۳/۸ سانتی‌متر به دست آمد. در حالت جریان غیرماندگار، در این آزمایش به علت مدت زمان کمتر حداکثر دبی نسبت به جریان ماندگار، حداکثر عمق آب‌شستگی در این حالت کمتر شد. به طوری که در مقایسه با حالت ماندگار عمق آب‌شستگی حدود ۱۸ درصد کاهش گردید. با توجه به نمودار توسعه زمانی، در ابتدای آزمایش و تا انتهای هیدروگراف توالی اول، بیشترین تغییرات آب‌شستگی قابل مشاهده است و پیشروی آب‌شستگی در این محدوده بسیار بود. در توالی هیدروگراف دوم نیز در محدوده پیک هیدروگراف مقداری کاهش عمق آب‌شستگی مشاهده شد ولی در توالی سوم، کاهش عمق آب‌شستگی بسیار ناچیز بود.

#### ۳-۲- آب‌شستگی پایه پل با حفاظت طوق

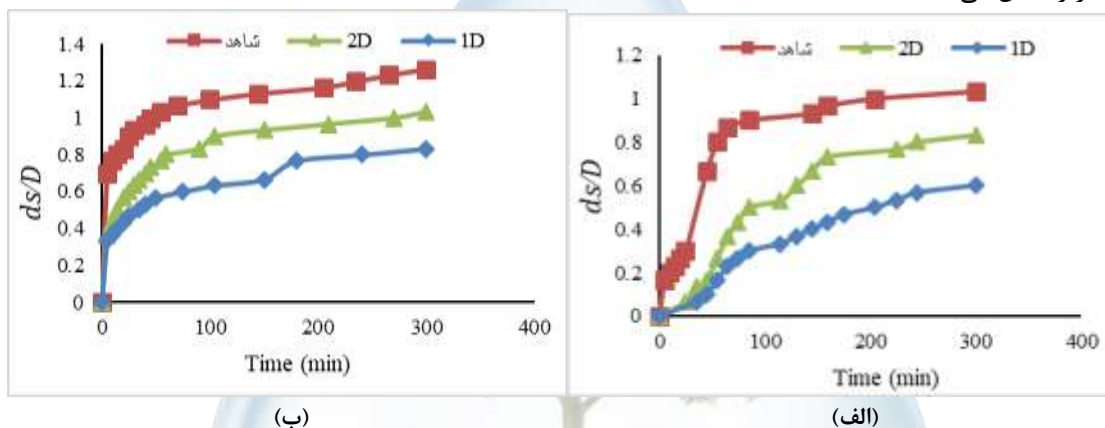
برای بررسی تأثیر طوق بر مشخصات آب‌شستگی اطراف پایه پل آزمایشاتی در حضور این سازه با دو ارتفاع مختلف و با اندازه ۲D و برای دو حالت جریان ماندگار و غیرماندگار انجام شد. جدول ۱ شرح آزمایشات صورت گرفته با استفاده از حفاظت طوق را نشان می‌دهد.

جدول (۱) فهرست آزمایشات تحقیق حاضر

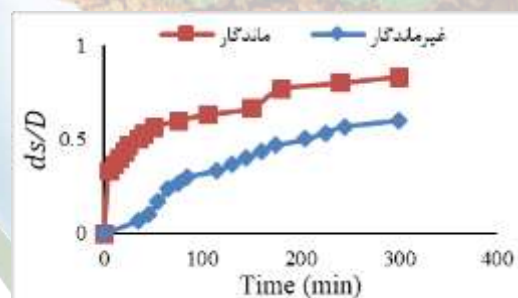
شماره آزمایش	نوع جریان	شکل طوق	W/D	H/D	درصد کاهش آب‌شستگی
۱	ماندگار	دایره‌ای	۳	۱	۳۴/۲۱
۲	ماندگار	دایره‌ای	۳	۲	۱۸/۴۲
۳	غیرماندگار	دایره‌ای	۳	۱	۴۹/۹۳

۱۹/۳۵	۲	۳	دایره‌ای	غیرماندگار	۴
-------	---	---	----------	------------	---

مشاهده می‌شود که در جریان ماندگار، در ارتفاع نصب ۱D با کاهش ۳۴/۲۱ درصدی نسبت به آزمایش شاهد بهترین حالت برای حفاظت در برابر آبشستگی اطراف پایه پل نسبت به ارتفاع نصب دیگر است. در جریان غیرماندگار نیز طوق با ارتفاع نصب ۱D با کاهش ۴۹/۹۳ بهترین عملکرد را داشته است. بنابراین عمق آبشستگی در جریان غیرماندگار کمتر از جریان ماندگار است که ناشی از همان محدود بودن دبی پیک در مدت زمان آزمایش می‌باشد. مطابق شکل ۳ با بررسی توسعه زمانی آبشستگی آزمایشات مشخص شد که در صورت استفاده از طوق آبشستگی نسبت به حالت شاهد دیرتر اتفاق می‌افتد و در طوق با ارتفاع نصب ۱D این اتفاق نسبت به ارتفاع نصب ۲D مشهودتر است؛ همچنین شروع فرآیند آبشستگی در جریان غیرماندگار دیرتر اتفاق می‌افتد و بیشترین کاهش آبشستگی در محدوده اولین توالی هیدروگراف مشاهده می‌شود. در شکل ۴ نیز بهترین حالت عملکرد طوق برای هر دو جریان ماندگار و غیرماندگار مقایسه شده است که برتری حفاظت سازه طوق در جریان غیرماندگار را نشان می‌دهد.

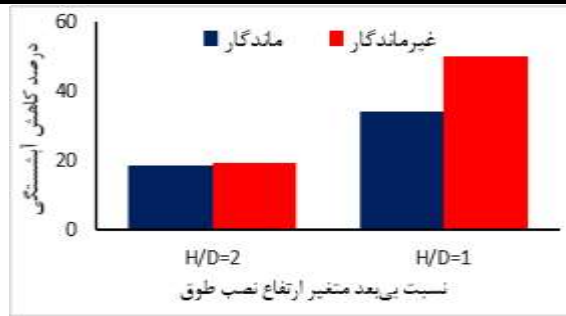


شکل (۳) نمودار توسعه زمانی آبشستگی با استفاده از طوق در دو ارتفاع نصب مختلف و اندازه ۳D در الف) جریان ماندگار و ب) جریان غیرماندگار



شکل (۴) نمودار توسعه زمانی آبشستگی با استفاده از طوق با ارتفاع نصب ۱D و اندازه ۳D در جریان ماندگار و غیرماندگار

عملکرد طوق در دو ارتفاع نصب مختلف و در جریان ماندگار و غیرماندگار در شکل ۵ ارائه شده است. نتایج حاکی از آن است که بهترین عملکرد را در کاهش عمق حفره آبشستگی برای هر دو جریان ماندگار و غیرماندگار در طوق با ارتفاع نصب ۱D مشاهده می‌شود و همچنین هرچه ارتفاع نصب طوق به سطح بستر نزدیک‌تر باشد، کارایی طوق بیشتر است.



شکل (۵) حداکثر عمق آبشستگی در ارتفاعات نصب مختلف طوق برای حالت جریان ماندگار و غیرماندگار

#### ۴- نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی طوق باعث کاهش عمق آبشستگی اطراف پایه پل می‌شود و همچنین هرچه ارتفاع نصب طوق به سطح بستر نزدیکتر باشد، ابعاد حفره آبشستگی را نسبت به حالت بدون طوق بیشتر کاهش می‌دهد که در این تحقیق طوق با ارتفاع نصب ۱D بهترین عملکرد را داشت. همچنین در یک مدت زمان مشخص، در صورتی که دبی پیک جریان غیرماندگار برابر با دبی جریان ماندگار باشد، عمق آبشستگی ایجاد شده توسط جریان غیرماندگار کمتر از حالت جریان ماندگار است و خاصیت توالی هیدروگراف در جریان غیرماندگار نشان داد که بیشترین تأثیر بر آبشستگی اطراف پایه پل در توالی اول اتفاق می‌افتد.

#### ۵- منابع و مراجع

۱. جوانمرد، م. و حیدریپور، م. ۱۳۹۶، بررسی تأثیر کابل در کنترل و کاهش آبشستگی موضعی اطراف پایه های پل، کنفرانس بین المللی کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی در هزاره سوم، رشت.
۲. شفاعی بجستان، م. ۱۳۸۷. هیدرولیک انتقال رسوب. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۷۰ ص.
3. A.J. Raudkivi, R. Ettema, Clear-water scour at cylindrical piers, Journal of Hydraulic Engineering, 109(3) (1983) 338-350.
4. Heidarpour, M., Afzalimehr, H. and Izadinia, E. (2010). "Reduction of local scour around bridge pier groups using collars." International Journal of Sediment Research 25(4): 411-422.
5. Kumar, V., Raju, K. G. R. and Vittal, N. (1999). "Reduction of local scour around bridge piers using slots and collars." Journal of Hydraulic Engineering 125(12): 1302-1305.
6. Raudkivi, A.J. 1998. Loose boundary hydraulics, CRC Press. University of Auckland. 512 pp.

### بررسی آزمایشگاهی تعیین مناسب‌ترین اندازه طوق در کاهش آبشستگی اطراف پایه پل دایره‌ای در شرایط جریان غیرماندگار

یوسف رجبی‌زاده<sup>۱\*</sup>، سیدعلی ایوب‌زاده<sup>۲</sup>، کورش قادری<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه سازه‌های آبی دانشگاه تربیت مدرس، <sup>۲</sup> استاد گروه سازه‌های آبی دانشگاه تربیت مدرس، <sup>۳</sup> دانشیار بخش مهندسی آب دانشگاه شهید باهنر کرمان،

۱ و \* رایانامه نویسنده مسوول: [Yousef.rajabizadeh@yahoo.com](mailto:Yousef.rajabizadeh@yahoo.com)

#### چکیده

وقوع آبشستگی در اطراف پایه‌های پل یکی از عمده‌ترین دلایل تخریب پل‌ها است. روش‌های متعددی برای حفاظت بستر رودخانه در برابر آبشستگی وجود دارد که یکی از این روش‌ها نصب طوق بر روی پایه پل است. در این تحقیق تأثیر طوق دایره‌ای با ارتفاع نصب ۱D نسبت به سطح بستر و در اندازه‌های مختلف در دو حالت جریان ماندگار و غیرماندگار بر روی کاهش میزان آبشستگی پایه پل مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن بود که بیشترین میزان کاهش در عمق و ابعاد حفره آبشستگی برای هر دو حالت جریان ماندگار و غیرماندگار در حالت طوق با اندازه ۳ برابر قطر پایه پل حاصل شد که در جریان غیرماندگار درصد کاهش آبشستگی بیشتر از حالت ماندگار نیز بود و به طور کلی افزایش اندازه طوق موجب کاهش بیشتر عمق حفره آبشستگی در اطراف پایه پل می‌شود.

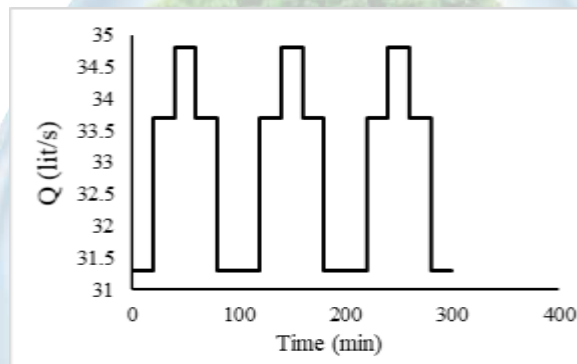
واژگان کلیدی: آبشستگی موضعی، پایه پل، طوق، کنترل آبشستگی، هیدروگراف.

#### ۱- مقدمه

هرساله با وقوع سیلاب در هر رودخانه تعداد زیادی از پل‌ها، درست زمانی که بیشترین نیاز به آن‌ها وجود دارد تخریب می‌گردند. روش‌های متعددی برای حفاظت بستر رودخانه در برابر آبشستگی وجود دارد که با مکانیزم تضعیف جریان‌های گردابی سبب این مهم می‌شوند که استفاده از سازه‌های دگرگون‌کننده جریان که باعث گسسته کردن میدان جریان اطراف سازه و در نتیجه کاهش قدرت فرسایشی جریان رو به پایین و گرداب‌های نعل اسبی می‌شوند یک از آنهاست (۱). طوق‌ها وسایلی هستند که موازی با کف رودخانه و عمود بر پایه نصب می‌شوند و می‌توانند در دماغه بالادست پایه، جلوی جریان رو پایین را گرفته و مانع از حفر گودال آبشستگی توسط آن شود (۴). به دلیل اهمیت کاربردی و مهندسی مبحث حفاظت پل‌ها، تحقیق و بررسی روش‌های گوناگون حفاظتی در شرایط مختلف فیزیکی و هیدرولیکی ضرورت دارد؛ لذا در تحقیق حاضر تأثیر ویژگی اندازه سازه‌ی حفاظتی طوق بر آبشستگی اطراف پایه پل در شرایط جریان ماندگار و غیرماندگار و مقایسه‌ی تأثیر طوق‌ها تحت این شرایط در جهت تکمیل تحقیقات گذشته مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این تحقیق آزمایشات جریان غیرماندگار تحت شرایط هیدروگرافی متوالی (با سه توالی) و با نسبت زمان پیک هیدروگراف به زمان تعادل آبشستگی برابر ۰/۵ مورد بررسی قرار گرفته که تا کنون در تحقیقات دیگر مبحث آبشستگی بررسی چندانی بر روی آن انجام نشده است. تحقیقات گذشته در زمینه بررسی آبشستگی پایه پل اکثراً در شرایط جریان ماندگار انجام شده و بیشتر بر شرایط فیزیکی روش‌های حفاظتی پایه پل تأکید شده است و کمتر به تأثیر شرایط جریان غیرماندگار بر این پدیده پرداخته شده است.

## ۲- مواد و روش‌ها

کانال اصلی دارای مقطع مستطیلی با عرض داخلی ۸۰ سانتی‌متر، عمق ۶۰ سانتی‌متر، طول ۸ متر و شیب کف تقریباً صفر بود. دو پمپ گریز از مرکز آب را از مخزن زیرزمینی پمپاژ می‌کردند و به مخزن ورودی کانال منتقل می‌نمود که توسط یک لوله به داخل کانال اصلی جریان می‌یافت. به توصیه رادکیوی<sup>۱</sup> (۶) برای اجتناب از تشکیل فرم بستر (ریپل) قطر متوسط ذرات باید از ۰/۹ میلی‌متر بزرگتر باشد. همچنین به توصیه شفافی بجستان (۲) برای حذف اثر غیریکنواختی ذرات بر آب‌شستگی موضعی لازم است که انحراف معیار هندسی ذرات کوچک‌تر از ۱/۳ باشد. بنابراین از رسوبات با  $D_{50} = 0.91mm$  استفاده گردید و انحراف معیار ذرات رسوبی  $\sigma_g = 1.29$  در نظر گرفته شد. ضریب یکنواختی برای رسوبات  $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1.4$  در نظر گرفته شد. ابتدا آزمایشی برای جریان ماندگار انجام گرفت. معیار زمان تعادل در این آزمایش‌ها معیاری است که کومار<sup>۲</sup> و همکاران (۵) در تحقیقات خود در نظر گرفتند (مدت زمانی که تغییرات عمق آبشستگی در سه ساعت متوالی بیش از یک میلی‌متر نباشد)، در تحقیق حاضر نیز این مدت با انجام آزمایشی بلندمدت در دبی ۳۴/۸ لیتر بر ثانیه برابر ۵ ساعت برآورد شد. میزان جریان ورودی به مخزن توسط شیرفلکه‌ای که بر روی آن نصب شده است قابل تنظیم بود و بر حسب تعداد دور شیرفلکه دبی‌های متشکل هیدروگراف واسنجی شد. با توجه به شکل ۱ در این تحقیق برای ایجاد جریان غیرماندگار از روش هیدروگراف پله‌ای استفاده شد و برای کاهش گام‌های زمانی تغییر دبی و شباهت بیشتر جریان به جریان غیرماندگار، از توالی هیدروگراف استفاده شد.



شکل (۱) هیدروگراف پله‌ای متقارن با سه توالی در مدت زمان تعادل آبشستگی

برای جلوگیری از تأثیر عمق جریان بر آبشستگی موضعی بنا به توصیه رادکیوی و اتما<sup>۳</sup> (۳) نسبت قطر پایه به عمق جریان در دبی جریان ماندگار باید کوچکتر از ۰/۷ باشد از این رو پایه پل استوانه‌ای شکل فولادی به قطر ۳ سانتی‌متر انتخاب شد. طوق‌های مورد استفاده در این تحقیق از جنس ورق گالوانیزه، شکل دایره‌ای، و با سه اندازه قطر که ضریبی از قطر پایه پل در نظر گرفته شد و از کوچک به بزرگ دارای قطر ۲D، ۲/۵D و ۳D مطابق شکل (۲) طراحی شد. ارتفاع نصب طوق روی پایه نسبت به سطح بستر نیز در ارتفاع ۱D بالای سطح بستر در نظر گرفته شد.

<sup>1</sup> Raudkivi

<sup>2</sup> Kumar

<sup>3</sup> Ettema



شکل (۲) طوق‌های مورد استفاده در تحقیق در سه اندازه مختلف

در ابتدای هر آزمایش، سطح رسوبات موجود در کف کانال کاملاً مسطح شد و سپس جریان کمی توسط شیر کنترل دبی، وارد سیستم شد. پس از اطمینان از مرطوب شدن رسوبات، با استفاده از اینورتور تنظیم جریان، دبی افزایش می‌یافت، بدین ترتیب فرآیند آبشستگی در اطراف پایه پل آغاز می‌شد و در بازه‌های زمانی تعیین شده دبی جریان با استفاده از شیرفلکه تغییر می‌کرد. پس از به تعادل رسیدن وضعیت جریان و رسوب در اطراف پایه پل، آزمایش متوقف می‌گردید. سپس مشخصه‌های حفره آبشستگی اندازه‌گیری می‌گردید. در ابتدا آزمایش بدون استفاده از طوق انجام شد و سپس طوق‌ها با اندازه‌های مختلف در ارتفاع نصب تعیین شده نسبت به پایه پل نصب شدند و تأثیر اندازه آن‌ها روی پایه پل برای جریان غیرماندگار در آزمایشات بررسی گردید.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- آبشستگی پایه پل در حالت بدون طوق (آزمایش شاهد)

ابتدا آزمایش بدون طوق انجام شد که در ساعت اول آزمایش سرعت آبشستگی بیشتر بود به طوری که بیش از ۸۴ درصد آبشستگی در این بازه زمانی صورت گرفت. به مرور زمان توسعه آبشستگی کمتر شد و از ساعت سوم تا پنجم افزایش ناچیزی داشت. در نهایت عمق آبشستگی نهایی در آزمایش شاهد ۳/۸ سانتی‌متر به دست آمد. در حالت جریان غیرماندگار، در این آزمایش به علت مدت زمان کمتر حداکثر دبی نسبت به جریان ماندگار، حداکثر عمق آبشستگی در این حالت کمتر شد. به طوری که در مقایسه با حالت ماندگار عمق آبشستگی حدود ۱۸ درصد کاهش گردید. با توجه به نمودار توسعه زمانی، در ابتدای آزمایش و تا انتهای هیدروگراف توالی اول، بیشترین تغییرات آبشستگی قابل مشاهده است و پیشروی آبشستگی در این محدوده بسیار بود. در توالی هیدروگراف دوم نیز در محدوده پیک هیدروگراف مقداری کاهش عمق آبشستگی مشاهده شد ولی در توالی سوم، کاهش عمق آبشستگی بسیار ناچیز بود.

#### ۳-۲- آبشستگی پایه پل با حفاظت طوق

برای بررسی تأثیر طوق بر مشخصات آبشستگی اطراف پایه پل آزمایشاتی در حضور این سازه با سه ابعاد مختلف و در ارتفاع نصب ۱D بالای سطح بستر و برای دو حالت جریان ماندگار و غیرماندگار انجام شد. جدول ۱ شرح آزمایشات صورت گرفته با استفاده از حفاظت طوق را نشان می‌دهد.

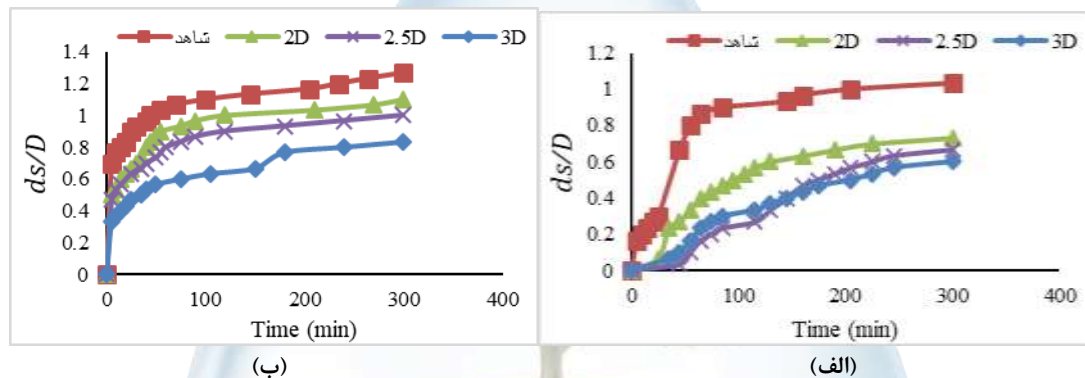
جدول (۱) فهرست آزمایشات تحقیق حاضر

شماره آزمایش	نوع جریان	شکل طوق	H/D	W/D	درصد کاهش آبشستگی
۱	ماندگار	دایره‌ای	۱	۲	۱۳/۱۵
۲	ماندگار	دایره‌ای	۱	۲/۵	۲۱/۰۵
۳	ماندگار	دایره‌ای	۱	۳	۳۴/۲۱
۴	غیرماندگار	دایره‌ای	۱	۲	۲۹/۰۳

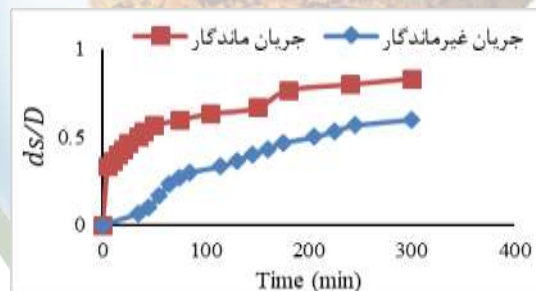


۳۵/۴۸	۲/۵	۱	دایره‌ای	غیرماندگار	۵
۴۱/۹۳	۳	۱	دایره‌ای	غیرماندگار	۶

مشاهده می‌شود که در جریان ماندگار، در اندازه طوق ۳D با کاهش ۳۴/۲۱ درصدی نسبت به آزمایش بدون طوق بهترین حالت برای حفاظت در برابر آبشستگی اطراف پایه پل نسبت به اندازه‌های دیگر است. در جریان غیرماندگار نیز طوق ۳D با کاهش ۴۱/۹۳ بهترین عملکرد را داشته است. بنابراین عمق آبشستگی در جریان غیرماندگار کمتر از جریان ماندگار است که ناشی از همان محدود بودن دبی پیک در مدت زمان آزمایش می‌باشد. مطابق شکل ۳ با بررسی توسعه زمانی آبشستگی آزمایشات مشخص شد که در صورت استفاده از طوق آبشستگی نسبت به حالت شاهد دیرتر اتفاق می‌افتد و در طوق با اندازه ۳D این اتفاق نسبت به بقیه اندازه طوق‌ها مشهودتر است؛ همچنین شروع فرآیند آبشستگی در جریان غیرماندگار دیرتر اتفاق می‌افتد و بیشترین کاهش آبشستگی در محدوده اولین توالی هیدروگراف مشاهده می‌شود. در شکل ۴ نیز بهترین حالت عملکرد طوق برای هر دو جریان ماندگار و غیرماندگار مقایسه شده است که برتری حفاظت سازه طوق در جریان غیرماندگار را نشان می‌دهد.

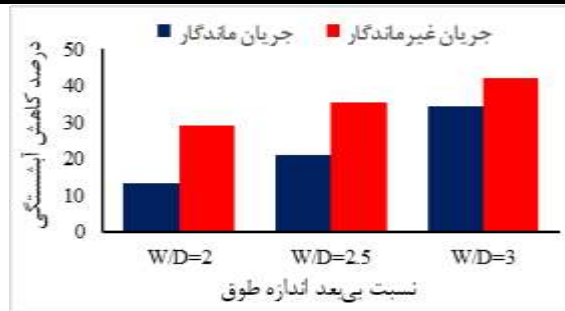


شکل (۳) نمودار توسعه زمانی آبشستگی با استفاده از طوق به اندازه‌های مختلف و ارتفاع نصب ۱D در (الف) جریان ماندگار و (ب) جریان غیرماندگار



شکل (۴) نمودار توسعه زمانی آبشستگی با استفاده از طوق به اندازه ۳D و ارتفاع نصب ۱D در جریان ماندگار و غیرماندگار

عملکرد طوق در اندازه‌های مختلف و در جریان ماندگار و غیرماندگار در شکل (۵) ارائه شده است که نتایج حاکی از آن است که بهترین عملکرد را در کاهش عمق حفره آبشستگی برای هر دو جریان ماندگار و غیرماندگار در طوق با اندازه ۳D مشاهده می‌شود و همچنین هرچه اندازه طوق بزرگتر باشد، کارایی طوق بیشتر است.



شکل (۵) حداکثر عمق آبهستگی در ارتفاعات نصب مختلف طوق برای حالت جریان ماندگار و غیرماندگار

به طور کلی طوق باعث کاهش عمق آبهستگی اطراف پایه پل می‌شود و همچنین هرچه اندازه طوق بزرگتر باشد، ابعاد حفره آبهستگی را نسبت به حالت بدون طوق بیشتر کاهش می‌دهد که در این تحقیق طوق با اندازه ۳D بهترین عملکرد در حفاظت پایه پل در مقابل آبهستگی را داشت. همچنین در یک مدت زمان مشخص، در صورتی که دبی پیک جریان غیرماندگار برابر با دبی جریان ماندگار باشد، عمق آبهستگی ایجاد شده توسط جریان غیرماندگار کمتر از حالت جریان ماندگار است و خاصیت توالی هیدروگراف در جریان غیرماندگار نشان داد که بیشترین تأثیر بر آبهستگی اطراف پایه پل در توالی اول اتفاق می‌افتد.

#### ۴- منابع و مراجع

۱۵. جوانمرد، م. و حیدریپور، م. ۱۳۹۶، بررسی تأثیر کابل در کنترل و کاهش آبهستگی موضعی اطراف پایه های پل، کنفرانس بین المللی کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی در هزاره سوم، رشت.
۱۶. شفای بجستان، م. ۱۳۸۷. هیدرولیک انتقال رسوب. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۷۰ ص.
17. A.J. Raudkivi, R. Ettema, Clear-water scour at cylindrical piers, Journal of Hydraulic Engineering, 109(3) (1983) 338-350.
18. Heidarpour, M., Afzalimehr, H. and Izadinia, E. (2010). "Reduction of local scour around bridge pier groups using collars." International Journal of Sediment Research 25(4): 411-422.
19. Kumar, V., Raju, K. G. R. and Vittal, N. (1999). "Reduction of local scour around bridge piers using slots and collars." Journal of Hydraulic Engineering 125(12): 1302-1305.
20. Raudkivi, A.J. 1998. Loose boundary hydraulics, CRC Press. University of Auckland. 512 pp.



## Experimental Study on Determination of Optimal Collar Size in Reduction Scour around Circular Bridge Pier in Unsteady Flow Conditions

Yousef Rajabizadeh <sup>1\*</sup>, Seyed Ali Ayyoubzadeh <sup>2</sup>, Kourosh Qaderi <sup>3</sup>

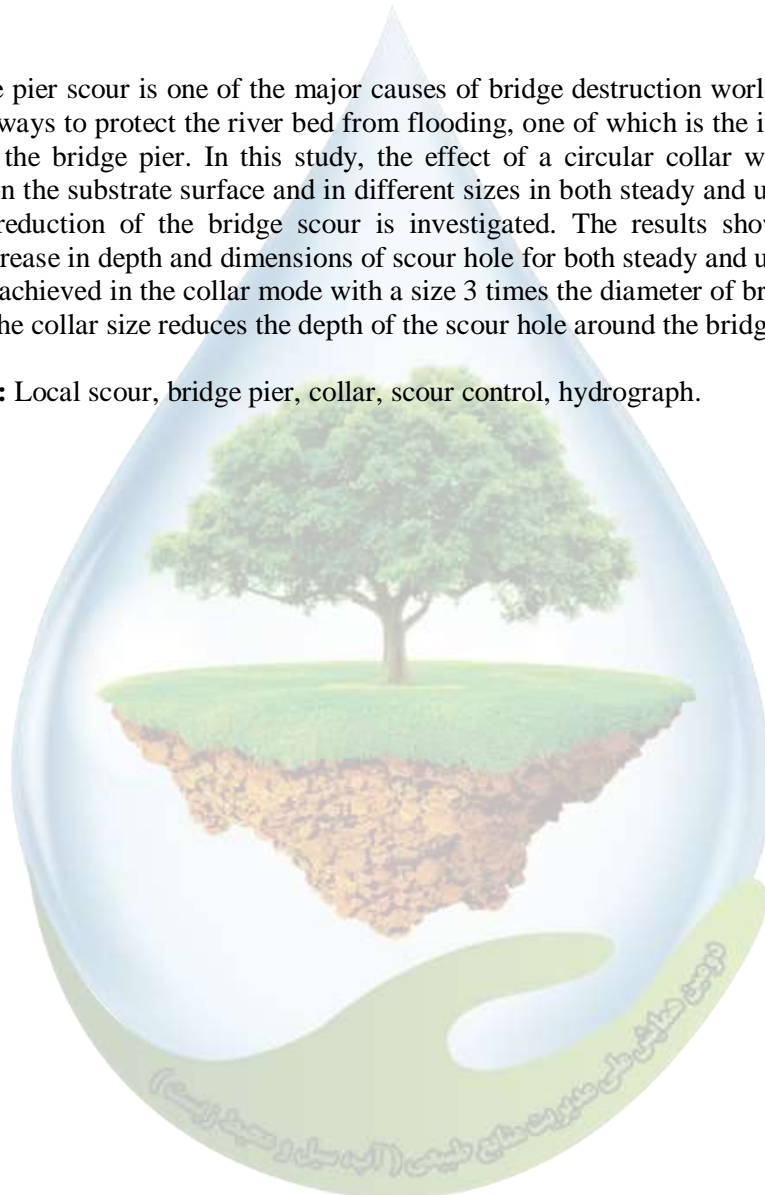
<sup>1</sup> M.Sc Student of Water Structures Engineering Department, Tarbiat Modares University, <sup>2</sup> Professor of Water Structures Engineering Department, Tarbiat Modares University, <sup>3</sup> Associate professor of Water Engineering Department, Shahid Bahonar University of Kerman

Email : Yousef.rajabizadeh@yahoo.com

### Abstract

The bridge pier scour is one of the major causes of bridge destruction worldwide. There are several ways to protect the river bed from flooding, one of which is the installation of a collar on the bridge pier. In this study, the effect of a circular collar with mounting height 1D on the substrate surface and in different sizes in both steady and unsteady flow modes on reduction of the bridge scour is investigated. The results showed that the greatest decrease in depth and dimensions of scour hole for both steady and unsteady flow modes was achieved in the collar mode with a size 3 times the diameter of bridge pier and increasing the collar size reduces the depth of the scour hole around the bridge pier.

**Keywords:** Local scour, bridge pier, collar, scour control, hydrograph.



### روند تغییرات اندیس‌های اشباع در طول رودخانه گرگانرود

مجتبی قره‌محمودلو<sup>۱\*</sup>، نادر جندقی<sup>۱</sup>، مریم صیادی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران  
<sup>۲</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران  
<sup>۱\*</sup> نویسنده مسوول: mmahmoodlu@yahoo.com / mmahmoodlu@gonbad.ac.ir

### چکیده

پژوهش حاضر جهت بررسی روند تغییرات اندیس‌های اشباع آب رودخانه گرگانرود بعنوان یکی از مهمترین رودخانه‌های استان گلستان صورت گرفته‌است. بدین منظور از نتایج آنالیز ۱۱ پارامتر فیزیکوشیمیایی مربوط به چهار ایستگاه هیدرومتری (لزوره، ارازکوسه، قزاقلی و بصیرآباد) در طی یک دوره آماری ده ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۳) استفاده شد. جهت بررسی هیدروشیمی رودخانه گرگانرود از شش شاخص اشباع مربوط به کانی‌های کلسیت، دولومیت و آراگونیت انیدریت، ژپس و هالیت استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که برهم کنش آب-سنگ در طول مسیر رودخانه و نفوذ آب شور در قسمت‌های انتهایی آن از مهمترین عوامل کنترل کننده شیمی آب رودخانه گرگانرود به حساب می‌آیند. آب این رودخانه در تمامی ایستگاه‌ها نسبت به شاخص‌های اشباع کلسیت، دولومیت و آراگونیت فوق اشباع و نسبت به شاخص‌های انیدریت، ژپس و هالیت تحت اشباع می‌باشند. اگرچه در جهت جریان از میزان اشباعیت کانی‌های کربناته کاسته و بر میزان اشباعیت کانی‌های تبخیری افزوده می‌شود.

واژگان کلیدی: گرگانرود، پارامترهای فیزیکوشیمیایی، اندیس رول، اندیس‌های اشباع

### ۱- مقدمه

آب رودخانه‌ها نقش مهمی در سلامت انسان، توسعه اجتماعی و اقتصادی دارد. بهره‌برداری از آب این منبع آبی مستلزم شناخت کمیت و به ویژه کیفیت آب رودخانه‌ها می‌باشد (Shen et al., 2014). بطور کلی کیفیت منابع آبی تحت تأثیر عوامل طبیعی و فعالیت‌های انسانی تغییر می‌کند. درک عمیق از نقش عوامل مؤثر در تغییر کیفیت آب سطحی می‌تواند در توسعه استراتژی مدیریت حوضه آبخیز مؤثر باشد و برای حفاظت از منابع آب کمک کند (Xu et al., 2016). بارش، موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز، اقلیم، زمین‌شناسی، فعالیت‌های صنعتی، فاضلاب‌های خانگی، کشاورزی، آلاینده‌های معدنی و... از جمله عواملی هستند که ترکیبات فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب‌های سطحی و در نهایت کیفیت آنها را تحت شعاع قرار می‌دهند (Mishra et al., 2017). انحلال، تبادل یونی، تبادل وارونه یونی، واکنش آب-سنگ و رسوب‌گذاری از مهم‌ترین فرآیندهای هیدروشیمیایی هستند که ترکیب شیمیایی منابع آبی را کنترل می‌کنند. این فرآیندها بسته به لحاظ مکانی و زمانی بسیار متفاوت‌اند (Nwankwoala & Udom., 2011). بنابراین مطالعات تکامل هیدروشیمیایی منابع آبی می‌تواند اطلاعات مفیدی در زمینه تأثیر سازندهای تغذیه کننده و دربرگیرنده منابع آبی، مسیر جریان آب، نواحی تبخیر و کیفیت منابع آبی از نظر شرب، کشاورزی و صنعت را در اختیار قرار دهد.

تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه بررسی اندیس‌های اشباع در منابع آبی صورت گرفته است که در ادامه به چند مورد از این مطالعات اشاره می‌گردد. نتایج قره‌محمودلو و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی هیدروژئوشیمیایی آب زیرزمینی دشت سیدان- فاروق نشان داد که، با توجه به مقدار نسبت‌های یونی انحلال رسوبات رسی- مارنی، فرآیند تبادل یونی معکوس و واکنش آب- سنگ منشأ املاح و یون‌ها در آبخیز می‌باشد. خواجه‌پوی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی هیدروژئوشیمیایی چاله تکتونیکی گلباف با استفاده از شاخص‌های اشباع پرداختند. نتایج بررسی آنها نشان داد که، شاخص اشباع کانی‌های انیدریت، آراگونیت، کلسیت، دولومیت، ژپس و هالیت منفی است و آب زیرزمینی نسبت به این کانی‌ها تحت اشباع می‌باشد. هدف کلی این پژوهش بررسی هیدروژئوشیمی آب رودخانه گرگانرود با استفاده از شاخص‌های اشباع مربوط به کانی‌ها کلسیت، دولومیت و آراگونیت انیدریت، ژپس و هالیت و بررسی تغییرات شورشدگی توسط اندیس رول در طول مسیر رودخانه از زیرحوضه چهل‌چای تا خلیج گرگان می‌باشد.

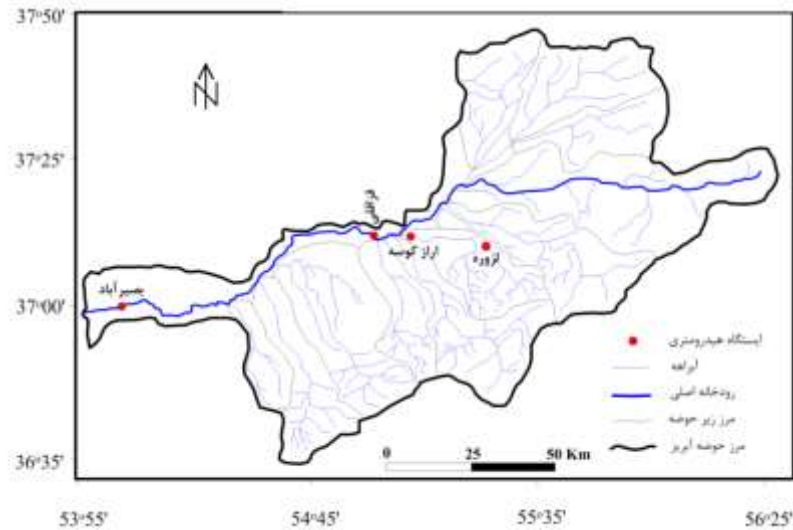
## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز گرگانرود با مساحت تقریبی آن ۱۰۶۰۰ کیلومتر مربع از جنوب مشرف به رشته کوه البرز شرقی، از شرق به کوه‌های آلاداغ و گلی داغ، از شمال به حوضه آبخیز اترک و از غرب به دریای خزر و حوضه آبخیز قره‌سو محدود می‌شود. طول رودخانه اصلی آن به نام گرگانرود بالغ بر ۲۵۰ کیلومتر است که در امتداد عمومی شرقی-غربی جریان دارد و از جنوب شرق دریای خزر (خلیج گرگان) به این دریا می‌پیوندد. از مهم‌ترین سرشاخه‌های آن می‌توان به دوغ، زاو، اوغان، چهل‌چای، زرین‌گل، رامیان، نوده، رودبار و محمدآباد اشاره کرد. این حوضه بدلیل گستردگی دارای اقلیم متنوعی شامل خشک، نیمه خشک، معتدل مدیترانه‌ای، نیمه مرطوب و مرطوب بوده و میانگین بارندگی در این حوضه از ۲۸۷ میلی‌متر در تیل آباد تا ۹۵۳ میلی‌متر در پس پشته متغیر است.

### ۲-۲- زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

به لحاظ زمانی رنج وسیعی از سازندهای زمین‌شناسی از پالئوزوئیک تا عهد در حوضه آبخیز گرگانرود رخنمون دارد. بطور کلی مجموعه شیست‌ها و سنگ آهک‌های ژوراسیک و سنگ آهک‌های کرتاسه پایانی از مهم‌ترین واحدهای سنگ چینه‌ای در منطقه مورد مطالعه هستند (شکل ۱). در این میان سازندهای لار و مزدوران با سن ژوراسیک بالایی بیشترین رخنمون را در منطقه مورد مطالعه دارند. واحدهای سنگ چینه‌ای سنوزویک دارای گسترش محدودی در این منطقه است که در این میان نهشته‌های نئوژن شامل: شیل، مارن، ماسه سنگ و سنگ جوش دارای بیشترین گسترش سطحی است. بطور کلی این حوضه عمدتاً از رسوبات آبرفتی ماسه‌ای و سیلتی غیرمترک و سخت نشده کواترنری تشکیل شده است که از دامنه ارتفاعات تا نواحی پست دشت‌ها گسترش یافته‌اند و با دور شدن از ارتفاعات، دانه ریزتر می‌شوند.



شکل ۷. موقعیت حوضه آبریز گرگانرود به همراه ایستگاههای هیدرومتری مورد مطالعه

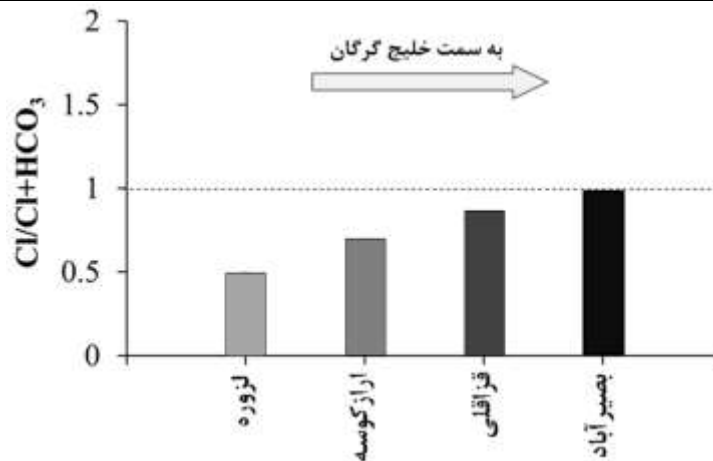
### ۳-۲- روش کار

جهت پیش‌بینی و احتمال رسوب و یا انحلال برخی از کانی‌ها در مسیر حرکت رودخانه از شاخص‌های اشباع شش کانی مهم کلسیت، دولومیت، آنیدریت، آراگونیت، هالیت و ژیپس استفاده شد. بدین منظور از اطلاعات آنالیز نتایج پارامترهای فیزیکوشیمیایی (شامل: Ca, Mg, Na, K, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, TDS, pH, EC و دما) در طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ مربوط به چهار ایستگاه هیدرومتری (لزوره، آرازکوسه، قزاقلی و بصیرآباد) در یک فاصله مکانی تقریبی ۱۰۰ کیلومتر استفاده شد. دو ایستگاه هیدرومتری لزوره، آرازکوسه (واقع بر روی زیرحوضه چهل‌چای) و دو ایستگاه هیدرومتری قزاقلی و بصیرآباد بر روی شاخه اصلی گرگانرود می‌باشند. تمامی نتایج آنالیز پارامترهای فیزیکوشیمیایی مذکور از شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان جمع‌آوری شد. جهت محاسبه شاخص‌های اشباع از نرم‌افزار AquaChem استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- تعیین منشأ املاح و رسوبات با استفاده از روش اندیس رول

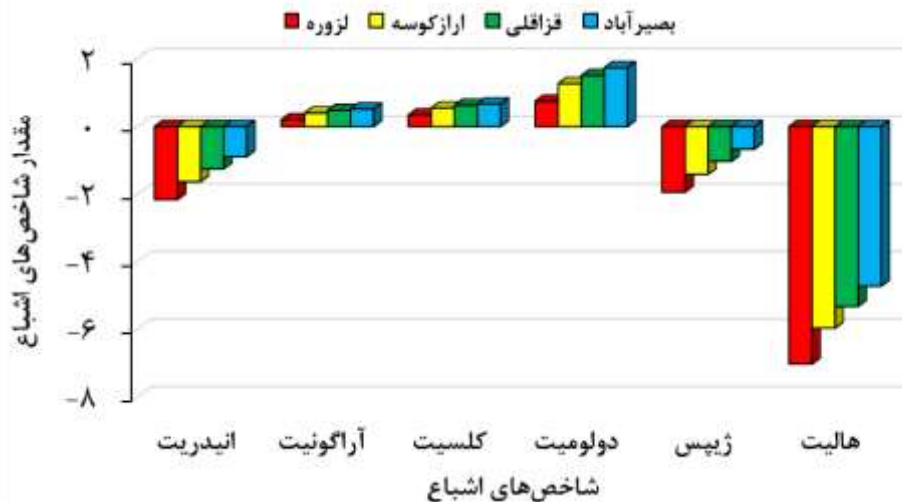
نسبت‌های یونی، معیارهای مناسبی در ارزیابی شیمی منابع به حساب می‌آیند و استفاده از آنها می‌تواند کمک فراوانی به تعیین منشأ نمک‌ها کند (Hounslow, 1995). نسبت‌های یونی متأثر از ترکیب شیمیایی کانی‌های محلول در آب می‌باشند و مقدار کانی‌ها انحلال یافته در آب در درجه بعدی اهمیت قرار دارد (Faryabi et al., 2010). اندیس رول بر پایه نسبت غلظت یون کلر به مجموع یون‌های بی‌کربنات و کربنات استوار است. یون‌های بی‌کربنات و کربنات معمولاً فراوان‌ترین یون‌های موجود در آب‌های زیرزمینی هستند و در آب دریا به مقدار جزئی وجود دارند، در مقابل یون کلر در آب‌های شور و یا آب دریا بیش از یون‌های دیگر می‌باشد. این اندیس معیار مناسبی برای ارزیابی و تشخیص آلودگی آب به وسیله آب دریا یا آب‌های شور فسیلی است (Hounslow, 1995). با توجه به شکل (۲) میزان این اندیس در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه کمتر از یک می‌باشد که این امر نشان دهنده غالب بودن تشکیلات آهکی منطقه مورد مطالعه است. با توجه به حرکت جریان آب به سمت خلیج گرگان میزان این اندیس رو به افزایش و در ایستگاه بصیرآباد نزدیک به یک می‌باشد. از جمله عوامل مهم در افزایش میزان اندیس رول می‌تواند به نفوذ آب‌ها شور دریا در رودخانه گرگانرود، خروجی‌های صنعتی، فاضلاب‌های شهری، جانوران و زه‌آب‌های کشاورزی به داخل آب رودخانه گرگانرود اشاره کرد.



شکل ۲. نمودار اندیس رول رودخانه گرگانرود در ایستگاه‌های مورد مطالعه

### ۳-۲- اندیس اشباع

محاسبه اندیس اشباع کانی‌های مختلف به منظور توصیف تکامل شیمیایی آب صورت می‌گیرد. با استفاده از روش محاسبه شاخص اشباع می‌توان به پیش‌بینی واکنش‌های کانی‌شناسی زیرسطحی با آب، بدون جمع‌آوری نمونه‌های خاک و سنگ و تجزیه و تحلیل‌های پتروگرافی پرداخت (Hounslow, 1995). اندیس اشباع شدگی به صورت  $SI = \log \frac{IAP}{K_f}$  بیان می‌شود که  $IAP$  میزان فعالیت کانی مورد نظر و  $K_f$  ثابت انحلال‌پذیری است. اگر آب دقیقاً در فوق اشباع باشد، مقدار  $SI$  برابر صفر خواهد بود.  $SI$  مثبت نشان دهنده فوق اشباع بودن کانی در آب بوده و تمایل به ته‌نشینی آن کانی را نشان می‌دهد. در مقابل  $SI$  منفی نشان دهنده تحت اشباع بودن کانی در آب و تمایل آن به انحلال می‌باشد. با توجه به شکل (۳) میزان شاخص‌های اشباع دولومیت، کلسیت و آراگونیت در نمونه‌ها مثبت می‌باشد. از اینرو کانی‌های مذکور به حد اشباع، تعادل و یا فوق اشباع رسیده‌اند و امکان پدیده رسوب‌گذاری در محیط وجود دارد. حالت فوق اشباع می‌تواند به وسیله فاکتورهای دیگری مانند انحلال نامتجانس، تأثیر یون معمول، تبخیر، افزایش سریع درجه حرارت، خروج  $CO_2$  ایجاد شود. در صورتی که مقادیر شاخص‌های اشباع ژپیس، هالیت و انیدریت نشان می‌دهد که این کانی‌ها نسبت به آب رودخانه گرگانرود در کل مسیر تحت اشباع هستند. علت این امر فراوانی کم کانی‌های سولفات و کلروره در سازندهای منطقه می‌باشد. به بیان دیگر فاز کانی‌های کربناته ترکیب شیمیایی محدوده مورد مطالعه را تحت تأثیر خود قرار داده است. میزان شاخص اشباع دولومیت نسبت به دو کانی کربناته دیگر بیشتر می‌باشد، که این وضعیت می‌تواند متأثر از وجود کانی‌های دولومیتی در تشکیلات منطقه باشد. افزایش غلظت‌های کلسیم، بی‌کربنات یا کربنات از منشأهایی غیر از انحلال کلسیت و دولومیت می‌تواند باعث فوق اشباع شدن آب نسبت به کلسیت و دولومیت، و در نتیجه رسوب‌گذاری این دو کانی گردد. براساس شکل (۳) میزان شاخص‌های اشباع ژپیس، هالیت و انیدریت از ایستگاه لزوره به سمت خلیج گرگان افزایش پیدا کرده و به میزان تعادل نزدیک‌تر می‌شود. این امر با افزایش میزان غلظت برخی از یون‌ها نظیر کلراید، سولفات، سدیم و... همخوانی دارد. افزایش یون‌های ذکر شده به دلیل فعالیت‌های کشاورزی، فاضلاب‌های خانگی و نزدیک شدن جریان آب به آب شور دریا می‌باشد. در مقابل حد فوق اشباع، شاخص‌های اشباع دولومیت، کلسیت و آراگونیت از ایستگاه لزوره به سمت خلیج گرگان افزایش می‌یابد.



شکل ۳. تغییرات میزان شاخص‌های اشباع رودخانه گرگانرود در ایستگاه‌های مورد مطالعه

#### ۴- نتیجه‌گیری

بررسی کیفی آب‌های سطحی از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین یک مطالعه نسبتاً جامع جهت بررسی کیفی و هیدروشیمیایی آب‌های سطحی و همچنین عوامل تأثیرگذار بر کیفیت شیمیایی آب می‌تواند اطلاعات مفیدی به سازمان‌های ذینفع ارائه دهند. لذا پژوهش حاضر در راستای بررسی هیدروشیمیایی آب رودخانه گرگانرود بعنوان یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های استان گلستان است انجام شد. نتایج اندیس رول نیز نشان از غالب شدن یون کلراید نسبت به بیکربنات و در نتیجه شور شدن آب دارد. با توجه به غالب بودن تشکیلات کربناته در حوضه رودخانه گرگانرود، نتایج شاخص‌های اشباع نشان داد که، آب منطقه مورد مطالعه نسبت به شاخص‌های اشباع کلسیت، دولومیت و آراگونیت فوق اشباع و نسبت به شاخص‌های اشباع انیدریت، ژپس و هالیت تحت اشباع می‌باشند. البته این امر باتوجه به حلالیت بالای این دو کانی در آب بدیهی بنظر می‌رسد. اگر چه در طول مسیر حرکت آب بر میزان اشباعیت این دو یون افزوده می‌شود. این نتایج با نتایج مربوط به اندیس رول همخوانی دارد.

#### منابع

1. خواجه‌ویی، م.، معین‌زاده، ح.، عباس‌نژاد، ا. ۱۳۹۷. ارزیابی هیدروشیمیایی منابع آب زیرزمینی چاله تکتونیک گلباف با استفاده از شاخص اشباع. پژوهش‌های کاربردی در علوم زمین. ۹: ۱۴-۱.
2. قره‌محمودلو، م.، حشمت‌پور، ع.، جندقی، ن.، زارع، ع. و مهرابی، ح. ۱۳۹۷. بررسی هیدروژئوشیمیایی آب زیرزمینی آبخوان دشت سیدان-فاروق، استان فارس. مجله اکوهیدرولوژی. ۵(۴): ۱۲۴۱-۱۲۵۳.
3. Faryabi, M., Kalantari, N., Negarestani, A. 2010. Evaluation of factors influencing groundwater chemical quality using statistical and hydrochemical methods in Jiroft Plain. Scientific Quaternary Journal, Geosciences. 20(77): 115-120.
4. Hounslow A. Water quality data: analysis and interpretation. CRC press; 1995.
5. Mishra, K., Binaya, K. 2017. Regmi, Yoshifumi Masago, Kensuke Fukushi, Pankaj Kumar, and Chitresh Saraswat. Assessment of Bagmati River Pollution In Kathmandu Valley: Scenario-Based Modeling and Analysis for Sustainable Urban Development. Sustainability of Water Quality and Ecology. 9: 67-77.
6. Nwankwoala, H.O., Udom, G.J. 2011. Hydrochemical facies and ionic ratios of groundwater in Port Harcourt, Southern Nigeria. Research Journal of Chemical Sciences. 1(3): 87-101.
7. Shen, Y., Oki, T., Kanae, S., Hanasaki, N., Utsumi, N. and Kiguchi, M. 2014. Projection of future world water resources under SRES scenarios: an integrated assessment. Hydrolog Sci J. 59: 1775-1793.
8. Xu, H., Zheng, H., Chen, X., Ren, Y., Ouyang, Z. 2016. Relationships between river water quality and landscape factors in Haihe River Basin, China: Implications for environmental management. Chinese Geographical Science. 26: 197-207.



اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی بذور گونه *Alhagi camelorum*

غلامرضا ممشلی<sup>۱\*</sup>، مجید محمداسماعیلی<sup>۲</sup>، ابوالفضل طهماسبی<sup>۳</sup>، ام البنین ابراهیمی<sup>۴</sup>، خلیل آق<sup>۵</sup>  
<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مرتعداری دانشگاه گنبد کاووس، <sup>۲</sup>عضو هیئت علمی دانشگاه گنبد کاووس،  
<sup>۳</sup>عضو هیئت علمی دانشگاه گنبد کاووس، <sup>۴</sup>دانشکارشناس ارشد منابع طبیعی  
<sup>۵</sup>ghr.mamashli@gmail.com

## چکیده:

به منظور بررسی تأثیر تنش شوری بر روی جوانه‌زنی بذر گیاه خارشتر *Alhagi camelorum* آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. برای اعمال تنش شوری ۱۰ سطح پتانسیل اسمزی از نمک NaCl (تیمار شاهد، ۲ بار، ۴ بار، ۸ بار، ۱۲ بار، ۱۶ بار، ۲۰ بار، ۲۴ بار، ۲۸ بار و ۳۲ بار) در ۳ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش تنش شوری صفات جوانه‌زنی (درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و زمان متوسط جوانه‌زنی) کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بذور گونه خارشتر تا تیمار ۲۴ بار شوری جوانه‌زنی داشته ولی از تیمار ۳۲ بار به بعد جوانه‌زنی مشاهده نشد. بنابراین این گونه در عرصه طبیعی تا شوری ۲۴ بار قابلیت کشت را دارد ولی بهتر است که در محیط‌های با شوری بیش از ۲۴ بار کشت نگردد چرا که علاوه بر کاهش میزان زیاد درصد جوانه‌زنی دیگر فاکتورهای جوانه‌زنی نیز روند کاهشی چشمگیری را نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: جوانه‌زنی بذر، تنش شوری، NaCl، پتانسیل اسمزی، *Alhagi camelorum*

## ۱- مقدمه

تنش‌های محیطی به ویژه تنش شوری موجب کاهش تولیدات زراعی و مرتعی در سطح جهان می‌گردد. پاسخ گیاهان به تنش شوری با توجه به مرحله رشد آن‌ها توسعه و سن گیاه متفاوت است. بنابراین لزوم انتخاب گونه‌های متحمل به شوری جهت بهره برداری بیشتر، جلوگیری از کاهش رشد و تولید بیشتر عملکرد امری ضروری می‌باشد. استفاده از روش کشت آبی (هیدروپونیک)، برای رشد گیاهان امکان کنترل دقیق یون‌های غذایی را در محیط اطراف ریشه فراهم می‌کند (۱). در این تحقیق با توجه به اهمیت گیاهان زراعی و مرتعی و نیز با توجه به وسعت اراضی شور و خشک به بررسی اثرات تنش شوری بر مرحله گیاهچه گیاهان نام برده پرداخته شد. زیره دار و همکاران در سال ۱۳۸۸ با بررسی تنش شوری و خشکی بر جوانه‌زنی آویشن اظهار داشتند که تنش شوری و خشکی به‌طور معنی‌داری سبب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقچه، ضریب آلومتری، وزن ریشه‌چه و ساقچه (صفات جوانه‌زنی) گردید. غلامی و همکاران در سال ۱۳۸۸، با بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی ماشک گرمسیری در شرایط تنش شوری و خشکی دریافتند که تیمارهای شوری و خشکی بر صفات جوانه‌زنی بذر اثر معنی‌دار دارد. بررسی گونه‌های مختلف مرتعی و علوفه‌ای تحت تنش‌های مختلف محیطی، بویژه خشکی، شناخت پتانسیل سازگاری گونه‌ها می‌تواند گامی در جهت رفع کمبود علوفه باشد. گونه مورد مطالعه از جمله گیاهان مهم در بحث حفاظت خاک در مراتع می‌باشند. از این رو تعیین حد آستانه تحمل آن نسبت به تنش شوری برای توسعه و کاشت آن گیاه در مناطق خشک و نیمه خشک و خاک‌های شور راه‌حلی برای مقابله با بروز ریزگرد و استفاده بهینه از این گونه می‌باشد. هدف از این تحقیق، مطالعه سازگاری گونه مرتعی خارشتر در مقابل تنش شوری و تعیین حد آستانه تحمل آن به شوری در مرحله جوانه‌زنی می‌باشد.

### ۲- مواد و روش ها

به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف شوری بر جوانه زنی بذر خارشتر آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. برای اعمال تنش شوری به ترتیب ۱۰ سطح پتانسیل اسمزی از نمک (NaCl) (تیمار شاهد، ۲ بار، ۴ بار، ۸ بار، ۱۲ بار، ۱۶ بار، ۲۰ بار، ۲۴ بار، ۲۸ بار و ۳۲ بار) در ۳ تکرار انجام شد. بذور قبل از انجام آزمایش در محلول اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۳۰ دقیقه به جهت شکستن خواب بذر گذاشته شدند. تعداد ۵۰ عدد بذر از هر گونه به طور جداگانه در داخل پتری دیشها قرار داده شد و سپس به هر پتری دیش ۳ میلی لیتر از محلولهای تهیه شده شوری اضافه گردید. تنش شوری بوسیله نمک NaCl در سطوح فوق الذکر ایجاد شد. پتری دیشها در اتاقک رشد با تناوب نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی و دمای ۲۵ درجه روز و ۱۵ درجه شب و رطوبت نسبی ۷۰ درصد قرار داده شد. شمارش بذور جوانه تا زمان ثابت شدن تعداد بذور جوانه زده انجام شد. معیار جوانه زنی یک بذر رشد ریشه چه به میزان ۲ میلی متر فرض شد. بعد از اتمام دوره جوانه زنی صفات درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و زمان متوسط جوانه زنی اندازه گیری شدند. تجزیه های آماری به وسیله نرم افزار SAS انجام شدند و برای مقایسه میانگینها نیز از روش LSD استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

بالاترین درصد جوانه زنی در گونه خارشتر با میانگین ۱۰۰ درصد از تیمار شاهد حاصل شد و کمترین درصد جوانه زنی از تیمار ۲۰ بار شوری با میانگین ۱۲ درصد حاصل شد و در تیمارهای بالاتر از ۲۰ بار جوانه زنی رخ نداد. بالاترین میزان سرعت جوانه زنی با میانگین ۴۰٫۶۶ بذر در روز از ۵۰ بذر کشت شده در تیمار ۴ بار و کمترین سرعت جوانه زنی در تیمار ۲۰ بار خشکی با ۱۰٫۰۷ بذر در روز مشاهده گردید. بالاترین میزان زمان متوسط جوانه زنی در سطح ۲۰ بار تنش شوری با رقم ۲۵٫۵ روز تعیین گردید (جدول ۱). با توجه به نتایج بدست آمده از تجزیه آماری داده ها، مشخص شد که با افزایش تنش شوری کلیه صفات جوانه زنی کاهش می یابد. علت وقوع این امر را می توان، نتیجه افزایش غلظت محلول NaCl و افزایش فشار و پتانسیل اسمزی در محیط کشت دانست که منجر به کاهش جذب آب توسط بذور شده و همچنین مانع از ادامه فعالیت های طبیعی گیاهچه می شود که چنین شرایطی در طبیعت نیز با افزایش میزان تنش شوری رخ می دهد. نتایج این آزمایش نشان می دهد که میزان جوانه زنی کشت خارشتر از تنش ۱۲ بار تا ۲۰ بار روند کاهشی شدیدی را نشان خواهد داد. کشت این گونه در محیط های با شوری تا ۱۲ بار بدون محدودیت می تواند انجام گردد. بهتر است که کشت این گونه در تنش های بیش از ۲۰ بار انجام نگردد چرا که درصد جوانه زنی در تیمار ۲۰ بار (نسبت به تیمار ۱۲ بار) در حدود ۷ برابر و سرعت جوانه زنی روند کاهشی را نشان می دهد. این نتایج با یافته های انواری و همکاران در سال ۲۰۰۹ بر روی تأثیر تنش شوری بر هفت گونه مرتعی در مرحله جوانه زنی مطابقت دارد. این مطالعه نشان داد که گونه خارشتر بسیار به شوری مقاوم بوده و می توان این گونه را جهت اصلاح و توسعه مراتع و حفاظت خاک در مراتع فقیر پیشنهاد داد.

جدول (۱) مقایسه میانگین صفات مورد اندازه گیری در گونه خارشتر تحت تنش شوری

سطوح شوری (بار)	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی (تعداد در روز)	زمان متوسط جوانه زنی (روز)
شاهد	۱۰۰ a	۳۷٫۹۴ b	۱٫۶c
۲	۹۴ b	۳۹٫۳ a	۱٫۴e
۴	۹۲ b	۴۰٫۶۶ a	۱٫۲۵ f
۸	۹۴ d	۳۹٫۲۲ a	۱٫۴۱ e
۱۲	۹۶ c	۳۳٫۷۲ c	۱٫۶c
۱۶	۸۲ e	۲۰٫۷۳ d	۲٫۲۹ b
۲۰	۱۲ f	۱۰٫۰۷ e	۵٫۲۵ a
۲۴	.	.	.

۲۸	۳۲
----	----

\* مقایسه میانگین‌ها با روش LSD و در سطح اطمینان ۰/۰۵ انجام شد.

#### ۴- منابع و مراجع

۱. غلامی، پ، قربانی، ج، قادری، ش، سالاریان، ف، کریم زاده، آ. (۱۳۸۸)، ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی ماشک گرمسیری در شرایط تنش شوری و خشکی، مجله علمی پژوهشی مرتع، سال چهارم، شماره اول، بهار ۱۳۸۹، صفحات ۱-۱۱.
۲. زیره‌دار، م، شاهین، م، و توحیدی، م. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر تنش شوری و خشکی بر جوانه‌زنی آویشن. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال اول، جلد ۴، صفحات ۶۱-۷۰.
۳. انواری، م، مهدی‌خانی، ح، شهریاری، ا، و نوری، غ. ۲۰۰۹. اثر تنش شوری بر ۷ گونه مرتعی در مرحله جوانه‌زنی. مجله تحقیقات مرتع و بیابان. جلد ۱۶، شماره ۲، صفحات ۲۶۲-۲۷.
۴. غلامی، پ، قربانی، ج، قادری، ش، سالاریان، ف، و کریم زاده، آ. ۱۳۸۸. ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی ماشک گرمسیری در شرایط تنش شوری و خشکی، مجله علمی پژوهشی مرتع، سال چهارم، شماره اول، بهار ۱۳۸۹، صفحات ۱-۱۱.
۵. تیموری، آ، مقدم، م، حیدری شریف آبادی، ح، جعفری، م، و آذرنیوند، ح. تأثیر سطوح شوری بر جوانه‌زنی سه گونه سالسولا. مجله منابع طبیعی. جلد ۵۲، شماره ۳. صفحات ۷۰۱-۷۱۱.





## The effects of salinity stress on germination of *Alhagi camelorum* seeds

Gholamreza Mamashli<sup>1\*</sup>, Majid Muhammad Esmaili<sup>2</sup>, Abolfazl Tahmasbi<sup>3</sup>, Khalil Agh<sup>†</sup>

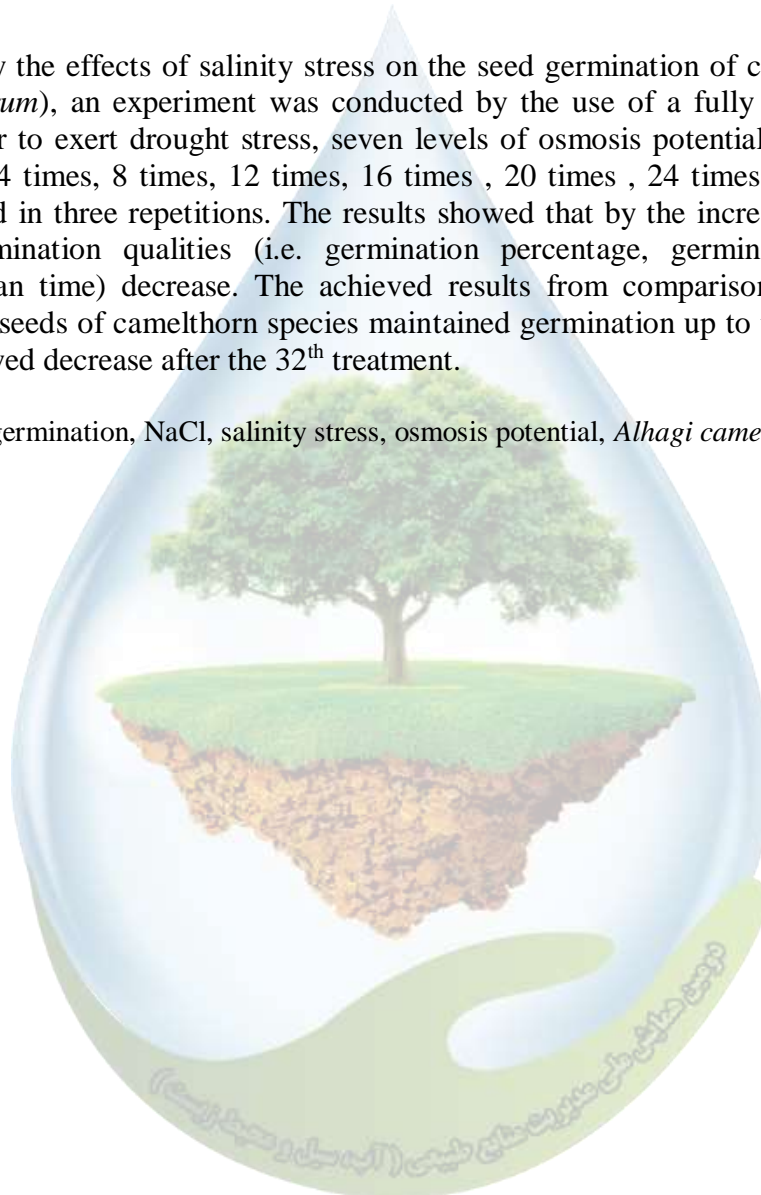
<sup>1</sup> MA student of Range Management, Gonbad-e Kavous University, <sup>2</sup> Faculty member, Gonbad-e Kavous University, <sup>3</sup> Faculty member, Gonbad-e Kavous University

<sup>1</sup>\*ghr.mamashli@gmail.com

### Abstract

In order to study the effects of salinity stress on the seed germination of camelthorn species (*Alhagi camelorum*), an experiment was conducted by the use of a fully random sampling method. In order to exert drought stress, seven levels of osmosis potential of NaCl (control group, 2 times, 4 times, 8 times, 12 times, 16 times, 20 times, 24 times, 28 times and 32 times) were used in three repetitions. The results showed that by the increase of the salinity stress, the germination qualities (i.e. germination percentage, germination speed, and germination mean time) decrease. The achieved results from comparison of mean values showed that the seeds of camelthorn species maintained germination up to the 24<sup>th</sup> treatment; however, it showed decrease after the 32<sup>th</sup> treatment.

**Keywords:** seed germination, NaCl, salinity stress, osmosis potential, *Alhagi camelorum*



### میرایی موج توسط پوشش گیاهی صلب در سواحل

گلناز میرزاخانی<sup>۱\*</sup>، الهام قنبری عدیوی<sup>۲</sup>، روح الله فتاحی نافچی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، آستادیار، سازه‌های آبی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، <sup>۲</sup> دانشیار، هیدرولیک، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

<sup>۳\*</sup> (GOLNAZ.MIRZAKHANI2013@yahoo.com)

### چکیده

در پی تهدیدات ناشی از افزایش سطح دریا و افزایش شدت طوفان، استفاده از اقدامات مناسب در حفاظت از ساحل اهمیت روزافزونی به دست می‌آورد. به همین منظور در این پژوهش به بررسی میرایی موج توسط پوشش گیاهی صلب در سواحل پرداخته شده است. آزمایش‌ها در دو حالت مستطیلی و مثلثی در فلومی به طول ۲۰ متر، عرض ۰/۶ متر، ارتفاع ۰/۶ متر مجهز به نیروسنج الکترونیکی (لودسل) و دستگاه ADV انجام شد. از استوانه‌های پلاستیکی به قطر ۰/۹ سانتی‌متر به عنوان پوشش گیاهی صلب استفاده شد. آزمایش‌ها در ۴ عرض ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۱۵ و طول پوشش ۴۰ و ۴۵ و ۳ ارتفاع موج ورودی انجام شد. که به طور کلی با حالت بدون پوشش ۹۳ آزمایش انجام شد. نتایج نشان داد که پوشش گیاهی به عنوان مانعی برای انتشار موج عمل می‌کند و باعث کاهش انرژی و تضعیف موج می‌شود و ارتفاع موج ورودی به ساحل را کاهش می‌دهد.

واژگان کلیدی: پوشش گیاهی صلب، ساحل، موج

### ۱- مقدمه

پوشش گیاهی ساحلی مانند جنگل‌های مانگرو در مصب رودخانه‌ها و خط ساحلی، نه تنها نقش مهمی در حفظ سطح آب و بهبود کیفیت آب دارد بلکه به کاهش خطرات سیل و طوفان کمک می‌کند و محیط مناسبی برای زیستگاه حیات وحش نیز فراهم می‌کند (۳). همچنین قادر به کاهش انرژی موج و کاهش فرسایش ساحلی است (۲).

(۶) به مطالعه عددی امواج بلند متناوب در سواحل شیب‌دار با پوشش گیاهی صلب پرداختند. حساسیت طول موج بالا به قطر گیاه، تراکم ساقه و دوره موج بررسی شده است و نتایج عددی (برای ویژگی‌های مختلف پوشش گیاهی و دوره‌های مختلف موج) نشان می‌دهد که پوشش گیاهی صلب با افزایش قطر گیاه و تراکم ساقه می‌تواند به طور مؤثری سرعت موج را کاهش دهد.

(۵) به مطالعه آزمایشگاهی تأثیر پوشش گیاهی عمودی بر امواج و فعل و انفعالات جریان ناشی از امواج پرداختند. آن‌ها از استوانه‌هایی چوبی به قطر ۸ میلی‌متر برای شبیه‌سازی پوشش گیاهی استفاده کردند. و به این نتیجه رسیدند که برای امواج منظم با افزایش تراکم پوشش گیاهی ضریب انتقال موج کوچکتر می‌شود و ارتفاع موج افزایش می‌یابد. همچنین تحت تأثیر پوشش گیاهی متراکم میانگین سرعت جریان موج پایین‌تر از بدون پوشش است. (۷) کاهش تجربی میرایی موج توسط پوشش گیاهی صلب را بررسی کردند. از میله‌های پلاستیکی به عنوان پوشش گیاهی استفاده کردند و در مورد اثرات غیر خطی بودن موج بر اتلاف انرژی موج بحث کردند.

(۴) به تجزیه و تحلیل تجربی از میرایی موج و نیروهای درگ در یک جنگل مانگرو پرداختند. امواج معمولی و تصادفی آزمایش شده‌اند و سه عمق آب در نظر گرفته شده است و به این نتیجه رسیدند که عمق آب، و پوشش گیاهی مانگرو و ارتفاع موج بر تضعیف موج تأثیر دارند.

(۱) اثر کمربند سبز ساحلی بر میرایی امواج دریا را مورد مطالعه قرار دادند. از ساقه‌های پلاستیکی بدون انعطاف به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر با قطر ۱/۵ سانتی‌متر در قسمت ساحلی کانال استفاده کردند. نتایج نشان داد که کمربند سبز در میرایی امواج از طریق جذب نیروی امواج در قالب نیروی درگ بر روی درختان تأثیر به‌سزایی داشته است. در این پژوهش به ارزیابی تأثیر پوشش گیاهی صلب بر تضعیف امواج سواحل به منظور کاهش انرژی امواج و کاهش سیل و تنظیم سطح آب پرداخته شده است.

## ۲- مواد و روش‌ها

تضعیف امواج تابعی از ویژگی‌های پوشش گیاهی مانند نوع پوشش گیاهی، ارتفاع، تراکم، و سختی و همچنین ویژگی‌های موج (ارتفاع و سرعت موج) می‌باشد. به همین منظور برای بدست آوردن تأثیر این پارامترها آزمایش‌ها با پوشش گیاهی صلب مصنوعی از جنس استوانه‌های پلاستیکی به قطر ۰/۹ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۲ سانتی‌متر در یک فلوم به طول ۲۰ متر و عرض ۰/۶ متر و ارتفاع ۰/۶ متر در آزمایشگاه هیدرولیک در دانشگاه شهرکرد انجام شد. استوانه‌های پلاستیکی در دو طول پوشش ۴۵ و ۴۰ و عرض ۶۰، ۴۵، ۳۰، ۱۵ و در ۴ فاصله ۵×۵، ۱۰×۱۰ و در دو حالت مستطیلی و مثلثی در صفحه ساحل قرار داده شد. آزمایش‌ها در دو حالت بدون پوشش (آزمایش شاهد) و با پوشش و ۳ ارتفاع موج ورودی انجام شد که در مجموع ۹۳ آزمایش صورت گرفت.

پارامترهای مؤثر در این مطالعه ارتفاع موج (H)، سرعت موج (V)، لزجت دینامیکی آب ( $\mu_w$ )، چگالی نسبی آب ( $p_w$ )، شتاب ثقل (g)، قطر درخت (d)، عرض پوشش (w)، طول پوشش ( $L_g$ )، فواصل ردیف درختان (L)، شیب ساحل (S)، قطر رسوب ( $D_{50}$ ) می‌باشند (رابطه ۱).

$$f(F, H, d, V, \mu_w, p_w, w, g, L_g, L, S, D_{50}) = 0 \quad (1)$$

که با استفاده از روش II باکینگهام و ۱۲ پارامتر مؤثر در تحلیل ابعادی (طول پوشش به دلیل ثابت بودن در تمام آزمایش‌ها حذف گردید) و انتخاب سه متغیر d و V و  $p_w$  به‌عنوان متغیرهای تکراری ۸ پارامتر بی بعد به‌دست آمد (رابطه ۲):

$$f\left(\frac{F}{d^2 V^2 p_w}, \frac{H}{d}, \frac{\mu}{p_w V H}, \frac{w}{d}, \frac{g d}{V^2}, \frac{L}{d}, \frac{D_{50}}{d}, S\right) = 0 \quad (2)$$

برای انجام آزمایش‌ها بخشی از فلوم به طول ۸/۶ متر جدا شد و به سه قسمت مخزن (۲ متر)، مدل (۳ متر) و پایین دست (۳/۶ متر) تقسیم شد. سپس صفحه پلکسی در ابتدای مخزن و بعد از آن دریچه کشویی فلزی مجهز به سیستم قرقره و سیم بکسل (برای باز و بسته شدن) قرار داده شد. صفحه ساحل به طول ۱ متر و عرض ۰/۶ متر در بخش مدل قرار داده شد. و در نهایت استوانه‌های پلاستیکی در صفحه ساحل مجهز به سیستم سنجش نیرو و لودسل و دستگاه ADV (برای اندازه‌گیری سرعت موج) قرار داده شد و مخزن در ارتفاعی مشخص پر از آب شد. سپس با باز کردن دریچه و ایجاد موج قرائت‌ها انجام شد. در شکل ۱ نحوه قرارگیری پوشش آورده شده است.



ب- حالت مثلثی عرض ۴۵ فواصل ۵×۵



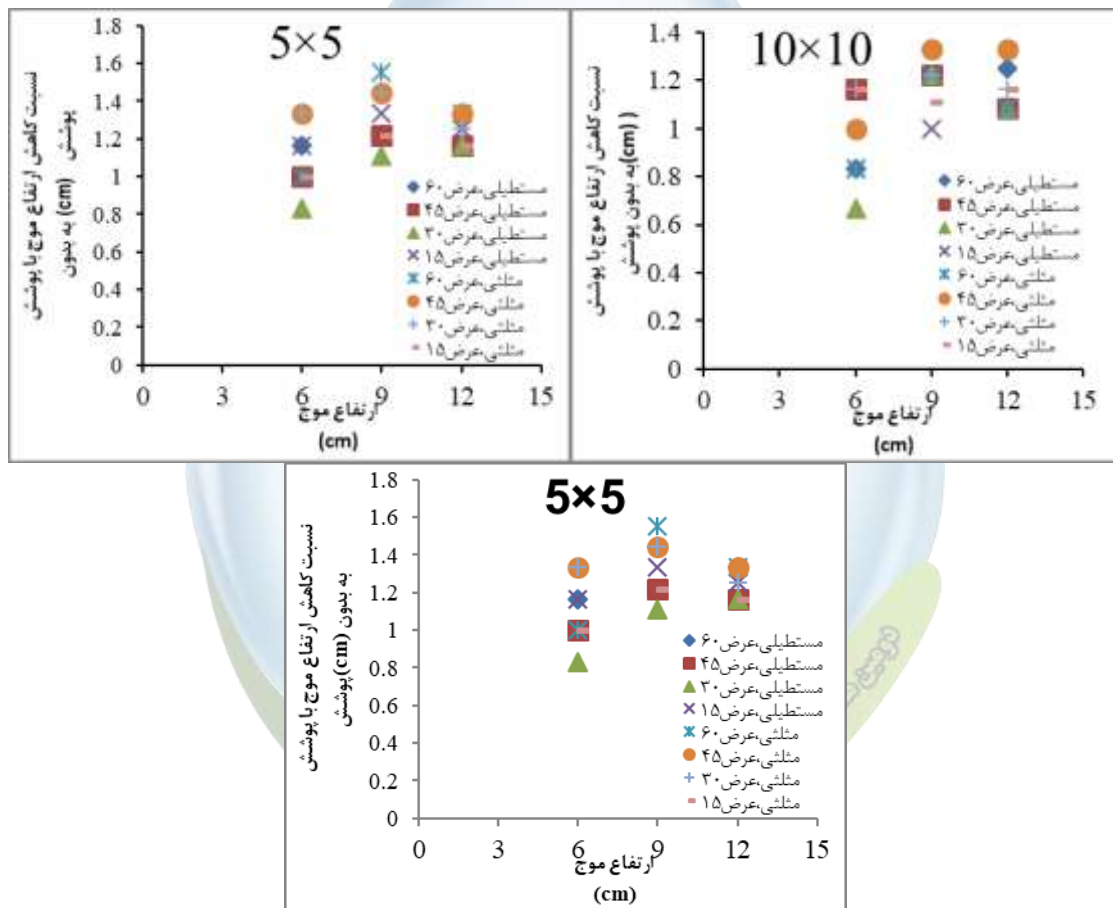
الف- حالت مستطیلی عرض ۶۰ فواصل ۱۰×۱۰

شکل ۱- نحوه قرار گیری پوشش

### ۳- نتایج و بحث

#### تأثیر تراکم پوشش بر میرایی موج

نتایج به عنوان نمودارهای نسبت کاهش ارتفاع موج با پوشش به بدون پوشش برحسب ارتفاع موج در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲- نسبت کاهش ارتفاع موج با پوشش به بدون پوشش بر حسب ارتفاع موج

با توجه به شکل ۲ پوشش گیاهی به عنوان مانعی برای انتشار موج عمل می کند و باعث کاهش انرژی امواج می شود. و در نتیجه باعث میرایی موج و کاهش ارتفاع موج می شود. با توجه به مطالب قبلی میرایی موج به تراکم ساقه (فاصله پوشش)، جنس، ارتفاع پوشش و نحوه قرار گیری بستگی دارد.

به طور کلی هنگام برخورد موج به ساحل مقداری از انرژی موج صرف نیروی وارد به پوشش شده و چون پوشش انعطاف ناپذیر است فشار زیادی را متحمل می‌شود و باعث اتلاف انرژی موج می‌شود و ارتفاع موج بعد از پوشش کاهش می‌یابد. با بررسی داده‌ها در حالت  $5 \times 5$  در هر دو چیدمان مستطیلی و مثلثی به دلیل تراکم زیاد کاهش ارتفاع موج نسبت به حالت  $10 \times 10$  بیشتر بوده است و این موضوع اثر تراکم بر تضعیف موج را به خوبی نشان می‌دهد. همچنین با کاهش عرض پوشش به دلیل اینکه تعداد پوشش و سطح کمتری در مقابل موج حضور داشته، نیروی درگ ناشی از پوشش نیز کاهش یافته و باعث می‌شود که موج با برآمدگی بیشتری به ساحل وارد شود و ارتفاع موج بعد از پوشش افزایش یابد. به عنوان مثال در حالت مستطیلی عرض  $45$  نسبت به عرض  $60$  ارتفاع موج بعد از پوشش  $2$  سانتی‌متر افزایش یافته است. همچنین حالت مثلثی در مقابل موج عکس العمل بهتری در مورد تضعیف و کاهش انرژی موج نشان داده و باعث می‌شود ارتفاع موج بعد از پوشش کاهش بیشتری داشته است. بنابراین پوشش گیاهی می‌تواند ارتفاع موج را نسبت به حالت بدون پوشش تا حدی کاهش دهد.

#### ۴- منابع و مراجع

1. قنبری عدیوی، ا.، فتحی‌مقدم، م. و صدری‌نسب، م. ۱۳۹۳. مطالعه آزمایشگاهی اثر کمربند سبز ساحلی بر میرایی امواج دریا. مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۱۳، شماره ۴، صفحات ۴۰-۵۰.
2. Augustin, L. N., Irish, J. L., and Lynett, P. 2009. Laboratory and numerical studies of wave damping by emergent and near-emergent wetland vegetation. *Coast. Eng.* 56(3),332-340.
3. Hu, Z., Suzuki, T., Zitman, T., Uittewaal, W., and Stive, M., 2014. Laboratory study on wave dissipation by vegetation in combined current-wave flow. *Coast. Eng.* 88(3), 131-142.
4. Maza, M., Lara, J. L. and Losada, I. J. 2019. Experimental analysis of wave attenuation and drag forces in a realistic fringe *Rhizophora* mangrove forest. *Advances in Water Resources* 131.
5. Lou, S., Chen, M., Ma, G., Liu, S. and Zhong, G. 2018. Laboratory study of the effect of vertically varying vegetation density on waves, currents and wave-current interactions. *Applied Ocean Research* 79, 74-87.
6. Tang, J., Shen, Y., Causon, D. M., Qian, L. and Mingham, C. G. 2017. Numerical study of periodic long wave run-up on a rigid vegetation sloping beach. *Coastal Eng* 121, 158-166.
7. Wu, W. C., and Cox, D. T. 2015. Effects of wave steepness and relative water depth on wave attenuation by emergent vegetation. *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, 164, 443-450.





**wave attenuation by rigid vegetation on the coast**

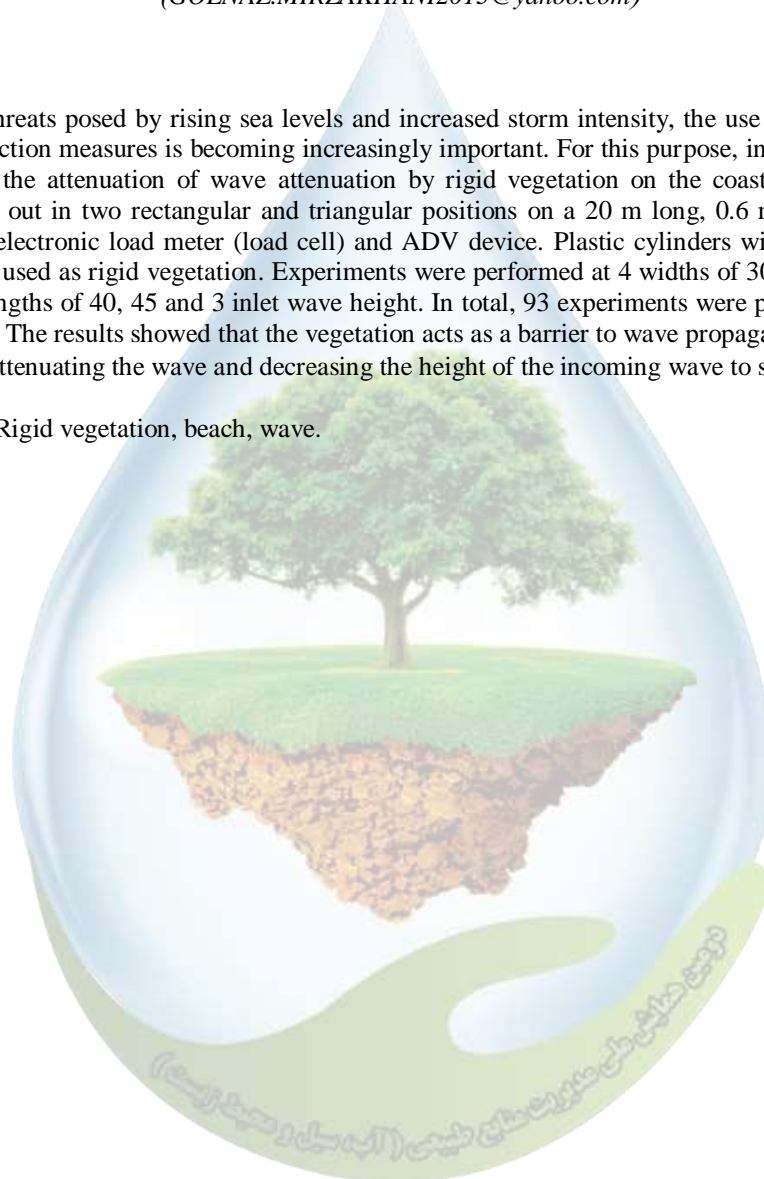
**Golnaz Mirzakhani<sup>1,\*</sup>, Elham Ghanbari Adivi<sup>2</sup>, Rohollah Fatahi Nafchi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Student, Masters of Aquatic Structures, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, <sup>2</sup> Assistant Professor, Aquatic Structures, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, <sup>3</sup> Associate Professor, Hydraulics, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University  
<sup>1\*</sup>(GOLNAZ.MIRZAKHANI2013@yahoo.com)

**Abstract**

Due to the threats posed by rising sea levels and increased storm intensity, the use of appropriate coastal protection measures is becoming increasingly important. For this purpose, in this study, we investigated the attenuation of wave attenuation by rigid vegetation on the coast. Experiments were carried out in two rectangular and triangular positions on a 20 m long, 0.6 m wide, 0.6 m high height electronic load meter (load cell) and ADV device. Plastic cylinders with diameter of 0.9 cm were used as rigid vegetation. Experiments were performed at 4 widths of 30,45,60 and 15 and cover lengths of 40, 45 and 3 inlet wave height. In total, 93 experiments were performed with no coverage. The results showed that the vegetation acts as a barrier to wave propagation, reducing energy and attenuating the wave and decreasing the height of the incoming wave to shore.

**Keywords:** Rigid vegetation, beach, wave.



### پهنه‌بندی سیلاب رودخانه گرگانرود براساس حریم کمی و کیفی با استفاده از HEC-RAS و GIS

کامران گنجی<sup>۱\*</sup>، سعید قره‌چلو<sup>۲</sup>، احمد احمدی<sup>۳</sup>

دانشجوی کارشناسی ارشد آب و سازه‌های هیدرولیکی، دانشگاه صنعتی شاهرود<sup>۱\*</sup>؛ استادیار دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شاهرود<sup>۲</sup>؛

دانشیار دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شاهرود<sup>۳</sup>

kamraneganji@gmail.com<sup>\*۱</sup>

#### چکیده

شهرستان آق‌قلا به دلیل عبور رودخانه گرگانرود از محدوده شهری همواره شاهد سیلاب‌های مخربی از جمله سیلاب بهار ۱۳۹۸ بوده است. به منظور شبیه‌سازی سیلاب اخیر در نرم افزار HEC-RAS مشخصات توپوگرافی به کمک نقشه DEM منطقه بدست آمد و ۳۷ مقطع عرضی در از روستای سلاق یلقی تا انتهای شهر آق‌قلا ترسیم گردید و همچنین مقادیر دبی پیک سیلاب برای دوره بازگشت‌های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ ساله برای شبیه‌سازی جریان سیلاب با توجه به گزارشات اداره آبخیز داری استان گستان وارد گردید؛ مساحت پهنه‌های سیلاب بهار ۱۳۹۸ براساس حریم کمی و کیفی رودخانه گرگانرود که به ترتیب ۲۰ و ۱۵۰ متر در نظر گرفته شدند محاسبه گردید. مساحت پهنه‌ی سیلاب برای دوره بازگشت‌های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ ساله به ترتیب برابر ۵/۵۸، ۶/۸۲، ۷/۱۳، ۷/۸۰ کیلومترمربع برای حریم کیفی ۱۵۰ متری رودخانه، و ۴/۸۹، ۶/۰۲، ۶/۲۸، ۷/۰۷۵ کیلومترمربع برای حریم کمی ۲۰ متری رودخانه گرگانرود برآورد گردیدند. بیشترین مساحت پهنه‌های سیلاب مربوط به هشت مقطع اول رودخانه که در حدفاصل روستای سلاق یلقی تا شهر آق‌قلا قرار دارد می‌باشد.

واژگان کلیدی: آق‌قلا، پهنه‌بندی، سیلاب، گرگانرود، HEC-RAS، GIS.

#### ۱- مقدمه

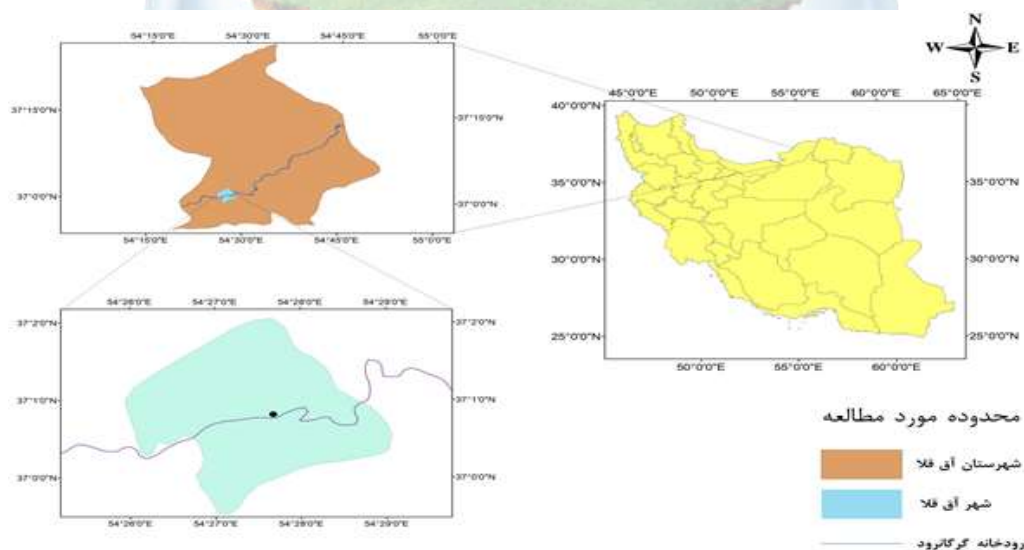
زمانی که فعالیت و تجاوزهای انسان، مخالف طبیعت و تمایلات رژیم پایدار رودخانه باشد، رودخانه غلبه پیدا کرده و بدین ترتیب فهم روابط بین پارامترهای متغیر و مؤثر در فرایند تغییرشکل، اندازه و ابعاد رودخانه اهمیت زیادی پیدا می‌کند (۱). تاکنون تعاریف متعددی برای سیل مطرح شده که هر یک از آن‌ها ویژگی متفاوتی از سیل را برای اهداف خاص بیان می‌کند. برخی از سیل‌ها فصلی هستند به طوری که در فصل‌های خاصی از سال مقادیر قابل توجهی آب حاصل از بارش و ذوب برف به سرعت وارد کانال‌ها و روخانه‌های موجود در حوزه‌ها می‌شوند. برخی دیگر از سیل‌ها ناگهانی بوده به گونه‌ای که بعد از بارندگی‌های شدید و یا تخریب سازه‌های آبی یا سرریز شدن سدها بوقوع می‌پیوندد و باعث طغیان رودخانه‌ها شده و خسارات سنگینی را بوجود می‌آورند (۲). پیش‌بینی رفتار هیدرولیکی رودخانه‌ها در مقابل سیلاب‌های احتمالی برای کاهش خسارات وارده بر مناطق شهری و روستایی، تاسیسات در حال ساخت، مزارع و سایر کاربری‌های موجود، در اطراف رودخانه دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشند (۳). بنابراین پهنه‌بندی سیلاب و شناسایی مناطق در معرض خطر سیل، به‌عنوان یک ابزار اساسی برای برنامه‌ریزی مدیران که در ارائه الگوهای مناسب برای کاهش خطر شهرها و روستاهایی که در فاصله نزدیک به رودخانه‌ها قرار دارند و در دوره بازگشت‌های کوتاه مدت سیل دائماً در معرض خطر سیلاب قرار دارند بسیار سودمند می‌باشد (۴). در زمینه کنترل و پهنه‌بندی سیلاب رودخانه‌ها محققین زیادی در داخل و خارج از کشور به تحقیق پرداخته اند از جمله می‌توان

به چند مورد اشاره کرد. کمی اوپلی و همکاران (۱۳۸۹) اقدام به پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل HEC-RAS در رودخانه ی کارون حدفاصل بند قیر تا اهواز در طول ۴۳ کیلومتر و برای دوره بازگشت‌های ۲۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ ساله اقدام نمودند (۵). غفاری و امینی (۱۳۸۹) اقدام به پهنه‌بندی سیل با استفاده از HEC-RAS و نرم افزار GIS در بازه‌ی ۴/۵ کیلومتری در رودخانه قزل اوزن پراختند و به این نتیجه رسیدند که ۸۶/۱۴ درصد از کل سطح سیل‌گیر را سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله فرا می‌گیرد (۶). حجازی و همکاران (۱۳۹۸) اقدام به پهنه‌بندی خطر وقوع سیل در حوضه آبریز ورکش‌چای با استفاده از مدل HEC-RAS و الحاقیه HEC-GEORAS برای دوره بازگشت‌های ۲۵ و ۵۰ ساله کردند و به این نتیجه رسیدند که ۱۰۰ کیلومتر از مساحت کل حوضه آبریز تحت تأثیر سیلابی با دوره بازگشت ۵۰ ساله قرار می‌گیرد (۷). در تحقیق حاضر پهنه‌های سیلاب بهار ۱۳۹۸ رودخانه گرگانود براساس حریم کمی و کیفی آن با استفاده از تصاویر ماهواره سنتینل-۲ که حاصل بارش با دوره بازگشت ۵۰ ساله بود محاسبه گردید و همچنین پهنه‌های سیلاب با دوره بازگشت‌های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ ساله با استفاده از نرم افزار HEC-RAS و افزونه HEC-GEORAS در نرم افزار GIS شبیه‌سازی شد و مساحت پهنه‌های سیلاب براساس دوره بازگشت‌های مذکور محاسبه گردید.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- محدوده مورد مطالعه

شهر آق‌قلا در استان گلستان و مرکز شهرستان آق‌قلا می‌باشد، که در محدوده مختصات جغرافیای ۳۷ درجه شمالی و ۵۴ درجه شرقی قرار داد. شهرستان آق‌قلا در طرفین رودخانه گرگانود و در شمال شهر گرگان قرار دارد (ویکی‌پدیا، آق‌قلا). این رودخانه با طول حدود ۲۵۰ کیلومتر و با حوزه آبریز ۱۰۲۵۰ کیلومترمربع از دامنه‌های شمالی البرز شرقی و دامنه‌های غربی ارتفاعات استان خراسان شمالی سرچشمه می‌گیرد و پس از عبور از شهرهای گنبد کاووس و آق‌قلا در غرب خواجه نفس با تشکیل دلتای بزرگی به دریای خزر می‌ریزد. متوسط آبدهی سالانه آن حدود ۹۲۰ میلیون مترمکعب می‌باشد (گزارشات آب منطقه‌ای استان گلستان، ۱۳۹۶).



شکل ۸- محدوده جغرافیایی شهرستان آق‌قلا و رودخانه گرگانود

### ۲-۲- داده‌های مورد استفاده

به منظور پهنه‌بندی سیلاب رخ داده در بهار ۱۳۹۸ استان گلستان، تصاویر ماهواره‌ای اپتیکی سنتینل-۲ از سایت USGS برای تاریخ مورد نظر دانلود گردید، سپس با استفاده از نرم افزار ENVI 5.3 تصحیحات رادیومتریکی و اتمسفری بر آنها اعمال شد و در نهایت پهنه‌های سیلاب در تاریخ شانزدهم فروردین ۱۳۹۸ بدست آمد. پهنه‌های سیلاب بدست آمده وارد نرم افزار GIS گردید و لایه وکتوری آن ایجاد شد.

لایه‌ی DEM منطقه با رزولوشن ۱۲/۵ متر از سایت AFS.ALASKA دانلود گردید و به کمک افزونه HEC-GEORAS که در نرم افزار GIS نصب گردید، لایه TIN منطقه ساخته شده و مسیر رودخانه و سواحل سمت چپ و راست رودخانه گرگانرود براساس حریم کمی و کیفی آن مشخص گردید و لایه وکتوری آن ایجاد شد. لایه‌های وکتوری محدوده‌ی سیاسی شهرستان و شهر آق‌قلا و همچنین حریم کمی و کیفی براساس گزارشات آب منطقه‌ای استان گلستان که به ترتیب ۲۰ و ۱۵۰ متر بود با استفاده از نرم افزار Google Earth بدست آمد.

### ۲-۳- شبیه‌سازی سیلاب در HEC-RAS

بعد از خروجی گرفتن از HEC-GEORAS آنرا در نرم افزار HEC-RAS 4.1 فراخوانی می‌کنیم، تمام مشخصات مدلسازی شده رودخانه وارد نرم افزار می‌شود. ۳۷ مقطع عرضی در محدوده شهری رودخانه گرگانرود ایجاد شد. دو پل فلزی و یک پل آجری در محدوده شهری رودخانه گرگانرود قرار دارد که در قسمت Geometry ترسیم گردیدند.

ضریب مانینگ یک فاکتور بسیار مهم در شناسایی سطح آب در رودخانه‌ها می‌باشد که به عوامل بسیاری از جمله زبری سطوح، پوشش گیاهی، شرایط نامنظمی هندسی رودخانه، تراز رودخانه، سایز و شکل رودخانه، شرایط رسوب رودخانه، تغییرات حرارتی فصلی و مواد معلق جامد در بستر رودخانه و ... بستگی دارد (۸). مقادیر ضریب مانینگ برای سواحل سمت چپ و راست رودخانه با توجه به بازدیدهای میدانی و نشریه ۶۸۸ و به کمک کتاب چاو بدست آمد. این ضرایب در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول ۲- مقادیر ضرایب مانینگ

LOB	Channel	ROB	سواحل سمت چپ و راست و بستر رودخانه
۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۵	ضریب زبری مانینگ



شکل ۹- پوشش گیاهی قسمتی از رودخانه گرگانرود

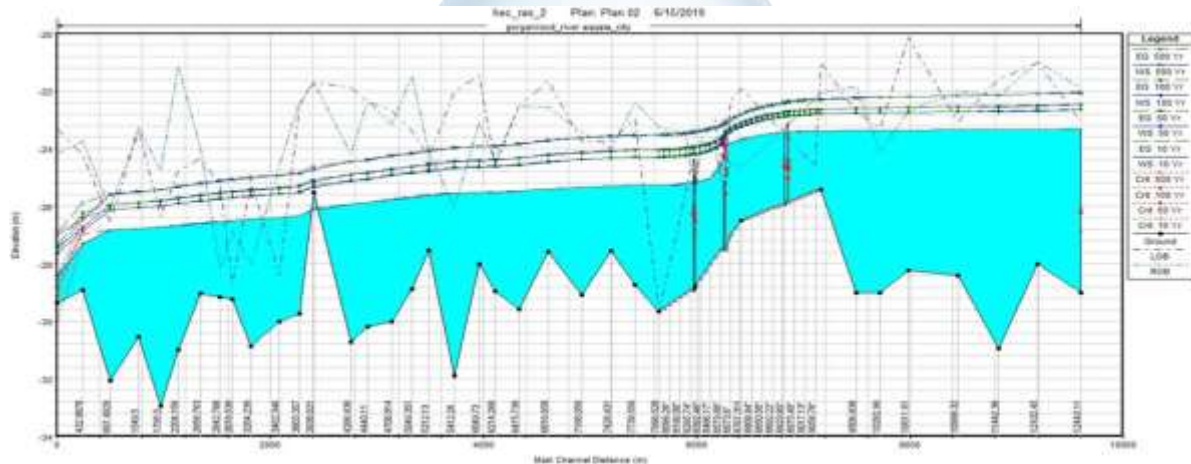
پس از وارد کردن مقاطع عرضی مقادیر ضریب مانینگ رودخانه اصلی و سیلاب‌دشت‌های چپ و راست تعریف شد. بدلیل اینکه اطلاعات کافی از شرایط جریان و شرایط مرزی جریان در دسترس نبود، جریان در حالت دائمی مدل شبیه‌سازی گردید. با در نظر گرفتن جریان به صورت یکنواخت شیب کف رودخانه، شیب سطح آب و شیب خط انرژی یکسان فرض شده و جریان به صورت زیربهرانی مدل شد. سپس دبی‌ها با دوره بازگشت‌های مختلف در آبراهه اصلی وارد گردید. براساس آمار شرکت آب منطقه‌ای گلستان دبی پیک اندازه‌گیری شده در ایستگاه هیدرومتر آق‌قلا برای سیلاب ۱۳۹۸ برای دوره بازگشت ۱۰ و ۵۰ ساله به ترتیب برابر ۳۷۸,۲ و ۷۹۳,۵ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد و دبی پیک سیلاب برای دوره بازگشت‌های ۱۰۰ و ۵۰۰ ساله

به ترتیب برابر ۹۳۵٫۸ و ۱۲۸۶٫۸ مترمکعب بر ثانیه می باشد، که در این تحقیق با استناد به این آمارها شبیه سازی سیلاب انجام شده است. با در نظر گرفتن عمق نرمال به عنوان شرایط مرزی که براساس شیب رودخانه و عمق جریان بالادست و پایین دست بدست می آید، می توان با تقریب خوبی از شیب متوسط بالادست و پایین دست رودخانه استفاده نمود که در این تحقیق شیب متوسط کف کانال برای بالادست و پایین دست به ترتیب ۰٫۰۳ و ۰٫۰۱ اعمال گردید.

### ۳- نتایج و بحث

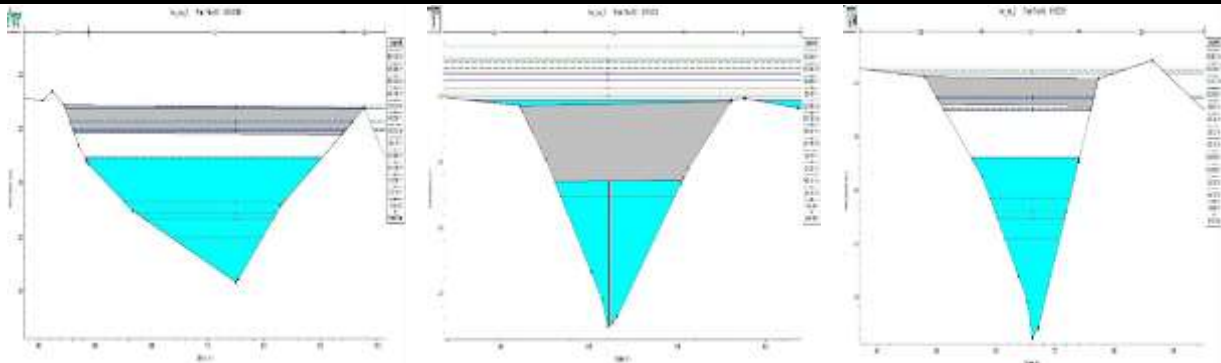
#### ۳-۱ نتایج حاصل از شبیه سازی سیلاب رودخانه در HEC-RAS

با اجرای مراحل ذکر شده در هر مقطع، بسیاری از خصوصیات از جمله رقوم سطح آب به ازای دبی در دوره بازگشت ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ ساله، پروفیل سطح آب در هر بازه، نحوه توزیع سرعت، منحنی سنجه دبی، عمق بحرانی جریان، سطح و محیط خیس شده، شعاع هیدرولیکی، میانگین عمق، عدد فرود و رژیم جریان در مقاطع مختلف را استخراج کردیم. برای مثال پروفیل طولی بستر و سطح جریان برای دوره بازگشت های ذکر شده در شکل ۳ نمایش داده شده است.



شکل ۱۰- پروفیل طولی مسیر رودخانه، عمق بحرانی، تراز سطح آب و تغییرات انرژی برای دوره بازگشت های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ ساله

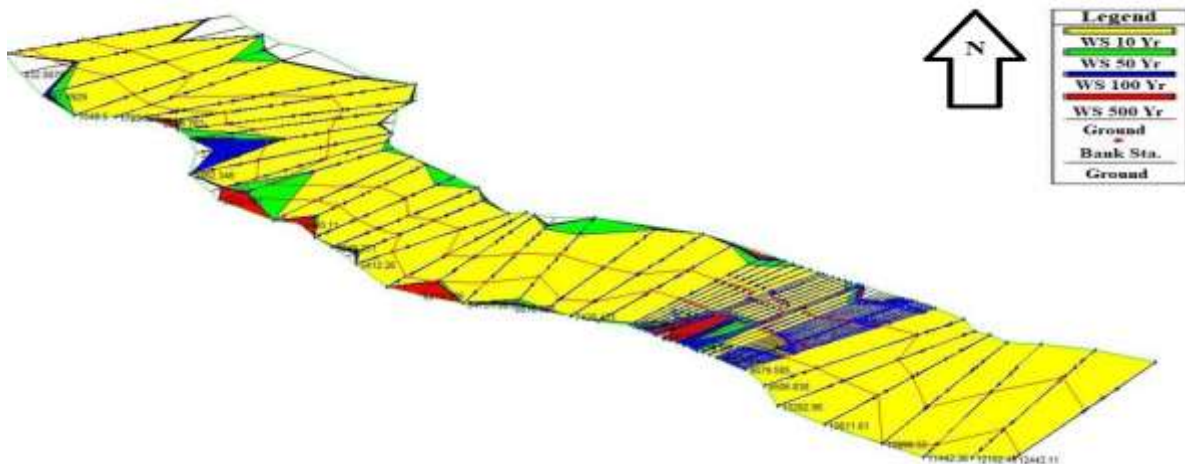
شکل ۳، پروفیل طولی ۱۰ کیلومتر از رودخانه گرگانود که از شهر آق قلا عبور می کند را نمایش می دهد. تراز رودخانه در مقطع اول تقریباً برابر ۲۹- متر و تراز رودخانه در مقطع آخر برابر ۳۰- متر می باشد. همانطور که در شکل ۳ مشخص می باشد در طول حدود ۱۰ کیلومتر از رودخانه گرگانود شیب شرقی- غربی بسیار کمی وجود دارد، که این موضوع خود باعث عدم حرکت سیلاب شده و در مقطعی که پل وجود دارد مخصوصاً پل تاریخی آق قلا به دلیل وجود دهانه های کوچک تراز سطح آب به ناگهان افزایش پیدا می کند. شکل ۴ مقاطع عرضی پل هایی است که از بر روی رودخانه گرگانود در محدوده شهری ایجاد شده اند، دو پل فلزی و یک پل آجری تاریخی آق قلا در محدوده شهری بر روی رودخانه گرگانود مدل گردید.



شکل ۱۱ - مقاطع عرضی پل‌های موجود بر رودخانه گرگانرود، تصویر وسط پل تاریخی آق قلا و تصاویر چپ و راست پل‌های فلزی

### ۲-۳ پهنه بندی سیلاب رودخانه براساس حریم کمی و کیفی در GIS

با ارسال نتایج حاصل از HEC-RAS به GIS در این نرم افزار امکان نمایش مناطق سیل گیر اطراف رودخانه و اراضی تحت تأثیر سیل را به خوبی امکان پذیر می کند و می توان حریم اطراف رودخانه را از زوایای مختلف مورد بررسی قرار دارد و نتیجه گیری کرد. شکل ۵ پهنه های سیلاب رودخانه گرگانرود را در طول حدود ۱۰ کیلومتر که در محدوده شهری قرار دارد را نمایش می دهد.



شکل ۵- پهنه های سیلاب برای دوره بازگشت های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ ساله

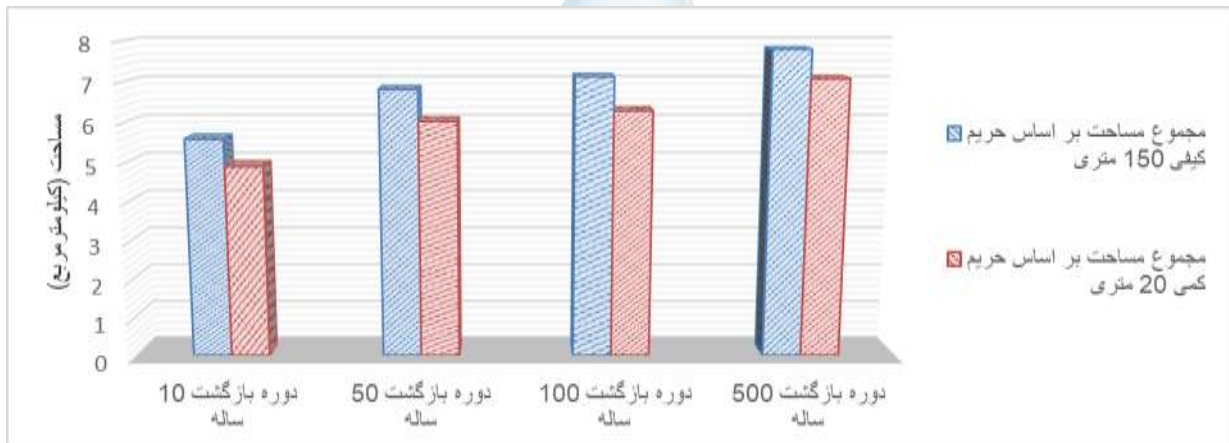
با توجه به افزایش دوره بازگشت سیلاب، بر مقدار دبی عبوری رودخانه افزوده شده و به تبع آن میزان آبگرفتگی و مساحت تحت پوشش سیلاب افزایش یافته. در سیلاب بهار ۱۳۹۸ آق قلا مقدار مساحت های سیلاب برای دوره بازگشت های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ ساله محاسبه شد. مقدار مساحت سیلاب در سواحل سمت چپ و راست رودخانه براساس حریم (کمی) ۲۰ متری و (کیفی) ۱۵۰ متری (رودخانه گرگانرود) در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۳- مساحت پهنه های سیلاب براساس حریم کمی و کیفی رودخانه گرگانرود برای دوره بازگشت ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ ساله

دوره بازگشت ۵۰۰ ساله	دوره بازگشت ۱۰۰ ساله	دوره بازگشت ۵۰ ساله	دوره بازگشت ۱۰ ساله	مساحت سیلاب
۷/۷۹۷۳۲۶	۷/۱۲۳۱۱۳	۶/۸۱۱۳۴۲	۵/۵۷۳۰۶۱	حریم کمی ۲۰ متری (کیلومتر مربع)

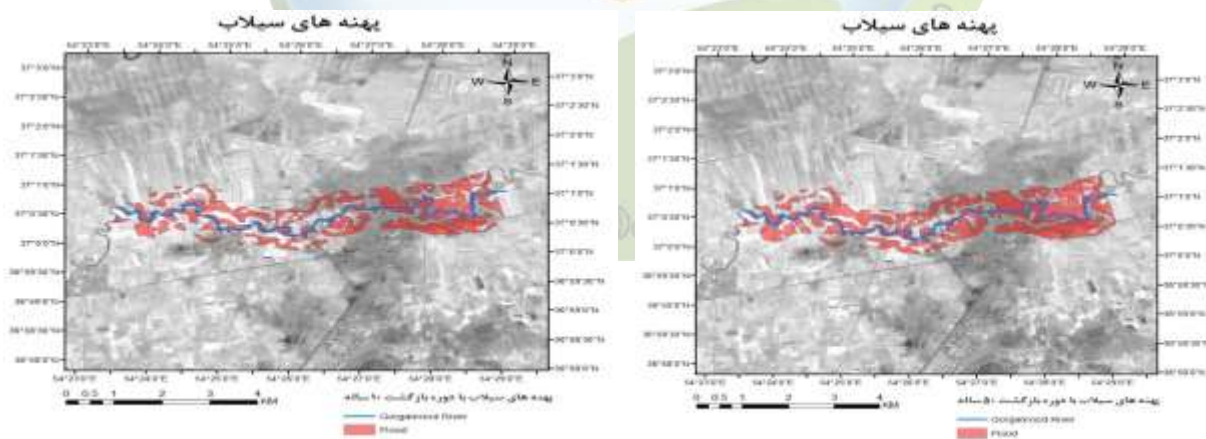
۷/۰۷۴۹۲۶	۶/۲۷۷۰۹۷	۶/۰۱۵۲۹۱	۴/۸۸۱۲۵۵	حریم کیفی ۱۵۰ متری (کیلومتر مربع)
----------	----------	----------	----------	--------------------------------------

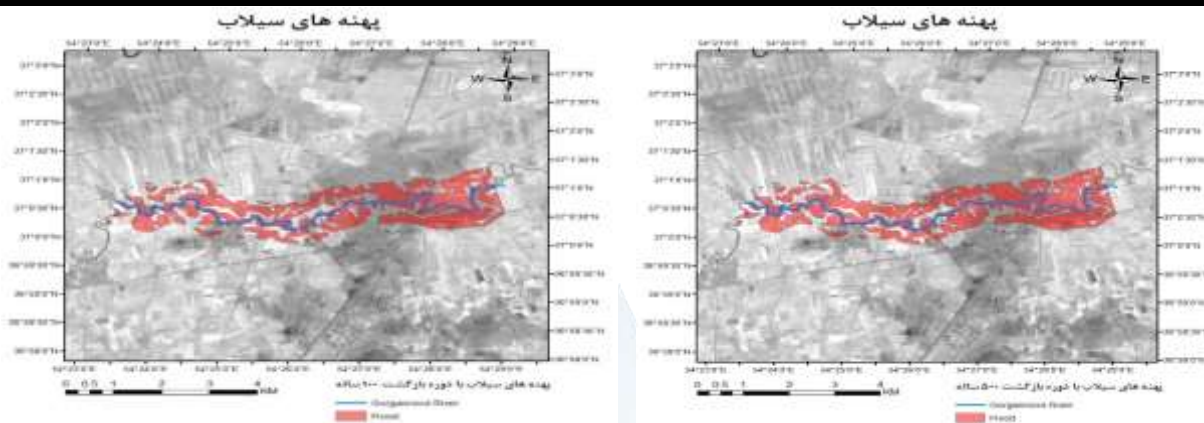
تحلیل های صورت گرفته بر روی گرافها نشان می داد که سرعت جریان در سیلاب دشت سمت راست با توجه به اینکه شیب آن از سیلاب دشت سمت چپ بیشتر است سرعت جریان بیشتر می باشد. بیشترین سرعت جریان در سیلاب دشت سمت راست در ابتدای رودخانه گرگانرود که ورودی شهر آق قلا می باشد حدود ۳,۹۵ متر بر ثانیه و در آبراهه اصلی بیشترین سرعت ۲,۲ متر بر ثانیه و کمترین سرعت در سیلاب دشت سمت چپ که ۱,۳۵ متر بر ثانیه می باشد. پهنه های سیلاب در شمال شهر آق قلا مربوط به خارج شدن سیلاب از بستر رودخانه در شرق شهر آق قلا می باشد که به علت شیب زمین های اطراف به سمت محیط شهری از شمال شهر آق قلا وارد محیط شهری شده است.



شکل ۱۲- مقایسه مساحت پهنه های سیلاب براساس دوره بازگشت و حریم کیفی

با توجه به اینکه جریان سیلاب در کانال های طبیعی یک جریان غیریکنواخت و غیردائم می باشد، لذا مقدار دبی و مقدار عدد فرود در مقاطع مختلف کانال متفاوت بوده، با تحلیل پروفیل جریان مشخص شد در بیشتر مقاطع عدد فرود کمتر از ۱ می باشد که نشان دهنده جریان زیربحرانی ( $Fr < 1$ )، و تنها در ۲۰۰ متر ابتدای کانال مدل سازی شده عدد فرود نزدیک به بحرانی ( $Fr = 1$ ) بود. پهنه های سیلاب با توجه به حریم ۱۵۰ متری رودخانه گرگانرود در محدوده شهری برای دوره بازگشت های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ ساله در شکل ۷ نشان داده شده است.





شکل ۱۳- پهنه های سیلاب براساس حریم کمی و کیفی رودخانه گرگانرود برای دوره بازگشت های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ ساله

### ۳-۳ جمع بندی

پهنه های سیلاب بدست آمده در دوره بازگشت های ۱۰ و ۵۰ ساله در صورتی که بستر رودخانه لایروبی شده باشد، سیلاب از بستر رودخانه خارج نمی شود و در تنها در دوره بازگشت های ۵۰ ساله به بالا سیلاب از بستر رودخانه خارج شده و وارد حریم رودخانه می گردد. بیشترین حجم سیلاب وارد شده در محدوده شهری از ناحیه شمالی شهر آق قلا می باشد که از ناحیه خارج از شهر رودخانه گرگانرود وارد محیط شهری شده است؛ لذا بیشتر حجم سیلاب در ناحیه خارج از شهر از بستر خارج شده و در محدوده شهری رودخانه گرگانرود وارد نشده و همچنین با توجه به بسترسازی و دیواره سازی صورت گرفته در محیط شهری رودخانه گرگانرود، این ناحیه در برابر سیلاب ۵۰ ساله به بالا دچار مشکل شده و باید مسیر رودخانه در خارج از محدوده شهری علی الخصوص در محدوده شرقی شهر آق قلا در حد فاصل روستای سلاق یلقی تا روستای گنگیرما در برابر سیلاب مقاوم سازی شود.

### ۴- منابع و مراجع

۱. بهبهانی، م. ر. ۱۳۸۰. هیدرولوژی آب های سطحی، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۸۴ ص.
۲. مهدوی، م. ۱۳۸۲. هیدرولوژی کاربردی، چاپ سوم، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۱ ص.
۳. عسگری، ش.، احمدی، م.، همتی، م. ۱۳۹۴. فرسایش کناری روخانهی چرداول با استفاده از مدل HEC\_RAS و GIS. مجله تحقیقات جغرافیایی، شماره ۳۰، ۷۱-۸۰ ص.
۴. افتخاری، ر.، صادقلو، ع.، احمدآبادی، ط. ۱۳۸۹. ارزیابی پهنه بندی روستاهای در معرض خطر سیلاب با استفاده از مدل HEC-GEORAS در محیط GIS مطالعه موردی: روستاهای حوضه گرگانرود، نشریه توسعه محلی، شماره ۱، ۱۵۷-۱۸۲ ص.
۵. قمی اوپلی، ف.، صادقیان، م. ص.، جاوید، ا. ح.، میرباقری، ا. ۱۳۸۹. شبیه سازی پهنه بندی سیل با استفاده از مدل HEC-RAS (مطالعه موردی: رودخانه کارون حدفاصل بند قیر تا اهواز)، فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، سال پنجم، شماره اول، ۱۰۶-۱۱۵ ص.
۶. غفاری، گ.، امینی، ع. ۱۳۸۹. مدیریت دشت های سیلابی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعه موردی: رودخانه قزل اوزن)، فصلنامه علمی - پژوهشی فضای جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، سال دهم، شماره ۳۲، ۱۱۷-۱۳۴ ص.
۷. حجازی، ا.، خدایی قشلاق، ف.، خدایی قشلاق، ل. ۱۳۹۸. پهنه بندی خطر وقوع سیلاب در حوضه آبریز ورکش چای با استفاده از مدل HEC-RAS و الحاقیه ی HEC-GEORAS، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال نوزدهم، شماره ۵۳، ۱۳۷-۱۵۵ ص.
۸. Chow, V.T., 1959. Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill Book Company, NY.





## Gorganrood River Flood Mapping Based On Quantitative and Qualitative Buffer Zone Using HEC-RAS and GIS

Kamran Ganji<sup>1,\*</sup>, Saeid Gharechelou<sup>2</sup>, Ahmad Ahmadi<sup>3</sup>

<sup>1,\*</sup> M-Sc. Water and Hydraulic Structure, Shahrood University of Technology

<sup>2</sup> Assistant Professor, Faculty of Civil Engineering, Shahrood University of Technology

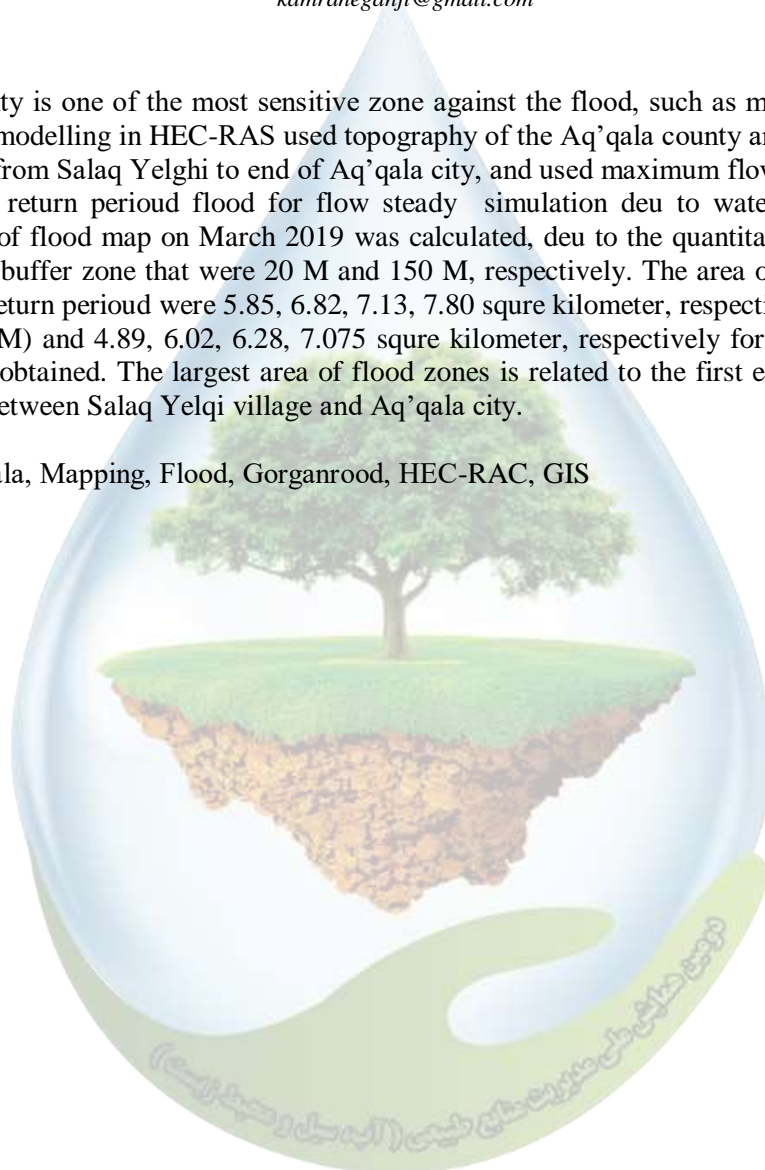
<sup>3</sup> Associate Professor, Faculty of Civil Engineering, Shahrood University of Technology

<sup>1,\*</sup> kamraneganji@gmail.com

### Abstract

The Aq'qala county is one of the most sensitive zone against the flood, such as march 2019 flooding events. For flood modelling in HEC-RAS used topography of the Aq'qala county and has been drawn 37 cross sections from Salaq Yelghi to end of Aq'qala city, and used maximum flow rate discharge for 10, 50, 100, 500 return period flood for flow steady simulation deu to watershed management reports. The area of flood map on March 2019 was calculated, deu to the quantitative and qualitative Gorganrood river buffer zone that were 20 M and 150 M, respectively. The area of flood mapped for 10, 50, 100, 500 return period were 5.85, 6.82, 7.13, 7.80 squire kilometer, respectively for qualitative buffer zone (150 M) and 4.89, 6.02, 6.28, 7.075 squire kilometer, respectively for quantitative buffer zone (20 M) was obtained. The largest area of flood zones is related to the first eight sections of the river, which lies between Salaq Yelqi village and Aq'qala city.

**Keywords:** Aq'qala, Mapping, Flood, Gorganrood, HEC-RAC, GIS



## فرآیندهای تخریب خاک با تاکید بر Soil sealing

ناصر مشهدی<sup>\*۱</sup>

<sup>\*۱</sup> استادیار مرکز تحقیقات بین المللی بیابان، دانشگاه تهران

*nmashhad@ut.ac.ir*

### چکیده

اهمیت خاک به عنوان یک منبع طبیعی همتای هوا و آب شناخته شده است. خاک نمایانگر "سرمايه طبیعی" است که ظرفیت اکولوژیکی را به وسیله طیف وسیعی از عملکردها از جمله تولید مواد غذایی و فیبر، تنوع زیستی، خدمات محیط زیستی، لنداسکیپ (چشم انداز) و میراث فرهنگی، مواد اولیه و شرایط توپوگرافی مناسب برای ساختمان سازی، فراهم می کند. پوشاندن خاک توسط مواد غیر قابل نفوذ به عنوان مثال آجر، سنگ، پلاستیک و بتن به طور کلی برای عملکردهای اکولوژیکی خاک مضر است. پوشاندن خاک باعث می شود تبادل انرژی، آب و گاز محدود یا مختل شده و فشار فزاینده ای در مناطق مجاور و غیر پوشانده شده اعمال شود. توسعه شهری به دلیل پوشاندن خاک توسط ساختمان ها، سنگفرش و زیرساخت های حمل و نقل، بزرگترین عامل از دست رفتن خاک را فراهم می آورد. پایش و ارزیابی نرخ ها، انواع و توزیع جغرافیایی مکانی پوشاندن خاک برای درک شدت فشار بر خاک و تأثیر آنها بر روی سیستم های اقتصادی - اجتماعی و محیط زیستی جهانی بسیار مهم است. برای ارزیابی محلی پوشاندن خاک و مداخلات انسانی، در چارچوب برنامه ریزی مدیریت شهری و آب، به داده های کمی مربوط به خصوصیات خاک، اقلیم و چرخه آب احتیاج است. هدف کلی این مقاله، مرور برخی از اشتراک ها در واژه تعریف، پدیدارشناسی، و رویکردهای مدل سازی مفهومی و تجربی برای پوشانده شدن مصنوعی خاک است. همچنین، نشان داده شود که پایش پوشاندن خاک باید به عنوان بخشی از یک طرح ملی پایش خاک و سیاست گذاری مد نظر قرار گیرد.

واژگان کلیدی: Soil sealing، ظرفیت اکولوژیکی، مداخلات انسانی، محیط زیستی.

### ۱- مقدمه

در طول سی سال گذشته، رویکرد تخریب زمین، از تمرکز بر روی خاک به تمرکز بر روی اکوسیستم به عنوان یک کل و از مفهوم محدود تولید (production) به طیف وسیعی از کالا (goods) و ارائه خدمات (services) گسترش یافته است. بر این اساس LADA تعریف تخریب سرزمین را به عنوان "کاهش در ظرفیت سرزمین برای ارائه کالا و خدمات اکوسیستم و تضمین عملکرد آن در طی یک دوره برای بهره بردارن آن است." دانسته است (۱۰).

کرتز (۹) سال ۲۰۰۹، اعتقاد دارد که سه موضوع، فرآیندهای تخریب خاک، تخریب سرزمین و بیابانزایی بطور سلسله مراتب اتفاق می افتد.

فرآیندهای تخریب خاک

فرآیندهای تخریب خاک با روش های متفاوت توسط نویسندگان مختلف گروه بندی شده اند. طبقه بندی عملی تر در زیر

ارائه شده است (۵):

۱- پوشاندن خاک (خفه و قطع ارتباط خاک) Soil sealing

۲- فرسایش خاک Soil erosion

۳- آلودگی خاک Soil Pollution

۴- شورشدگی خاک Salinity

۵- تراکم خاک - فشردگی خاک Soil compaction

### ۱-۱- تخریب سرزمین

سرزمین تحت تخریب به طور معمول از سه مرحله عبور می کند (۴):

تخریب طبیعی (Natural degradation)، تخریب اجباری (Induced degradation) و بیابان زایی (Desertification).

با توجه به اهمیت موضوع Soil sealing در حال حاضر و معضل آن در تمامی کشورها بویژه در کشورهای در حال توسعه

به آن پرداخته می شود.

### ۱-۲- تعریف خفه کردن خاک (Soil sealing)

خفه کردن خاک، پوشاندن خاک توسط یک لایه از مواد نفوذ ناپذیر است. مواد غیر قابل نفوذ می توانند به عنوان مثال

آجر، سنگ، پلاستیک و بتن باشند (۲۲). Soil sealing به طور عمده از طریق توسعه شهری توصیف می شود، اما این توصیف را

نمی توان برای Soil sealing کافی دانست. به عبارتی پوشیده شدن خاک توسط مواد گوناگون دارای اثرات متفاوت در Soil

sealing هستند (۲۱). به همین خاطر برای ارزیابی Soil sealing، میزان نفوذپذیری خاک بیشتر مد نظر قرار می گیرد. بنابراین،

سطوح مختلف به عنوان مثال باغها، خاکهای جابجا شده و کوبیده شده، جادهها، ساختمانها و سطوح پارکینگها و ... دارای

درجه مختلفی از Soil sealing هستند (شکل ۱).



شکل ۱: نمونه ای از سرزمین با پوشاندن شدن خاک با جاده، خاک فشرده کنار جاده و خاک طبیعی و درجات مختلف پوشش

روستایی و شهری

### ۱-۳- علل soil sealing

اصلی ترین علت soil sealing در ارتباط با تراکم جمعیت است، اما تغییرات رفتاری در شهرنشینی، مانند گسترش عرضی

شهری و پیاده روهای عریض با درخت و ... می تواند در کیفیت و کمیت soil sealing تأثیرگذار باشد (۱۶). مطالعات نشان داده

که در چندین کشور اروپایی، گسترش و گرفتن زمین توسط انسان، سریعتر از رشد جمعیت، در حال انجام است. مجارستان و

پرتغال نمونه هایی از کشورهایی هستند که غصب زمین در حال افزایش است، اگرچه جمعیت آنها در حال کاهش است (۱۴).

بنابراین، میزان گسترش زمین برای شهرنشینی را نمی توان به عنوان یک معیار برای soil sealing استفاده کرد.

داشتن خودرو در دهه های گذشته به طور نمادین افزایش و در نتیجه، تقاضا برای پارکینگ نیز افزایش یافته است. این

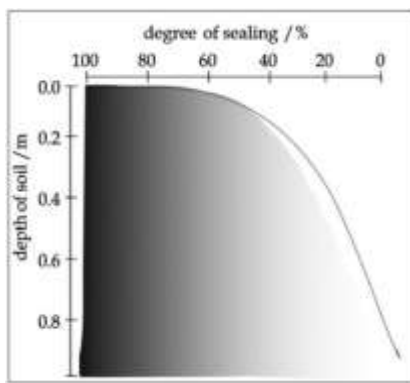
بدین معنا است که سطح بیشتری از خاک برای ایجاد پارکینگها به غیر از پارکینگهای خیابانی باید پوشیده شود.

#### ۴-۱- پیامدهای soil sealing بر عملکرد خاک

پوشاندن خاک soil sealing با توجه به عملکرد آن، عواقب جدی برای محیط زیست دارد. واکنش‌های شیمیایی و تبادل آب، گازها، ذرات و انرژی بین خاک و بخش‌های دیگر (مانند جو) با یک سطح پوشیده شده مختل می‌شوند و تغییر می‌کنند. (۳، ۱۳، ۸) (شکل ۲). تغییر عملکرد خاک باعث افزایش رواناب، گرمایش شهری، از دست رفتن تنوع زیستی و کاهش سلامت انسان می‌شود (۱۶).

#### ۵-۱- تأثیر در انتقال انرژی و تبادل گازی

پوشاندن خاک با مواد بیرونی exogenous می‌تواند در تبادل حرارتی و گازی زمین با جو تأثیر زیادی داشته باشد (شکل ۳).



شکل ۳: مدلی برای شدت و محدوده تأثیر درصد پوشاندن خاک بر عمق تبادل گازی (۱۹)



شکل ۲: اثرات پوشاندن خاک (۱۱)

این عمل می‌تواند روی خصوصیات حرارتی خاک (۱۵)، تبادل حرارت بین سطح و عمق خاک (۶)، فرآیندهای شیمیایی جذب مولکولهای آلی بر روی سطوح معدنی (۱۷)، عدم تجزیه مواد تجزیه شونده با دما (۲) و همچنین روی آلبدو (بازتابش) زمین، میکروکلیمای به خصوص در شهر و افزایش چشمگیر درجه حرارت، و در مناطق سرد سیر روی لایه‌های یخ زده قدیمی تأثیر گذارد.

#### ۶-۱- تعادل و تراز آب

زمانی که خاک پوشانده می‌شود، خاک نسبت به جریان آب نفوذ ناپذیر شده و به طور جدی هیدرولوژی خاک را تغییر می‌دهد. بنابراین تأثیر منفی بر واکنش‌های شیمیایی در خاک، کمبود آب در مناطق شهری و در نهایت آب کمتری برای پوشش گیاهی و سایر موجودات در خاک در دسترس قرار می‌گیرد (۱۶). پوشاندن خاک، حجم رواناب و پیک دبی را در پی خواهد داشت. این امر سرعت و مقدار رواناب را در مناطق اطراف زیاد، و باعث افزایش خطر فرسایش و تخریب می‌شود (۱۸).. افزایش سطوح غیر قابل نفوذ، با افزایش حجم آب‌های سطحی، احتمال افزایش خطر سیلاب شهری (۱۲) و افزایش فشار بر سیستم‌های فاضلاب (۱۶) را زیاد می‌کند.

#### ۷-۱- ایجاد جزایر گرمایی شهری Urban Heat Islands

دما در مناطق شهری عموماً بالاتر از مناطق خارج از شهر است. این مناطق گرم شهر، جزایر گرمایی شهری (UHI) نامیده می‌شود. گرمایش شهری، تفاوت بین درجه حرارت در یک نقطه خاص در یک شهر و درجه حرارت دقیقاً همان نقطه در خارج شهر تعریف شده است. به لحاظ منطقی، گرمایش شهری، به طور مستقیم نمی‌تواند اندازه گیری شود، اما با استفاده از یک نقطه مرجع در نزدیکی یک شهر برآورد شود (۲۰).

### ۱-۸- از دست رفتن تنوع زیستی

شهرنشینی در واقع یک عامل مهم همگن سازی بیولوژیکی باید در نظر گرفته شود. شهرنشینی به طور کلی منجر به از دست دادن تنوع زیستی می‌شود. بطوریکه زیستگاه طبیعی حذف شده و یا توسط پیاده رو و ساختمان سازی پوشانده می‌شوند. خاک‌های باقی مانده طبیعی در مناطق شهری اغلب با گونه‌های غیربومی پوشانده می‌شوند که در این صورت بر گونه‌های بومی تسلط و آنها را از بین می‌برند. soil sealing همچنین منجر به تکه تکه کردن زیستگاه گونه‌ها می‌شود که به طور غیر مستقیم باعث از دست رفتن تنوع زیستی می‌شود (۱۶). علاوه بر این، دمای بالاتر ناشی از مواد ساخته شده در مناطق شهری بر زندگی حیوانات و گیاهان تأثیر می‌گذارد.

### ۱-۹- تعیین درجه پوشاندن خاک

غالباً از روش درجه بندی شهری برای تخمین میزان پوشیده شدن خاک استفاده می‌شود. در این روش، فضاهایی همگن برای شهر (بسته به نوع سبک استفاده، موقعیت خاک و آب زیرزمینی) انتخاب می‌شود و از مرکز این فضا به خارج و به طرف پیرامون بررسی صورت می‌گیرد. درون این فضا با استفاده از الگوهای مختلف کاربری یک تعریف منطقی شکل می‌گیرد که نماینده‌ای برای دامنه ویژگی‌ها و توسعه آن واحد است. برای اندازه گیری‌ها ویژگی‌های هر واحد می‌توان از عکس‌های هوایی، سنجش از دور و بازدیدها زمینی استفاده کرد. یکی از روشهای طبقه بندی در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱: طبقه بندی مناطق شهری در کلاس‌های پوشیده شدن (۱)

کد کلاس پوشیده شدن	در صد کلاس پوشیده شدن	ویژگی‌های محل
I	۵۰ - ۱۰	پوشیده شدن کم تا متوسط، خانه‌های با یک خانواده (خانه‌های ویلایی)، مناطق با باغ‌های کوچک، سکونتگاه‌های خطی. میانگین ۳۰ درصد پوشش برای این کلاس.
II	۷۵ - ۴۵	پوشیده شدن متوسط، ساختمان‌های بلوکی (آپارتمان)، مناطق بازسازی پس از جنگ جهانی دوم. میانگین ۶۰ درصد برای این کلاس
III	۹۰ - ۷۰	پوشیده شدن شدید، آپارتمان و برج، مناطق صنعتی قدیمی. میانگین ۸۰ درصد برای این کلاس
IV	۱۰۰ - ۸۵	پوشیده شدن خیلی شدید، آپارتمانهای قدیمی ویران نشده بخش داخلی شهری و مناطق صنعتی جدید که اخیراً ساخته شده یا تغییر کرده‌اند. میانگین ۹۰ درصد برای این کلاس

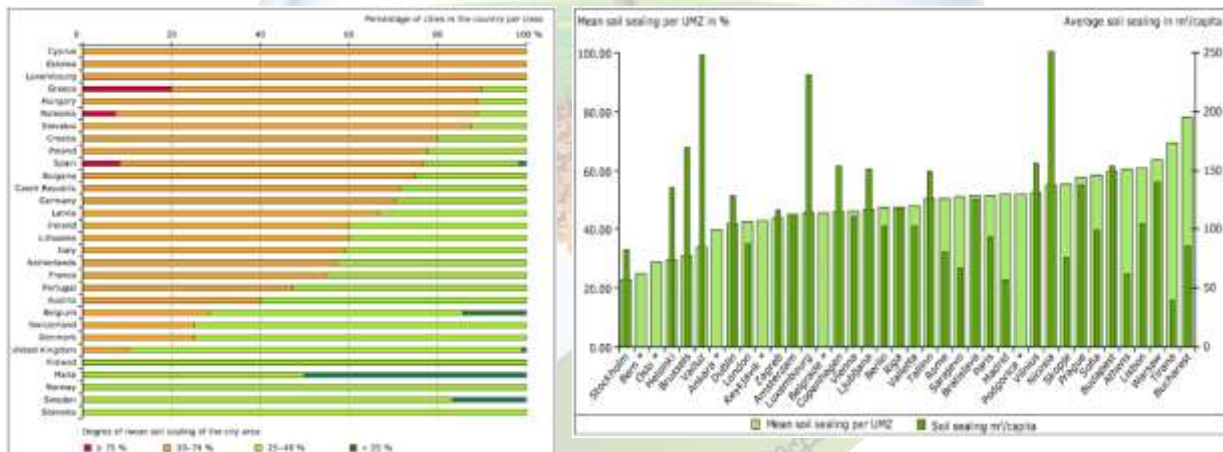
### ۱-۱۰- وضعیت soil sealing در جهان

در سال ۲۰۱۶، FAO به مناسبت روز جهانی خاک نقشه‌ای ارائه داده است که وضعیت soil sealing را مطالعه کرده است. طبق نظر FAO در سراسر جهان، در هر دقیقه، ۱۷ هکتار خاک تحت soil sealing ناشی از گسترش زیر ساخت‌ها است (شکل ۴). همان گونه که شکل ۴ نشان می‌دهد تهدید خاک توسط soil sealing در چهار وضعیت خیلی ضعیف، ضعیف، نسبتاً خوب و خوب و در چهار گرایش در حال بهبود، در حال زوال، متغیر و پایدار می‌باشد که خاور میانه از هر دو جهت، شرایط خیلی ضعیف و گرایش در حال زوال دارد. هدف و شعار FAO برای این موضوع، ارتقاء سیاست‌های جدیدی که به طور ویژه از حفظ / نگهداری مناسب خاک‌های زراعی حمایت کند (۲۳).



شکل ۴: تهدید خاک توسط soil sealing (FAO)

شکل‌های ۵ و ۶ وضعیت soil sealing را در کشورهای اروپایی و پایتخت آنها نشان می‌دهد.



شکل ۶: متوسط soil sealing در کشورهای اروپا

شکل ۵: متوسط soil sealing در پایتخت‌های اروپا

## ۲- نتایج و بحث

با توجه به شرایط موجود، در آینده خیلی نزدیک، بخش اعظم بشریت شهرنشین خواهد بود و پوشاندن، خفه کردن و قطع ارتباط زمین با محیط و اتمسفر همراه با شهرنشینی در مقیاس بی سابقه‌ای در تاریخ بشری اتفاق خواهد افتاد. همانطور که تاریخ بشریت نشان داده، غیرممکن است که فکر کنیم توسعه بشر از رشد شهری جداست. گسترش سریع مناطق شهری و فعالیتهای فشرده زیستی- فیزیکی انسانی به طور قابل ملاحظه‌ای بر خدمات اکوسیستم و محیط زندگی تأثیر می‌گذارد، که در

سالهای اخیر به نگرانی فزاینده ای تبدیل شده است. به دلیل شهرنشینی، لنداسکیپ طبیعی هر منطقه که تحت پوشش اکوسیستم طبیعی قرار دارد به تدریج توسط ساختمانها و سطوح با مواد غیر نفوذپذیر و غالباً مضر متعددی جایگزین می شود. که بارزترین نماد و اصلی ترین خصوصیات شهرنشینی و تغییر لنداکور است. برخی از اثرات منفی پوشاندن و خفه کردن خاک بر عملکرد خاک و محیط شهری از جمله: ایجاد جزایر گرمایی، رواناب آب، انتشار گاز و تنوع زیستی و ... مورد مطالعه و پژوهش زیاد قرار گرفته است ولی بعضی از اثرات همانند اطلاعات مربوط به وضعیت کیفیت خاکها، چرخه بیوژئوشیمی به ویژه چرخه مواد مغذی و مؤلفه بیولوژیکی در مناطق شهری محدود است. بنابراین، بررسی و ارزیابی کمی خصوصیات و فرآیندهای خاکهای پوشیده شده برای حفاظت خاک، مدیریت و احیای خاک ضروری بنظر می رسد.

به این منظور باید اقدامات قانونی و اجرایی برای جلوگیری یا کاهش پوشاندن خاک در منطقه براساس اکوسیستم خاص آن منطقه به ویژه در ایران با تنوع اقلیمی زیاد پیاده شود. این اقدامات شامل اقداماتی است که دولت یا شهروند را موظف به اجرای آن کند. به عنوان مثال براساس گزارش اتحادیه اروپا (کمیسیون اروپا، ۲۰۱۲) برخی اقدامات که توسط شهروندان و بصورت نسبتاً آسان اجرا می شود عبارتند از: در مورد باغچه های جلو پیاده رو خانه ها پیشنهاد شده که سنگفرش های نفوذپذیر پیاده رو به صورت دو خط برای عبور ماشین و بقیه پیاده رو فضای سبز باشد. این عمل ضمن کاهش شدید Soil sealing، باعث کاهش رواناب و گرمای شهری و همچنین کاهش مسائل مربوط به تکه تکه شدن fragmentation محیط شهری می گردد.

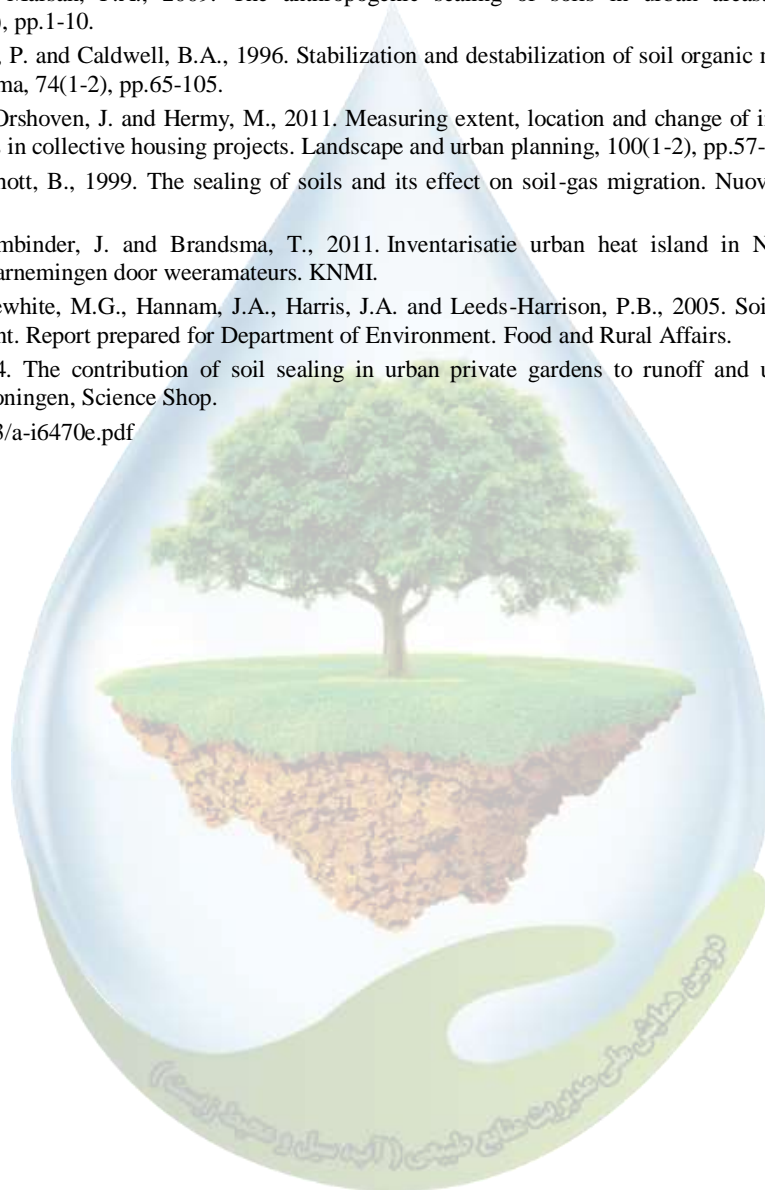
### ۳- نتیجه گیری

پوشاندن خاک در حد خفگی با توجه به انواع خاک و کیفیت خاک به طور یکنواخت توزیع نمی شود. بعضی از خاک های خوب و بارور که در حال حاضر کاربری کشاورزی دارند، دارای موقعیت مناسب از نظر توسعه شهری و توسعه اقتصادی زود هنگام هستند بنابراین بیشتر مورد تجاوز قرار می گیرند، همانند تمامی اراضی کشاورزی اطراف شهرها. Soil sealing در مناطق غیر شهری بویژه تراس های رودخانه ای و کوهپایه های کوهستان که دارای خاک های حساس تر هستند و عملکرد آنها در تامین آب زیر زمینی و سطحی است دارای پیامدهای غیر قابل جبران است که متأسفانه در بیشتر مناطق این اتفاق افتاده و یا در حال وقوع است. به طور کلی باید در نظر داشت که هر ساختار طبیعی یک عملکردی دارد هر گونه تغییر در این ساختار و عملکرد پیامدهای خسارت بار مادی و معنوی دارد.

### ۴- منابع و مراجع

1. Böcker, R., 1984. Bodenversiegelung. Karten zur Ökologie des Stadtgebietes von Berlin (West), Maßstab 1: 75000.
2. Davidson, E.A. and Janssens, I.A., 2006. Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. Nature, 440(7081), p.165.
3. Effland, W.R. and Pouyat, R.V., 1997. The genesis, classification, and mapping of soils in urban areas. Urban Ecosystems, 1(4), pp.217-228.
4. Fitzpatrick, R.W., 2002. Land degradation processes. ACIAR Monograph Series, 84, pp.119-129.
5. Gabrielsen, P. and Bosch, P., 2003. Environmental indicators: typology and use in reporting. EEA, Copenhagen.
6. Hu, Q. and Feng, S., 2004. US soil temperature and its variation: A new dataset. Bulletin of the American Meteorological Society, 85(1), pp.29-31.
7. Kaye, J.P., Groffman, P.M., Grimm, N.B., Baker, L.A. and Pouyat, R.V., 2006. A distinct urban biogeochemistry?. Trends in Ecology & Evolution, 21(4), pp.192-199.
8. Kaye, J.P., Groffman, P.M., Grimm, N.B., Baker, L.A. and Pouyat, R.V., 2006. A distinct urban biogeochemistry?. Trends in Ecology & Evolution, 21(4), pp.192-199.
9. Kertész, Á., 2009. The global problem of land degradation and desertification. Hungarian Geographical Bulletin, 58(1), pp.19-31.
10. McDonagh, J. and Bunning, S., 2009. Field Manual for Local Level Land Degradation Assessment in Drylands, LADA-L Part 2: Local Assessment: Tools and Methods for Fieldwork.
11. Muth, W., 1996. Befestigung ohne Versiegelung-Durchlässigkeit von Pflasterbelägen. Bischoff G, pp.62-65.

12. Perry, T. and Nawaz, R., 2008. An investigation into the extent and impacts of hard surfacing of domestic gardens in an area of Leeds, United Kingdom. *Landscape and Urban Planning*, 86(1), pp.1-13.
13. Pickett, S.T. and Cadenasso, M.L., 2009. Altered resources, disturbance, and heterogeneity: a framework for comparing urban and non-urban soils. *Urban Ecosystems*, 12(1), pp.23-44.
14. Prokop, G., Jobstmann, H. and Schönbauer, A., 2011. Report on best practices for limiting soil sealing and mitigating its effects. Luxembourg: European Commission.
15. Sandholt, I., Rasmussen, K. and Andersen, J., 2002. A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. *Remote Sensing of environment*, 79(2-3), pp.213-224.
16. Scalenghe, R. and Marsan, F.A., 2009. The anthropogenic sealing of soils in urban areas. *Landscape and urban planning*, 90(1-2), pp.1-10.
17. Sollins, P., Homann, P. and Caldwell, B.A., 1996. Stabilization and destabilization of soil organic matter: mechanisms and controls. *Geoderma*, 74(1-2), pp.65-105.
18. Verbeeck, K., Van Orshoven, J. and Hermy, M., 2011. Measuring extent, location and change of imperviousness in urban domestic gardens in collective housing projects. *Landscape and urban planning*, 100(1-2), pp.57-66.
19. Wiegand, J. and Schott, B., 1999. The sealing of soils and its effect on soil-gas migration. *Nuovo Cimento. C*, 22(3-4), pp.449-455.
20. Wolters, D., Bessembinder, J. and Brandsma, T., 2011. Inventarisatie urban heat island in Nederlandse steden met automatische waarnemingen door weeramateurs. KNMI.
21. Wood, G.A., Kibblewhite, M.G., Hannam, J.A., Harris, J.A. and Leeds-Harrison, P.B., 2005. Soil-Based Services in the Built Environment. Report prepared for Department of Environment. Food and Rural Affairs.
22. Zwaagstra, C., 2014. The contribution of soil sealing in urban private gardens to runoff and urban heating (Vol. 6). University of Groningen, Science Shop.
23. <http://www.fao.org/3/a-i6470e.pdf>







## Soil degradation processes with emphasis on Soil sealing

Naser Mashhadi<sup>1,\*</sup>

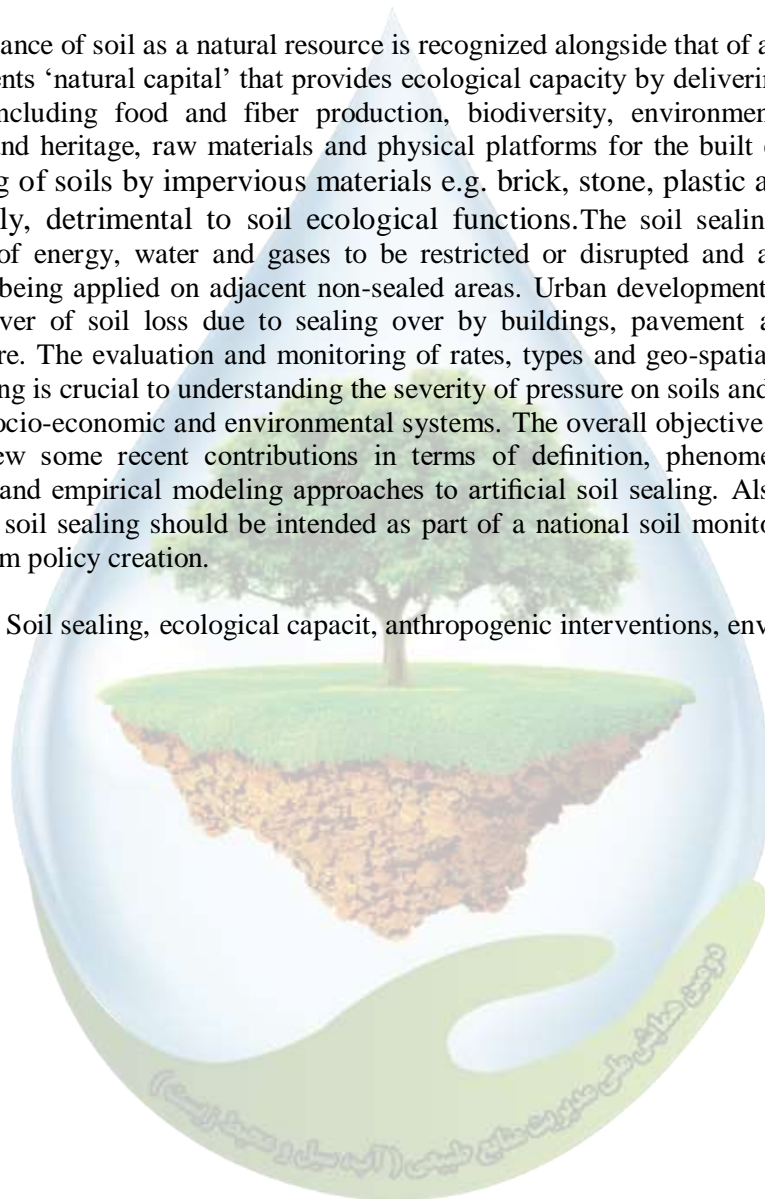
<sup>1,\*</sup> Assistant Professor, International Desert Research Center, University of Tehran..

[nmashhad@ut.ac.ir](mailto:nmashhad@ut.ac.ir)<sup>1,\*</sup>

### Abstract

The importance of soil as a natural resource is recognized alongside that of air and water. Soil represents 'natural capital' that provides ecological capacity by delivering a range of functions including food and fiber production, biodiversity, environmental services, landscape and heritage, raw materials and physical platforms for the built environment. The sealing of soils by impervious materials e.g. brick, stone, plastic and concrete is, generally, detrimental to soil ecological functions. The soil sealing causes the exchanges of energy, water and gases to be restricted or disrupted and an increasing pressure is being applied on adjacent non-sealed areas. Urban development presents the greatest driver of soil loss due to sealing over by buildings, pavement and transport infrastructure. The evaluation and monitoring of rates, types and geo-spatial distribution of soil sealing is crucial to understanding the severity of pressure on soils and their impact on global socio-economic and environmental systems. The overall objective of this paper is the review some recent contributions in terms of definition, phenomenology, and conceptual and empirical modeling approaches to artificial soil sealing. Also, show that Monitoring soil sealing should be intended as part of a national soil monitoring scheme and to inform policy creation.

**Keywords:** Soil sealing, ecological capacity, anthropogenic interventions, environmental



## بررسی فلور، شکل زیستی و کوروتیپ‌های گیاهان مناطق بیابانی (مطالعه موردی: جنوب پلایای دامغان)

علی تایا<sup>۱</sup>، سید حسن کابلی<sup>۲\*</sup>، حسین آذرنیوند<sup>۳</sup>، حمیدرضا ناصری<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان، <sup>۲\*</sup> استادیار دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان، <sup>۳</sup> استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، <sup>۴</sup> استادیار مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان دانشگاه تهران  
\*<sup>۲</sup> Hkabolli@semnan.ac.ir

## چکیده

شناسایی پوشش گیاهی و بررسی انتشار جغرافیایی گیاهان هر منطقه، مبنای بررسی‌ها و تحقیقات اکولوژی آن منطقه محسوب می‌شود. هدف این پژوهش معرفی فلور، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان بخشی از منطقه بیابانی حاشیه جنوبی پلایای دامغان است. گونه‌های گیاهی محدوده جمع‌آوری و با استفاده از منابع شناسایی شد. تیره گیاهی، طول عمر، شکل زیستی و کوروتیپ هر یک از گونه‌ها تعیین گردید. در مجموع ۵۳ گونه گیاهی متعلق به ۱۸ خانواده گیاهی شناسایی شد. تیره *Chenopodiaceae* با ۱۷ گونه گیاهی دارای بیشترین غنای گونه‌ای و در رده‌های بعدی تیره‌های *Asteraceae* و *Papilionaceae* به ترتیب با ۸، ۴ گونه گیاهی قرار دارند. از نظر شکل زیستی، گیاهان تروفیت با ۳۰/۱۹ درصد فراوانی و کامفیت‌ها با ۲۸/۳۰ درصد فراوانی مهمترین اشکال زیستی منطقه مورد مطالعه می‌باشند. سپس اشکال زیستی همی کریپتوفیت، فانروفیت و هلوپیت به ترتیب دارای ۲۱/۵۳، ۱۳/۲۱ و ۳/۷۷ درصد فراوانی می‌باشند. بررسی پراکنش جغرافیایی گیاهی (کوروتیپ) گونه‌های گیاهی منطقه نشان دهنده غلبه گونه‌های انحصاری ناحیه رویشی ایران و تورانی است. گونه‌های متعلق به ناحیه ایران - تورانی با ۳۶ گونه گیاهی ۶۷/۹۲ درصد از گونه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده‌اند. ۱۶/۹۸ درصد مشترک بین ناحیه رویشی ایران - تورانی و صحرا - سندی، تعداد ۷/۵۵ درصد مشترک بین ناحیه رویشی ایران - تورانی / مدیترانه‌ای / صحرا - سندی و ۷/۵۵ درصد جهان‌وطن می‌باشند. فراوانی عناصر رویشی ایران - تورانی و شکل زیستی تروفیت‌ها موید وجود اقلیم خشک و نیمه خشک منطقه است.

واژگان کلیدی: ایران - تورانی، کوروتیپ، شکل زیستی، دامغان

## ۱- مقدمه

یکی از پیش نیازهای اساسی در مدیریت صحیح دستیابی به توسعه پایدار عرصه‌های طبیعی، به دست آوردن اطلاعات پایه از طریق ارزیابی پوشش گیاهی و تهیه لیست فلورستیک هر منطقه است (۳). فلور ایران به علت وسعت و تنوع شرایط اقلیمی و توپوگرافیک آن بسیار غنی است، بنابراین مطالعه و شناخت انواع پوشش‌های گیاهی جوامع و گونه‌ها از لحاظ ارزیابی گیاهان در برنامه‌های مدیریت امری ضروری است (۵). افزون بر این مطالعات پوشش گیاهی راهکاری مناسب برای تعیین ظرفیت بوم‌شناسی آن منطقه از جنبه‌های مختلف می‌باشد. همچنین عامل مؤثری در ارزیابی وضعیت کنونی و پیش بینی وضعیت آینده به شمار می‌آید که این امر نقش بسیار تعیین کننده‌ای در اعمال مدیریت صحیح گسترده منابع طبیعی

ایفا می‌کند (۱۶). گیاهان بر اساس سرشت اکولوژیکی، رویشگاه خود را انتخاب می‌کنند و از روی گیاهان یک منطقه می‌توان پتانسیل رویشگاهی آن منطقه را تعیین و در مدیریت صحیح آن منطقه از جمله در جنگل‌کاری و احیای پوشش گیاهی استفاده کرد (۲). بنابراین بررسی فلور هر منطقه مانند شناسنامه‌ای وجود گیاهان و وضعیت آنها را نشان می‌دهد. فلور ایران از دیرباز مورد توجه محققان خارجی و داخلی بوده است و نمونه‌های گیاهی زیادی جمع‌آوری و شناسایی شده است (۱۴، ۱۰ و ۱۵). لیکن هنوز از اهمیت این گونه مطالعات کم نشده و مطالعات فلورستیک جایگاه خورد را دارا بوده و به صورت منطقه-ای در این زمینه پژوهش‌هایی در کشور صورت گرفته است که از مهم‌ترین آنها می‌توان به این موارد (۱۱، ۱۲، ۱۷، ۱۰ و ۶) اشاره کرد.

### ۲- مواد و روش‌ها

#### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از مناطق بیابانی حاشیه جنوب و جنوب‌غربی پلایای دامغان می‌باشد. رودخانه دائمی دامغان رود و سیلاب‌های فصلی از منابع اصلی تامین آب این پلایا بوده و با توجه با اینکه شیب عمومی منطقه به سمت جنوب می‌باشد، شیب هیدرولیکی نیز جنوبی بوده در نتیجه تجمع آب و املاح بیشتر در حاشیه جنوبی مشاهده می‌شود. بر همین اساس حاشیه جنوبی و جنوب‌غربی برای تحقیق در نظر گرفته شد. متوسط بارندگی منطقه ۱۱۷/۱ میلی‌متر در سال و میانگین دمای سالانه ۱۷/۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همچنین اقلیم منطقه مورد مطالعه بر اساس اقلیم نمای دومارتن گسترش یافته، فراهشک می‌باشد.

#### ۲-۲- روش تحقیق

جهت تهیه فهرست گیاهان محدوده مورد مطالعه بازدیدهای منظم در فصل رشد گیاهان در سال ۱۳۹۷ از منطقه انجام گرفت. طی پیمایش صحرایی گونه‌های قابل شناسایی یادداشت و از کل گونه‌های گیاهی نمونه برداشت گردید. پس از پرس و خشک کردن، نمونه‌های گیاهی به هرباریوم منتقل و با استفاده از منابع معتبر شناسایی شدند. همچنین شکل زیستی گیاهان جمع‌آوری شده بر اساس سیستم رانکایر (۱۳ و ۷) تعیین گردید. در این روش براساس زمستان گذرانی و محل قرارگرفتن جوانه رویشی، گونه‌های گیاهی به فانروفیت (Ph)، همی کریپتوفیت (He)، کریپتوفیت (Ch)، ژئوفیت (Ge) و تروفیت (Th) تقسیم می‌شوند. همچنین کوروتیپ گیاهان منطقه که شامل ناحیه ایرانی - تورانی، مدیترانه‌ای و صحرایی - سندی است، با استفاده از منابع موجود تعیین شد (۱۸).

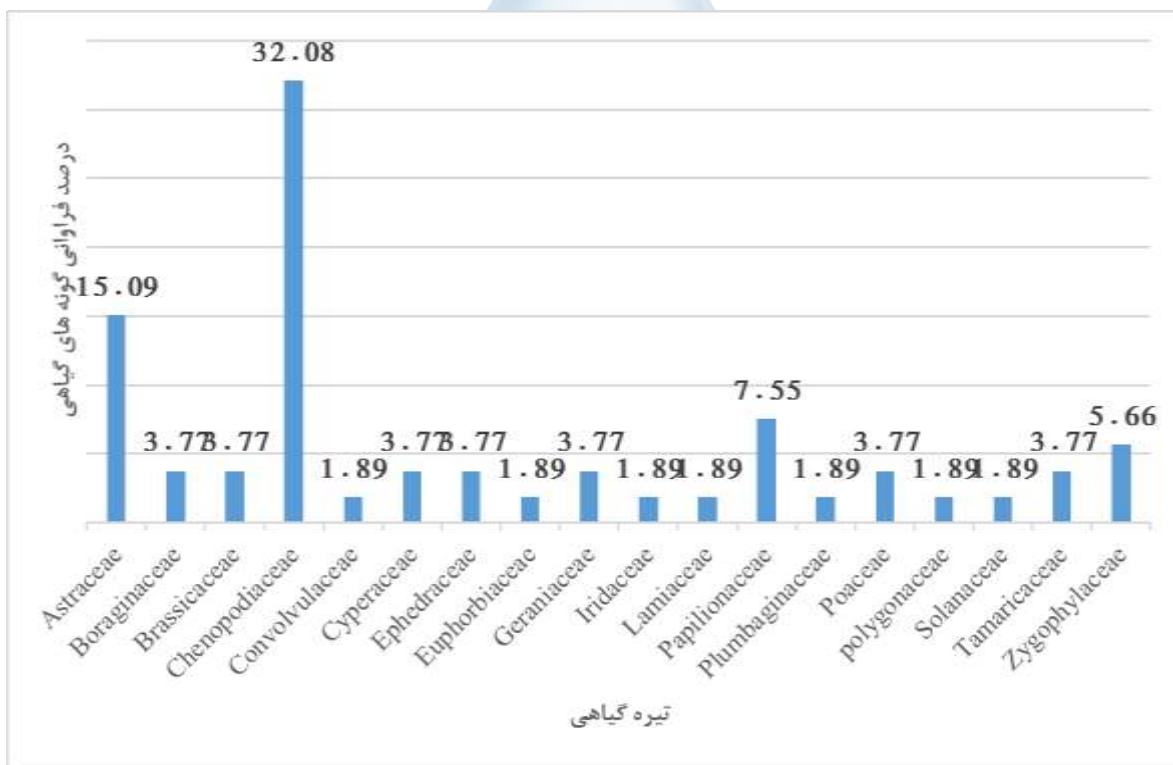
### ۳- نتایج و بحث

مجموعه گونه‌های برداشت شده از رویشگاه‌های حاشیه جنوبی پلایای دامغان تعداد ۵۳ گونه می‌باشد که خانواده گیاهی *Chenopodiaceae* نسبت به سایر تیره‌های گیاهی، سهم بیشتری از فلور منطقه را به خود اختصاص داده است و دارای بیشترین غنای گونه‌ای می‌باشد. با توجه نتایج سایر محققین اغلب رستنی‌های استقرار یافته در رویشگاه‌های طبیعی نواحی گرم و خشک بیابان‌های مرکزی ایران، جزء گیاهان شورپسند هستند (۸). یکی از دلایل اصلی فراوانی گونه‌های گیاهی مربوط به خانواده اسفنجیان، به دلیل حاکمیت شرایط ادفیکی مناطق بیابانی و سازگاری گونه‌های مختلف گیاهان این خانواده نسبت به شرایط محیطی است.

شکل زیستی غالب در منطقه مورد مطالعه گیاهان تروفیت می‌باشد که این امر مورد تایید مطالعات محققان (عصری ۹)، توکلی و مظفریان (۴) می‌باشد. براساس نظر Archibal (۷) فراوانی گیاهان تروفیت در یک منطقه نشان‌دهنده اقلیم بیابانی آن منطقه است. به عبارت دیگر، اتمام دوره رویش تروفیت‌ها در طی مدتی کوتاه و در زمان برخوردارگی منطقه از

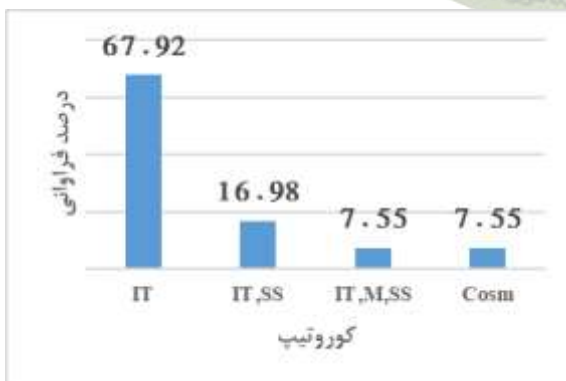
شرایط بارندگی و رطوبت است. در سایر ماه‌های سال حضور این گونه‌ها کم و گاهی فقط بقایای آنها دیده می‌شود. بنابراین با توجه به پائین بودن آستان تحمل نسبت به گرما، این گیاهان سیکل زیستی خود را به سرعت تکمیل نموده، و هم‌زمان با اوج گرما، خشکی و نقصان رطوبت، خزان می‌کنند.

بیشترین درصد فراوانی پراکنش جغرافیایی گونه‌ها گیاهی مربوط به ناحیه رویشی ایران - تورانی با ۶۷/۹۲ درصد است. پراکنش جغرافیایی رستنی‌های یک منطقه، بازتاب تأثیرپذیری آن از ناحیه یا نواحی رویشی مختلف است. با توجه به اینکه حدود ۶۸ درصد گونه‌های منطقه مربوط به عناصر رویشی ایران - تورانی هستند، می‌توان نتیجه گرفت که این منطقه به ناحیه رویشی ایران - تورانی تعلق دارد. درصد پایین عناصر سایر نواحی رویشی در این منطقه، به علت دوری آن از نواحی رویشی دیگر است. بر مبنای نظر ابراری و ویسکرمی (۱) فراوانی عناصر رویشی ایران - تورانی نشان گر وجود اقلیم خشک و نیمه خشک در منطقه است. از طرفی، منطقه مورد مطالعه بر اساس های اقلیمی، در ردیف مناطق بیابانی قرار می‌گیرد، بنابراین حضور غالب گیاهان ناحیه ایران - تورانی در این منطقه، دور از انتظار نخواهد بود.



نمودار (۱): درصد فراوانی هر یک از تیره‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه

اشکال زیستی: (Th) = تروفیت، (Ph) = فانروفیت، (He) = همی کریپتوفیت، (Hel) = هلووفیت، (Ch) = کامفیت، کوروتیپ گیاهی: (Cosm) = جهان وطن، (SS) = صحرا - سندی، (M) = مدیترانه‌ای، (IT) = ایران - تورانی





#### ۴- منابع و مراجع

۱. ابراری واجاری، ک و ویسکرمی، غ، ۱۳۸۴. مطالعه فلورستیک منطقه هشتاد پهلو خرم آباد لرستان، مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی ۶۷(۱): ۶۴-۸۵.
۲. اشرفی، ک، اسدی، م و نجاحی، ر، ۱۳۸۳. معرفی فلور، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان منطقه ورامین، مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۶۲، صفحه ۶۳-۵۱.
۳. خواجه الدین، ج و یگانه، ح. ۱۳۹۱. معرفی فهرست، شکل- زیستی و گونه‌های در معرض خطر منطقه شکار ممنوع کرکس. مجله زیست شناسی ایران، جلد ۲۵، شماره ۱، صفحه ۲۰-۷.
۴. توکلی، ز و مظفریان، و (۱۳۸۴). مطالعه فلور آبخیز کبار قم. مجله پژوهش و سازندگی شماره ۱۸ (۱): ۶۷-۵۷.
۵. عصری، ی، ع. جلیلی، م. اسدی و ح. دیانت نژاد، ۱۳۷۹. نگرشی بر فلور ذخیره‌گاه بیوسفر توران. فصل نامه پژوهش و سازندگی ۱۳ (۲): ۴-۱۹.
۶. عصری، ی، ۱۳۸۲. فلور، شکل زیستی و کوروتیپ‌های گیاهان ذخیره‌گاه بیوسفر کویر. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۷ (۴): ۲۵۹-۲۴۷.
7. Archibold, O.W, (1996) Ecology of World Vegetation. Chapman & Hall Inc., London, 510 p.
8. Assadi, M. (1984) Studies on the autumn plants of Kavir, Iran. Iran. j. Bot. 2: 125-148.
9. Asri, Y. (2004) Flora, life forms and chorotypes of plants in Kavir Biosphere Reserve, Iran. Journal of Science & Technology of Agriculture & Natural Resources 7(4): 247-260.
10. Leonard, J. 1991-1987. Contribution a l'étude de la flore et de la vegetation des deserts d'Iran, Fascicules 1-7. Bull. of the Jardin Botanique National de Belgique, meise.
11. Mobayen, S. 1975. Aspect phytogeographique de l'Iran et particularites de vegetation desertique du Lut. Environmental Studies (Tehran) 4: 181-190.
12. Mobayen, S. 1976. Structure geobotanique du Lut. Acta Ecological Iranica 1: 73-86.
13. Mobayen, S., 1982. Plant Geography: Expansion of Plant World, Ecology, Phytosociology, and Main Vegetation Lines of Iran, Tehran University press, N:207, 271 P. (In Persian)
14. Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg, 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley. New York. 547p.
15. Pourrezaei, J., F. Tarnian, J. Payranj & M. Difrahsh, 2010. The studies of flora and phyto geography of Tang Ban watershed basin in Behbahan. Iranian Journal of Forest, 2(1): 37-49.
16. Razavi, S.A. and Hassan Abbasi, N.A. (2009) A Floristic and Chorology Investigation of Oriental Arborvitae in Sourkesh Reserve (FazelAbad-Golestan Province). Journal of Wood & Forest Science and Technology 16(2): 83-100.
17. Richinger, K.H. 1977. Plants of the Touran Protected Area, Iran. Iran. J. Botany 1(2): 155-180.
18. Zohary M. 1973. Geobotanical foundations of the Middle East, 2 vols. Stuttgart. 739 p.

### لزوم مدیریت آب در کارخانه‌های فلوتاسیون مواد معدنی برای صرفه‌جویی در مصرف منابع آب

#### شیرین

سه‌پند حقی کیا<sup>۱\*</sup>، سجاد چهره قانی<sup>۲</sup>

<sup>۱\*</sup> دانشجوی کارشناسی مهندسی معدن، دانشگاه ارومیه، <sup>۲</sup> عضو هیات علمی گروه مهندسی معدن، دانشگاه ارومیه

#### چکیده

با توجه به رشد سریع جمعیت و توسعه صنایع مختلف، میزان آب شیرین به سرعت در حال کاهش است بطوری که در کشورهای خشک مانند ایران، به یک عامل حیاتی تبدیل شده است. فرآیند فلوتاسیون یکی از روش‌های اصلی فرآوری مواد معدنی است که در محیط‌های آبی انجام می‌گیرد و حجم وسیعی از آب را مصرف می‌کند. استانداردهای زیست محیطی سخت‌گیرانه‌تری در بسیاری از کشورها جهت کاهش ریسک‌های مربوط به دفع پساب اعمال شده‌اند و کارخانه‌های فلوتاسیون بیشتری، دنبال راه‌های استفاده بهینه از منابع محدود آب شیرین هستند. بازیافت آب مصرفی یک استراتژی معمول در اکثر کارخانه‌های فرآوری مواد معدنی است؛ که می‌تواند توسط تیکنر و سدهای باطله صورت گیرد. بطوریکه در کارخانه ی تغلیظ مس سونگون با استفاده از استراتژی مذکور توانسته‌اند، میزان مصرف آب شیرین به ازای ۹۰۰ تن کانسنگ مس (در هر ساعت از شبانه روز) در شرایط عملیات پیوسته را به  $82\text{m}^3/\text{h}$  برسانند، که این مقدار فقط شامل  $3/88$  درصد از کل آب فرآیند مورد نیاز جهت فرآوری کانسنگ مس ( $2109\text{m}^3/\text{h}$ ) می‌باشد. با این حال، کیفیت آب باید بدقت جهت تضمین انجام بدون اشکال فرآیند فلوتاسیون مورد بررسی قرار گیرد. اخیراً، کاربرد آب دریا نیز در فلوتاسیون بدلیل فراوانی و موجود بودن آن نسبت به آب شیرین بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. این مقاله، منابع کنونی آب، بازیافت آب و بطور کلی روش‌های صرفه‌جویی آب استفاده شده در فرآیند فلوتاسیون را بررسی می‌نماید.

واژگان کلیدی: فلوتاسیون، بازیافت آب، آب دریا، آب شیرین.

#### ۱- مقدمه

پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۳۰ میلادی بسیاری از استان‌های کشور مانند مناطق مرکزی، تهران، کاشان، سمنان و قزوین تحت تأثیر خشکسالی شدید قرار بگیرند. تا سال ۱۴۰۰ شمسی، سرانه منابع آب تجدیدشونده سالانه به حدود ۸۰۰ متر مکعب کاهش می‌یابد که پایین‌تر از مرز کم آبی یعنی ۱۰۰۰ متر مکعب است (۲). میزان مصرف آب در بخش‌های مختلف متفاوت است؛ شرب و خانگی ۶ درصد، کشاورزی ۹۲ درصد و صنعت و معدن ۲ درصد از مصرف آب را به خود اختصاص می‌دهند. بر اساس محاسبات، بیشترین مشکل آب کشور مربوط به مصرف آب در بخش کشاورزی است؛ زیرا از ۶۰ میلیارد مترمکعب آبی که هدر می‌رود، حدود ۷۰ درصد مربوط به بخش کشاورزی است. بهره‌وری آب کشاورزی در ایران ۳۵ درصد، در کشورهای توسعه‌یافته ۶۵ درصد و در کشورهای در حال توسعه ۴۵ درصد است. با تغییر تکنولوژی در صنعت، نهایتاً ۲ درصد صرفه‌جویی خواهد شد اما با تغییر رویه کشت و تکنولوژی در کشاورزی، می‌توان تا ۳۰ درصد صرفه‌جویی حاصل کرد. هرچند بخش صنعت و معدن مصرف‌کننده تنها ۲ درصد از آب کشور است، اما یکی از بزرگ‌ترین مشکلات پیش‌روی جامعه

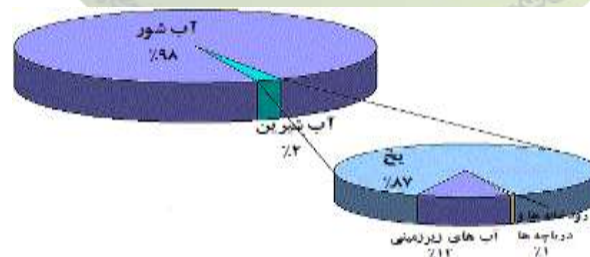
معدنی کشور، بحث کمبود و تامین آب است (۱). فلوتاسیون کارآمدترین و همه جانبه‌ترین روش کانه‌آرایی است. در این روش مواد باارزش (فلوتاسیون مستقیم) و یا بی‌ارزش (فلوتاسیون غیرمستقیم) در یک محیط آبی به دلیل خواص فیزیکی-شیمیایی خاص سطحی (طبیعی یا اصلاح شده) به حباب‌های هوا می‌چسبند و به صورت کفی باردار از سیستم خارج می‌شوند. عملیات فلوتاسیون سهم بسیار زیادی از آب را به منظور تولید محصول، مصرف می‌کنند. کارآیی فلوتاسیون، بشدت به کیفیت آب مصرف شده در فرآیند بستگی دارد (۴). صنعت مواد معدنی بدلیل مجموعه‌ای از چالش‌های مربوط به آب مانند دسترسی به منابع آب شیرین، آلودگی محیط زیست توسط تخلیه آب معدن، افزایش رقابت برای استفاده از آب، نگرانی‌های جامعه در مورد امنیت آب و مشکلات فرهنگی و معنوی در حیطه آب و توجیه اقتصادی داشتن سیاست‌ها و اهداف، به سمت صرفه‌جویی در مصرف آب شیرین و به حداقل رساندن تخلیه آب معدن پیش می‌رود (۴). بنابراین، در این مقاله سعی شده است که آب استفاده شده در فرآیند فلوتاسیون و فناوری‌های فرآوری آب بیشتر مورد بررسی قرار گیرد (۹).

### ۲- ذخایر آب

جمعیت جهان در حال حاضر ۷/۱ میلیارد نفر است. با توجه به مطالعات انجام شده در ۳۰ سال اخیر، جمعیت جهان با نرخ ۲ درصد در حال افزایش بوده و در سال ۲۰۳۰ به مرز ۸/۳ میلیارد نفر خواهد رسید که این به معنای افزایش مصرف سالانه آب می‌باشد (شکل ۱). این در حالیست که، آب‌کره زمین تقریباً شامل ۱۳۸۶ میلیون کیلومتر مکعب آب است. با این حال، ۹۷/۵ درصد از این مقدار آب شور و فقط ۲/۵ درصد، آب شیرین می‌باشد. قسمت اعظم آب شیرین را (۶۸/۷ درصد) یخ و پوشش برفی دائمی قطب جنوب، قطب شمال و مناطق کوهستانی تشکیل می‌دهند. آب شیرین زیرزمینی ۲۹/۹ درصد منابع آب شیرین را شامل می‌شود (شکل ۲). فقط ۰/۲۶ درصد از کل آب شیرین زمین در دریاچه‌ها، دریاچه‌های مصنوعی و سامانه‌های رودخانه‌ای متمرکز شده‌اند که این منابع بیشترین قابلیت دسترسی را جهت برآورد نیازهای اقتصادی دارند (۱۱). لازم به ذکر است که، مجموع ۶ میلیارد (میلیون میلیارد) دلار ارزش زمین، سهم مواد معدنی (طلا، زغال‌سنگ، الماس و...) ۵ درصد، سوخت‌های فسیلی ۹ درصد، درختان، غلات، حیوانات و... ۴ درصد و آب‌های زمینی برابر ۸۲ درصد است (۱). با این حال، انواع مختلف آب که به کارخانجات فلوتاسیون وارد می‌شوند عبارتند از: آب شیرین سطحی، آب زیرزمینی، آب بازیافتی با غلظت‌های بالایی از الکترولیت‌ها و حتی آب دریا (۸).



شکل ۱- رشد جمعیت جهان.



شکل ۲- توزیع آب جهان.

<sup>1</sup>- Flotation

### ۲-۱- آب شیرین

آب استفاده شده در فلوتاسیون باید تا حد امکان خالص باشد تا بتوان از اثرات ناشی از ناخالصی‌ها جلوگیری نمود. آب‌های سطحی یا آب شیر به عنوان منابع غالب کنونی آب، بدلیل اینکه غلظت پایینی از یون‌ها و مواد آلی دارند بصورت گسترده در صنعت فلوتاسیون استفاده شده‌اند. آب‌های زیرزمینی نیز در مناطقی که کمبود آب سطحی یا آب شیر وجود دارد، به صورت گسترده استفاده می‌شوند، اما لازم به ذکر است که آب‌های زیرزمینی نسبت به آب‌های مذکور، غلظت یون‌های فلزی بخصوص منیزیم و کلسیم بالایی دارند، به عبارت دیگر از سختی بالایی برخوردار هستند (۸).

### ۲-۲- آب بازیافتی

جهت به حداقل رساندن مصرف آب شیرین، بسیاری از محل‌های معدنی سعی کرده‌اند که آب را از سدهای باطله (شکل ۳)، سرریزهای تیکر (شکل ۴) و واحدهای آبگیری و فیلتراسیون بازیابی کنند. با این حال، معمولاً کیفیت آب این نوع منابع متغییر بوده و گاهاً نمی‌توانند نیازهای فلوتاسیون را برآورده کنند. بنابراین، آب‌های بازیافتی باید با توجه به کیفیت آن‌ها در کارخانجات فلوتاسیون برای اهداف مختلفی مورد استفاده قرار گیرند (۱۰). آلودگی‌های معمول در آب بازیافتی شامل، مواد کلوییدی (برای مثال سیلیکات‌ها، رس‌ها و هیدروکسیدهای فلزی رسوب شده)، کاتیون‌ها و آنیون‌ها و همچنین برخی از واکنشگرهای باقی‌مانده که در فلوتاسیون استفاده می‌شوند مانند کفسازها، کلکتورها و بازدارنده‌ها، هستند (۷). انباشتگی گونه‌های آلی و غیر آلی بدلیل گردش مجدد آب معمولاً اثرات منفی در فلوتاسیون ایجاد می‌نمایند (۵). مطالعات زیادی بدین نتیجه رسیده‌اند که حضور یون‌ها در آب، عملیات فلوتاسیون را بطور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهد (۸). برای مثال، می‌توان دوز مصرفی کلکتور آمین در فلوتاسیون معکوس کانی‌های آهن را می‌توان به واسطه استفاده بازیافت آب تا ۵۰ درصد کاهش داد (۴).

### ۲-۳- آب دریا

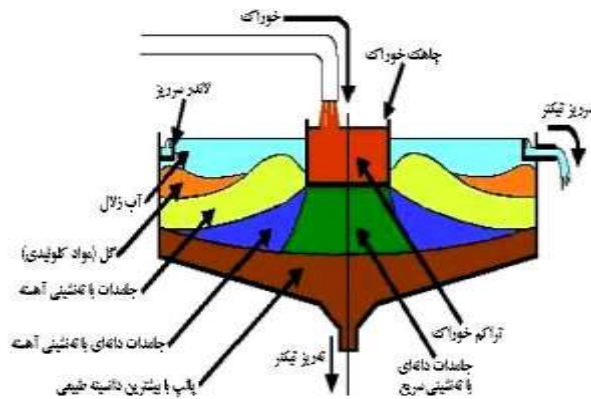
کمبود آب شیرین، مقررات زیست محیطی سختگیرانه‌تر در رابطه با تخلیه ی آب، کاهش استخراج آب شیرین و پساب سبب شده‌اند که آب با شوری بالا جهت استفاده در فلوتاسیون کانی‌ها، بیشتر مورد توجه قرار گیرد. با وجود اینکه اکثر مطالعات نشان داده‌اند که آب دریا عملکرد فلوتاسیون را تحت تأثیر قرار می‌دهد برای مثال جدول (۱). اما، بسیاری از محل‌های معدنکاری که در مناطق خشک قرار گرفته‌اند از آب دریا در فلوتاسیون استفاده نموده‌اند. برای مثال، در کشور شیلی کارخانجات فلوتاسیون زیادی از آب دریا استفاده کرده‌اند (۸).



شکل ۳- سد باطله معدن آنتامینا؛ پرو (۳).

<sup>1</sup>- Antamina





شکل ۴- مکانیزم عملکرد تیکنر (۳).

جدول (۱) بازیابی مس، مولیبدن و آهن در فلوتاسیون در pH=۱۱ (۴).

نوع آب	بازیابی مس (%)	بازیابی مولیبدن (%)	بازیابی آهن (%)
آب تازه	۸۸	۸۴	۲۲
آب دریا	۸۵	۲۹	۱۰

### ۳- بازیافت آب

#### ۳-۱- آبیگری

بازیابی آب یک بخش اساسی در عملیات‌های معدن کاری جهت صرفه‌جویی در مصرف آب شیرین و دورریزی پساب است. سامانه‌های آبیگری که بطور مناسب طراحی و راه‌اندازی شوند می‌توانند ویژگی‌های جابجایی کنسانتره‌ها را اصلاح نمایند و در صورتی که نیاز به ارسال کنسانتره باشد، هزینه‌های حمل و نقل را کاهش دهند. روش‌های مرسوم آبیگری شامل استفاده از تیکنرها، سرندهای آبیگری، فیلترهای خلا، سانتریفیوژها و فیلترهای فشاری جهت کاهش رطوبت محصول، می‌باشند. انتخاب فناوری آبیگری برای یک نوع ماده ی خاص به فاکتورهای زیادی مانند اندازه ذره و مقدار رطوبت اولیه بستگی دارد. برای مثال، تیکنرها بدلیل طراحی و عملیات ساده، ظرفیت بالا و هزینه‌های عملیات و نگهداری کم، بطور گسترده در صنایع معدنی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۸).

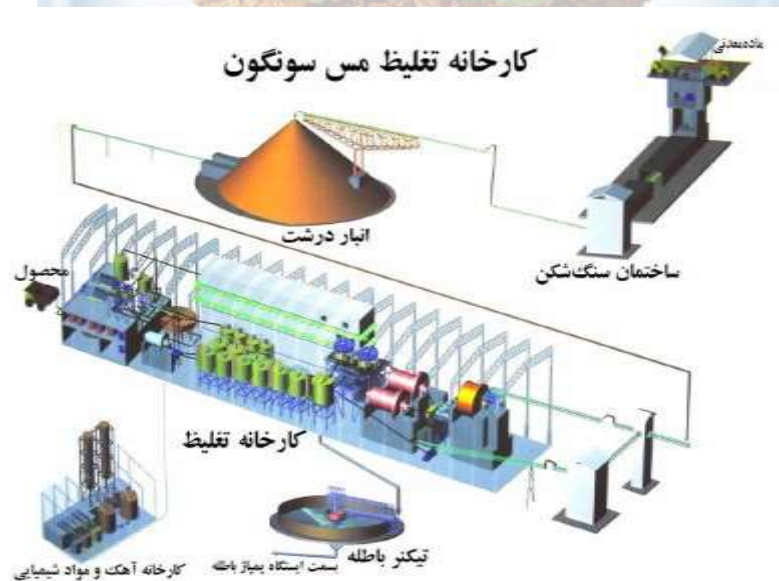
#### ۳-۲- عمل‌آوری آب

با اینکه فرآیندهای آبیگری می‌توانند آب را جهت استفاده بیشتر بازیابی نمایند اما کیفیت آب برگشتی حاصله نیز باید به اندازه کافی مورد بررسی قرار گیرد. پساب فلوتاسیون معمولاً آلوده به مواد جامد معلق، واکنشگرهای آلی فلوتاسیون و یون‌های فلزات سنگین است. بنابراین، عمل‌آوری پساب فلوتاسیون قبل از استفاده مجدد یا دورریزی آن، بسیار مهم می‌باشد. بطور کلی، قواعد عمل‌آوری پساب صنایع فرآوری مواد معدنی مشابه با پساب سایر صنایع است. مطابق با الزامات عمل‌آوری پساب، سه مرحله ی عمل‌آوری وجود دارد. مرحله ی اصلی عمل‌آوری معمولاً شامل یک روش ساده ی فیزیکی یا شیمیایی است. برای مثال، ذرات درشتی که ابتدا از لحاظ اسیدی یا قلیایی بودن خنثی شده‌اند در سوسپانسیون ته‌نشین می‌شوند و در نتیجه آب زلال و شفاف پدید می‌آید. هدف مرحله دوم، حذف یا تجزیه اکثر آلاینده‌های آلی و غیرآلی شامل ذرات کلوییدی در پساب و بهبود قابل توجه کیفیت آب است. هدف مرحله سوم عمل‌آوری که فرآوری نهایی نیز نامیده می‌شود، حذف مواد غیرآلی حل‌شده و مواد آلی غیر قابل تجزیه مانند ویروس‌ها و باکتری‌ها با روش‌های فیزیکی و شیمیایی جهت رسیدن به استانداردهای

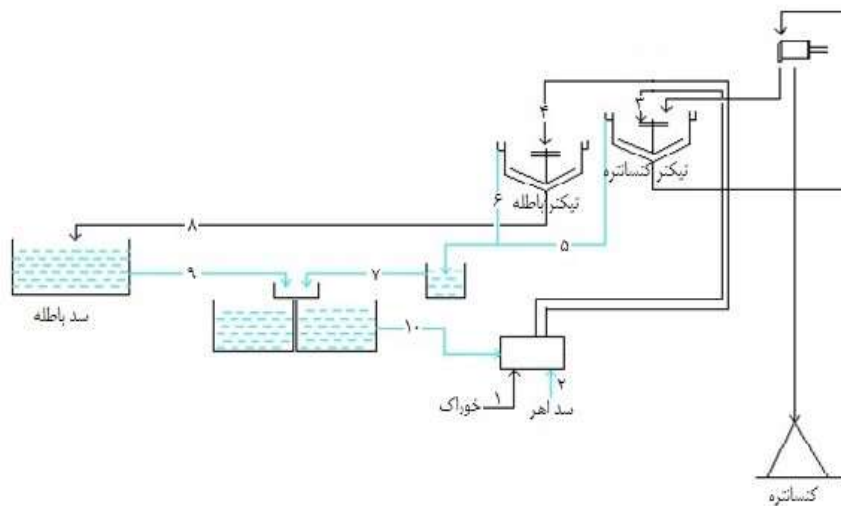
دورریزی آب است. درجه عمل آوری پساب به چگونگی مصرف آب بستگی دارد برای مثال، اگر آب بازیافت شده فقط در فرآوری مواد معدنی بکار رود، مراحل اصلی و ثانویه عمل آوری کافی است. با این حال، اگر از آب برای مصارف خارجی (غیر از فرآوری مواد معدنی) استفاده شود، مرحله سوم عمل آوری باید در نظر گرفته شود (۸).

### ۳-۳-طریقه به کارگیری روش های بازیافت آب در کارخانه تغلیظ مس سونگون

آب مصرفی کارخانه تغلیظ مس سونگون (شکل ۵) از سه محل آب تازه، آب برگشتی و آب محتوی سنگ معدن (با توجه به رطوبت شش درصدی سنگ معدن) تامین می شود، که البته مقدار آب منبع آخری بسیار ناچیز است. عملیات کارخانه طوری طراحی شده است که تا بالاترین حد ممکن از آب برگشتی (بازیافت آب) استفاده شود، هر چند که عملیات کارخانه در آغاز با آب تازه شروع می شود و تا رسیدن به تعادل در سیستم آب، مدتی طول می کشد. آب برگشتی از دو تیکنر و سد باطله بازیابی شده و به دو مخزن آب بازیافتی (هر کدام با حجم  $1000 \text{ m}^3$ ) منتقل می شوند. آب برگشتی در عملیات خردایش و فلوتاسیون استفاده می شود. آب تازه مورد نیاز کارخانه از سد اهر تامین می شود. آب تازه ابتدا به داخل یک مخزن به ظرفیت  $75000 \text{ m}^3$  پمپ شده و از آنجا به داخل دو مخزن اصلی آب تازه هر کدام با ظرفیت  $1000 \text{ m}^3$  و دو مخزن آب معدن هر کدام با ظرفیت  $550 \text{ m}^3$  پمپ می شود. دو مخزن اصلی  $1000 \text{ m}^3$  آب تازه، آب مورد نیاز سه بخش را تامین می کنند، بخش اول شامل آب تازه مورد نیاز فرآیند، آب تازه مورد نیاز برای تهیه شیرآهک و آماده سازی مواد شیمیایی، آب خدماتی، آب مورد نیاز سیستم های خنک کننده و آب سیستم های اضطراری و خطوط آماده به کار می باشد. بخش دوم آب مورد نیاز سیستم های خنک کننده پمپ های باطله و بخش سوم مخازن آب بازیافتی (فقط در ماه های اول بهره برداری و قبل از رسیدن سیستم توزیع آب به حالت تعادل و پایدار) می باشد. ضمناً از دو مخزن  $550 \text{ m}^3$  آب تازه، یکی تامین کننده آب آشامیدنی و بهداشتی و دیگری تامین کننده آب آتش نشانی و آب مورد نیاز ناحیه سنگ شکن می باشد. مجموع آب مصرفی در فرآیند پرعیارسازی  $2416 \text{ m}^3/\text{h}$  می باشد. جدول (۲) منابع تامین و مقدار آب مورد نیاز کارخانه را نشان می دهد (۳). همچنین موازنه آب و جریان مواد جامد (کانی) به صورت شماتیک در شکل ۶ نشان داده شده است و اطلاعات مربوط به مراحل مختلف آن در جدول (۳) آورده شده است.



شکل ۵- شمای کلی عملیات کارخانه تغلیظ مس سونگون (۳).



شکل ۶- نمایش شماتیک موازنه آب و جریان مواد جامد (کانی).

جدول (۲) منابع تامین و مقدار آب مورد نیاز کاخانه تغلیظ مس سونگون (بر حسب  $m^3/h$ ) (۳).

مجموع آب مصرفی فرآیند	آب محتوی سنگ معدن	آب تازه			آب برگشتی		ظرفیت	زمان
		مصارف متفرقه*	مصرف فرآیند	مجموع	سد باطله	تیکتر مس و باطله		
۲۱۰۹	۵۷	۱۲۸	۸۲۸	۱۲۸۱	۰	۱۲۸۱	اسمی	ماههای اول
۲۴۱۶	۶۶	۱۴۸	۹۴۵	۱۴۷۱	۰	۱۴۷۱	طراحی	
۲۱۰۹	۵۷	۱۲۸	۸۲	۲۰۲۷	۷۴۶	۱۲۸۱	اسمی	عملیات
۲۴۱۶	۶۶	۱۴۸	۸۴	۲۳۳۲	۸۶۱	۱۴۷۱	طراحی	پیوسته

\* مصارف آشامیدنی و بهداشتی، آتش‌نشانی، سیستم‌های خنک‌کننده، پمپ‌های باطله و آب مورد نیاز ناحیه سنگ‌شکن

جدول (۳) اطلاعات مربوط به نقاط مختلف شکل ۶ (۳).

شماره جریان	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
جریان مواد جامد (کانی‌ها) (tph)	۹۰۰	۰	۱۹	۸۸۳	۰	۰	۰	۸۸۳	۰	۰
جریان آب ( $m^3/h$ )	۵۷	۸۲	۷۱	۲۱۰۲	۶۲	۱۲۱۹	۱۲۸۱	۸۸۳	۷۴۶	۲۱۰۹
جریان دوغاب ( $m^3/h$ )	۰	۰	۷۵	۲۴۴۳	۰	۰	۰	۱۲۰۴	۰	۰
جریان دوغاب (tph)	۰	۰	۸۹	۲۹۶۵	۰	۰	۰	۱۷۶۷	۰	۰

#### ۴- صرفه‌جویی آب استفاده شده در مدارهای فلوتاسیون

از آنجا که، فلوتاسیون فرآیندی است که آب زیادی مصرف می‌کند (برای مثال حدوداً ۳ تا ۷ تن آب برای فرآوری ۱ تن کانسنگ مصرف می‌شود)، صرفه‌جویی همیشه نه تنها یک اقدام کلیدی در کارخانه‌هاست بلکه برای کاهش هزینه‌های عمل‌آوری پساب قبل از دورریزی یا استفاده مجدد بدان نیاز است. بنابراین، تغلیظ مؤثر کانی‌ها با استفاده از آب کمتر، از زمان ابداع فلوتاسیون (دهه ۱۹۲۰ میلادی) تا کنون توجه زیادی جلب به خود نموده است. در میان آن دسته از استراتژی‌های

پیشنهاد شده که غالباً مورد استفاده قرار گرفته‌اند، فلوتاسیون واسطه سنگین و استفاده از جایگزین‌های آب شیرین بیشتر، مدنظر بوده است (۸).

### ۴-۱- فلوتاسیون واسطه سنگین

به عنوان یک دانسته عمومی، اکثر دوغاب‌های فلوتاسیون با طبیعت نیوتونی به خصوص در مدار فلوتاسیون ذرات درشت یا دوغاب‌هایی با محتوای رس پایین، مولد مشکلات رئولوژیکی نیستند. فرآوری این گونه دوغاب‌ها با غلظت‌های بالایی از مواد جامد جهت کاهش مصرف آب و افزایش خروجی کارخانه، به صرفه است. با این حال، اتمام پیوسته ی کانسنگ‌های عیار بالا منجر به استفاده از کانسنگ‌های کم عیار و پیچیده‌ای شده که نیازمند نرم‌کنی بیشتری جهت رسیدن به درجه آزادی مطلوب هستند و دارای محتوای رس بیشتری بوده و لذا سبب افزایش چالش‌های رئولوژیکی فلوتاسیون می‌شوند. علاوه بر این، ویسکوزیته بالای پالپ سبب تغییر هیدرودینامیک داخل سلول فلوتاسیون شده که می‌تواند در شبه فرآیندهای ضروری فلوتاسیون مانند پراکندگی گاز، ماندگی گاز، تعلیق ذره، برخورد حباب-ذره، اتصال و جدایش، اثر منفی بگذارد. علاوه بر ویسکوزیته، دانسیته پالپ در تنش تسلیم تأثیر می‌گذارد. فرآوری کانسنگ‌های کم عیار اولترامافیک نیکل که محتوای سرپانتینیت بالایی دارند، بدلیل ویسکوزیته و تنش تسلیم بالا دشوار می‌شود. پیش‌عمل‌آوری میکروویو جهت کاهش مؤثر ویسکوزیته و تنش تسلیم دوغاب پیشنهاد داده شده است برای مثال، مشاهده شده است که ویسکوزیته برشی پالپ بعد از عمل‌آوری با میکروویو، بطور قابل توجهی تا ۸۰ درصد و تنش تسلیم حداکثری تا تقریباً ۹۳ درصد کاهش یافته است. قابلیت شناورسازی نیز متأثر از ذرات جامد (به عبارت دیگر دانسیته پالپ) است. راموس و همکاران<sup>۱</sup> فلوتاسیون مس-مولیبدن را بررسی نمودند و بدین نتیجه رسیدند که قابلیت شناورسازی با افزایش ۲۰ درصدی محتوای مواد جامد، افزایش یافته است. در درصد‌های بالاتری از محتوای مواد جامد (۳۰-۳۵ درصد)، قابلیت شناورسازی در آب شیرین بطور قابل توجهی به pH محلول وابسته است، این در حالیست که pH تأثیر خاصی در آب دریا نداشته است. همچنین، مشاهده شده است که پایداری کف در غلظت‌های بالای رس هم در آب شور و هم در آب مقطر زیاد بوده است (۸).

### ۴-۲- جایگزین‌های آب شیرین

#### ۴-۲-۱- آب شور

وضعیت کنونی در فلوتاسیون، کارخانجات فرآوری مواد معدنی را وادار به گردش مجدد آب استفاده شده می‌نماید و در نتیجه منجر به استفاده از آب بازیافتی می‌شود. با این حال، آبی که مجدداً مورد استفاده قرار می‌گیرد معمولاً شوری بالایی دارد (آب شور) و شامل یون‌های فلزی، واکنشگرهای آلی هستند که می‌توانند قابلیت شناورسازی کانی‌ها را در شرایط یکسانی با آب شیرین، به کلی تغییر دهند. بنابراین، اثرات این گونه ناخالصی‌ها که در آب شور بازیافتی وجود دارند باید در فرآیند فلوتاسیون، در نظر گرفته شوند (۸). برای مثال، یون‌های  $Ca^{2+}$  و  $SO_4^{2-}$  که جز گونه‌های اصلی آلاینده هستند، نقش کلیدی در فلوتاسیون کانی‌های سولفیدی دارند. جهت به حداقل رساندن اثرات تعیین‌کننده این گونه ناخالصی‌ها، ایکوماپایی و همکاران<sup>۲</sup> فلوتاسیون اسفالریت را در آب مقطر، آب فرآیند، آب شامل یون‌های  $Ca^{2+}$  و  $SO_4^{2-}$ ، مورد بررسی قرار دادند. فلوتاسیون اسفالریت در آب فرآیند نسبت به آب مقطر بهتر بوده و اثرات خاصی در اثر اضافه نمودن یون‌های  $Ca^{2+}$  و  $SO_4^{2-}$  در آب مقطر مشاهده نشده است اما در حضور این یون‌ها، پتانسیل زتا اسفالریت در pH کمتر از ۱۱، کاهش یافته است (۶).

<sup>1</sup>- Ramos et al

<sup>2</sup>- Ikumapayi et al

### ۴-۲-۲- آب دریا

اخیراً، کاربرد آب دریا در صنعت فرآوری مواد معدنی کشورهایی که مشکل کمبود آب شیرین وجود دارد مانند شیلی و استرالیا، توجه زیادی به خود جلب کرده است. اکثر مطالعات در مورد جدایش کانی‌های شامل فلزات غیرآهنی مانند کانی‌های شامل مس و مولیبدن صورت گرفته‌اند. جلدس و همکاران<sup>۱</sup> اثرات آب دریا در فلوتاسیون کانی اسفالریت را بطور جامع بررسی کرده‌اند و بدین نتیجه رسیده‌اند که استفاده از آب دریا نسبت به آب خالص بسیار پیچیده می‌شود. غلظت‌های بالای از نمک دولایه الکتریکی را فشرده نموده و باعث بهبود قابلیت شناورسازی سطوح هودوست، کاهش اندازه حباب و پوشش‌های نرمه‌ای می‌شود. با این حال، دنباله‌روی نیز افزایش یافت و در نتیجه انتخابیت فلوتاسیون کاهش پیدا کرد. راموس و همکاران، قابلیت شناورسازی و کفسازی کانسنگ‌های مس-مولیبدن را در آب دریا، بررسی نموده‌اند. در مقایسه با فلوتاسیون در آب شیرین (آب شیر محلی) بازیابی مس در بازه ی pH بین ۷ تا ۱۲ مقدار اندکی بیشتر است این درحالی است که ظاهراً بازیابی مولیبدن در pH بیشتر از ۹/۵ کاهش یافته است. کیو و همکاران<sup>۲</sup> گزارش نموده‌اند که بازیابی مولیبدن در آب دریا شبیه‌سازی شده در pH بالاتر از ۹/۵ بدلیل ته‌نشینی ذرات کربنات کلسیم کریستالیزه و ذرات هیدروکسید منیزیم کلوییدی در سطوح مولیبدنیت، بسیار کاهش یافته است. همچنین مشاهده شده است که پوشش‌های نرمه‌ای در آب دریا همانند آب شور بدلیل فشرده شدن دو لایه الکتریکی، کاهش یافته‌اند (۸).

### ۵- نتیجه‌گیری

کیفیت آب در کانه‌آرایی به خصوص فلوتاسیون، از اهمیت زیادی برخوردار است و در کارآیی آن تأثیر بسزایی دارد. از این رو منابع آب شیرین که کیفیت مناسبی دارند، محدود بوده و رو به کاهش هستند. در نتیجه صنایع مواد معدنی را وادار به استفاده از پساب‌های فرآوری شده، آب دریا و بطور کلی منابع آب با کیفیت پایین، می‌نماید. با این اوصاف، توسعه روش‌های صرفه جویی مانند آبگیری و عمل‌آوری آب بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند. بطوریکه کارخانه تغلیظ مس سونگون با بکارگیری چنین روش‌هایی توانسته است سهم آب تازه از آب فرآیند موردنیاز فرآوری کانسنگ مس را در شرایط عملیات پیوسته به فقط ۳/۸۸ درصد برساند که این بدین معناست که سهم آب برگشتی از آب فرآیند در شرایط مذکور نیز ۹۶/۱۲ درصد است. این درحالیست که در آن واحد روش‌هایی جهت کنترل کیفیت آب نیز باید ابداع شوند. در این مقاله سعی شده است مشکلات مرتبط با مدیریت آب بحث و راه حل‌هایی مانند فلوتاسیون واسطه سنگین ارائه شود، اما لازم به ذکر است که موضوع مدیریت آب در صنایع معدنی نیازمند تحقیق بیشتر و ارائه ی یک چارچوب کلی جهت حل مشکلات معمول می‌باشد طوریکه تداوم کارهایی مانند کار لی و همکاران<sup>۳</sup> و لیو و همکاران<sup>۴</sup> باید بیشتر مد نظر باشد.

### ۶- منابع و مراجع

۱. استیل پدیا، مرجع خبر و تحلیل صنعت فولاد ایران و جهان. ۱۳۹۶. حفظ محیط زیست و منابع طبیعی با رویکرد توسعه اقتصادی کشور. برگرفته از: <https://steelpedia.ir/fa/article/83964/>
۲. دهداری، ط. و دهداری، ل. ۱۳۹۶. سازه های تئوری رفتار برنامه ریزی شده و صرفه جویی در مصرف آب. آب و فاضلاب ۲۸ (۱۲): ۳۰-۳۸.
۳. عبدالهی شریف، ج. ۱۳۹۲. بررسی امکان سنجی تغییر روش دفع پساب کارخانه فرآوری مس سونگون از سامانه فعلی به روش PPSM. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه ارومیه.
۴. نخعی، ف. و ایران نژاد، م. ۱۳۹۴. استفاده از آب دریا در فلوتاسیون مس - مولیبدن. دریافنون ۲ (۱): ۹۸-۱۰۵.

1- Jeldres et al

2- Qiu et al

3- Li et al

4- Liu et al



5. Haran NP, B.E., Boontanjai C, Swaminathan C, Kinetics studies on effect of recycled water on flotation of copper tailings from Benambra Mines, Victoria. *Asia Pac J Chem Eng*, 1996. 4: p.197–211.
6. Ikumapayi F, M.M., Johansson B, Rao KH, Recycling process water in sulfide flotation, part A: effect of calcium and sulfate on sphalerite recovery. *Miner Metall Process*, 2012. 29: p. 183–191.
7. Levay G, S.R., Skinner WM, The impact of water quality on flotation performance. *J South Afr Inst Min Metall*, 2001. 101(7): p. 69–75.
8. Li, Y., et al., The Life Cycle of Water Used in Flotation: a Review. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 2018. 36(2): p. 385-397.
9. Liu, W., C.J. Moran, and S. Vink, A review of the effect of water quality on flotation. *Minerals Engineering*, 2013. 53: p. 91-100.
10. S.R Rao, J.A.F., A review of water re-use in flotation. *Minerals Engineering*, 1989. 2(1): p. 65-85.
11. Shiklomanov, I.A., Appraisal and Assessment of World Water Resources. *Water International*, 2000. 25(1): p. 11-32.





## The necessity of water management in mineral flotation plants for saving fresh water sources

Sahand Haghikia<sup>1,\*</sup>, Sajjad Chehreghani

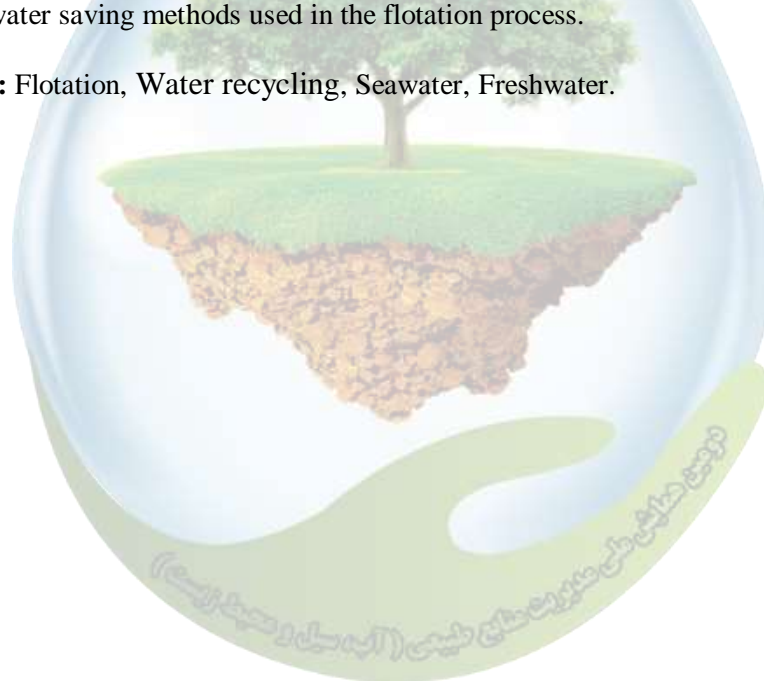
Department of Mining Engineering, Urmia University, Urmia, Iran<sup>1,2</sup>

<sup>1,\*</sup>haghikias4@gmail.com

### Abstract

The amount of freshwater is rapidly decreasing as in many countries like Iran, it has become a critical factor, given that the fast population growth and development in different industries. Flotation process is one of the main mineral dressing methods which takes place in aquatic environments and consumes large volumes of water. Stricter environmental standards have been implemented in many countries to reduce the risks due to the disposal of the wastewater and many flotation plants seek efficient ways to utilize the limited freshwater sources. Recycling water is a normal strategy for most of the mineral processing plants which can be done via using thickener and tailing dams; however, water quality should be carefully considered to guarantee a smooth flotation process. For instance, by utilizing the aforementioned strategy in sungun copper concentration plant, freshwater consumption for 900 tons per hour of copper ore has been kept at 82 m<sup>3</sup>/h in continuous operation conditions, which is 3.88% of the total process water required for the processing of copper ore (2109m<sup>3</sup>/h). Recently, the application of seawater in flotation has attracted much attention due to its availability and abundance rather than fresh water. This paper reviews the current water sources, water recycling and generally, water saving methods used in the flotation process.

**Keywords:** Flotation, Water recycling, Seawater, Freshwater.



### اثر تثبیت سویه بر تولید متالوپروتئاز قلیایی تولید شده توسط سویه *اگزیزوباکتریوم MSB42* با هدف زیست پالائی ضایعات پروتئینی

ماتیا سادات برهانی<sup>\*۱</sup>

<sup>\*۱</sup> استادیار، میکروبیولوژی، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان، ایران

<sup>\*۱</sup>msadat.borhani7@gmail.com

<sup>\*۱</sup>Borhani@gonbad.ac.ir

#### چکیده

به منظور کاهش اثرات نامطلوب زیست محیطی حاصل از ضایعات پروتئینی تولید شده در صنایع مختلف، استفاده از باکتری‌های تولید کننده پروتئازها و مخصوصاً پروتئازهای قلیایی به عنوان عوامل پالایش زیستی سازگار با محیط زیست، به طور روز افزونی توجهات ویژه‌ای به خود جلب کرده است. افزایش تولید پروتئازها توسط سویه‌های میکروبی و پایداری این سلول‌ها در شرایط صنعتی یکی از چالش‌های رو به رو در صنعت تولید آنزیم است. تثبیت سویه میکروبی یکی از راه حل‌های این مشکل می باشد. افزایش قابلیت تکرار فرایند تخمیر، پایداری بیشتر سلول تثبیت شده، هزینه کمتر بازیافت سویه و فرایندهای متعاقب آن، حفاظت سویه در برابر صدمات مکانیکی از مزایای تثبیت سویه خواهد بود. در این مطالعه اثر روش‌های مختلف تثبیت مانند پلیمرهای کربوکسی متیل سلولز، و همچنین آلزینات سدیم به تنهایی و یا همراه با پلی وینیل الکل، پلی وینیل الکل-کربنات کلسیم، و نانوذره گاما آلومینیوم، بر تولید آنزیم پروتئاز قلیایی سویه *اگزیزوباکتریوم MSB42* مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان داد که بهترین روش تثبیت در مورد سویه مورد مطالعه، روش آلزینات-پلی وینیل الکل-کربنات کلسیم بوده است. علت این امر را می‌توان به انتقال سوبسترا و مواد غذایی به سلول‌های تثبیت شده در این نوع بیدها به دلیل شکل فضایی این نوع بیدها نسبت داد.

**واژگان کلیدی:** *اگزیزوباکتریوم*، تثبیت سویه، کربوکسی متیل سلولز، آلزینات سدیم، پلی وینیل الکل

#### ۱- مقدمه

جنس *اگزیزوباکتریوم* متعلق به خانواده باسیلاسه، راسته باسیلاسل، رده باسیلی، شاخه فیرمی کوتس و سلسله باکتری‌ها می‌باشد. *اگزیزوباکتریوم* قبلاً در جنس *باسیلوس* قرار گرفته بود، اما بعدها به عنوان یک جنس جدید پذیرفته شد. باکتری‌های جنس *اگزیزوباکتریوم* پیگمان دار و از نظر مورفولوژی می‌توانند میله‌ای کوتاه تا کوسی باشند. تاکنون گونه‌ها و سویه‌ی مختلفی از این باکتری از زیستگاه‌های مختلف و متنوعی چون چشمه‌های جوشان و لایه‌های منجمد اعماق زمین در سیبری، اقیانوس‌ها، آب‌های شیرین، خاک و... جداسازی شده است. برخی از سویه‌ی *اگزیزوباکتریوم* دارای توانایی رشد در طیف وسیع دمایی (۱۲- تا ۵۵ درجه) و pH (۵-۱۱)، تحمل به غلظت‌های بالای نمک (۱۳٪) و حتی تحمل دوزهای بالای اشعه UV و فلزات سنگین هستند. توانایی رشد در رنج وسیعی از دماها موجب شده است که این جنس کاندید مناسبی برای اهداف صنعتی و محیطی باشند. بسیاری از سویه‌ی این جنس خصوصیات منحصر به فردی دارند که می‌توانند در صنعت، کاهش آلودگی زیستی و کشاورزی مفید باشند (۱).



پروتئازهای قلیایی یکی از مهم ترین گروه آنزیم های صنعتی بوده و دارای کاربردهای فراوان در صنایع شوینده، مواد پروتئینی، چرم، نساجی، صنایع غذایی و دارویی می باشند. هم چنین پروتئازهای قلیایی می توانند در تیمار پساب ها، تبدیل ضایعات پروتئینی به مواد ارزشمندی چون اسیدهای آمینه و در سنتز مواد آلی به کار گرفته شوند (۲). افزایش تولید پروتئازها توسط سویه های میکروبی و پایداری این سلول ها در شرایط صنعتی یکی از چالش های رو به رو در صنعت تولید آنزیم است. تثبیت سویه میکروبی یکی از راه حل های این مشکل می باشد. تکنولوژی تثبیت، می تواند برای سلول های میکروبی و یا برای آنزیم های تولیدی توسط آنها، به کار گرفته شود. هدف از تثبیت سلول، اجتناب از مراحل بعدی جداسازی و خالص سازی محصول میکروبی است که به نوبه خود بر فعالیت، پایداری و هزینه تولید محصول اثرگذار می باشد. به علاوه تثبیت سلول، منجر به استفاده مکرر سلول ها، پایداری طولانی مدت آنها، کنترل راحت تر فرآیند تخمیر، افزایش نرخ واکنش به دلیل افزایش تراکم سلول، پایداری بیشتر سلول تثبیت شده، حفاظت سویه در برابر صدمات مکانیکی، کاهش شستشوی سلول ها از راکتور، هزینه کمتر بازیافت سویه و فرایندهای متعاقب آن می شود (۳). شایان ذکر است که تثبیت سلول می تواند بر رشد سلول، فیزیولوژی و فعالیت متابولیکی سلول اثرگذار باشد. معمولاً تعیین علت تغییرات متابولیکی دشوار است اما می تواند به دلایلی چون محدود شدن انتقال مواد، اختلال در الگوی رشد، اثرات کشش سطحی و فشار اسمزی، کاهش در دسترس بودن آب، تغییرات در مورفولوژی سلول، تغییرات در نفوذپذیری غشای سلولی و در دسترس بودن اجزای محیط کشت مرتبط باشد (۴). به منظور تثبیت سلول ها روش های متنوعی موجود است که به طور کلی می توان آنها را به چهار دسته تقسیم کرد که عبارتند از: اتصال یا جذب به حامل جامد، گیر افتادن درون یک ماتریکس منفذدار، اتصال خود به خودی سلول ها یا با استفاده از عوامل متصل کننده، محدود کردن سلول ها بین حامل های مختلف (۵). هدف از این مطالعه اثر ۵ روش تثبیت مختلف، یعنی سدیم آلژینات (Alg)، سدیم آلژینات-پلی وینیل الکل (Alg/PVA)، سدیم آلژینات-پلی وینیل الکل-کربنات کلسیم (Alg/PVA/Ca)، سدیم آلژینات-نانوذره آلومینیوم (Alg-Al) و کربوکسی متیل سلولز (CMC) بر تولید آنزیم پروتئاز قلیایی سویه *آکالوفیل/گزئیگوباکتریوم MSB42* بوده است.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱. سویه میکروبی و روش کشت:

سویه *آکالوفیل/گزئیگوباکتریوم MSB42* در مطالعات قبلی از پساب کارخانجات سوسپس جداسازی شده بودند. شماره دستیابی این سویه در پایگاه داده ای GeneBank به ترتیب برابر با KT006760 می باشد. به منظور کشت سویه از محیط هوریکوشی برات حاوی (g/L): گلوکز (۱۰)، پپتون (۵)، عصاره مخمر (۵)، دی پتاسیم فسفات (۱)، سولفات منیزیم (۰,۲) و کربنات سدیم (۱۰) استفاده شد. بعد از تثبیت سویه، به منظور بررسی اثر آن بر تولید پروتئاز قلیایی، از محیط کشت مایع تولید پروتئاز حاوی ۲٪ پودر شیر بدون چربی در آب مقطر استفاده شد. pH محیط کشت بعد از اتوکلاو بر روی ۱۰ تنظیم گردید. سویه میکروبی در دمای ۳۷°C به مدت ۴۸ ساعت با سرعت هم زنی ۱۸۰ دور بر دقیقه گرمخانه گذاری شدند.

### ۲-۲. روش های تثبیت سویه:

بدین منظور، ابتدا استوک های آلژینات ۵٪، استوک آلژینات ۵٪، پلی وینیل الکل ۳٪، استوک کربوکسی متیل سلولز ۳٪، محلول کلرید کلسیم ۰,۲M، محلول کربنات کلسیم ۳٪، محلول کلرید فریک ۰,۰۵M و محلول نانوذره گاما آلومینیوم ۰,۱ تهیه شدند. به منظور تثبیت سویه با استفاده از آلژینات سدیم به تنهایی، ۵ mL از سوسپانسیون باکتری در ۵mL آلژینات سدیم ۵٪ حل شد. برای تثبیت سویه با استفاده از آلژینات سدیم و پلی وینیل الکل مطابق روش قبلی تنها از استوک آلژینات ۵٪ و پلی وینیل الکل ۳٪ استفاده شد. برای تثبیت سویه با استفاده از آلژینات سدیم، پلی وینیل الکل و کربنات کلسیم، ابتدا ۵mL از سوسپانسیون باکتری در ۵mL استوک آلژینات ۵٪ و پلی وینیل الکل ۳٪ حل و سپس به مخلوط حاصل ۱mL

کربنات کلسیم ۳٪ اضافه گردید. همچنین برای تثبیت سویه با استفاده از آلژینات سدیم و نانوذره گاما آلومینیوم، ابتدا به رسوب باکتری ۵mL محلول نانوذره گاما آلومینیوم اضافه و سپس مخلوط حاصل بر روی شیکر به مدت یک شب قرار داده شد. سپس سوسپانسیون سلولی در ۵mL آلژینات سدیم ۵٪ حل گردید. به منظور تثبیت سویه با استفاده از کربوکسی متیل سلولوز، ۵mL از سوسپانسیون باکتری در ۵mL کربوکسی متیل سلولوز ۲٪ حل گردید. در تمامی روش‌های تثبیت حاوی آلژینات، مخلوط پلیمر و باکتری با استفاده از سرنگ انسولین استریل به صورت قطره قطره به ۴۵ mL کلرید کلسیم ۰/۲M اضافه گردید. در حالی که در مورد تثبیت سویه در کربوکسی متیل سلولوز، مخلوط پلیمر و باکتری در نهایت به صورت قطره قطره به ۴۵mL محلول کلرید فریک ۰/۰۵M اضافه شد (۶).

### ۲-۳- سنجش فعالیت آنزیمی:

برای اندازه گیری فعالیت آنزیم پروتئاز از روش معرف فولین سیو کالتو و با کمی اصلاحات از پروتکل ذکر شده استفاده شد. در این روش، ۰/۵ ml عصاره آنزیم به ۲/۵ml محلول سوبسترا شامل کازئین (۰/۶۵٪) و بافر کربنات- بی کربنات ۲۰ mM (pH ۱۰) اضافه گردید. واکنش آنزیمی در دمای ۳۷ °C به مدت ۱۰ دقیقه صورت گرفت. سپس با افزودن ۲/۵ml تری کلرواستیک اسید ۱۰٪ (به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۳۷ °C) واکنش آنزیمی متوقف شد. پروتئین هضم نشده، با سانتریفیوژ در دور ۱۰۰۰۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه رسوب داده شد. سپس ۲/۵ml کربنات سدیم ۰/۵M و ۰/۵ml معرف فولین- سیوکالتو ۱۰٪ به ۱ml سوپرناتانت حاصله اضافه و مخلوط حاصله به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۳۷ °C قرار گرفت. میزان تیروزین آزاد شده ناشی از هضم آنزیمی کازئین، با خواندن جذب نوری در طول موج ۶۶۰nm مورد ارزیابی قرار گرفت. یک واحد فعالیت آنزیمی (U/ml) به مقداری از آنزیم که باعث آزادسازی ۱μg تیروزین در دقیقه تحت شرایط واکنش می گردد، اطلاق می شود. تمامی آزمایشات به صورت ۳ تکرار انجام شدند (۷).

### ۳- نتایج و بحث

در این مطالعه اثر ۵ روش تثبیت مختلف، یعنی سدیم آلژینات (Alg)، سدیم آلژینات-پلی وینیل الکل (Alg/PVA)، سدیم آلژینات-پلی وینیل الکل-کربنات کلسیم (Alg/PVA/Ca)، سدیم آلژینات-نانوذره آلومینیوم (Alg-Al) و کربوکسی متیل سلولوز (CMC) بر تولید آنزیم پروتئاز قلیایی، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج تولید پروتئاز توسط سویه‌ی تثبیت شده در برابر سویه‌ی تثبیت نشده و آزاد نشان داد که تولید آنزیم به خوبی با سلول‌های تثبیت شده نیز صورت می‌گیرد. در مورد سویه MSB42 بهترین روش تثبیت به ترتیب برابر با Alg/PVA/Ca < Alg < Alg/PVA < CMC < Alg-Al می‌باشد. بنابراین در مجموع می‌توان گفت بهترین روش تثبیت در مورد سویه‌ی مورد بررسی روش Alg/PVA/Ca بوده است.

جدول ۱: نتایج اثر تثبیت سویه بر تولید آنزیم. اعداد نشان دهنده درصد نسبی افزایش تولید آنزیم نسبت به سلول آزاد می‌باشد.

روش تثبیت	سویه MSB42
آلژینات (Alg)	۷۸٪
آلژینات-پلی وینیل الکل (Alg/PVA)	۷۱٪
آلژینات-پلی وینیل الکل-کربنات کلسیم (Alg/PVA/Ca)	۸۸٪
آلژینات-نانوذره آلومینیوم (Alg-Al)	۳۳٪
کربوکسی متیل سلولوز (CMC)	۵۲٪

در مطالعه Wang و همکاران در سال ۲۰۱۴ گزارش شده است که بیدهای آلژینات حاوی کربنات کلسیم، دارای شکلی مشابه منافذ کندوی عسل می‌باشند. بنابراین انتقال سوبسترا و مواد غذایی به سلول‌های تثبیت شده در بید، بیش از حالتی

است که کربنات کلسیم در آن استفاده نشده است. این موضوع احتمالاً علت بالاتر بودن نرخ تولید آنزیم توسط سویه‌ی مورد مطالعه را در این روش توضیح خواهد داد (۸). به طور مشابه، می‌توان علت تولید کمتر آنزیم، در بیدهای حاوی آلژینات-پلی وینیل الکل در مقایسه با بیدهای آلژینات را به استحکام بیشتر این بیدها نسبت داد (۹، ۱۰).

### ۴- نتیجه‌گیری:

تولید پروتئاز قلیایی توسط باکتری *اگزیکوباکتریوم* MSB42 تحت تأثیر روش‌های مختلف تثبیت سویه قرار گرفت. در این میان بهترین روش تثبیت استفاده همزمان از آلژینات-پلی وینیل الکل و کربنات کلسیم به دلیل شکل فضایی خاص این نوع بیدها بوده است.

### ۵- منابع و مراجع:

1. Vishnivetskaya, T.A., Kathariou, S., and Tiedje, J.M. (2009). The Exiguobacterium genus: biodiversity and biogeography. *Extremophiles*. 13, 541-555.
2. Velloorvalappil N.J., Robinson B.S., Selvanesan P., et al. (2013) Versatility of microbial proteases. *Advances in Enzyme Research*, 1(03):39.
3. Junter, G.-A., and Jouenne, T. (2004). Immobilized viable microbial cells: from the process to the proteome or the cart before the horse. *Biotechnol Adv.* 22: 633-658.
4. Kourkoutas, Y., Bekatorou, A., Banat, I.M., Marchant, R., and Koutinas, A. (2004). Immobilization technologies and support materials suitable in alcohol beverages production: a review. *Food Microbiol.* 21: 377-397.
5. Martins, S.C.S., Martins, C.M., Fiúza, L.M.C.G., and Santaella, S.T. (2013). Immobilization of microbial cells: A promising tool for treatment of toxic pollutants in industrial wastewater. *Afr J Biotechnol.* 12: 4412-4418.
6. Khashei, S., Etemadifar, Z., & Rahmani, H. R. (2018). Immobilization of *Pseudomonas putida* PT in resistant matrices to environmental stresses: a strategy for continuous removal of heavy metals under extreme conditions. *Annals of microbiology*, 68(12): 931-942.
7. Cupp-Enyard C. (2008) Sigma's non-specific protease activity assay-casein as a substrate. *Journal of visualized experiments*: 899-890.
8. Wang, H.Q., Hua, F., Zhao, Y.C., Li, Y., and Wang, X. (2014). Immobilization of *Pseudomonas* sp. DG17 onto sodium alginate-attapulgit-calcium carbonate. *Biotechnol Biotechnol Equip.* 28: 834-842.
9. Divatar, M., Sandhya, G., Ahemad, S., and Lingappa, K. (2015). Immobilization of *pseudomonas* sp. KLM9 in sodium slginate: a promising technique for L-glutaminase production. *Int lett nat sci.* 4: 27-35.
10. Potumarthi, R., Subhakar, C., Pavani, A., and Jetty, A. (2008). Evaluation of various parameters of calcium-alginate immobilization method for enhanced alkaline protease production by *Bacillus licheniformis* NCIM-2042 using statistical methods. *Bioresour Technol.* 99: 1776-1786.

## بررسی اثرات کیفیت آب آبیاری بر روی محصولات کشاورزی دزفول

آرش شیرمحمدی<sup>۱</sup>، ستار جلیلیان<sup>۲\*</sup>، منا گلابی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، <sup>۲\*</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، <sup>۳</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد

دانشگاه شهید چمران اهواز

\*satar.scu@gmail.com

### چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثرات کیفیت آب آبیاری بر محصولات کشاورزی در طول ۱۲ فصل زراعی در دوره زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵ در دزفول انجام گرفت. بدین منظور چهار محصول مهم کاهو، گندم، ماش و گوجه‌فرنگی که دارای بیشترین سطح زیر کشت در دزفول بودند، انتخاب شدند. داده‌های مربوط به هدایت الکتریکی، pH، سولفات، کربنات، کلر، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و نسبت جذب سدیم در آب آبیاری و میانگین عملکرد و کل تولید سالانه گردآوری شدند. در طول سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵ تغییرات قابل توجهی در بین سطح زیر کشت این محصولات مشاهده شد، ولی عملکرد تقریباً از نوسانات کمتری برخوردار بود. در طول این دوره سطح زیر کشت کاهو، گندم، ماش و گوجه‌فرنگی به ترتیب بین ۰/۴ تا ۷/۹، ۲۷/۱ تا ۴۲/۷، ۰/۱ تا ۵/۶ و ۱/۶ و ۶/۹ هزار هکتار و میانگین عملکرد برابر با ۳۳/۱، ۳/۷، ۱/۳ و ۳۴/۹ تن در هکتار بود. نکته مهم در برخی موارد مانند سال‌های زراعی ۸۶-۱۳۸۸، ۸۹-۱۳۸۵، ۱۳۸۹-۹۰، ۹۱-۱۳۹۱ و ۹۵-۱۳۹۴ رابطه معکوسی بین عملکرد با سطح زیر کشت بوده است، که احتمالاً به این دلیل بوده است که در این سال‌ها با افزایش قابل توجه سطح زیر کشت، حجم آب مطلوب برای زراعت محصولات کاهش پیدا کرده است و در نتیجه عملکرد افت قابل ملاحظه‌ای داشته است. با این حال، کیفیت آب آبیاری در طول این سال‌ها به‌طور کلی تغییرات قابل توجهی نداشته است، بنابراین، عمده تغییرات عملکرد را می‌توان به کمیت آب قابل دسترس، عوامل مدیریتی مزرعه و شرایط اقلیمی نسبت داد. در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ شوری آب مزارع گندم نسبت به سال‌های دیگر بالاتر بوده، و سبب شده است سطح زیر کشت و عملکرد گندم کاهش یابد. در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ نیز آب آبیاری حاوی مقادیر بسیار زیادی سولفات، کربنات، سدیم، پتاسیم و نسبت جذب سدیم بوده است که موجب شده است در سال زراعی بعدی سطح زیر کشت و عملکرد به شدت کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: شوری، کاهو، گندم، گوجه‌فرنگی، ماش.

### ۱- مقدمه

در مناطق خشک مانند بسیاری از مناطق ایران، آب‌های آبیاری معمولاً کیفیت‌های مطلوبی برای کشاورزی ندارند. معیارهای ارزیابی کیفیت آب برای کشاورزی شامل غلظت کربنات و بی‌کربنات، شوری یا مقدار املاح، میزان نسبی سدیم و عناصر سمی می‌باشد (۲). به طور کلی آب‌های آبیاری در کشاورزی از چهار منظر (۱) شوری (مقدار املاح)، (۲) محتوای نسبی

سدیم (نسبت جذب سدیم)، ۳) غلظت کربنات و بی کربنات و ۴) عناصر سمی مورد ارزیابی و بررسی قرار می گیرند (۵). مقدار شوری و املاحی که در آب آبیاری وجود دارد اگر از یک حد مشخصی تجاوز نکند اصطلاحاً آب را شور می گویند. آب شور، باعث شورشدن خاک می شود. محتوای نسبی سدیم آب از طریق شاخص نسبت جذب سدیم (SAR) به صورت نسبت غلظت یون سدیم ( $Na^+$ ) به مجموع غلظت یون های کلسیم ( $Ca^{2+}$ ) و منیزیم ( $Mg^{2+}$ ) در آب تعریف می شود. چنانچه نسبت جذب سدیم بالا باشد آب را سدیمی می گویند که موجب سدیمی شدن خاک نیز می شود. خاک های سدیمی، معمولاً ساختمان نامناسب و تخریب شونده ای دارند که رشد گیاه و جذب عناصر را با مشکل مواجه می کنند (۲).

از سوی دیگر، غلظت زیاد کربنات و بی کربنات در آب باعث می شود که آب ها برای آبیاری نامناسب شوند و به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم بر رشد گیاه اثر منفی بگذارد. در تغذیه گیاه، اثر مستقیم بی کربنات زیاد در آب مهم تر است. بی کربنات زیاد در آب به طور مستقیم باعث مشکل در جذب آهن و روی توسط گیاه می شود. یعنی آب های دارای بی کربنات زیاد، تشدید کمبود عناصری مثل آهن (Fe) و روی (Zn) را به همراه خواهد داشت. در بسیاری از خاک های کشور کمبود آهن دیده می شود لذا چنانچه بی کربنات آب زیاد باشد، کمبود آهن تشدید می شود (۲). بی کربنات زیاد در آب باعث تسریع در سدیمی شدن خاک می شود که در نتیجه به طور غیرمستقیم مشکلات خاک های سدیم را به دنبال خواهد داشت (۵).

عامل مهم دیگر در ارزیابی کیفیت آب، عناصر سمی است. در آب های مناطق خشک، ممکن است عناصری مثل کلر و سدیم و بُر به مقدار زیاد وجود داشته و باعث مسمومیت گیاه شوند. علاوه بر آن، آب هایی که بنحوی آلوده اند مثلاً بوسیله ی پس آب های صنعتی آلوده شده اند، دارای عناصر سمی مانند کادمیوم (Cd)، سرب (Pb) و نیکل (Ni) می باشند. بنحوی که غلظت این عناصر در آب فراوان است و برای گیاه ایجاد مسمومیت می کند (۷). علی رغم اهمیتی که کیفیت آب آبیاری بر عملکرد محصول دارد، ولی پژوهش های کمی به این موضوع پرداخته اند. در این مطالعه اثرات کیفیت آب آبیاری بر روی چهار محصول کشاورزی مهم در منطقه دزفول شامل کاهو، گندم، ماش و گوجه فرنگی بررسی شده است و ارتباط عملکرد با ویژگی های کیفی آب آبیاری بررسی شده است.

## ۲- مواد و روش ها

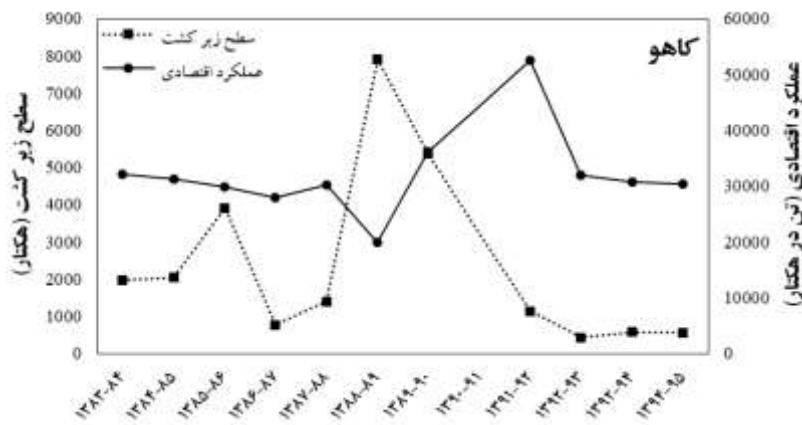
این مطالعه به منظور بررسی اثرات کیفیت آب آبیاری بر محصولات کشاورزی در دزفول انجام گرفت. برای این کار پس از مطالعه سطح زیر کشت و تولید محصولات کشاورزی دزفول چهار محصول مهم کاهو، گندم، ماش و گوجه فرنگی انتخاب شد. برای این کار در بین دسته های مختلف محصولات کشاورزی غلات، سبزیجات، صیفی جات و حبوبات محصولاتی که بیشترین سطح زیر کشت را داشتند انتخاب گردید. سطح زیر کشت این محصولات در ۱۲ فصل زراعی طول دوره زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵ از آمارنامه های موجود استخراج گردید.

از داده های کیفی آب موجود در شرکت آب و فاضلاب خوزستان استفاده شد. این داده ها در طول فصل رشد از آبی که برای آبیاری محصولات استفاده شده بود به دست آمده بود. داده های کیفی آب شامل ویژگی های هدایت الکتریکی (EC)، پاچ (pH)، سولفات ( $SO_4$ )، کربنات ( $HCO_3$ )، کلر ( $Cl^-$ )، کلسیم ( $Ca^{2+}$ )، منیزیم ( $Mg^{2+}$ )، سدیم ( $Na^+$ )، پتاسیم ( $K^+$ ) و نسبت جذب سدیم (SAR) بود. همچنین از داده های موجود مربوط به میانگین عملکرد هر محصول در هکتار و کل تولید در سطح زیر کشت در منطقه کهدر پایان فصل رشد برآورد گردیده بود، نیز استفاده گردید. برای بررسی ارتباط بین عملکرد با ویژگی های کیفی آب آبیاری از ضرایب پیرسون از طریق تجزیه همبستگی (Correlation) استفاده شد.

## ۳- نتایج و بحث

برای کاهو در طول سال های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵ سطح زیر کشت متغیر و بین ۴۳۳ تا ۷۹۰۳ هکتار در نوسان بوده است (شکل ۱)؛ اما با وجود برخی تغییرات، عملکرد اقتصادی (زیست توده) کاهو از نوسانات کمتری نسبت به سطح زیر کشت

برخوردار بوده است. میانگین سطح زیر کشت، تولید سالانه و عملکرد اقتصادی کاهو در طول این دوره به ترتیب برابر با ۲/۴۴ هزار هکتار، ۷۴/۵ هزار تن و ۳۳/۱ تن در هکتار بوده است. نکته جالب در مورد کاهو، اینکه در برخی سالها به عنوان مثال ۱۳۸۸-۸۹، ۱۳۸۹-۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ رابطه معکوسی بین عملکرد با سطح زیر کشت بوده است (شکل ۱)، و احتمالاً به این دلیل بوده است که در این سالها با افزایش قابل توجه سطح زیر کشت، مقدار آب با کیفیت مطلوب برای زراعت کاهو کاهش پیدا می کرده در نتیجه مدیریت مزارع به خوبی انجام نمی شده است و عملکرد افت قابل ملاحظه ای داشته است. با این حال، کیفیت آب آبیاری در طول این سالها تغییرات قابل توجهی نداشته است (جدول ۱)، بنابراین، تغییرات عملکرد را می توان به کمیت آب قابل دسترس برای تولیدکنندگان کاهو نسبت داد، نه کیفیت آب. نتایج تجزیه ضرایب پیرسون نیز نشان دهنده همبستگی معنی دار بین سولفات با شوری، کلر و نسبت جذب سدیم، کلسیم با کربنات و منیزیم و همچنین نسبت جذب سدیم با کلر، سدیم و سولفات بود (جدول ۲).



شکل ۱. تغییرات عملکرد اقتصادی و سطح زیر کشت کاهو در طول سالهای ۹۵-۱۳۸۳

جدول ۱. کیفیت آب آبیاری برای محصول کاهو در منطقه دزفول در طول سالهای ۹۵-۱۳۸۳

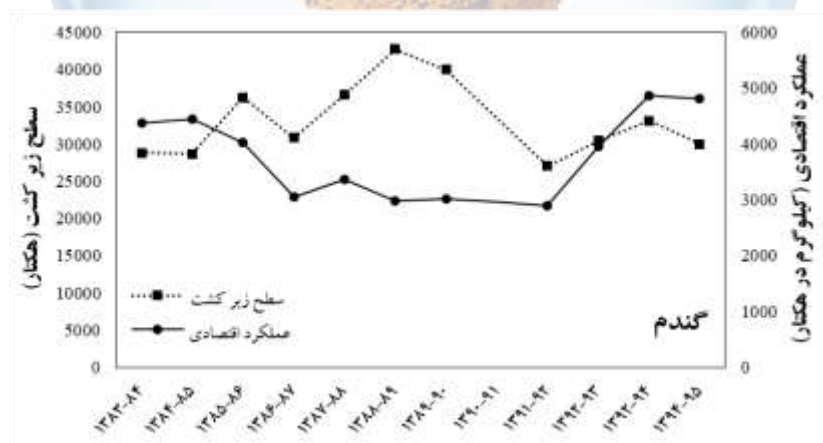
سال زراعی	شوری (میکرومتر بر متر)	بی اچ	سولفات	بیکربنات	کلر	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم	نسبت جذب سدیم
۱۳۸۳-۸۴	۸۰۹/۳	۷/۹۸	۲/۶۵	۳/۶۸	۲/۲۳	۴/۱۸	۱/۹۱	۲/۶۰	۰/۰۲۷	۲/۱۱
۱۳۸۴-۸۵	۸۲۷/۳	۸/۰۵	۲/۶۳	۳/۷۵	۲/۳۷	۴/۰۶	۲/۱۷	۲/۵۴	۰/۰۵۰	۲/۰۳
۱۳۸۵-۸۶	۸۶۳/۳	۷/۷۰	۳/۳۲	۳/۵۳	۱/۹۶	۳/۳۹	۳/۲۱	۲/۳۷	۰/۰۴۰	۱/۸۴
۱۳۸۶-۸۷	۸۱۰/۰	۷/۹۵	۲/۴۷	۳/۳۸	۲/۴۷	۲/۸۵	۳/۰۸	۲/۶۷	۰/۰۳۸	۲/۱۹
۱۳۸۷-۸۸	۹۰۰/۸	۷/۵۵	۲/۸۷	۳/۵۳	۲/۶۵	۴/۲۳	۱/۸۸	۳/۰۷	۰/۰۷۵	۲/۴۸
۱۳۸۸-۸۹	۸۰۰/۳	۷/۹۷	۲/۰۴	۳/۵۶	۲/۸۵	۳/۱۴	۲/۲۳	۳/۳۰	۰/۰۴۰	۲/۸۴
۱۳۸۹-۹۰	۷۷۳/۸	۷/۷۸	۲/۵۰	۳/۵۳	۲/۱۹	۳/۶۲	۲/۳۱	۲/۶۷	۰/۰۶۰	۲/۱۹
۱۳۹۰-۹۱	۷۶۴/۳	۷/۷۵	۲/۲۱	۳/۴۸	۲/۳۶	۳/۲۹	۲/۳۰	۲/۶۱	۰/۰۳۵	۲/۲۱
۱۳۹۱-۹۲	۸۲۰/۰	۷/۹۰	۲/۵۵	۳/۹۱	۲/۴۲	۳/۸۰	۲/۴۲	۲/۹۱	۰/۰۶۵	۲/۳۴
۱۳۹۲-۹۳	۸۴۸/۰	۷/۶۸	۳/۱۵	۳/۹۲	۲/۰۶	۴/۱۷	۲/۳۸	۲/۷۴	۰/۰۴۸	۲/۱۴
۱۳۹۳-۹۳	۸۱۱/۳	۷/۷۵	۲/۹۴	۳/۴۳	۲/۰۴	۳/۲۸	۲/۷۳	۲/۵۴	۰/۰۵۰	۲/۰۸
۱۳۹۴-۹۵	۸۳۵/۰	۷/۷۰	۲/۶۸	۳/۸۸	۲/۱۳	۳/۷۷	۲/۷۰	۲/۳۹	۰/۰۴۰	۱/۸۸

جدول ۲. همبستگی بین ویژگی‌های کیفی آب آبیاری با عملکرد کاهو

پتاسیم	سدیم	منیزیم	کلسیم	کلر	بیکربنات	سولفات	پی‌اچ	شوری	عملکرد	
								-۰/۲۶۷	شوری	
								۰/۲۹۳	-۰/۰۵۹	پی‌اچ
						-۰/۵۳۶		۰/۶۳۰*	-۰/۰۷۴	سولفات
					۰/۱۹۸		۰/۰۳۰	۰/۲۲۸	۰/۳۱۶	بیکربنات
				-۰/۱۹۱	-۰/۷۰۵*		۰/۳۲۱	۰/۰۰۱	-۰/۱۷۳	کلر
				-۰/۱۳۴	۰/۶۶۳*	۰/۳۸۲	-۰/۲۰۱	۰/۵۴۵	۰/۱۷۸	کلسیم
			-۰/۶۵۳*	-۰/۴۵۲	-۰/۲۳۷	۰/۳۳۵	-۰/۰۸۸	-۰/۰۴۶	-۰/۱۰۸	منیزیم
		-۰/۵۰۲	۰/۰۰۷	۰/۸۴۶	-۰/۰۳۹	-۰/۴۶۹	۰/۰۹۶	۰/۰۰۸	-۰/۱۲۶	سدیم
	۰/۴۰۴	-۰/۲۷۹	۰/۳۶۰	۰/۲۱۹	۰/۱۲۶	۰/۱۷۵	-۰/۳۹۵	۰/۴۱۳	۰/۲۹۲	پتاسیم
۰/۲۸۴	۰/۹۷۷**	-۰/۴۸۴	-۰/۱۳۷	۰/۸۷۹**	-۰/۱۷۳	-۰/۶۱۰*	۰/۱۷۴	-۰/۱۵۲	-۰/۱۵۵	نسبت جذب سدیم

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

تغییرات در سطح زیر کشت گندم نسبت به کاهو کمتر بود (شکل ۲)، ولی با این حال دامنه تغییرات آن قابل توجه بود، به طوری که از ۲۷/۱ هزار هکتار در سال ۹۲-۱۳۹۱ تا ۴۲/۷ هزار هکتار در سال ۸۹-۱۳۸۸ متغیر بوده است. عملکرد گندم نیز در طول این دوره از ۲/۹ تا ۴/۹ تن در هکتار نوسان داشته است. میانگین سطح زیر کشت، تولید سالانه و عملکرد اقتصادی گندم در طول سال‌های ۹۵-۱۳۸۳ به ترتیب برابر با ۳۳/۲ هزار هکتار، ۱۲۲/۴ هزار تن و ۳/۷ تن در هکتار بوده است. در سال‌های ۸۶-۱۳۸۵، ۸۹-۱۳۸۸، ۹۰-۱۳۸۸ و ۹۵-۱۳۹۴ تغییرات سطح زیر کشت رابطه معکوسی با عملکرد داشته است (شکل ۲)؛ که می‌تواند به دلیل عدم وجود منابع آبی کافی برای آبیاری مطلوب مزارع گندم بوده باشد. به جز در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ که شوری آب نسبت به سال‌های دیگر بالاتر بوده، کیفیت آب مورد استفاده برای آبیاری مزارع گندم در منطقه دزفول تقریباً یکسان بوده است و تغییرات چشمگیری نداشته است (جدول ۳). در همین سال نیز، سطح زیر کشت و عملکرد گندم کاهش یافته است (شکل ۳). نتایج همبستگی نشان داد که کلر با سدیم و نسبت جذب سدیم و همچنین نسبت جذب سدیم با کلر و سدیم به طور معنی‌داری همبسته بودند (جدول ۴).



شکل ۲. تغییرات عملکرد اقتصادی و سطح زیرکشت گندم در طول سال‌های ۹۵-۱۳۸۳

جدول ۳. کیفیت آب آبیاری برای محصول گندم در منطقه دزفول در طول سال‌های ۹۵-۱۳۸۳

سال زراعی	شوری (میکرومتر بر متر)	بی اچ	سولفات	بیکربنات	کلر	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم	نسبت جذب سدیم
۱۳۸۳-۸۴	۷۵۷/۳	۸/۱۱	۲/۵۸	۳/۳۰	۲/۱۴	۳/۶۶	۱/۸۱	۲/۵۹	۰/۰۴	۲/۲۱
۱۳۸۴-۸۵	۷۶۶/۷	۷/۸۸	۲/۳۹	۳/۵۰	۲/۱۸	۳/۴۴	۲/۳۳	۲/۳۶	۰/۰۵	۱/۹۶
۱۳۸۵-۸۶	۷۷۶/۰	۷/۵۳	۲/۷۰	۳/۸۰	۱/۸۷	۳/۴۰	۲/۹۰	۲/۲۲	۰/۰۶	۱/۷۷
۱۳۸۶-۸۷	۱۷۳۹/۰	۷/۶۴	۲/۷۴	۳/۸۷	۱/۹۷	۳/۳۴	۲/۸۱	۲/۶۴	۰/۰۴	۲/۱۳
۱۳۸۷-۸۸	۸۵۲/۷	۷/۴۵	۲/۷۸	۳/۴۳	۳/۰۰	۳/۸۹	۲/۱۷	۳/۲۹	۰/۰۶	۲/۶۸
۱۳۸۸-۸۹	۷۸۹/۱	۷/۸۶	۱/۸۲	۳/۶۸	۲/۷۴	۳/۲۰	۲/۱۴	۳/۰۶	۰/۰۴	۲/۶۵
۱۳۸۹-۹۰	۸۰۱/۷	۷/۷۶	۲/۶۳	۳۰/۸۴	۲/۰۹	۳/۴۶	۲/۵۸	۲/۶۵	۰/۰۵	۲/۱۵
۱۳۹۰-۹۱	۷۵۵/۸	۷/۷۹	۲/۳۹	۳/۲۶	۲/۲۶	۳/۰۱	۲/۴۴	۲/۶۲	۰/۰۴	۲/۲۴
۱۳۹۱-۹۲	۷۸۲/۱	۶/۹۶	۲/۷۷	۳/۶۵	۲/۱۳	۳/۵۸	۲/۲۹	۲/۹۰	۰/۰۵	۲/۳۹
۱۳۹۲-۹۳	۸۲۳/۵	۷/۷۴	۳/۰۸	۳/۷۳	۲/۰۵	۳/۷۶	۲/۶۲	۲/۶۴	۰/۰۴	۲/۰۹
۱۳۹۳-۹۳	۸۳۱/۸	۷/۷۰	۳/۱۳	۲/۶۲	۲/۰۳	۳/۵۰	۲/۶۶	۲/۷۹	۰/۰۴	۲/۲۵
۱۳۹۴-۹۵	۸۰۴/۳	۷/۶۱	۲/۵۸	۳/۸۶	۲/۰۵	۴/۱۰	۲/۱۲	۲/۴۲	۰/۰۵	۱/۹۴

جدول ۴. همبستگی بین ویژگی‌های کیفی آب آبیاری با عملکرد گندم

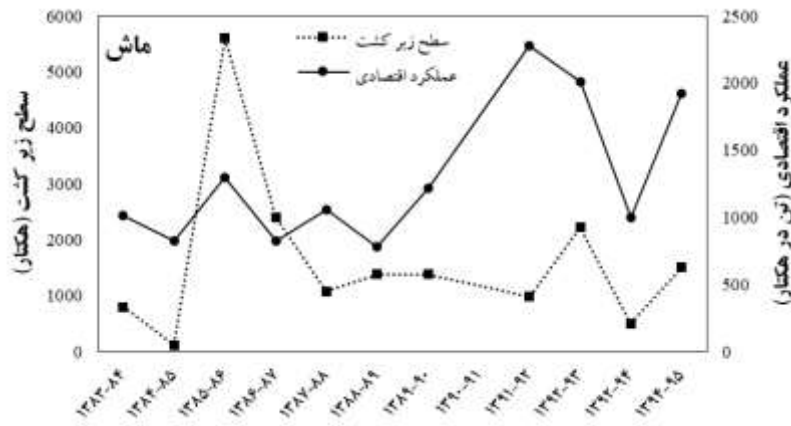
عملکرد	شوری	بی اچ	سولفات	بیکربنات	کلر	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم
شوری	-۰/۲۶۶								
بی اچ	-۰/۳۳۷	-۰/۱۲۰							
سولفات	۰/۳۳۴	۰/۱۵۸	۰/۱۰۳						
بیکربنات	-۰/۰۳۶	۰/۳۸۹	۰/۰۰۷	۰/۱۷۱					
کلر	-۰/۳۵۲	-۰/۱۹۲	-۰/۰۸۳	-۰/۴۲۳	-۰/۴۱۳				
کلسیم	۰/۵۰۴	-۰/۱۴۲	۰/۰۳۸	۰/۴۴۰	۰/۲۰۷	۰/۰۴۶			
منیزیم	-۰/۱۱۵	۰/۴۱۲	-۰/۱۵۰	۰/۴۲۹	۰/۵۲۸	-۰/۵۱۱	-۰/۳۵۴		
سدیم	-۰/۴۶۹	۰/۰۱۲	۰/۲۲۰	-۰/۰۶۳	-۰/۲۳۸	۰/۸۱۴**	۰/۰۶۳	-۰/۳۳۵	
پتاسیم	۰/۰۱۲	-۰/۱۵۸	۰/۰۰۲	۰/۱۰۷	۰/۲۱۸	۰/۴۱۷	۰/۰۹۳	-۰/۰۱۴	
نسبت جذب سدیم	-۰/۵۰۹	-۰/۰۵۵	۰/۲۲۲	-۰/۲۶۰	-۰/۳۶۶	۰/۸۴۷**	-۰/۰۷۸	۰/۹۷۰**	-۰/۱۲۷

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

سطح زیر کشت ماش به جز در دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ تغییرات کمی داشت (شکل ۳)، در این دو سال به ترتیب کمترین (۱۲۰ هکتار) و بیشترین (۵۵۹۸ هکتار) سطح زیر کشت ماش در منطقه دزفول مشاهده شد. عملکرد ماش نیز در طول این دوره از ۷۷۹/۵ تا ۲۲۷۹/۲ کیلوگرم در هکتار متغیر بوده است. میانگین سطح زیر کشت، تولید سالانه و عملکرد اقتصادی گندم در طول سال‌های ۹۵-۱۳۸۳ به ترتیب برابر با ۱/۶ هزار هکتار، ۲/۲ هزار تن و ۱/۳ تن در هکتار بوده است. در طول این دوره، تغییرات سطح زیر کشت با عملکرد تقریباً انطباق داشته است (شکل ۲)؛ که نشان دهنده اهمیت این محصول نسبت به سایر محصولات و اختصاص آب و سایر نهاده‌ها در حد کفایت برای دستیابی به بیشینه محصول می باشد. آب مورد استفاده برای آبیاری ماش در طی دوره ۱۲ ساله مورد بررسی از ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵ به جز در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ تقریباً بدون تغییر مشخصی بوده است (جدول ۵). در این سال، آب آبیاری حاوی مقادیر بسیار زیادی سولفات، کربنات، سدیم، پتاسیم و نسبت جذب سدیم بوده است که موجب شده است در سال زراعی بعدی (۸۷-۱۳۸۶) سطح زیر کشت و عملکرد اقتصادی به شدت کاهش یابد (شکل ۳)، به طوری که سطح زیر کشت و عملکرد ماش در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ به ترتیب ۵۷



و ۳۷ درصد نسبت به سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ کمتر باشد. بر اساس تجزیه ضرایب پیرسون (جدول ۶)، کربنات با سولفات، سدیم، پتاسیم و نسبت جذب سدیم، کلسیم با منیزیم، سدیم و نسبت جذب سدیم، سولفات با سدیم، پتاسیم و نسبت جذب سدیم، سدیم با پتاسیم و همچنین سدیم و پتاسیم با نسبت جذب سدیم همبستگی معنی داری داشتند.



شکل ۳. تغییرات عملکرد اقتصادی و سطح زیرکشت ماش در طول سال‌های ۹۵-۱۳۸۳

جدول ۵. کیفیت آب آبیاری برای محصول ماش در منطقه دزفول در طول سال‌های ۹۵-۱۳۸۳

سال زراعی	شوری (میکرومتر بر متر)	پی اچ	سولفات	بیکربنات	کلر	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم	نسبت جذب سدیم
۱۳۸۳-۸۴	۷۶۵/۰	۷/۹۸	۱/۹۶	۳/۶۵	۲/۱۱	۳/۵۷	۱/۹۴	۲/۲۸	۰/۰۴۸	۱/۹۴
۱۳۸۴-۸۵	۷۹۰/۳	۷/۹۵	۱/۹۰	۳/۹۴	۲/۰۱	۳/۱۹	۲/۳۶	۲/۳۵	۰/۰۴۸	۲/۰۰
۱۳۸۵-۸۶	۷۹۳/۰	۸/۰۵	۱۷/۸۰	۱۱/۲۳	۱/۸۳	۳/۰۲	۲/۴۲	۳/۵۸	۰/۸۳۵	۳/۰۷
۱۳۸۶-۸۷	۷۸۷/۸	۷/۷۲	۳/۱۰	۳/۴۷	۲/۲۹	۳/۱۹	۲/۶۷	۳/۳۰	۰/۰۴۸	۲/۷۳
۱۳۸۷-۸۸	۶۰۸/۰	۷/۵۳	۲/۶۳	۳/۷۷	۱/۹۸	۳/۳۶	۲/۷۳	۲/۳۹	۰/۰۳۵	۱/۹۴
۱۳۸۸-۸۹	۷۰۷/۰	۸/۱۵	۲/۱۰	۳/۰۷	۱/۹۹	۳/۲۳	۲/۱۴	۲/۲۵	۰/۰۴۰	۱/۹۴
۱۳۸۹-۹۰	۷۴۲/۰	۷/۹۳	۲/۳۱	۳/۶۵	۲/۰۴	۳/۹۷	۲/۰۴	۲/۳۳	۰/۰۵۳	۱/۹۰
۱۳۹۰-۹۱	۷۸۵/۰	۷/۷۵	۲/۵۶	۳/۴۹	۲/۲۲	۳/۴۱	۲/۶۶	۲/۳۳	۰/۰۵۰	۱/۸۹
۱۳۹۱-۹۲	۷۹۹/۳	۷/۹۷	۲/۵۴	۴/۰۶	۲/۰۶	۳/۳۰	۲/۹۵	۲/۵۱	۰/۰۷۷	۲/۰۱
۱۳۹۲-۹۳	۷۷۶/۳	۷/۶۵	۲/۷۳	۳/۸۲	۱/۸۸	۳/۹۴	۲/۴۳	۲/۲۱	۰/۰۵۳	۱/۷۵
۱۳۹۳-۹۴	۷۶۵/۵	۷/۶۰	۱/۷۶	۳/۷۸	۱/۹۳	۴/۲۸	۱/۴۰	۱/۹۴	۰/۰۵۰	۱/۶۲
۱۳۹۴-۹۵	۶۹۶/۵	۷/۶۰	۲/۰۹	۳/۵۲	۱/۹۸	۳/۵۵	۲/۰۲	۲/۱۶	۰/۰۵۰	۱/۸۳

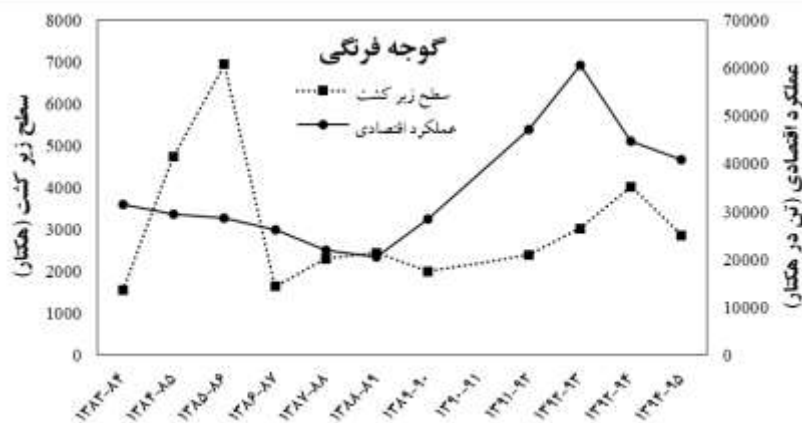
جدول ۶. همبستگی بین ویژگی‌های کیفی آب آبیاری با عملکرد ماش

عملکرد	شوری	پی اچ	سولفات	بیکربنات	کلر	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم
شوری	۰/۱۸۸								
پی اچ	-۰/۲۰۹	۰/۳۸۹							
سولفات	۰/۰۰۴	۰/۲۳۵	۰/۳۲۶						
بیکربنات	۰/۰۲۵	۰/۲۶۳	۰/۳۲۲	۰/۹۸۹**					
کلر	-۰/۱۱۹	۰/۲۰۱	-۰/۰۲۹	-۰/۴۳۷	-۰/۴۹۹				
کلسیم	۰/۱۳۴	-۰/۰۳۶	-۰/۴۵۵	-۰/۴۱۹	-۰/۲۱۴	-۰/۳۷۱			
منیزیم	۰/۳۵۵	۰/۰۴۹	۰/۰۴۳	۰/۱۴۳	۰/۱۰۰	۰/۳۲۵	-۰/۶۵۳*		

سدیم	۰/۱۳۴	۰/۳۱۱	۰/۲۸۶	۰/۷۷۱**	۰/۷۱۶**	۰/۱۱۳	۰/۴۶۷	۰/۱۶۵۲*	۰/۴۶۷
پتاسیم	۰/۰۱۲	۰/۲۶۰	۰/۳۵۹	۰/۹۹۶**	۰/۹۹۵**	۰/۴۷۲	۰/۰۸۸	۰/۳۹۲	۰/۷۳۰**
نسبت جذب سدیم	۰/۲۱۲	۰/۳۰۰	۰/۳۴۴	۰/۸۰۱**	۰/۷۴۸**	۰/۰۶۹	۰/۳۷۶	۰/۶۷۱*	۰/۷۶۷**

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

تغییرات کمتری (به جز سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵) در سطح زیر کشت گوجه فرنگی نسبت به سایر محصولات مشاهده شد (شکل ۴)، در سال زراعی ۸۶-۸۵ سطح زیر کشت گوجه فرنگی نزدیک به ۷ هزار هکتار بود که نسبت به میانگین سایر سالها (۲/۷ هزار هکتار) به طور قابل توجهی بیشتر بود. عملکرد گوجه فرنگی نیز در طول سالهای ۹۵-۱۳۸۳ از ۲۰/۵ تا ۶۰/۶ تن در هکتار نوسان داشته است که نسبت به سایر محصولات مورد بررسی تغییر بسیار زیادی به شمار می رود. میانگین سطح زیر کشت، تولید سالانه و عملکرد اقتصادی گوجه فرنگی در طول سالهای ۹۵-۱۳۸۳ به ترتیب برابر با ۳ هزار هکتار، ۱۰۵/۷ هزار تن و ۳۴/۹ تن در هکتار بوده است (شکل ۴). با این حال، کیفیت آب آبیاری در طول این سالها تغییرات قابل توجهی نداشت (جدول ۷)، و تغییرات عملکرد گوجه فرنگی را می توان به کمیت آب قابل دسترس و یا سایر عوامل مدیریتی مزرعه یا آب و هوایی نسبت داد. شوری با پتاسیم، سولفات با منیزیم و سدیم و همچنین سدیم با نسبت جذب سدیم همبستگی معنی داری داشت (جدول ۸).



شکل ۴. تغییرات عملکرد اقتصادی و سطح زیر کشت گوجه فرنگی در طول سالهای ۹۵-۱۳۸۳

جدول ۷. کیفیت آب آبیاری برای محصول گوجه فرنگی در منطقه دزفول در طول سالهای ۹۵-۱۳۸۳

سال زراعی	شوری (میکرومتر بر متر)	سولفات	بیکربنات	کلر	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم	نسبت جذب سدیم
۱۳۸۳-۸۴	۷۶۰/۰	۱/۸۵	۳/۵۸	۲/۱۵	۳/۴۲	۱/۹۷	۲/۲۴	۰/۰۵۷	۱/۹۳
۱۳۸۴-۸۵	۷۸۵/۷	۱/۷۷	۴/۰۲	۱/۹۸	۳/۰۴	۲/۵۱	۲/۳۴	۰/۰۴۷	۱/۹۹
۱۳۸۵-۸۶	۷۷۷/۳	۲/۴۷	۳/۱۶	۱/۷۲	۳/۲۹	۲/۳۱	۲/۲۹	۰/۰۵۷	۱/۹۳
۱۳۸۶-۸۷	۸۰۵/۷	۳/۷۸	۳/۹۶	۱/۹۴	۳/۵۳	۲/۷۷	۳/۵۳	۰/۰۵۰	۲/۸۱
۱۳۸۷-۸۸	۵۳۶/۷	۲/۸۷	۳/۵۴	۲/۰۰	۳/۱۸	۲/۹۳	۲/۳۸	۰/۰۳۳	۱/۹۳
۱۳۸۸-۸۹	۷۰۴/۳	۲/۱۳	۳/۲۹	۱/۸۵	۳/۲۷	۱/۹۵	۲/۵۲	۰/۰۴۳	۲/۲۱
۱۳۸۹-۹۰	۷۶۱/۷	۲/۴۱	۳/۹۱	۲/۰۴	۴/۰۹	۲/۱۴	۲/۲۹	۰/۰۴۳	۱/۸۳
۱۳۹۰-۹۱	۷۹۲/۷	۲/۵۶	۳/۴۴	۲/۲۷	۳/۴۱	۲/۷۸	۲/۲۳	۰/۰۵۰	۱/۷۹
۱۳۹۱-۹۲	۷۸۹/۵	۲/۵۶	۴/۰۸	۲/۰۲	۳/۰۱	۳/۲۱	۲/۵۹	۰/۰۵۰	۲/۰۷

۱/۷۲	۰/۰۴۷	۲/۱۹	۲/۷۱	۳/۷۹	۱/۸۸	۳/۷۴	۲/۹۰	۷/۵۷	۷۶۷/۰	۱۳۹۲-۹۳
۱/۷۵	۰/۰۴۰	۲/۱۸	۲/۶۳	۳/۵۵	۱/۸۶	۳/۶۸	۲/۷۲	۷/۵۰	۷۶۲/۰	۱۳۹۳-۹۳
۱/۹۳	۰/۰۵۳	۲/۲۴	۱/۷۹	۳/۵۷	۱/۹۴	۳/۴۸	۲/۰۲	۷/۵۳	۶۷۰/۳	۱۳۹۴-۹۵

جدول ۸. همبستگی بین ویژگی‌های کیفی آب آبیاری با عملکرد گوجه فرنگی

پتاسیم	سدیم	منیزیم	کلسیم	کلر	بیکربنات	سولفات	پی اچ	شوری	عملکرد	
									۰/۳۲۱	شوری
								۰/۱۷۸	-۰/۳۵۸	پی اچ
							-۰/۵۴۹	۰/۰۵۹	۰/۰۹۶	سولفات
						۰/۲۱۶	-۰/۳۲۰	۰/۳۴۰	۰/۲۶۰	بیکربنات
					۰/۲۴۳	-۰/۱۵۹	-۰/۰۹۳	۰/۰۶۸	-۰/۰۰۲	کلر
				۰/۰۲۵	۰/۰۴۸	۰/۲۱۸	-۰/۴۵۵	۰/۱۳۶	۰/۲۳۴	کلسیم
			-۰/۳۳۷	۰/۱۳۲	۰/۴۶۳	۰/۵۹۸*	-۰/۲۶۷	۰/۰۹۴	۰/۳۰۹	منیزیم
		۰/۲۷۰	-۰/۱۱۱	-۰/۰۹۷	۰/۳۶۱	۰/۶۶۵*	-۰/۱۷۴	۰/۱۹۷	-۰/۳۳۰	سدیم
	۰/۰۵۳	-۰/۳۴۸	-۰/۰۳۵	۰/۰۶۱	-۰/۱۵۵	-۰/۲۴۹	۰/۳۹۱	۰/۵۷۴*	۰/۱۵۹	پتاسیم
۰/۱۳۹	۰/۹۶۸**	۰/۰۸۰	-۰/۲۰۲	-۰/۱۴۳	۰/۲۳۸	۰/۴۸۶	-۰/۰۲۶	۰/۱۵۱	-۰/۴۵۴	نسبت جذب سدیم

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

سطح زیر کشت محصولات مورد بررسی کاهو، گندم، ماش و گوجه فرنگی در طول این دوره متغیر بود، ولی عملکرد از نوسان کمتری برخوردار بود. به نظر می‌رسد تغییرات سطح زیرکشت مربوط به حجم آب مطلوب قابل دسترس بوده است. نتایج صادقی و همکاران (۴) حاکی از روند کاهشی کیفیت آب شرب و کشاورزی در دشت کاشان بوده است؛ به طوری که سالانه ۱/۸ کیلومترمربع از آب شرب با کیفیت خوب طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۲ کاسته شده و با آب با کیفیت متوسط یا نامناسب جایگزین شده، همچنین این کاهش در بخش کشاورزی چشمگیرتر بوده به گونه‌ای که بین سال‌های ۸۸-۱۳۸۱ سالانه ۱۱/۱ کیلومترمربع از آب‌های با کیفیت مناسب کم شده و در پایان سال ۱۳۸۸ میزان این آب در منطقه به صفر رسیده است. بخش قابل توجهی از آب‌های آبیاری کشور جزء آب‌های شور طبقه بندی می‌گردند، بنابراین آب‌های غیر شور و با کیفیت مطلوب دارای ارزش تولیدی خوبی می‌باشند و باید از این قبیل آب‌ها به نحو مطلوب و با نهایت صرفه جویی در جهت توسعه سطح زیر کشت و افزایش کارایی مصرف آب‌های شور بهره برداری نمود تا بدین ترتیب ضمن افزایش کارایی مصرف آب‌های شور و لب شور، با بکارگیری مقدار محدودی آب غیرشور حداکثر بهره برداری را نمود (۳). فیضی (۳) با بررسی کارایی مصرف آب با کیفیت‌های مختلف بر روی عملکرد محصولات گندم، جو، پنبه و آفتابگردان نتیجه گرفت که در شرایطی که آب شور و یا لب شور دارای ارزش تولیدی کمی باشد می‌توان با کاربرد مقدار کمی آب غیر شور ضمن افزایش کارایی مصرف به ازای آب غیر شور، مصرف آب‌های شور و لب شور را نیز با کارایی بهتر استفاده نمود. نتایج بدیعی و همکاران (۱۳۹۵) نیز نشان داد علی‌رغم کیفیت مناسب آب چاه برای آبیاری، میزان پارامترهای هدایت الکتریکی، اسیدیته، BOD5، COD، کلی فرم کل و کلی فرم‌های گوارشی در فاضلاب خام و تصفیه‌شده فراتر از حد استانداردها بود. از منظر آلاینده‌های میکروبی، وجود کیفیت مناسب خاک و گیاه، امکان جایگزینی آب شیرین با پساب تصفیه‌شده را در صورت اعمال مدیریت صحیح کاربرد نشان می‌دهد.

#### ۴- نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که در طول سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵ تغییرات قابل توجهی در بین سطح زیر کشت کاهو، گندم، ماش و گوجه‌فرنگی در دزفول وجود داشت، ولی عملکرد نوسانات کمتری در عملکرد مشاهده شد. کیفیت آب آبیاری نیز در طول این دوره تغییرات قابل توجهی نداشت، لذا تغییرات عملکرد به کمیت آب آبیاری، مدیریت مزرعه و شرایط اقلیمی

مرتبط است. در برخی سال‌ها (مانند ۸۶-۱۳۸۵، ۸۹-۱۳۸۸، ۹۰-۱۳۸۹، ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۵-۱۳۹۴) رابطه معکوسی بین عملکرد با سطح زیر کشت بود، که می‌تواند به دلیل کاهش عملکرد به دلیل کمبود قابلیت دسترسی با آب با کیفیت مطلوب برای کشاورزی باشد.

### ۵- منابع

۱. بدیعی، ا.، کاراندیش، ف.، و طباطبائی، س.م. (۱۳۹۵). تأثیر آبیاری با فاضلاب خام و تصفیه‌شده شهری بر عملکرد گندم و ویژگی‌های میکروبی خاک و گیاه. دانش آب و خاک، ۲۶: ۲۱۵-۲۲۸.
۲. خدایی، م.، و سلیم، ن. (۱۳۸۸). شاخص‌های کیفیت آب و خاک در کشاورزی. انتشارات مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، یزد.
۳. فیضی، م. (۱۳۸۲). کارآیی مصرف آب با کیفیت‌های مختلف بر روی عملکرد محصولات گندم، جو، پنبه و آفتابگردان. علوم خاک و آب، ۱۷: ۱۰۵-۹۷.
۴. سیدهادی صادقی، س.ه.، آلبوعلی، ع.، و قضاوی، ر. (۱۳۹۵). بررسی روند زمانی و مکانی تغییر پارامترهای کیفی آب دشت کاشان با استفاده از روش‌های زمین آمار. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۷۶: ۸۳-۷۳.
5. Chhabra, R. (2017). Soil salinity and water quality. Routledge.
6. Gordon, L. J., Finlayson, C. M., and Falkenmark, M. (2010). Managing water in agriculture for food production and other ecosystem services. *Agricultural Water Management*, 97(4): 512-519.
7. Rahman, M.S., Saha, N., Islam, A.T., Shen, S., and Bodrud-Doza, M. (2017). Evaluation of water quality for sustainable agriculture in Bangladesh. *Water, Air, & Soil Pollution*, 10: 385-390.





## Effects of Irrigation Water Quality on Dezful Agricultural Products

Arash Shir Mohammadi<sup>1</sup>, Satar Jalilian<sup>2\*</sup>, Mona Golabi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> MSc. Student of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, <sup>2\*</sup>MSc. Student of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, <sup>3</sup> Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

<sup>2\*</sup>satar.scu@gmail.com

### Abstract

This study was conducted to investigate the effects of irrigation water quality on agricultural crops during 12 seasons in Dezful from 2004 to 2016. For this purpose, four important crops of lettuce, wheat, mung beans and tomatoes with the highest cultivated area in Dezful were selected. The data on electrical conductivity, pH, sulfate, carbonate, chlorine, calcium, magnesium, sodium, potassium and sodium uptake ratio in irrigation water and average yield and total annual yield were collected. Significant variations were observed in the cultivated area of these crops during the years 2004 to 2016, but yields were less volatile. During this period, the area under cultivation of lettuce, wheat, mung beans and tomatoes was between 0.4 to 7.9, 27.1 to 42.7, 0.1 to 5.6, 1.6 and 9.9, respectively. 6 thousand hectares and average yield was 33.1, 3.7, 1.3 and 34.9 ton / ha. Importantly, in some cases, such as crop years 2006-2009, 2010-1999, 90-1389, 1939-92 and 95-1394 there was an inverse relationship between yield and cultivated area, which was probably because Over the years, with the significant increase in area under cultivation, the amount of water needed for crop production has declined - resulting in a significant drop in yield. However, the quality of irrigation water has not changed significantly over the years, so major changes in yield can be attributed to the quantity of available water, farm management factors and climate. The salinity of the wheat fields was higher than other years in the 2006-2008 crop year, causing the area under cultivation and yield of wheat to decline. Irrigation water also contained large amounts of sulfate, carbonate, sodium, potassium and sodium uptake in the 2006-2006 crop year, which led to a marked decrease in crop area and yield in the following crop year.

**Key Words:** Salinity, lettuce, wheat, tomato, mung bean.

### نقش مکانیزاسیون کشاورزی با نگرشی بر دلایل عدم پذیرش کشاورزی ارگانیک

ناهد تاهرزاده<sup>۱</sup>، محمد شریفی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی-انرژی، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، <sup>۲\*</sup> عضو هیئت علمی گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده

مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

\* ۲ (m.sharifi@ut.ac.ir)

### چکیده

به علت عدم استفاده از نهاده‌های شیمیایی، حداکثرسازی عملکرد محصولات و کاهش تخریب‌های محیطی ابتدا باید شرایط مزرعه در نظر گرفته شود و سپس نهاده‌های شیمیایی را کاهش و مواد آلی مورد نیاز مزارع را با هدف ترویج و تقویت بهداشت اکوسیستم، به کار گرفته شوند. این عمل تحت عنوان کشاورزی ارگانیک بیان می‌شود. از فرصت‌های مهم توسعه کشاورزی ارگانیک در ایران، کوچک بودن اراضی کشاورزی، داشتن آب‌وهوای خشک و نیمه خشک و وجود دامپروری‌های سنتی و از چالش‌های مهم در ایران کافی نبودن تولید کودزیستی و موانع اقتصادی، مصرف بی‌رویه کود و سموم شیمیایی و فقدان اطلاعات در مورد کشاورزی ارگانیک است. به طور عمده به دلایل زیست محیطی و افزایش تقاضا برای غذای سالم از سوی مردم، کشاورزان به سرعت در حال افزایش تولیدات ارگانیک هستند. تقاضا برای مکانیزاسیون پاسخ به تقاضا برای محصولات با کیفیت بالا و تکنیک‌های پیچیده تولید در کشورهایی با هزینه‌های بالای کار است. مکانیزاسیون یکی از ارکان اساسی در کشاورزی مدرن می‌باشد. بدون آن چشم‌انداز روشنی از یک کشاورزی پویا و در عین حال پایدار که بتواند نیازهای غذایی را به گونه‌ای معقولانه پاسخ دهد قابل تصور نیست. هدف از این بررسی نقش مکانیزاسیون در توسعه کشاورزی ارگانیک با توجه به فرصت‌ها و موانع موجود در مورد عدم پذیرش کشاورزی ارگانیک است.

**واژگان کلیدی:** کشاورزی ارگانیک، موانع پذیرش کشاورزی ارگانیک، توسعه مکانیزاسیون کشاورزی

### ۱- مقدمه

چالش‌های بخش کشاورزی با گذشت زمان پیچیده‌تر از گذشته می‌شوند، ولی در کنار آن پیشرفت علوم و فناوری راهکارهای مؤثرتری را برای مقابله با آن‌ها ارائه می‌نماید. مصرف فراوان انواع سموم و کودهای شیمیایی چه از لحاظ تأثیر بر سلامت مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی و غذایی و چه از لحاظ تبعات زیست محیطی از قبیل آلودگی آب‌های زیرزمینی و برهم زدن تعادل زیستی، روزبه‌روز مورد تردید جدی قرار می‌گیرد. کشاورزی ارگانیک سیستمی است که چرخه اکولوژیکی و افزایش فعالیت خاک را بهبود و ارتقا می‌بخشد و کمترین استفاده از نهاده‌های شیمیایی با هدف سلامت و کیفیت محصولات تولیدی درون مزرعه را مدنظر دارد (۲). کودهای مصنوعی، بدون درک کامل از تغییرات مرتبط در جوامع میکروبی، شبکه مواد غذایی خاک، عملکرد اکوسیستم، ساختار خاک، باروری و حاصلخیزی آن، توسعه و به کار گرفته شده‌اند. آفت‌کش‌ها بدون درک کامل مورد استفاده قرار گرفته و در نتیجه، در سال‌های ۱۹۶۵ تا ۱۹۹۰، ۱۰-۳ درصد تلفات محصول ناشی از بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز افزایش یافته است (۱۵). مکانیزاسیون شرط اساسی گذر از مرحله کشاورزی سنتی به کشاورزی مدرن است.

تأمین غذای مورد نیاز جمعیت رو به رشد فعلی و به‌طور کلی، تأمین امنیت غذایی کشور با روش‌های سنتی امکان‌پذیر نیست. امروزه نقش و جایگاه مکانیزاسیون در چرخه تولیدات محصولات کشاورزی امری است که همگان بر آن وقوف کامل دارند. از این‌رو، مکانیزاسیون همواره در برنامه‌ریزی‌های کلان بخش کشاورزی مدنظر تمام برنامه‌ریزان زیربخش‌های کشاورزی و تحقیقاتی قرار داشته است. افزایش تولید وابسته به تکنولوژی و سطح مکانیزاسیون است. به‌طور کلی، ماشین‌های کشاورزی با افزایش سطح زیر کشت، ایجاد شرایط فشرده و تراکم (چندکشتی)، افزایش سرعت عملیات اجرایی روی زمین، بهبود عملیات زراعی منجر به افزایش تولید و درآمد کشاورزان و در نهایت، افزایش در آمد در بخش کشاورزی می‌شود (۸). کشاورزی ارگانیک یک راه حل مهم برای حفظ تنوع زیستی در چشم اندازهای کشاورزی است، با این حال کارهای بسیار زیادی برای ارزیابی کامل مزایایی بالقوه این روش کشاورزی لازم است (۱۴). کشاورزی ارگانیک می‌تواند از طریق افزایش اشتغال، ارتباط نزدیک با اقتصاد محلی و اتصال مجدد تولیدکنندگان با مصرف‌کنندگان باعث توسعه روستاها شود (۱۳). با این وجود چنانچه مکانیزاسیون به‌نحو صحیحی انتخاب و مدیریت شود، می‌تواند به بهبود درجه پایداری مزارع کشاورزی مخصوصاً به عملکرد زیست‌محیطی کمک کند.

### ۲- کشاورزی ارگانیک

کشاورزی ارگانیک یک سیستم مدیریت تولید است که با هدف ترویج و تقویت بهداشت اکوسیستم، از جمله چرخه‌های زیستی و فعالیت بیولوژیکی خاک، همچنین به‌حداقل رساندن استفاده از ورودی‌های خارجی و نشان‌دهنده تلاشی حساب شده برای بهترین استفاده از منابع طبیعی و محلی است. در آن مواد و روش‌هایی استفاده می‌شود که آلودگی هوا، خاک و آب به حداقل می‌رسد (۵)، همچنین با رویکرد اکولوژیکی به کشاورزی و با ممنوعیت استفاده از کودهای مصنوعی و آفت‌کش، علف‌های هرز توسط تناوب محصول، مالچ، محصولات پوششی، و جبین دست و روش‌های مکانیکی مانند علف کش شغالی کنترل می‌شوند (۱۱). از جمله فواید مصرف مواد غذایی ارگانیک:

۱- خوشمزه و خوش طعم‌تر هستند. یکی از دلایل آن این است که محصولات ارگانیک پس از برداشت در مدت زمان کمتری به دست مصرف‌کننده رسیده و تازه‌تر می‌باشند. و همچنین در محصولات تهیه شده به‌روش تجاری، با فرآوری‌ها و دستکاری‌هایی که بروی آن‌ها صورت می‌گیرد تنها به ظاهر، رنگ، بالا بردن ماندگاری، افزایش تولید و مقاوم کردن آن‌ها در برابر صدمات ناشی از حمل و انبارداری توجه می‌شود و نه کیفیت و ارزش تغذیه‌ای آن.

۲- کمتر سمی هستند. محصولات ارگانیک سالم‌تر بوده و به بقایای آفت‌کش‌های آلی کمتر آلوده می‌باشند. همچنین این محصولات فاقد افزودنی‌های غذایی بوده و طبعاً سالم‌تر می‌باشند.

۳- ارزش غذایی بالاتری دارند. میزان ویتامین C، کلسیم، منیزیم، آهن و فسفر در مواد غذایی ارگانیک بیشتر است.

۴- مواد غذایی ارگانیک حاوی آنتی‌اکسیدان بیشتری می‌باشند. چراکه آفت‌کش‌های مصنوعی تولید این مواد را در گیاهان کاهش داده اما کودهای حیوانی و آلی بکار رفته در کشاورزی ارگانیک تولید آن‌ها را افزایش می‌دهد.

۵- تولیدکنندگان محصولات ارگانیک از استانداردها و دستورالعمل‌های بسیار سخت‌گیرانه‌ای تبعیت می‌کنند که احتمال آلوده شدن این‌گونه محصولات به مواد شیمیایی و سمی به‌حداقل ممکن می‌رسد (۴).

### ۲-۱- فواید کشاورزی ارگانیک

در کشاورزی ارگانیک که اساس آن بر مدیریت صحیح خاک و محیط رشد گیاه استوار است، به‌گونه‌ای عمل می‌شود که در تغذیه گیاهان و درختان، تعادل بین عناصر مورد نیاز در خاک بهم نخورد و در هنگام رشد نیز، نیازی به استفاده از سموم و آفت‌کش‌ها نباشد که در آن آب توسط مواد شیمیایی آلاینده مانند کودهای مصنوعی، آلوده نمی‌گردد و بهره‌وری و کیفیت آن افزایش می‌یابد، تعادل اکوسیستم و حاصلخیزی خاک حفظ می‌گردد. فرسایش خاک نیز تا ۵۰ درصد کاهش می‌یابد، تنوع

زیستی در زمین‌های زراعی ارگانیک ۵۷ درصد بیشتر است. به‌علت حداقل استفاده از سموم آفت‌کش و علف‌کش، کشاورزان در معرض سموم و آلاینده‌های کمتری قرار می‌گیرند، تولید گازهای گلخانه‌ای کاهش می‌یابد مانند آمونیاک، دی‌اکسیدکربن و متان و همچنین افزایش بهره‌وری انرژی، بهبود رفاه حیوانات از دیگر مزایای آن می‌باشد (۴، ۵).

### ۲-۲- دلایل عدم پذیرش کشاورزی ارگانیک

محققان چهار عامل کلیدی را شناسایی کرده‌اند که کشاورزی ارگانیک را تحت تأثیر قرار می‌دهد: (۱) عوامل اقتصادی؛ بازار، تجارت محصولات کشاورزی، هزینه‌های تولید و سطوح کنونی کشاورزی ارگانیک، (۲) عوامل سیاسی؛ گواهی‌نامه ارگانیک، منابع سیاست و اطلاعات کشاورزی در ارگانیک، (۳) عوامل اجتماعی؛ سلامت انسان، دیدگاه کشاورزان ارگانیک و معمول در جامعه، فرهنگ اجتماعی و نگرش زیست محیطی و (۴) عوامل زیست محیطی؛ اکوسیستم‌ها، بهداشت خاک و بهداشت دام (۱۶). مهم‌ترین موانع تولید به‌ترتیب شامل بالا بودن هزینه تولید محصولات ارگانیک، نبود دانش کافی در زمینه تولید محصولات ارگانیک، نبود بازارهای مشخص برای فروش محصولات و عدم اطلاع‌رسانی و تبلیغ در زمینه تولید و مصرف بودند (۹). به‌طور کلی در مطالعاتی که تاکنون بررسی شده موانع پذیرش کشاورزی ارگانیک را به سه عامل اصلی (۱) موانع اقتصادی، (۲) موانع شناختی، (۳) موانع احساسی تقسیم نموده‌اند (۵). در بررسی دیگری ویلر موانع پذیرش از دیدگاه کارشناسان را شامل: (۱) مسائل مربوط به مزرعه؛ (۲) پذیرش کشاورز؛ (۳) مسائل مربوط به بازار؛ (۴) اطلاعات موردنیاز و حمایت دولت؛ می‌داند (۱۷). در پژوهشی، زمینه‌های امکان کاربرد کشاورزی ارگانیک از دیدگاه کارشناسان کشاورزی استان کرمانشاه مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحقیق نشان داده شده است که از دید پاسخ‌گویان مهم‌ترین عوامل آموزشی، اقتصادی، فنی، مدیریتی، اجتماعی، روان‌شناختی و سیاست‌گذاری‌ها در استفاده از کشاورزی ارگانیک به‌ترتیب مربوط به بازدید کشاورزان از اراضی ارگانیک تحقیقاتی در استان، تأمین یارانه مناسب برای تهیه نهاده‌ها، ابزار و تجهیزات موردنیاز کشاورزی ارگانیک، ایجاد تیم چند رشته‌ای شامل کارشناسان و محققان در استان، داشتن مدیریت صحیح و مناسب در مزارع برای اجرای کشاورزی ارگانیک، مشارکت کشاورزان، محققان و مروجان در همه مراحل تولید، ارزیابی و ترویج نتایج حاصل از تحقیقات و ارزشیابی‌ها بر طرح، توانایی کارشناسان در انتقال اطلاعات مرتبط کشاورزی ارگانیک، ایجاد استانداردهای خاص جهت بازاریابی و فرآوری محصولات ارگانیک اشاره نمود (۲).

### ۳- پایداری مکانیزاسیون کشاورزی

بررسی اثرات متقابل بین فعالیت‌های کشاورزی و پایداری در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. برآوردها نشان می‌دهد که حدود ۲۰ درصد اثرات گلخانه‌ای، مربوط به فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد (۱۲). نگرانی‌ها در مورد اثرات منفی توسعه اقتصادی بر مردم، جامعه و محیط‌زیست طبیعی در مفهوم توسعه پایدار تجلی یافته است و در درون آن طراحی و انتخاب فناوری نیز قرار دارد. مزایای کشاورزی پایدار عبارت است از:

۱. پایداری اقتصادی کشاورزی
۲. کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمد در فرآیند بهره‌برداری
۳. حفظ تولید مواد غذایی با رشد جمعیت
۴. حفظ تعادل‌های اکوسیستمی در چرخه فعالیت‌های تولیدی کشاورزی
۵. به‌حداقل رساندن مصرف انرژی و منابع غیرقابل تجدید
۶. ارزش افزوده تولیدات.

مکانیزاسیون یکی از ارکان اساسی در کشاورزی مدرن می‌باشد و کشاورزی پیشرفته به مکانیزاسیون یعنی ابزارها، ادوات، منابع توان و فرآیندهای مدیریتی مربوط وابسته است که در تولید مواد غذایی و غیرغذایی استفاده می‌شود. همچنین



مکانیزاسیون را می‌توان چنین تعبیر کرد که استفاده از فناوری روز در کشاورزی برای توسعه پایدار است. اهداف مکانیزاسیون عبارت‌اند از:

۱. افزایش تولید
۲. کاهش هزینه‌ها
۳. کاهش سختی کار کشاورزی و افزایش جذابیت آن
۴. افزایش بهره‌وری از نیروی کار
۵. افزایش کیفیت کار زراعی و امکان انجام آن در کمترین مدت زمان
۶. انجام به‌موقع عملیات کشاورزی

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و همچنین کاهش نهاده‌ها و آلودگی محیط و محصولات غذایی امر مهم به‌موقع انجام شدن عملیات کشاورزی وجود مکانیزاسیون را بیش از پیش مهم تلقی می‌کند. اگرچه این خود دارای مشکلات می‌باشد ولی دارای یکسری مزایا است که بر آن‌ها می‌چربد پس یکی از راه‌های دستیابی به کشاورزی ارگانیک و کاهش آلودگی استفاده بهینه از مکانیزاسیون است (۴، ۱۰).

### ۱-۳- توسعه مکانیزاسیون در مزارع ارگانیک

یکی از مشخصه‌های کشاورزی ارگانیک این است که این نوع کشت در اراضی زراعی کوچک بهتر عمل می‌کند بدلیل اینکه در مزارع کوچک امکان کنترل عوامل از سوی کشاورز بیشتر است (۶). بر اساس اطلاعات سرشماری کشاورزی سال ۱۳۸۲، ۳۸ درصد اراضی کشاورزی کشور کمتر از ۱۰ هکتار است، درصد اراضی کمتر از ۱۰ هکتار در استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، مازندران، کردستان و گیلان به ترتیب ۷۰، ۶۸، ۶۷ و ۶۵ درصد می‌باشد (۷)، که نشان از کوچک و مساعد بودن این اراضی برای کشاورزی ارگانیک دارد. بنابراین مکانیزاسیون می‌تواند با توسعه فناوری‌های نیروی مکانیکی کوچک و فناوری‌های ابزار دستی متناسب با اراضی کوچک در توسعه کشاورزی ارگانیک مؤثر باشد. جدول ۱ مقایسه پایداری مصرف نهاده‌ها در مزارع سنتی و تجهیز شده (مکانیزه) ایران را نشان می‌دهد. مصرف سموم شیمیایی در شالیزارهای مکانیزه کمتر است بنابراین مکانیزه شدن مزارع کوچک می‌تواند گام مهمی در رابطه با توسعه کشاورزی ارگانیک باشد (۱).

جدول ۱- مقایسه پایداری مصرف نهاده‌ها در شالیکاری سنتی و تجهیز شده (مکانیزه) ایران

میزان مصرف (kg/ha)	نوع سم مصرفی	گروه شالیکاران
۴/۱	حشره‌کش	دارای اراضی سنتی
۰/۶	علف‌کش	
۳/۶	قارچ‌کش	
۲/۲	حشره‌کش	دارای اراضی مکانیزه
۰/۸	علف‌کش	
۴/۴	قارچ‌کش	

به‌عبارت دیگر ایران به علت داشتن شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک مناسب کشاورزی ارگانیک است علاوه بر این که مصرف کود و سم در این اراضی کمتر است مصرف کود آلی باعث حاصلخیزی خاک و نفوذپذیری آن نسبت به آب می‌شود. مطالعات نشان می‌دهند که مکانیزاسیون باعث افزایش تولید محصول در مزارع دیم می‌شوند بنابراین در توسعه کشاورزی ارگانیک مؤثر است. اثر روش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و صفات زراعی آفتابگردان در شرایط دیم مورد بررسی قرار گرفت نتیجه نشان داد که کاشت مکانیزه با میانگین عملکرد ۵۳۶ کیلوگرم در هکتار به میزان ۵/۲۰ درصد نسبت به کشت سنتی

افزایش عملکرد داشت. اثرات استفاده از مکانیزاسیون مناسب بر روی افزایش تولید گندم دیم مورد تحلیل قرار گرفت. در نتیجه عملکرد گندم در اکثر مناطق دیم از ۹۸-۴۸ درصد افزایش محصول برخوردار گردید (۶). در فرایند توسعه کشاورزی ارگانیک چالش‌های متنوعی مطرح می‌شود که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

چالش اول: با توجه به این که استراتژی اصلی در کشاورزی، افزایش کمی تولید و خودکفایی در آن است، آیا کشاورزی ارگانیک قادر به تأمین غذای کافی و تولید بالای محصولات با توجه به رشد جمعیت است؟  
چالش دوم: تحلیل اقتصادی و هزینه و سود در حرکت به سمت کشاورزی ارگانیک چگونه خواهد بود؟  
چالش سوم: سیستم متعارف انتقال یافته‌های تحقیقاتی در کشور کارآیی مناسب را برای عملیاتی کردن کشاورزی ارگانیک دارا می‌باشند؟

چالش چهارم: زیر ساختارها و شاخص‌های پایه توسعه کشاورزی شامل آب، خاک، اقلیم، نیروی انسانی می‌باشد (۴).

از برنامه‌های دولت در جهت حمایت از توسعه مکانیزاسیون می‌تواند این موارد باشد:  
حمایت از تعاونی‌های مربوط به مکانیزاسیون کشاورزی، اعطای اعتبارات بانکی ویژه به بخش مکانیزاسیون، حمایت از تحقیقات علمی در رابطه با مکانیزاسیون و تجاری کردن این تحقیقات، افزایش آگاهی بخشی به کشاورزان در رابطه با استفاده از روش‌های مکانیزه کشاورزی از طریق تبلیغات، صدا و سیما، دانش‌آموختگان رشته ترویج و آموزش و مکانیزاسیون کشاورزی، رفع موانع اداری در اعطای تسهیلات مربوط به مکانیزاسیون کشاورزی و حمایت از تولیدکنندگان داخلی ماشین‌های کشاورزی (۳).

#### ۴- نتیجه‌گیری

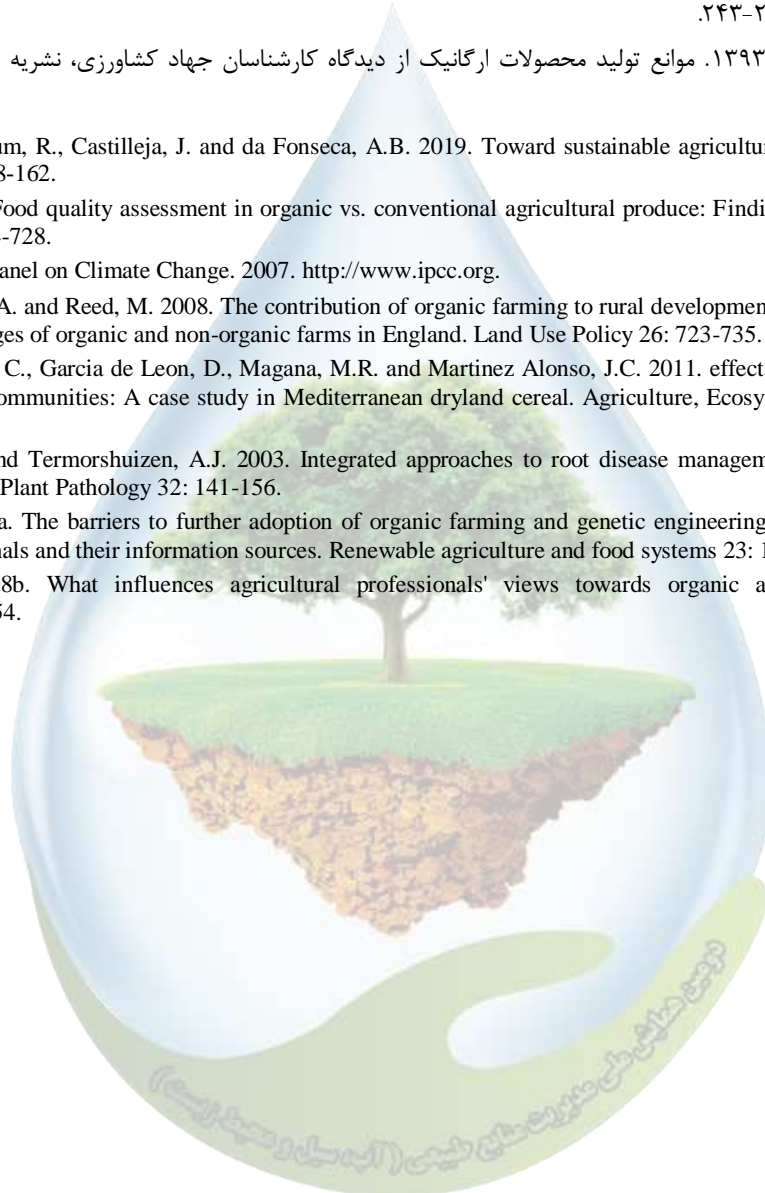
کشاورزی ارگانیک، سیستمی تولیدی است که سلامت خاک، اکوسیستم‌ها و انسان را پایدار می‌سازد و بر فرآیند بوم‌شناسانه، تنوع زیستی و چرخه‌های سازگار با شرایط محلی تکیه دارد. با توجه به خطرات و مشکلات ناشی از کشاورزی مرسوم، کشاورزی ارگانیک می‌تواند راهکار مناسبی با مصرف حداقل نهاده‌های شیمیایی باشد. البته این فرآیند تنها در پرتو طراحی راهبرد عملیاتی و برنامه اجرایی توانمند قابل تحقق است که شاخص اصلی موفقیت در این راهبرد، مدیریت دوره گذر ارگانیک بر اساس یک نظام جامع مبتنی بر پژوهش مزرعه‌ای است که همراه با ایجاد بسترهای آموزشی، توانمندسازی، نظارت، صدور گواهی، بازار و ایجاد شبکه‌های محلی اجرا می‌گردد تا موانع پذیرش کشاورزی ارگانیک برطرف شود. مکانیزاسیون کشاورزی به‌عنوان تحولی اجتناب‌ناپذیر در کشاورزی، همواره متأثر و اثرگذار بر اقتصاد کشاورزی بوده است. به‌این منظور در این مطالعه تلاش گردید تا جنبه‌های کامل‌تری از ارتباط مکانیزاسیون با پایداری کشاورزی مورد بررسی قرار گیرد. بنابراین توصیه می‌شود برای افزایش پذیرش کشاورزی ارگانیک توسط کشاورزان از برقراری هرگونه جلسه، کنفرانس، کارگاه آموزشی، فعال شدن انجمن‌های کشاورزی ارگانیک برای انتقال اطلاعات استفاده کرد.

#### ۵- منابع و مراجع

۲۱. ابراهیمی، م.، ص.، کلانتری، خ.، اسدی، ع.، موحدمحمدی، ح.، صالح، ا. ۱۳۹۰. مقایسه پایداری مصرف نهاده‌ها در مزارع شالیکاری سنتی و تجهیز شده ایران، مجله علوم محیطی (۹) ۲: ۶۴-۵۳.
۲۲. آجودانی، ز.، مهدی‌زاده، ح. ۱۳۸۸. زمینه‌یابی امکان توسعه و ترویج کشاورزی ارگانیک در استان کرمانشاه از دیدگاه کارشناسان کشاورزی، مجله پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی (۲) ۴: ۷۳-۶۵.
۲۳. اسفندیاری، س.، سپهوند، ا.، مهربانی بشرآبادی، ح. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر مکانیزاسیون کشاورزی بر امنیت غذایی خانوارهای روستایی در ایران، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۴۷-۲، ۳: ۶۱۸-۶۰۹.
۲۴. امینی، ش.، ملائی شیرتری، م.، تقی رجبی، م. ۱۳۹۳. مکانیزاسیون کشاورزی راهکاری برای دستیابی به کشاورزی ارگانیک، دومین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و پدافند زیستی، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند.



۲۵. بختیاری، ز.، خسروی پور، ب.، نیکجو، ب. ۱۳۹۳. موانع پذیرش کشاورزی ارگانیک، کنفرانس بین المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری، تبریز.
۲۶. برومند، ا.، آق خانی، م.ح.، صدرنیا، ح. ۱۳۹۲. نقش مکانیزاسیون در توسعه کشاورزی ارگانیک، هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲۷. مرکز آمار ایران. ۱۳۹۲. <http://amar.Sci.org.ir>.
۲۸. نبی بیان ص.، علوی نایینی، س.ن. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر مکانیزاسیون بر رشد بخش کشاورزی ایران، نشریه اقتصادی کشاورزی (اقتصاد و کشاورزی)، دوره ۱، ۳: ۲۴۳-۲۵۰.
۲۹. یعقوبی، ج.، جوادی، ع. ۱۳۹۳. موانع تولید محصولات ارگانیک از دیدگاه کارشناسان جهاد کشاورزی، نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار (۲۴): ۱: ۵۷-۶۸.
30. Erbaugh, J., Bierbaum, R., Castilleja, J. and da Fonseca, A.B. 2019. Toward sustainable agriculture in the tropics. World Development 121: 158-162.
31. Gomiero, T. 2018. Food quality assessment in organic vs. conventional agricultural produce: Findings and issues. Applied Soil Ecology 123: 714-728.
32. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. <http://www.ipcc.org>.
33. Lobley, M., Butler, A. and Reed, M. 2008. The contribution of organic farming to rural development: An exploration of the socio-economic linkages of organic and non-organic farms in England. Land Use Policy 26: 723-735.
34. Ponce, C.A., Bravo, C., Garcia de Leon, D., Magana, M.R. and Martinez Alonso, J.C. 2011. effects of organic farming on plant and arthropod communities: A case study in Mediterranean dryland cereal. Agriculture, Ecosystems and Environment 141: 193-201.
35. Van Bruggen, A. and Termorshuizen, A.J. 2003. Integrated approaches to root disease management in organic farming systems. Australasian Plant Pathology 32: 141-156.
36. Wheeler, S.A. 2008a. The barriers to further adoption of organic farming and genetic engineering in Australia: Views of agricultural professionals and their information sources. Renewable agriculture and food systems 23: 161-170.
37. Wheeler, S.A. 2008b. What influences agricultural professionals' views towards organic agriculture?. Ecological Economics 65: 145-154.





## The Role of Agricultural Mechanization with Looking at the Reasons for Non-acceptance of Organic Farming

Nahid Taherzadeh<sup>1</sup>, Mohammad Sharifi<sup>2,\*</sup>

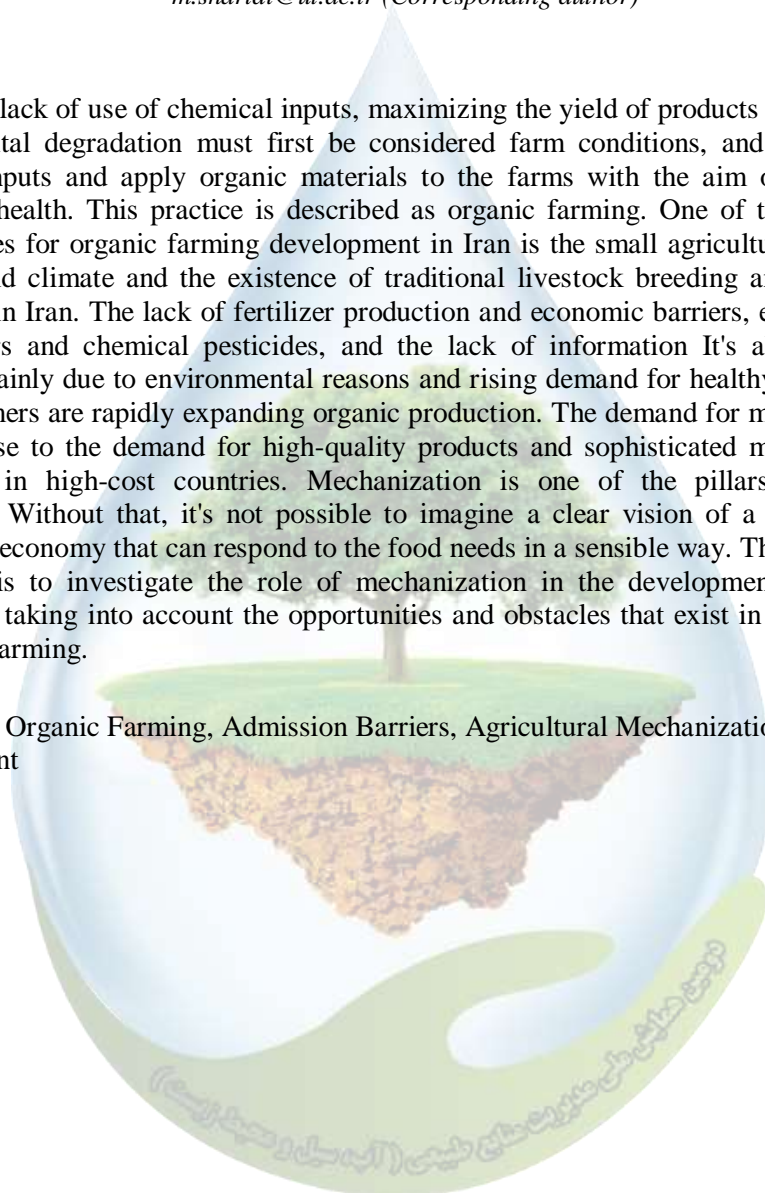
<sup>1</sup>M.Sc. Student, Department of Agricultural Machinery Engineering, University of Tehran, <sup>2\*</sup>Faculty member in Department of Agricultural Machinery Engineering, University of Tehran

<sup>2,\*</sup> m.sharidi@ut.ac.ir (Corresponding author)

### Abstract

Due to the lack of use of chemical inputs, maximizing the yield of products and reducing environmental degradation must first be considered farm conditions, and then reduce chemical inputs and apply organic materials to the farms with the aim of promoting ecosystem health. This practice is described as organic farming. One of the important opportunities for organic farming development in Iran is the small agricultural land, dry and semiarid climate and the existence of traditional livestock breeding and the major challenges in Iran. The lack of fertilizer production and economic barriers, excessive use of fertilizers and chemical pesticides, and the lack of information It's about organic farming. Mainly due to environmental reasons and rising demand for healthy food by the public, farmers are rapidly expanding organic production. The demand for mechanization is a response to the demand for high-quality products and sophisticated manufacturing techniques in high-cost countries. Mechanization is one of the pillars of modern agriculture. Without that, it's not possible to imagine a clear vision of a dynamic but sustainable economy that can respond to the food needs in a sensible way. The purpose of this study is to investigate the role of mechanization in the development of organic agriculture, taking into account the opportunities and obstacles that exist in the rejection of organic farming.

**Keywords:** Organic Farming, Admission Barriers, Agricultural Mechanization Development



### اثرات زیست محیطی و ارزیابی کیفیت مواد غذایی ارگانیک

ناهید طاهرزاده<sup>۱</sup>، محمد شریفی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی- انرژی، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، <sup>۲\*</sup> عضو هیئت علمی گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران  
(m.sharifi@ut.ac.ir)<sup>۲\*</sup>

### چکیده

براساس پیش‌بینی صورت گرفته جمعیت جهانی تا سال ۲۰۵۰ به ۹/۷ میلیارد نفر می‌رسد که منجر به افزایش تقاضای مواد غذایی و حادث شدن مشکلات زیست‌محیطی به دلیل تولیدات زیاد محصولات کشاورزی خواهد شد. به همین دلیل، یکی از مهمترین چالش‌ها، دستیابی به امنیت غذایی و همچنین کشاورزی پایدار در سراسر جهان است. در حالی که امنیت غذایی با هدف تأمین یک غذای ثابت و سالم با گذشت زمان انجام می‌شود. کشاورزی پایدار نقش اساسی در نگهداری از اکوسیستم‌های کشاورزی مقاوم دارد. ابزارهای ارزیابی جامعی لازم است که به‌طور قابل اعتماد تأثیرات زیست‌محیطی سیستم‌های مختلف کشاورزی را به‌منظور توسعه سیستم‌های تولید پایدار کشاورزی توصیف می‌کند. کشاورزی ارگانیک مبتنی بر مدیریت اکوسیستم است و با تمرکز روی باروری خاک، سلامت گیاهان و عدم استفاده از موادمیمیایی به‌عنوان یک سیستم کشاورزی با شرایط اجتماعی، اقتصادی و منطقه‌ای سازگار است. مواد غذایی ارگانیک به‌طور فزاینده توجه مصرف‌کنندگان را به‌خود جلب می‌کند، زیرا تصور می‌شود از غذای تولید شده توسط کشاورزی مرسوم سالم‌تر است و برای محیط‌زیست پایدارتر است. امید است که سیاست‌های کشاورزی توجه بیشتری به محصولات ارگانیک و کم‌مصرف کشاورزی داشته و در تحقیقات و نوآوری سرمایه‌گذاری کند. این نشان می‌دهد که توجه به منافع زیست‌محیطی کشاورزی ارگانیک باید در سیاست‌های عمومی گنجانیده شود.

واژگان کلیدی: کشاورزی ارگانیک، تأثیرات محیط‌زیست، کیفیت مواد غذایی

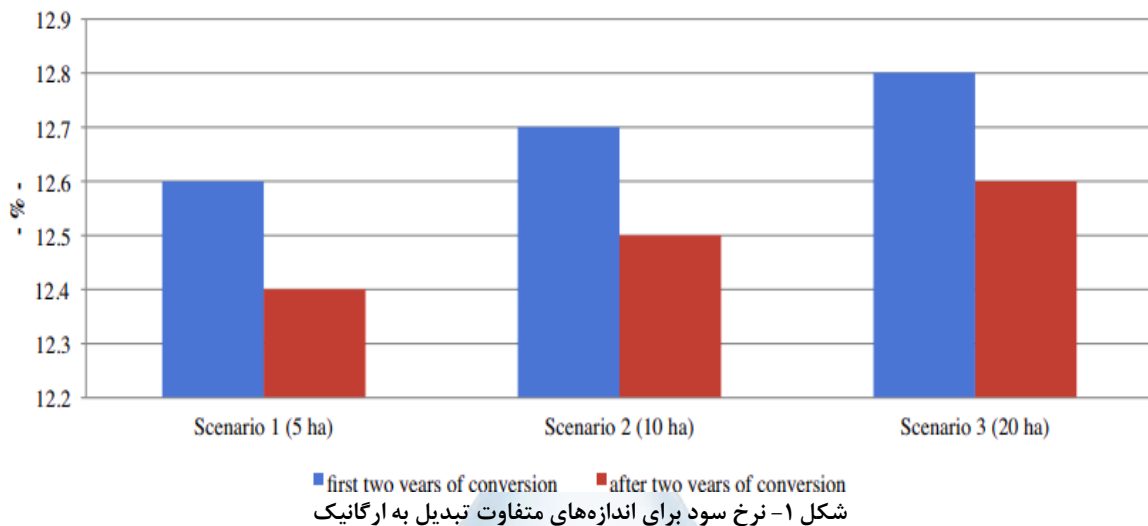
### ۱- مقدمه

کشاورزی ارگانیک با تکیه بر فرآیندها و تنوع‌زیستی چرخه‌های زیست‌محیطی سازگار با شرایط محلی، سلامت اکوسیستم و انسان را حفظ می‌کند. ورودی‌های خارجی به‌دلیل ممنوعیت کودهای مصنوعی، سموم دفع آفات و مواد افزودنی به‌طور چشمگیری در کشاورزی ارگانیک کاهش می‌یابد. کشاورزی ارگانیک به‌عنوان یک جایگزین سازگار با محیط‌زیست مورد توجه قرار گرفته است (۹). به‌منظور توسعه سیستم‌های کشاورزی پایدارتر، محققان و تصمیم‌گیرندگان در مورد نقاط قوت و ضعف سیستم‌های مختلف کشاورزی با توجه به بهره‌وری و تأثیرات زیست‌محیطی در اکوسیستم‌های دارای ظرفیت، نیازمند اطلاعات هستند. بنابراین، ابزارهای ارزیابی مورد نیاز است که امکان برآورد جامع اثرات زیست‌محیطی سیستم‌های مختلف کشاورزی را فراهم می‌آورد تا بتوانند نتیجه‌گیری آگاهانه‌ای داشته باشند. سیستم‌های مواد غذایی حدود ۱۹ تا ۲۹ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی را به‌خود اختصاص می‌دهند (۷، ۱۲). ارزیابی چرخه زندگی به‌طور فزاینده‌ای برای ارزیابی پایداری زیست‌محیطی محصولات غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و به‌عنوان ابزاری مفید برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی محصولات

غذایی و سیستم‌های تولیدی مشاهده می‌شود (۸). در سال ۲۰۱۴، در سطح جهانی، کشاورزی ارگانیک در ۱۷۲ کشور جهان، در کل حدود ۴۴ میلیون هکتار (۱ درصد از اراضی کشاورزی) و وسعت بازار ارگانیک به ۸۰ میلیارد دلار رسید. طی یک دهه گذشته، تقاضا برای محصولات ارگانیک به‌طور پیوسته افزایش یافته است (علی رغم بحران اقتصادی اخیر)، در اروپا و آمریکای شمالی، بازار ارگانیک رشد سریع را تجربه می‌کند؛ در سال‌های اخیر، به‌رشدی بین ۱۵-۱۰ درصدی در سال رسیده است. در برخی از کشورهای اروپایی (یعنی دانمارک، سوئیس و اتریش) مواد غذایی ارگانیک اکنون ۷-۶ درصد از بازار را تشکیل می‌دهد، که درصد قابل توجهی است. همچنین پیش‌بینی می‌شود که بازار محصولات ارگانیک به‌رشد خود ادامه خواهد داد (۵، ۱). چهار بعد اصلی امنیت غذایی مشخص شده است: (۱) در دسترس بودن تأمین مواد غذایی در یک منطقه؛ (۲) دسترسی، توانایی جسمی و اقتصادی افراد برای دسترسی به مواد غذایی؛ (۳) استفاده و مصرف مناسب مواد غذایی و (۴) ثبات، پایداری تولید و عرضه مواد غذایی (۶). در این مقاله مروری بر کیفیت مواد غذایی ارگانیک از نظر ارزش غذایی آن تهیه شده است. همچنین اصول کشاورزی ارگانیک و برخی از موضوعات بحث برانگیز در مورد بهره‌وری و تأثیرات زیست محیطی معرفی شده است.

## ۲- کشاورزی ارگانیک

کشاورزی ارگانیک با رویکرد اکولوژیکی برای کشاورزی شناخته شده است و با ممنوعیت استفاده از کودهای مصنوعی و سموم دفع آفات (علف‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها) علف‌های هرز از طریق تناوب زراعی، مالچ، پوشش‌های گیاهی، علف‌کش‌های دستی و روش‌های مکانیکی کنترل می‌شوند. کنترل آفات نیز به‌روش‌های زراعی (یعنی تناوب محصول و مدیریت خاک و...)، با تکیه بر عوامل کنترل‌کننده بیولوژیکی (پاتوژن‌ها، رقا و...)، بعضی از ترکیبات مانند سولفات مس و آهک و سمیت برای پستانداران را به‌حداقل می‌رساند و همچنین استفاده از ارگانوسم‌های اصلاح شده ژنتیکی نیز ممنوع است و جنبش ارگانیک با هدف کمک به سلامتی و رفاه حیوانات مزرعه نیز انجام می‌شود. مقررات ارگانیک شرایطی را مطابق با استانداردهای رفاهی بالا که توسط اصول ارگانیک تنظیم شده‌اند، تعریف می‌کنند. استانداردهای ارگانیک برپایه به‌حداقل رساندن چرای بیش ازحد، فرسایش یا آلودگی ناشی از حیوانات یا گسترش کودهای آن‌ها استوار است (۴، ۶). طبق یک مطالعه انجام شده در رومانی، زمین کشاورزی ۵ هکتاری حد بالایی از محدوده‌ای است که در آن کشاورزان ۵۴۰ دینار برای تبدیل دریافت می‌کنند. سناریوی دوم ۱۰ هکتار گندم‌های ارگانیک را در برمی‌گیرد. زمین کشاورزی ۱۰ هکتاری وسط محدوده دوم پرداخت ۶۱۱/۴۳ را دارد. با توجه به سناریوی سوم، ۲۰ هکتار گندم از تولید مرسوم به ارگانیک تبدیل می‌شود. این سه سناریو از ابتدا از عناصر مشترک زیر ساخته شده‌اند: معرفی گندم ارگانیک در ساختار تولید، کل مساحت موجود مزرعه، حفظ سایر فرهنگ‌ها در ساختار، درآمد، هزینه و سود هر هکتار. آنچه آن‌ها را متمایز می‌کند عبارت‌انداز: سهم گندم ارگانیک در کل مساحت، پرداخت‌های اضافی مرتبط با آن و نتایج اقتصادی بدست آمده در طی و بعد از دوره تبدیل. به‌طور خلاصه، نرخ سود سناریوهای در نظر گرفته شده در شکل ۱ نشان داده شده است. بازده اقتصادی مزرعه در ساختار جدید آن، نرخ رشد خطی سود را نشان می‌دهد. رشد به چند روش تجزیه و تحلیل می‌شود: (۱) برای مدت مشابه و بین دوره‌های تبدیل و در هر واحد اندازه؛ (۲) نتایج اقتصادی به‌دست آمده در سیستم ارگانیک نسبت به مرسوم (ارگانیک در مقابل مرسوم).



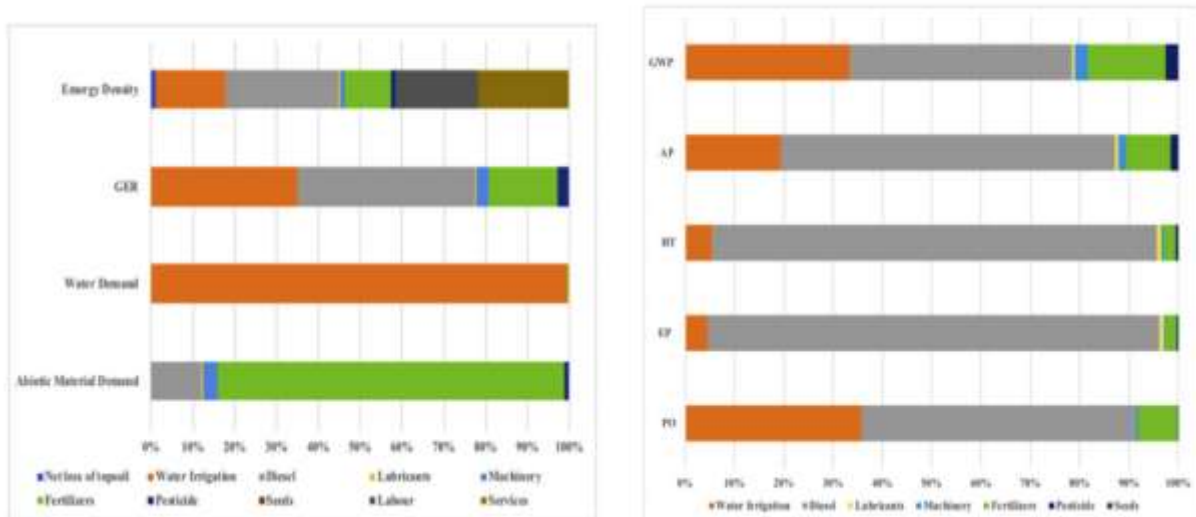
در دوره ۲۰۱۱-۲۰۱۳، نرخ سود ۱۱/۸ درصد بود و نوسانات زیادی از سودآوری گندم وجود داشت. در این دوره، سود گندم کمترین میزان را در بین کل فرهنگ‌ها به ثبت رسانده است (۱/۴ درصد در سال ۲۰۱۲ و ۱/۸ درصد در سال ۲۰۱۳ در مقایسه با سایر محصولات زراعی: ۱۷/۲ درصد و ۸/۸ درصد نسبت به ذرت و ۳۹ درصد و ۶۳ درصد سویا، در همان سال‌ها) بنابراین، تبدیل متوالی ۵، ۱۰ و ۲۰ هکتار مرسوم به گیاهان ارگانیک با استفاده از گندم به افزایش راندمان اقتصادی مزرعه منجر شد که در دو سال اول رشد برای ۵ هکتار گندم ارگانیک ۰/۸ درصد بیشتر بود، به ترتیب ۰/۹ درصد و ۱ درصد برای ۱۰ هکتار و ۲۰ هکتار بیان شد. بعد از دوره تبدیل این رشد نسبت به دو سال اول کندتر خواهد بود. سناریوها توسعه داده شده‌اند و سطح سود کسب و کار در طول سال ۲۰۱۳-۲۰۱۲ کشاورزان را ترغیب می‌کند که فعالانه‌تر محصولات کشاورزی ارگانیک را در برابر سیستم‌های تولید کشاورزی معمولی ترجیح دهند و با وجود نوسانات سودآوری، کشاورزی ارگانیک می‌تواند به‌عنوان روشی واقعی برای افزایش نتایج در ارزیابی پتانسیل کشاورزی درون کشور در زمینه اقتصاد ادامه یابد (۱۱).

### ۳- اثرات زیست محیطی

ظرفیت کشاورزی ارگانیک برای تولید مواد غذایی، با قیمت مناسب برای تغذیه جمعیت فعلی و آینده جهان به‌چالش کشیده شده است و به‌طور متوسط، عملکرد محصول در سال‌های اولیه تحت مدیریت ارگانیک ۲۰ تا ۳۰ درصد، بسته به محصولات زراعی، زمینه و روش‌های کشاورزی، پایین‌تر از کشت مرسوم است (۴). با توجه به ارزیابی و مقایسه محصولات سیستم‌های مختلف کشاورزی با LCA، ما پتانسیل پیشرفت‌های روش شناختی را در دو سطح شناسایی کردیم: اول؛ تفاوت‌هایی بین سیستم‌های کشاورزی وجود دارد که می‌تواند به راحتی در LCA گنجانیده شود، به‌عنوان مثال ورودی‌های مختلف (کود، سموم دفع آفات و غیره) مورد استفاده در دو سیستم کشاورزی. با این حال برخی اختلافات بین سیستم‌های کشاورزی ارگانیک و مرسوم، هنوز هم در LCA به‌سختی ادغام می‌شوند، به‌عنوان مثال اثرات آن بر تنوع‌زیستی و کیفیت خاک و یا عملکرد چندمنظوره کشاورزی. دوم؛ برای پاسخ به سؤالات در مورد تأثیرات زیست محیطی سیستم‌های تولید محصولات کشاورزی، باید رویکردهای نتیجه‌گیری LCA در نظر گرفته شود که پدیده‌های اقتصادی از جمله کشت‌بازار، اثرات بازگشت دوباره و غیره را در بر می‌گیرد (۸).

<sup>1</sup> - Life Cycle Assessment

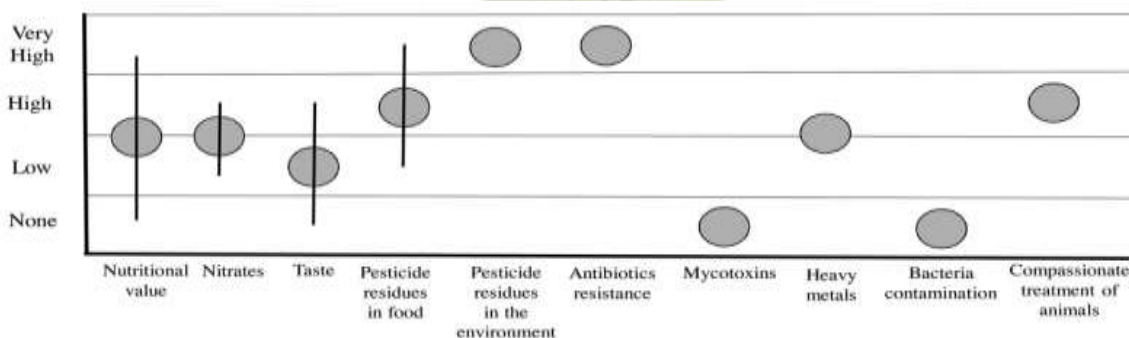
به‌عنوان مثال چارچوب اصول زیست محیطی اجرا شده، نتیجه‌ای مفید برای بررسی هزینه‌های زیست محیطی و تأثیرات ناشی از تولید محصولات کشاورزی در لبنان در سطح محلی و ملی داشته است که چشم انداز چند معیار، ارزیابی عملکرد زیست محیطی و پایداری سیستم‌های کشاورزی لبنان را از دیدگاه‌های مختلف امکان‌پذیر کرده است: (الف) مصرف سوخت فسیلی؛ (ب) تقاضای مواد غذایی؛ (ج) تقاضای آب؛ (د) حمایت از محیط‌زیست و (ه) تولید گازهای گلخانه‌ای و سهم هریک از آن‌ها. شاخص‌های فشرده که در هر هکتار از هر محصول محاسبه می‌شود، نشان می‌دهد که تولید پرتقال با بدترین عملکرد زیست‌محیطی شناخته می‌شود، درحالی‌که تولید زیتون از نظر هزینه‌های زیست محیطی و همچنین اثرات آن بهترین محصول را به همراه داشته است. از آنجایی‌که تولید پرتقال کمترین عملکرد محیطی را نشان می‌داد، با ارزیابی سهم هر ورودی در شاخص‌های محاسبه شده از هزینه و تأثیر محیط زیست مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲)، همچنین تولید زیتون بهترین عملکرد محیطی را نشان می‌دهد. درواقع، تولید زیتون در لبنان مبتنی بر رویه‌های سازگار با محیط‌زیست است زیرا در مقایسه با سایر محصولات زراعی، نیاز به مصرف کم‌حجم ورودی و کار و انرژی دارد (۲، ۱۰).



شکل ۲- سهم جریان ورودی به شاخص‌های محاسبه شده: هزینه محیط‌زیست (سمت چپ) و تأثیر آن (سمت راست).

#### ۴- ارزش غذایی

ارزیابی پایداری کشاورزی ارگانیک به دلیل معیارها و مقیاس‌های زیادی که باید در نظر گرفته شود، موضوع پیچیده‌ای است. همین امر در مورد ارزیابی کیفیت مواد غذایی صادق است. مصرف‌کنندگان غذاهای ارگانیک را به دلایل زیادی خریداری می‌کنند، بیشتر به این دلیل که اعتقاد بر سالم‌تر بودن آن دارند (تغذیه بیشتر، بدون بقایای سموم دفع آفات و آنتی بیوتیک‌ها). با این وجود دلایل دیگر نیز مورد استفاده قرار گرفته که نتایج حاصل از موضوعات مورد بررسی در شکل ۳ خلاصه شده است.





شکل ۳- مزایای استفاده از کشاورزی ارگانیک در مقایسه با شیوه‌های مرسوم

تفاوت معنی‌داری برای فلزات سنگین، مایکوتوکسین‌ها و آلودگی باکتری‌ها در محصولات ارگانیک نسبت به محصولات مرسوم وجود ندارد. استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به شدت تنظیم شده است و استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان تقویت‌کننده رشد ممنوع است. حیوانات تحت درمان با آنتی‌بیوتیک‌ها باید دوره‌ای متوقف شوند و گوشت و محصولات آن‌ها به‌عنوان یک ارگانیک مجاز، قابل فروش نیستند. مدیریت دامی ارگانیک از سلامت عمومی بسیار سود می‌برد، زیرا احتمال تکثیر میکروب‌ها را کاهش می‌دهد. درحقیقت، به‌نظر می‌رسد که گوشت و شیر ارگانیک به باکتری‌ها آلوده نیستند. زمان آن رسیده است که سیاست‌های کشاورزی (به ویژه در کشورهای صنعتی) توجه بیشتری به رویه‌های ارگانیک و کشاورزی کم مصرف داشته باشند و در تحقیقات و نوآوری سرمایه‌گذاری کنند و در جهت بازسازی سیستم غذایی با هدف افزایش کلی آن و پایداری و کاهش خطرات غیرضروری برای سلامتی انسان تلاش کنند (۴).

### ۵- نتیجه‌گیری

در یک رویکرد مسئولیت اجتماعی و دیدگاه زیست محیطی، کشاورزی ارگانیک ممکن است تجارت خوبی برای تولیدکنندگان باشد. این بررسی نشان می‌دهد که هزینه‌های ورودی کشاورزی، پس‌انداز و مزایای زیست محیطی کشاورزی ارگانیک، هنگامی که به‌عنوان مقادیر پولی در واحد سطح زمین اندازه‌گیری شود، ضررهای اقتصادی ناشی از کاهش عملکرد محصول را جبران می‌کند. اثرات سودمند کشاورزی ارگانیک بر محیط زیست نیز باید در نظر گرفته شود که می‌تواند راهکار مناسبی برای کاهش خطرات و عواقب منفی ناشی از کشاورزی مرسوم باشد. کشاورزی ارگانیک با مصرف حداقل نهاده‌های شیمیایی سعی می‌کند تا با استفاده از روش‌های تناوب زراعی، استفاده از کودسبز، کودهای دامی و آلی، آفت‌کش طبیعی و آیش باعث حفظ محیط زیست شده و افزایش سلامت مواد غذایی و در نتیجه امنیت غذایی را تأمین نماید.

### ۵- منابع و مراجع

38. Carlson, A., Jaenicke, E. 2016. Changes in retail organic price premiums from 2004 to 2010. United States Department of Agriculture, Economic Research Report Number 209.
39. Darwish, T., Faour, G., Khawlie, M. 2004. Assessing soil degradation by land-use change in coastal Lebanon. Leban. National Council for Scientific Research, National Center for Remote Sensing P.O. Box 11-8281, Beirut, Lebanon 5 (1): 45-60.
40. FAO, 2017. <http://www.fao.org>.
41. Gomiero, T. 2018. Food quality assessment in organic vs. conventional agricultural produce: Findings and issues. Applied Soil Ecology 123: 714-728.
42. IFOAM (International Foundation for Organic Agriculture), 2016. <http://www.organic-world>.
43. IFOAM (International Foundation for Organic Agriculture), 2017. <http://www.organic-world>
44. Karlsson, J.O., Rööös, E. 2019. Resource-efficient use of land and animals - Environmental impacts of food systems based on organic cropping and avoided food-feed competition. Land Use Policy 85: 63-72.
45. Meier, M.S., Stoessel, F., Jungbluth, N., Juraske, R., Schader, C., Stolze, M. 2015. Environmental impacts of organic and conventional agricultural products - Are the differences captured by life cycle assessment?. Journal of Environmental Management 149: 193-208.
46. Meng, F., Qiao, Y., Wu, W., Smith, P., Scott, S. 2017. Environmental impacts and production performances of organic agriculture in China: A monetary valuation. Journal of Environmental Management 188: 49-57.
47. Skaf, L., Buonocore, E., Dumontet, S., Capone, R., Franzese, P.P. 2019. Food security and sustainable agriculture in Lebanon: An environmental accounting framework. Journal of Cleaner Production 209: 1025-1032.
48. Vasile, A., Popescu, C., Ion, R.A., Dobre, I. 2015. From conventional to organic in Romanian agriculture - Impact assessment of a land use changing paradigm. Land Use Policy 46: 258-266.
49. Vermeulen, S.J., Campbell, B.M., Ingram, J.S.I. 2012. Climate change and food systems. Annu. Rev. Environ. Resour 37: 195-222.

## Environmental Impacts and Food Quality Assessment of Organic Agriculture

Nahid Taherzadeh<sup>1</sup>, Mohammad Sharifi<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Department of Agricultural Machinery Engineering, University of Tehran, <sup>2\*</sup>Faculty member in Department of Agricultural Machinery Engineering, University of Tehran

<sup>2,\*</sup> m.sharidi@ut.ac.ir

### Abstract

World population is expected to approach 9.7 billion by 2050, that will lead to an increase in food demand, worsening environmental problems due to intensive agricultural productions. For this reason, one of the major challenges is to attain both food security and sustainable agriculture worldwide. While food security is aimed at ensuring a constant and healthy food supply over time, sustainable agriculture plays a key role for the maintenance of resilient agroecosystems. Comprehensive assessment tools are needed that reliably describe environmental impacts of different agricultural systems in order to develop sustainable high yielding agricultural production systems. Organic farming is based on ecosystem management, focusing on soil fertility, plant health and non-use of chemicals as an agricultural system that is compatible with social, economic, and regional conditions. Organic food is increasingly attracting the interest of consumers, as it is perceived to be healthier than food produced by conventional agriculture, and to be more sustainable for the environment. It is hoped that agricultural policies will pay more attention to organic and low input agricultural practices, and invest in research and innovation. This suggests that payment for the environmental benefits of organic agriculture should be incorporated into public policies.

**Keywords:** Organic agriculture, Environmental impact, Food quality



## تنوع گونه‌ای و اشکال زیستی در پوشش گیاهی حاشیه رودخانه شور در منطقه اشتهارد

حمیدرضا ناصری<sup>۱\*</sup>، انسیه عزیزآبادی فراهانی<sup>۲</sup><sup>۱\*</sup> استادیار، مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان، دانشگاه تهران، <sup>۲</sup> کارشناسی ارشد همزیستی با بیابان، دانشگاه تهران\*<sup>۱</sup>(hrnaseri@ut.ac.ir)

## چکیده

در این مطالعه پوشش گیاهی حاشیه رودخانه شور در منطقه اشتهارد مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از تصاویر ماهواره و کنترل زمینی با GPS، مرز تیپ‌های گیاهی تعیین گردید. در محدوده مورد مطالعه شش تیپ گیاهی تشخیص داده شد. محدوده مورد مطالعه ۷۳ گونه گیاهی متعلق به ۲۰ تیره گیاهی شناسایی گردید که تیره‌های *Chenopodiaceae* و *Fabaceae Poaceae Asteraceae* به میزان ۱۷/۳، ۱۰/۸، ۸/۶، و ۸/۲ درصد فراوانی، سهم بیشتری در فلور دارند. از نظر شکل زیستی نیز غالبیت با تروفیت‌ها و سپس کامیفیت‌ها می‌باشد و ژئوفیت‌ها آخرین رتبه را دارا می‌باشند. بالاترین مقدار تنوع در تیپ *Artemisia sieberi- Stipa barbata* به میزان ۳/۲۹ و کمترین تنوع در تیپ *Halocnemum strobilaceum* به میزان ۰/۴۲ می‌باشد. نتایج نشان داد که همبستگی معنی داری بین تنوع با میزان شوری خاک و اجزای بافت خاک (رس، سیلت و ماسه) وجود دارد و شوری بالاترین همبستگی را با تنوع نشان می‌دهد. همچنین با افزایش شوری خاک تا حد ۳۰ دسی زیمنس از میزان تنوع به نحو چشم‌گیری کاسته می‌شود.

واژگان کلیدی: نمایه شانون، تیپ گیاهی، شوری، خاک

## ۱- مقدمه

به یکی از مهم‌ترین عوامل مهم در بهره‌برداری صحیح از اکوسیستم‌های خشکی مدیریت می‌باشد. بدیهی است مدیریت صحیح بر مبنای به کارگیری روش‌های صحیحی مدیریت اکوسیستم و از سوی داشتن اطلاعات کافی و دقیق از هر اکوسیستم می‌باشد. تخریب پوشش بویژه در مناطق خشک باعث از بین رفتن تنوع زیستی (Biodiversity) می‌شود که گاه جبران آن و رسیدن به نقطه قابل قبول از این نظر اگر ناممکن نباشد بسیار پرهزینه خواهد بود. عمده مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور درگستره ناحیه جغرافیای ایران و توران قرار دارد که ۸۵ درصد از سطح ایران را پوشش می‌دهد (۶) و مناطق کویری با رودخانه‌های شور نیز بخشی از پهنه‌ی بزرگ می‌باشند. رودخانه‌های شور که جریان‌ات آب سطحی را به پلایاها می‌رسانند بسیار بر محیط اطراف بویژه پوشش گیاهی خود می‌گذارند به دلیل وجود منابع املاح و معادن مختلف بسیاری از مناطق و اراضی کویری و شور از جنبه از زمین شناسی و ژئومرفولوژی مورد توجه قرار گرفته است ولی از نظر پتانسیل‌های موجود گیاهی و تنوع آن کمتر مورد توجه بوده است (۱). در بررسی پوشش گیاه توجه به تنوع گیاهان جهت به کارگیری آنها در توسعه پوشش گیاهی حائز اهمیت است. هر قدر تنوع گونه‌ای بیشتر باشد اکوسیستم پایدارتر و از نظر تنوع غذایی دارای ارزش بیشتری می‌باشد (۵). رابطه میان تنوع گونه‌ای و محدودیت‌های محیطی اگرچه از دیرباز مورد توجه بوم‌شناسان گیاهی بوده است، در این مورد جعفری و همکاران (۲) با بررسی جوامع شورپسند در استان بوشهر به این نتیجه رسید که غنای گونه‌ای با میزان EC خاک رابطه منفی دارد. کریمی نوقی پور و همکاران (۴) در بررسی رابطه پوشش گیاهی و عوامل خاکی در استان یزد به

این نتیجه رسیدند که تنوع و تراکم جامعه *Tamarix-Salsola* با شوری افزایش می‌یابد و جامعه *Halostachys-Tamarix* با تنوع گونه‌ای و تراکم کمتر بر روی خاک با شوری زیاد، گچ و آهک به مراتب بیشتر، نسبت به جامعه قبلی قرار دارد. ارز و زائد (۸) اثر عوامل محیطی را بر روی فلور دشت‌های آبرفتی جنوب صحرای سینا مورد بررسی قرار دادند و عنوان کردند که دشت‌های واجد بالاترین غنای گونه‌ای در خشک‌ترین مناطق واقع شده‌اند. همچنین بوئر (۱۰) به مطالعه جوامع گیاهی در حاشیه خلیج فارس و در سه پوشش مانگرو، مانداب‌های شور و مناطق بیابانی پرداخته و پوشش کم با غنای کم را در حاشیه مانداب‌های شور ویژگی بارز نسبت به بیابان و مناطق مانگرو بیان می‌کند. با توجه به اهمیت تنوع در رابطه با مدیریت رویشگاه و الویت‌های حفاظتی، این تحقیق در حاشیه رودخانه شور در منطقه اشتهارد که یکی از مهم‌ترین رویشگاه‌های گونه‌های شور پسند در استان البرز می‌باشد، انجام پذیرفته است.

### ۲- مواد و روش‌ها

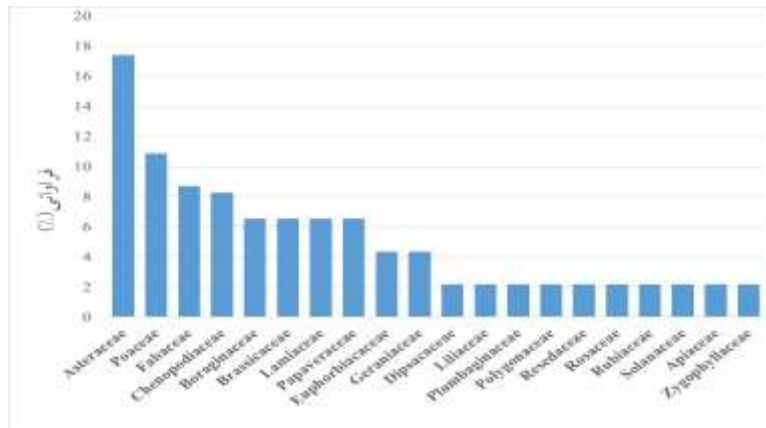
رودخانه شور (ابهر رود) رودخانه‌ای است فصلی که در شمال اشتهارد از غرب به شرق جریان دارد و تنها رودخانه ناحیه اشتهارد است. این رودخانه از کوه‌های جنوب غربی آوج (استان قزوین) سرچشمه می‌گیرد و نهایتاً به سمت حوض سلطان در جنوب تهران جریان‌ات شور را تخلیه می‌کند. مسیر رودخانه شور بر روی لایه سنگ بستر یک دره پر شده از رسوبات است که از ماهدشت شروع شده و تا رباط کریم با جهت شمال غرب - جنب غرب و بین ارتفاعات جارو در شمال غربی و آراد کوه در جنوب شرقی قرار دارد (۳)

بر اساس آمار ایستگاه باران‌سنجی اشتهارد متوسط باران سالیانه در دشت اشتهارد در حدود ۲۳۸/۴ میلی‌متر است. ضریب خشکی با روش دومارتن اصلاح شده نیز بر اساس اطلاعات موجود فرودگاه پیام برابر با ۹/۸۵ که در محدوده اقلیمی خشک بیابانی سرد قرار می‌گیرد. عرصه مورد مطالعه با مساحت ۲۰۳۸ هکتار بین طول جغرافیایی ۴۵۶۲۲۳ تا ۴۶۰۲۴۴ متر شرقی و ۳۹۵۴۰۱۸ تا ۳۹۵۹۵۱۹ متر شمالی در مبنای UTM قرار دارد. پوشش گیاهی منطقه عمدتاً به شکل مرتعی مورد بهره‌برداری دام قرار می‌گیرد. جهت ارزیابی ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های موجود محدود مورد مطالعه مشخص و مرز محدوده بر روی نقشه ۱/۲۰۰۰۰ تیپ بندی اولیه منتقل گردید. سپس مرزهای تیپ‌بندی اولیه با استفاده از GPS کنترل و تصحیح گردید. جهت آماربرداری پوشش گیاهی در هر تیپ گیاهی از حاشیه رودخانه تا مسیر کرج - اشتهارد در جنوب رودخانه و ادامه آن در جنوب جاده تا روستای جارو به طور تصادفی - سیستماتیک تعداد پنج ترانسکت ۳۰۰ متری در هر تیپ گیاهی مستقر شد و در طول هر ترانسکت هم ۱۵ پلات یک متر مربعی مستقر گردید و در داخل هر پلات گونه‌های جهت نمونه‌برداری از خاک نیز در طول سه ترانسکت در هر تیپ به طور تصادفی با حفر پروفیل تا عمق ۶۰ سانتیمتری نمونه‌برداری از خاک انجام گرفت. در آزمایشگاه ضمن تعیین مقدار اجزای بافت خاک مشتمل بر میزان رس، سیلت و شن به روش بایوکاس، میزان هدایت الکتریکی (EC) به عنوان معیار شوری در عصاره اشباع خاک اندازه‌گیری گردید. این داده‌ها پس از آماده‌سازی به محیط نرم افزاری PC-Ord وارد و تنوع گونه‌ای هر تیپ براساس شاخص شانون و غنای گونه‌ای بر اساس تعداد گونه‌های مشاهده شده در تیپ‌های گیاهی محاسبه گردید همبستگی بین اجزا خاک و شوری با مقادیر تنوع و غنا محاسبه و نهایتاً رابطه رگرسیونی بین عوامل دارای همبستگی معنی دار با مقادیر تنوع به دست آمد و خط برازش رگرسیونی بین تنوع و عاملی که بالاترین ضریب تبیین را داشت، رسم گردید.

### ۳- نتایج و بحث

براساس جمع‌آوری گیاهان طی زمان مطالعه در محدوده مور دنظر در مجموع ۷۳ گونه گیاهی تشخیص داده شد که متعلق به ۲۰ تیره گیاهی می‌باشند. در این محدوده تیره‌های Asteraceae, Poaceae, Fabaceae و Chenopodiaceae به ترتیب با میزان ۱۷/۳، ۱۰/۸، ۸/۶، و ۸/۲ درصد فراوانی، سهم بیشتری در فلور دارند. سهم تیره‌های گیاهی در فلور این منطقه

در شکل (۱) نمایش داده شده است. از نظر شکل زیستی نیز رابطه تروفیت < کامیفیت < فانروفیت < همی کریپتوفیت < ژئوفیت بین گونه‌های مورد شناسایی در این محدوده برقرار می‌باشد.



شکل (۱) فراوانی نسبی تیره‌های گیاهی در محدوده مورد مطالعه

تیپ‌های گیاهی محدوده مورد مطالعه در حاشیه رودخانه شور به سمت جنوب و ارتفاعات روستای جارو به صورت نوارهای تقریباً مشخص، از حاشیه اراضی فاقد پوشش حاشیه رودخانه شروع می‌شود و بیشتر پوشش شورپسند آن بعد از مناطق فاقد پوشش قرار می‌گیرند. در محدوده مورد مطالعه تعداد ۶ تیپ گیاهی مورد شناسایی قرار گرفت. در حاشیه رودخانه که رویشگاه تیپ‌های گیاهی شورپسند است به علت سطح ایستایی بالا و شرایط خاک امکان کشت محدود می‌باشد، ولی در بقیه نقاط، زراعت صورت کشت آبی و یا دیم و یا باغ قابل مشاهده است. نتیجه این فعالیت‌ها این است که پوشش طبیعی منطقه یکدستی خود را از دست داده است. محدوده مورد مطالعه در حاشیه رودخانه به صورت لکه‌هایی توسط گونه *Halocnemum strobilaceum* پوشیده شده است. در بخش‌هایی که اراضی دیم رها شده وجود دارد به شکل گسترده‌تری *Alhagi iranica* قابل و *Haplophyllum tuberculatum* البته مشاهده است که هر دو گونه نیز تا حد زیادی مقاومت به شوری دارند. با گذر از مناطق شور گونه غالب در تیپ‌های بعدی درمنه دشتی و کوهی می‌باشد. نام تیپ‌ها براساس گونه غالب، میزان غنا بر مبنای تعداد گونه و تنوع گونه‌های گیاهی بر اساس شاخص شانون به همراه نوع بافت و میزان شوری در جدول شماره (۱) آمده است.

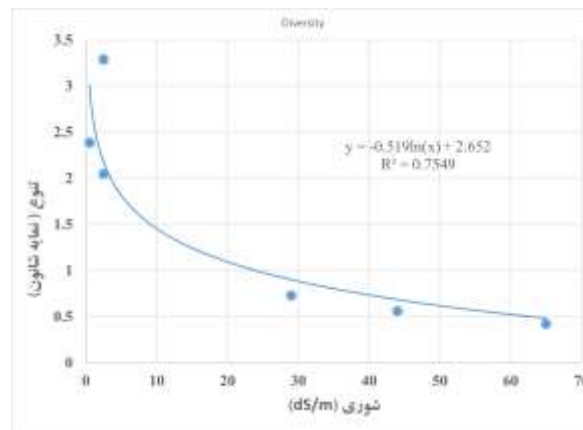
جدول (۱) نام تیپ‌های گیاهی محدوده مورد مطالعه در کویر حوض سلطان و مقادیر غنا و تنوع گیاهی در آنها

ردیف	نام تیپ گیاهی	بافت خاک	EC(ds/m)	غنا	تنوع
۱	<i>Halocnemum strobilaceum</i>	رسی لومی	۶۵	۲	۰/۴۲
۲	<i>Anabasis setifera - Alhagi iranica</i>	رسی لومی	۴۴	۵	۰/۵۶
۳	<i>Haplophyllum tuberculatum - Suaeda arcuata</i>	رسی لومی	۲۹	۹	۰/۳۳
۴	<i>Artemisia sieberi - Stipa barbata</i>	لومی شنی	۲/۵	۵۵	۳/۲۹
۵	<i>Artemisia sieberi - Acanthophyllum microcephalu</i>	لومی شنی	۲/۵	۲۳	۲/۰۵
۶	<i>Astragalus gossypinus - Artemisia Aucheri</i>	شنی لومی	۰/۵	۳۰	۲/۳۹

نتایج نشان داد که غنا گونه‌ای و تنوع با میزان شوری خاک و همچنین اجزا خاک (درصد سیلت، شن و رس) همبستگی معنی داری دارند. بالاترین همبستگی نیز بین غنای گونه‌ای و نمایه تنوع شانون با هدایت الکتریکی خاک وجود دارد.

رابطه (۱) معادله رگرسیون بین نمایه شانون در تیپ‌های مختلف گیاهی با شوری را نشان می‌دهد. ضریب تبیین این رابطه ۰/۷۵ می‌باشد که مقدار نسبتاً قابل قبول برای پیش‌بینی تنوع بر مبنای میزان شوری خاک است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش شوری در حدود ۳۰ دسی زیمنس بر متر، تنوع گونه‌ای به شدت کاهش می‌یابد.

$$y = -0.519\ln(x) + 2.652 \quad (1)$$



شکل (۲). برازش خط رگرسیونی رابطه شوری و میزان تنوع نمایه شانون در تیپ‌های گیاهی

از منظر جغرافیایی و طبقه‌بندی گیاهی منطقه مورد مطالعه از جمله مناطق نیم‌استپی می‌باشد (۵). کمی بارندگی و دمای بالا در تابستان مانع از رشد گونه‌های چند ساله درختی و درختچه‌ای متنوع می‌شود به همین دلیل ۶۳ درصد گونه‌های مورد شناسایی دارای شکل زیستی تروفیت می‌باشند که با بارندگی‌های بهار دیده شده و در دوره کوتاهی به بذر می‌نشینند. مونایر و همکاران (۱۳) شکل رویشی غالب در مناطقی این چنین را تروفیت بیان کرده‌اند. در تیپ‌های گیاهی نزدیک به رودخانه شور؛ شوری بالا آب زیرزمینی و خاک محدودیتی است که مانع رشد بسیاری از گیاهان می‌شود و گونه‌های موجود در این تیپ‌ها عمدتاً از خانواده *Chenopodiaceae* می‌باشند که مقاومت به شوری بالا و خاک سنگین دارند. حضور گونه گنگ (*Halocnemum strobilaceum*) در تیپ‌های که به حاشیه رودخانه شور نزدیک‌ترند مؤید این موضوع است و به همین لحاظ هم غنا و تنوع گونه‌ای کمی در این تیپ‌ها مشاهده می‌شود که موید نظرات ابادی و شیخ (۷) و منیر و همکاران (۱۳) می‌باشد. ضمن آنکه گونه‌های موجود در تیپ‌های نزدیک به رودخانه، عمدتاً چند ساله می‌باشند و گونه‌های یکساله به طور محدود در اوایل فصل بهار که شوری سطحی به علت آبهویی اندکی کاهش می‌یابد ظاهر می‌شوند که این سری از گونه‌ها به عنوان شوروی‌های کاذب معرفی می‌شوند (۱۴). البته در تیپ *H. tuberculatum - S. arcuata* به علت اینکه از میزان رس و البته شوری نسبت به تیپ *Halocnemum strobilaceum* کاسته شده و سهم میزان شن در بافت خاک بیشتر می‌شود اثرات شوری آب زیر زمینی به علت نوع بافت خاک بر افق‌های فوقانی کمتر می‌شود و این موضوع شرایط را برای حضور گونه‌های بیشتر فراهم می‌کند که نتیجه آن بالا بودن غنا و تنوع گونه‌ای نسبت به تیپ‌های نزدیک‌تر به حاشیه رودخانه است. اصولاً در مناطق خشک و کویری بالاترین غنا و تنوع گیاهی در تپه‌های ماسه‌ای و مناطقی که نسبت ماسه به رس بیشتر می‌شود دیده می‌شود (۷). رابطه کاهشی موجود بین میزان تنوع و افزایش شوری بیانگر واکنش برخی گونه‌ها را نسبت به این عامل محدودکننده است، زیرا افزایش شوری باعث می‌شود برخی گونه‌ها حضور کمتری از خود نشان دهند. کاهش جوانه‌زنی در بسیاری از گونه‌ها تحت تاثیر شوری به صورت نمایی است (۱۲). شوری همچنین تنوع گیاهی را نیز متأثر می‌کند (۸). روابط بدست آمده می‌تواند به پیش بینی حضور گونه‌های خاص و همچنین تصمیم‌گیری در خصوص اجرای عملیات احیا در نقاط مناسب منجر شود، برای مثال در نقاطی که هدایت الکتریکی خاک به بیش از ۳۰ دسی زیمنس در اراضی حاشیه رودخانه

می‌رسد، با توجه به نمودار رگرسیونی، احتمال مؤفقت توسعه پوشش گیاهی کمتر خواهد بود. زون‌بندی و تغییر در ترکیب گونه‌ای که در مطالعه حاضر مشاهده شد تاییدی است بر نظر بروین (۱۱) که بیان می‌کند که در محیط‌های شور نظیر پلایا یا رودخانه‌های شور جوامع گیاهی به شکل زون مشخص گیاهی قابل تشخیص می‌باشند. عامل مهم زون بندی پوشش شوری است که گرادیان آن عامل مهم توزیع گونه‌ها و جوامع گیاهی است (۸). حضور گونه‌های مربوط به خانواده *Chenopodiaceae* نظیر گنگ بعد از خاک لخت و شور حاشیه رودخانه شور در این تحقیق همانند نتایج مربوط به آوارز و همکاران (۹) در اسپانیا و بروین (۱۱) در امارات می‌باشد. با توجه به بیابانی بودن منطقه مورد مطالعه و بهره‌برداری از آب زیرزمینی برای زراعت و صنعت و از طرفی تخلیه فاضلاب صنعتی به رودخانه شور ضرورت بررسی دقیق و حفاظت از اکوسیستم آن باید مد نظر مدیران منابع طبیعی قرار گیرد.

#### ۴- نتیجه گیری:

از آنجائی که اصلاح و احیای پوشش گیاهی در مناطق شور با چالش‌های فراوانی روبروست و از سویی این مناطق به علت ویژگی‌های انحصاری گیاهان شورپسند عمدتاً تنوع کمی را دارند، لذا در گام اول باید حفاظت از این مناطق در الویت اول مدیران منابع طبیعی قرار گیرد. بر خلاف برخی جوامع گیاهی نظیر جنگل‌های هیرکانی و یا پوشش مناطق کوهستانی که تنوع مناسبی دارند و گونه‌های زیادی امکان رشد در آنها را دارند، مناطق خشک و شور تنوع کمتری دارند و در صورت تخریب احیای آنها زمان بیشتری را می‌طلبد. گونه‌های تخصصی شورپسند نظیر *H. strobilaceum* در صورت تخریب و حذف از پوشش گیاهی جایگزینی ندارند و بهره‌برداری از رویشگاه‌های این گونه خواه برای مقاصد مرتعی، گردشگری و صنعتی باید با احتیاط صورت پذیرد زیرا حذف این گونه در حاشیه رودخانه شور یا کویرها راه را برای گسترش فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار فراهم می‌کند. بنابراین حفاظت و در کنار بهره‌برداری اصولی و مبتنی بر اصل کمترین آسیب به پوشش گیاهی راهکار عملی بهره‌برداری پایدار در این مناطق خواهد بود.

#### ۴- منابع و مراجع

- ۱- احمدی، ح. ۱۳۸۷. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد دوم: بیابان- فرسایش بادی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۷۰۶ ص.
- ۲- جعفری، م.، آذرنبوند، ح.، مهاجری برازجانی، س. و حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۰. بررسی ارتباط پوشش گیاهی شور روی استان بوشهر با عمق سطح ایستابی و عوامل شوری. مجله بیابان، ۱۶(۱): ۳۵-۴۶.
- ۳- صدوق، س. ح.، حسین زاده، م.، رضایی، خ. و چزغه، س. ۱۳۹۶. بررسی الگوی تجمع رسوبات کواترنر مسیر رودخانه‌های دیرین کرج و شور در دشت تهران و کرج با استفاده از مطالعات ژئوالکترونیک. فصلنامه کواترنری ایران، ۳(۱): ۱-۱۴.
- ۴- کریمی نوقی پور، ع.، جعفری، م. و جزیره‌ای، ح. ۱۳۷۶. بررسی پوشش گیاهی وابسته به خاک در استان یزد، مجله منابع طبیعی، ۱۵(۱): ۴۸-۴۵.
- ۵- مصدافی، م. ۱۳۸۴. بوم شناسی گیاهی. جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ۱۸۷ ص.
- ۶- مقدم، م. ۱۳۸۶. مرتع و مرتعداری. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۴۸۲ ص.
- 7- Abbadi, G.A. and El Sheikh, M. A. 2002. Vegetation analysis of Failaka Island (Kuwait). *Arid Environments* 50:153-165.
- 8- Aertz, M. and Zayed, A. 1996. Effect of environment factors on the flora of alluvial fans in southern sina, *Journal of Arid Environment*, 32: 431-443.
- 9- Alvarez Rogel, J., Ortiz Silla, R. and Alvaraz Ariza, F. 2001. Edaphic characterization and soil ionic composition influencing plant zonation in a semiarid Mediterranean salt marsh. *Geoderma* 99: 81-98.
- 10- Boer, B., 1996. Plants as soil indicators along the Saudi coast of the Persian Gulf. *Journal of Arid Environments* 33: 417-423.
- 11- Brown, G. 2006. The sabkha vegetation of the united arab Emirate, In *Sabkha ecosystems* (ed. Lieth, H), Springer, 256 p.
- 12- Hoffman, G.J. and Rawlins, S.I., 1971. Growth and water potential of root crop as influenced by salinity and humidity. *Agron. J. Vol.*, 63:877-885.
- 13- Monier, M. El-Ghani, A. and Waffa, M. 2003. Soil-vegetation relationship in costal desert plain of southern Sinia, Egypt. *Arid Environments*, 55: 607-628.



14- Ward, D., Whittaker, O. and Linda, Lawes, M. 1993. Vegetation-environment relationships in a Negev Desert erosion cirque, Journal of Vegetation Science 4: 83-94.







Species Diversity and Biodiversity in the Vegetation of the Salt River margin in Eshtehard Area

Hamid Reza Naseri<sup>1</sup>, Ensiyeh Azizabadi Farahani<sup>2</sup>

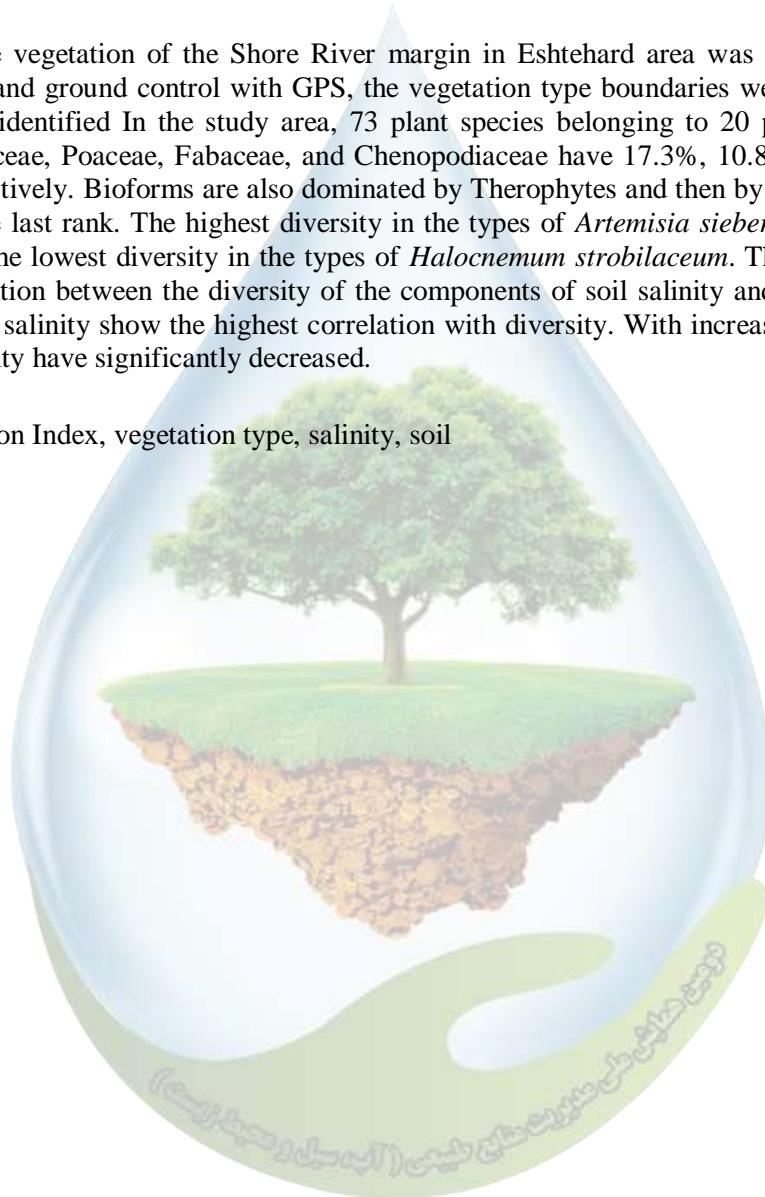
<sup>1</sup>. \*Assistant Professor, IDRC, University of Tehran, <sup>2</sup>MSc in Coexisting with Desert, University of Tehran

Email: hrnaseri@ut.ac.ir

**Abstract**

In this study, the vegetation of the Shore River margin in Eshtehard area was investigated. Using satellite imagery and ground control with GPS, the vegetation type boundaries were determined. Six plant types were identified In the study area, 73 plant species belonging to 20 plant families were identified. Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, and Chenopodiaceae have 17.3%, 10.8%, 8.6% and 8.2% abundance, respectively. Bioforms are also dominated by Therophytes and then by Chamaephytes and Geophytes are the last rank. The highest diversity in the types of *Artemisia sieberi*- *Stipa barbata* of 3.29 and 0.42 is the lowest diversity in the types of *Halocnemum strobilaceum*. The results showed a significant correlation between the diversity of the components of soil salinity and soil texture (clay, silt and sand) and salinity show the highest correlation with diversity. With increasing soil salinity up to 30 dS of diversity have significantly decreased.

**Keywords:** Shannon Index, vegetation type, salinity, soil



### مدل سازی معکوس پارامترهای منحنی مشخصه رطوبتی خاک بر پایه الگوریتم GRG

امیر بهرامی<sup>۱\*</sup>، فاطمه آقامیر<sup>۲</sup>، مهدی بهرامی<sup>۳</sup>

<sup>۱\*</sup> دکتری فیزیک و حفاظت خاک، <sup>۲</sup> استادیار شیمی خاک دانشگاه شهید بهشتی، <sup>۳</sup> استادیار مهندسی آب دانشگاه فسا  
<sup>۱\*</sup> bahramisoil@gmail.com

#### چکیده

هدف از این پژوهش برآورد پارامترهای منحنی مشخصه آب خاک بر پایه حل معکوس با استفاده از الگوریتم گرادین کاهش عمومی (GRG) است. اندازه‌گیری تابع مشخصه رطوبتی خاک با استفاده از تکنیک آزمایشگاهی خروج چندمرحله‌ای اصلاح شده انجام شد که مراحل راه‌اندازی و چارچوب کلی این تکنیک از روش خروج چند مرحله‌ای رایج پیروی می‌کند. نتایج نشان داد که داده‌های شبیه‌سازی شده در رویکرد حل معکوس با داده‌های مشاهده شده مطابقت بسیار خوبی داشته است؛ استفاده از الگوریتم (GRG) در مدل‌سازی معکوس توابع هیدرولیکی خاک موفقیت‌آمیز بوده است؛ تکنیک خروج چند مرحله‌ای اصلاح شده یک روش آزمایشگاهی به نسبت ساده، قوی، سریع و ارزان برای برآورد پارامترهای هیدرولیکی خاک است. همچنین با استفاده از پروتکل تکنیک معرفی شده، اندازه‌گیری توابع هیدرولیکی خاک با استفاده از مدل‌سازی معکوس و در محدوده مراحل فشار ۰ تا ۱۵۰۰ کیلو پاسکال با دقت رضایت‌بخشی انجام می‌گیرد؛ در حالی که در این رویکرد، برخلاف پروتکل‌های معمول، نیازی به استفاده از تانسئومتر نیست.

واژگان کلیدی: الگوریتم GRG، برآورد پارامتر، جریان پایدار، مدل‌سازی معکوس، منحنی مشخصه رطوبتی خاک.

#### ۱- مقدمه

توصیف هیدرولوژیکی مناسب از جریان آب و آلاینده‌ها در منطقه غیراشباع به شدت به داده‌های هدایت هیدرولیکی غیراشباع و منحنی مشخصه آب خاک در دامنه فضایی مورد نظر متکی است. اهمیت روز افزون توصیف درست از ویژگی‌های هیدرولیکی خاک در منطقه غیراشباع در زمینه‌های مهندسی محیط زیست، فیزیک خاک و هیدرولوژی آب‌های زیرزمینی اثبات شده است. اندازه‌گیری ویژگی‌های هیدرولیکی خاک از جمله منحنی مشخصه آب خاک و هدایت هیدرولیکی غیراشباع از کارهای بسیار سخت و وقت‌گیر در فیزیک خاک می‌باشد (۴). علاوه بر این تغییرات مکانی و زمانی این ویژگی‌ها در مقیاس‌های مختلف فضایی، اندازه‌گیری درست ویژگی‌های هیدرولیکی خاک را بیشتر با مشکل مواجه می‌کند که به همین دلیل روش‌های غیرمستقیم به عنوان یک جایگزین برای اندازه‌گیری مستقیم این ویژگی‌ها پیشنهاد شده‌اند (۱۲). بر پایه گزارش پژوهشگران، معادله پارامتری ونگونختن در مدل‌سازی منحنی مشخصه آب خاک بیشترین استفاده را دارد (۱۰). روش مدل‌سازی معکوس ویژگی‌های هیدرولیکی خاک را از آزمایش‌های ناپایدار برآورد می‌نماید و در شرایط مرزی آزمایشگاهی نسبت به روش‌های پایدار، انعطاف‌پذیری بسیار بیشتری را از خود نشان می‌دهد؛ برتری دیگر روش مدل‌سازی معکوس این است که در این روش برآورد همزمان منحنی مشخصه رطوبتی و تابع هدایت هیدرولیکی غیراشباع از یک آزمایش ناپایدار امکان‌پذیر است؛ از طرفی، مدل‌سازی معکوس جریان ناپایدار آب با روش به کار برده شده در جریان پایدار تفاوت چندانی ندارد و در هر دو مورد برای برآورد هدایت هیدرولیکی غیراشباع از داده‌های آزمایشگاهی، معکوس معادله حاکم لازم می‌باشد. پیش

فرض روش مدل سازی معکوس این است که مدل فرایندی اعمال شده و رابطه های هیدرولیکی منتخب، توصیف دقیق رفتار فیزیکی خاک هستند و بنابراین فرض شده که خطای مدل ناچیز است.

روش معکوس شامل سه بخش تابعی مرتبط می باشد. اول، آزمایش جریان ناپایدار کنترل شده که در آن شرایط مرزی و نخستین تعیین شده و متغیرهای مختلف جریان مانند نفوذ تجمعی، زهکشی تجمعی، پتانسیل ماتریک و یا مقدار آب اندازه گیری می شوند؛ دوم مدل عددی شبیه سازی جریان ناپایدار از این آزمایش با استفاده از برآوردهای نخستین پارامتریک توابع هیدرولیکی خاک و سوم الگوریتم بهینه سازی که پارامترهای ناشناخته را از راه کمینه نمودن تفاوت بین متغیرهای شبیه سازی شده و مشاهده شده جریان (باقیمانده)، تعریف شده در تابع هدف، از روش حل تکرار پذیر معادله ناپایدار جریان، برآورد می کند. کیفیت راه حل نهایی برآورد پارامتر مورد نظر به همان اندازه که به ادغام اجزاء در یک چارچوب محاسباتی وابسته است به همان اندازه هم به هر یک از اجزاء به تنهایی بستگی دارد. این سه مولفه در فایل داده ها با هم مرتبط می شوند که فایل داده ها شامل داده های آزمایشی (تجربی)، مدل عددی جریان و نتایج بهینه سازی پارامتر می باشد. در این جا نیز مانند هر روش دیگر در توصیف ویژگی هیدرولیکی خاک، مقدار باقی مانده ها در تابع هدف به انتخاب مناسب مدل هیدرولیکی خاک بستگی دارد زیرا که مدل نامناسب انحراف بین شبیه سازی و اندازه گیری را افزایش خواهد داد (۵).

## ۲- مواد و روش ها

در این پژوهش ویژگی های فیزیکی خاک به روش های استاندارد اندازه گیری شدند. بدین صورت که اندازه گیری بافت خاک با روش هیدرومتری، چگالی حقیقی و ظاهری خاک به ترتیب به روش های پیکنومتری و سیلندری، اندازه گیری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به روش بار ثابت، محاسبه تخلخل کل خاک با استفاده از داده های چگالی ظاهری و حقیقی (۴) و اندازه گیری پتانسیل مربوط به نقطه ورود هوا نیز با استفاده از روش سانتیفریوژ دما ثابت انجام شد (۱). همچنین اندازه گیری منحنی مشخصه آب خاک با استفاده از تکنیک آزمایشگاهی خروج چندمرحله ای اصلاح شده انجام شد که مراحل راه اندازی و چارچوب کلی این تکنیک از روش خروج چند مرحله ای رایج پیروی می کند. شایان یادآوری است که در نسخه اصلاح شده از تانسیمتر برای اندازه گیری پتانسیل ماتریک خاک استفاده نمی گردد و تنها داده اندازه گیری شده در راستای شبیه سازی منحنی مشخصه آب خاک، مقدار خروج تجمعی است که به صورت تابعی از زمان ثبت می گردد. معادله حاکم بر انتقال جریان آب در خاک، معادله ریچاردز است (۸).

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[ K(h) \frac{\partial h}{\partial z} - K(h) \right] \quad (1)$$

که در این رابطه،  $\theta$  مقدار رطوبت حجمی ( $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ )،  $h$  پتانسیل ماتریک آب خاک (cm)،  $K(h)$  هدایت هیدرولیکی غیراشباع ( $\text{m s}^{-1}$ )،  $z$  مختصات عمودی که جهت رو به پایین مثبت فرض شده (cm) و  $t$  زمان (s) می باشد. که برای حل آن باید با در نظر گرفتن شرایط نخستین و مرزی از معادله های معلم و نگونختن استفاده نمود (۱۱).

$$S_e(h) = \left[ 1 + |\alpha h|^n \right]^{-m} \quad (2)$$

$$K(S_e(h)) = K_s S_e^\lambda(h) \left[ 1 - \left( 1 - S_e^{1/m} \right)^m \right]^2 \quad (3)$$

$$S_e(h) = (\theta(h) - \theta_r) / (\theta_s - \theta_r) \quad (4)$$

که در بین رابطه ها  $S_e$  مقدار نرمال شده آب خاک (-) بوده و دیگر علائم پیش تر تعریف شده اند. یکی از روش های رایج برای برآورد پارامترهای ناشناخته در یک تابع رگرسیون غیرخطی، روش حداقل مربعات<sup>۱</sup> (NLS) است. در این روش پارامترهای هیدرولیکی مشخص شده با به حداقل رساندن اختلاف بین متغیرهای مشاهده شده و شبیه سازی شده تعیین شدند (۵). برازش

<sup>1</sup> Nonlinear Least Squares

مدل‌های هیدرولیکی خاک به وسیله داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی حداقل مربعات غیرخطی انجام شد. در این پژوهش، ما از روش بهینه‌سازی غیرخطی مبتنی بر الگوریتم گرادیان کاهش عمومی<sup>۱</sup> (GRG) استفاده کرده‌ایم. این روش حل برای بهینه‌سازی غیرخطی از کد GRG2 استفاده می‌کند که به وسیله لاسدون و همکاران (۷) ارائه شده است (۷). تابع هدف ما این گونه تعریف شد که،

$$OF(\beta) = \sum_{i=1}^N ((S_{ei}^o - S_{ei}^s)^2 + (1/K_s^2)(K_i^o - K_i^s)^2) \quad (5)$$

که در آن OF تابع هدف،  $\beta$  بردار حاوی پارامترهای برآورد شده،  $S_e^o$  و  $S_e^s$  به ترتیب مقدار نرمال شده رطوبت خاک مشاهده شده و شبیه‌سازی شده و  $K_i^s$  و  $K_i^o$  به ترتیب مقادیر هدایت هیدرولیکی غیراشباع مشاهده شده و شبیه‌سازی شده را نشان می‌دهند و از هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ( $K_s$ ) نیز برای نرمال نمودن هدایت هیدرولیکی غیراشباع استفاده شده است. در پایان نیز دامنه اطمینان داده‌های شبیه‌سازی ناشی از مدل‌سازی معکوس با استفاده از روش مرتبه اول-لحظه دوم<sup>۲</sup> به دست آمده است.

### ۳- نتایج و بحث

جدول (۱) ویژگی‌های فیزیکی خاک بررسی شده را نشان می‌دهد. نمونه خاک استفاده شده در این پژوهش دارای بافت لومی و دست‌خورده است و در نتیجه تنوع ذاتی مربوط به خاک‌های دست‌نخورده تا حد زیادی کم شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی خاک ارزیابی شده

تخلخل (%)	چگالی حقیقی (g cm <sup>-3</sup> )	چگالی ظاهری (g cm <sup>-3</sup> )	اندازه ذرات خاک			بافت خاک*
			شن <math>0.075-2\text{ mm}</math>	سیلت <math>0.002-0.075\text{ mm}</math>	رس <math><0.002\text{ mm}</math>	
۴۷	۲/۶۶	۱/۴۱	۳۶/۲	۴۷/۵	۱۶/۳	لوم

\* طبقه‌بندی بافت خاک آمریکا

در جدول (۲) نتایج ناشی از برآورد پارامترهای مدل و نگونختن به وسیله حل معکوس و با استفاده از الگوریتم GRG خلاصه شده است. بر پایه گزارش پژوهشگران، ما تلاش کردیم تا تعداد پارامترهای برآوردی را کاهش دهیم و بدین ترتیب صفت منحصر بفرد نبودن<sup>۳</sup> در بهینه‌سازی پارامترها را به حداقل ممکن برسانیم (۶). از طرفی پژوهش‌ها نشان داده که با افزایش تعداد پارامترهای برآورد شده، همبستگی آماری پارامترهای مدل به صورت موازی افزایش یافته و در نهایت ممکن است به شناسایی نشدن<sup>۴</sup> پارامترهای مدل منجر گردد (۲). به همین دلیل همان طور که در جدول (۲) مشاهده می‌گردد ما هدایت هیدرولیکی اشباع و رطوبت اشباع خاک را به طور مستقل اندازه‌گیری نموده و پارامتر  $m$  در رابطه و نگونختن را نیز با استفاده از پارامتر  $n$  یعنی رابطه  $m=1-1/n$  به دست آوردیم. داده‌های نخستین و بهینه‌شده پارامترهای برآوردی نیز در این جدول نشان داده شده‌اند.

جدول ۲- بهینه‌سازی پارامترهای مدل معلم-ونگونختن به وسیله مدل‌سازی معکوس و با استفاده از الگوریتم GRG

$\theta_r^\dagger$	$\theta_s^\dagger$	$\alpha$	$n$	$\lambda$	$K_s^\dagger$	AEV	داده‌های	بافت خاک
cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	cm <sup>-1</sup>	cm <sup>-1</sup>	-	(cm d <sup>-1</sup> )	kPa		

<sup>1</sup> Generalized Reduction Gradient

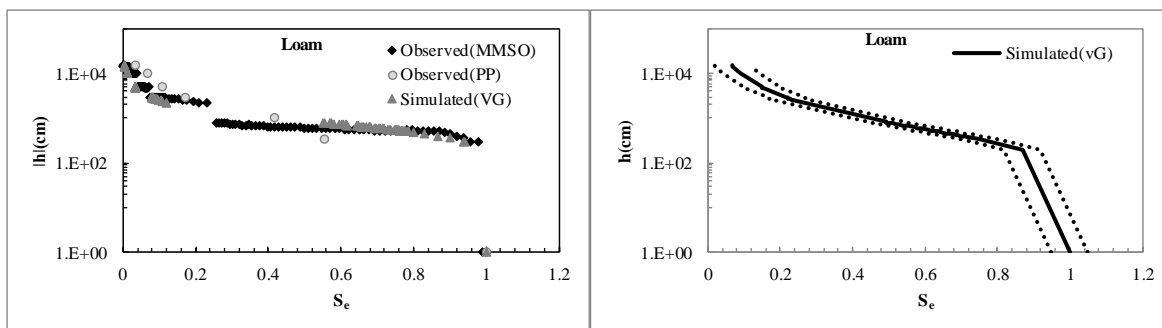
<sup>2</sup> First-order Second-moment Method

<sup>3</sup> Nonuniqueness

<sup>4</sup> Nonidentifiability

جدول زمانی						
۰/۰۷	۰/۴۹۸	۰/۰۰۳۸	۲/۱۳	-۱	۳۱/۶۲	۱۰
نخستین لوم						
۰/۰۷	۰/۴۹۸	۰/۰۰۱۵ <sup>‡</sup>	۲/۷ <sup>‡</sup>	-۱/۵ <sup>‡</sup>	۳۱/۶۳	۱۰
AEV پتانسیل نقطه ورود هوا، † پارامترهای ثابت، ‡ داده برآورد شده						

شکل (۱) نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری منحنی مشخصه آب خاک به روش‌های صفحات فشاری، روش خروج چند مرحله‌ای اصلاح شده و شبیه‌سازی شده با استفاده از معادله ونگونختن را نشان می‌دهد. ارزیابی گرافیکی این سه روش نشان می‌دهد که حل معکوس رویکردی قوی برای برآورد پارامترهای توابع هیدرولیکی خاک است. با توجه به سازگاری کلی بین توابع مشاهده شده و شبیه‌سازی شده مربوط به خاک ارزیابی شده، نتیجه می‌گیریم که تکنیک پیشنهادی ویژگی‌های هیدرولیکی غیراشباع را به خوبی برآورد می‌کند و از طرفی یافته‌های این پژوهش، نتایج دیگر پژوهشگران را نیز تایید می‌نماید (۳ و ۹). همچنین در این شکل دامنه اطمینان به دست آمده در راستای برآورد منحنی مشخصه آب خاک مشاهده می‌گردد. به طور یقین در تفسیر این عدم قطعیت به دست آمده بایستی احتیاط لازم صورت پذیرد زیرا که کیفیت برازش مسوول نتایج نامناسب بودن ساختار مدل کاربردی است. پژوهشگران در راستای بررسی دلایل احتمالی این عدم قطعیت بیان داشته‌اند که این امر پیامد خطای اندازه‌گیری سیستماتیک، محدودیت‌های کاربرد معادله ریچاردز پیرامون پتانسیل نقطه ورود هوا و غیره است (۹).



شکل (۱) - مقایسه نتایج مدل‌سازی معکوس برای اندازه‌گیری منحنی مشخصه آب خاک (سمت چپ) و فواصل اطمینان به دست آمده در راستای برآورد این منحنی (سمت راست). مدل‌سازی معکوس بر پایه معادله ونگونختن و با استفاده از الگوریتم (GRG) اجرا شده است. خط سیاه مقادیر شبیه‌سازی با استفاده از حل معکوس و خطوط نقطه چین بیرونی نشان‌دهنده دامنه اطمینان ۹۵ درصدی برآورد این تابع است.

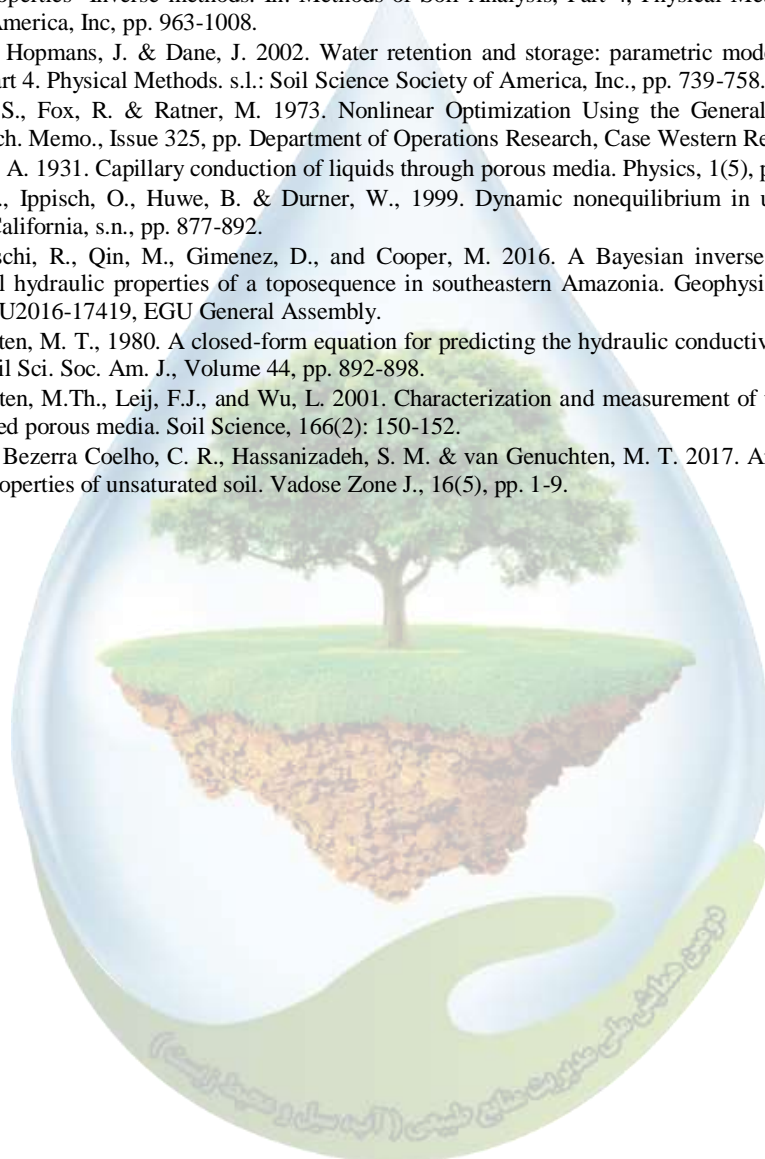
#### ۴- نتیجه‌گیری

در پایان نتیجه می‌گیریم که چون مدل‌سازی معکوس و روش خروج چندمرحله‌ای استفاده شده در شرایط جریان ناپایدار انجام می‌گیرد، زمان آزمایش برای اندازه‌گیری ویژگی‌های هیدرولیکی بسیار کوتاه‌تر از زمان مورد نیاز برای روش‌های مرسوم در شرایط پایدار است. از طرفی در رویکرد مدل‌سازی معکوس امکان برآورد همزمان توابع هیدرولیکی خاک نیز امکان‌پذیر است.

#### ۵- منابع



1. ASTM. 2019. Standard test methods for the soil-water characteristic curve for desorption using hanging column, pressure extractor, chilled mirror hygrometer, or centrifuge. In: D5878 – latest ed. s.l.: American Society for Testing and Materials, p. 1782.
2. Brun, R., Reichert, P. & Kunsch, H. 2001. Practical identifiability analysis of large environmental simulation models. *Water Resour. Res.*, Volume 37, pp. 1015-1030.
3. Chen, P., Wei, C., Yi, P. & Ma, T., 2016. Determination of hydraulic properties of unsaturated soils based on non-equilibrium multistep outflow experiments. *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*, 143(1), pp. 0416087(1-10).
4. Dane, J. & Topp, G. C. 2002. *Methods of Soil Analysis. Part 4. Physical Methods.* Madison, WI: Soil Science Society of America, Inc.
5. Hopmans, J., Simunek, J., Romano, N. & Durn, W. 2002. Simultaneous determination of water transmission and retention properties- Inverse methods. In: *Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Methods.* s.l.: Soil Science Society of America, Inc, pp. 963-1008.
6. Kosugi, K., Hopmans, J. & Dane, J. 2002. Water retention and storage: parametric model. In: *Methods of Soil Analysis. Part 4. Physical Methods.* s.l.: Soil Science Society of America, Inc., pp. 739-758.
7. Lasdon, L. S., Fox, R. & Ratner, M. 1973. *Nonlinear Optimization Using the Generalized Reduced Gradient Method.* Tech. Memo., Issue 325, pp. Department of Operations Research, Case Western Reserve University.
8. Richards, L. A. 1931. Capillary conduction of liquids through porous media. *Physics*, 1(5), pp. 318-333.
9. Schultze, B., Ippisch, O., Huwe, B. & Durner, W., 1999. Dynamic nonequilibrium in unsaturated water flow. *Riverside, California, s.n.*, pp. 877-892.
10. Stocchi Boschi, R., Qin, M., Gimenez, D., and Cooper, M. 2016. A Bayesian inverse modeling approach to estimate soil hydraulic properties of a toposequence in southeastern Amazonia. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 18, EGU2016-17419, EGU General Assembly.
11. van Genuchten, M. T., 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. 44:892-. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Volume 44, pp. 892-898.
12. van Genuchten, M.Th., Leij, F.J., and Wu, L. 2001. Characterization and measurement of the hydraulic properties of unsaturated porous media. *Soil Science*, 166(2): 150-152.
13. Zhuang, L., Bezerra Coelho, C. R., Hassanizadeh, S. M. & van Genuchten, M. T. 2017. Analysis of the hysteretic hydraulic properties of unsaturated soil. *Vadose Zone J.*, 16(5), pp. 1-9.





## Inverse Modeling of Soil Water Characteristics Curve Parameters Based on a GRG Algorithm

Amir Bahrami<sup>1\*</sup>, Fateme Aghamir<sup>2</sup>, Mehdi Bahrami<sup>3</sup>

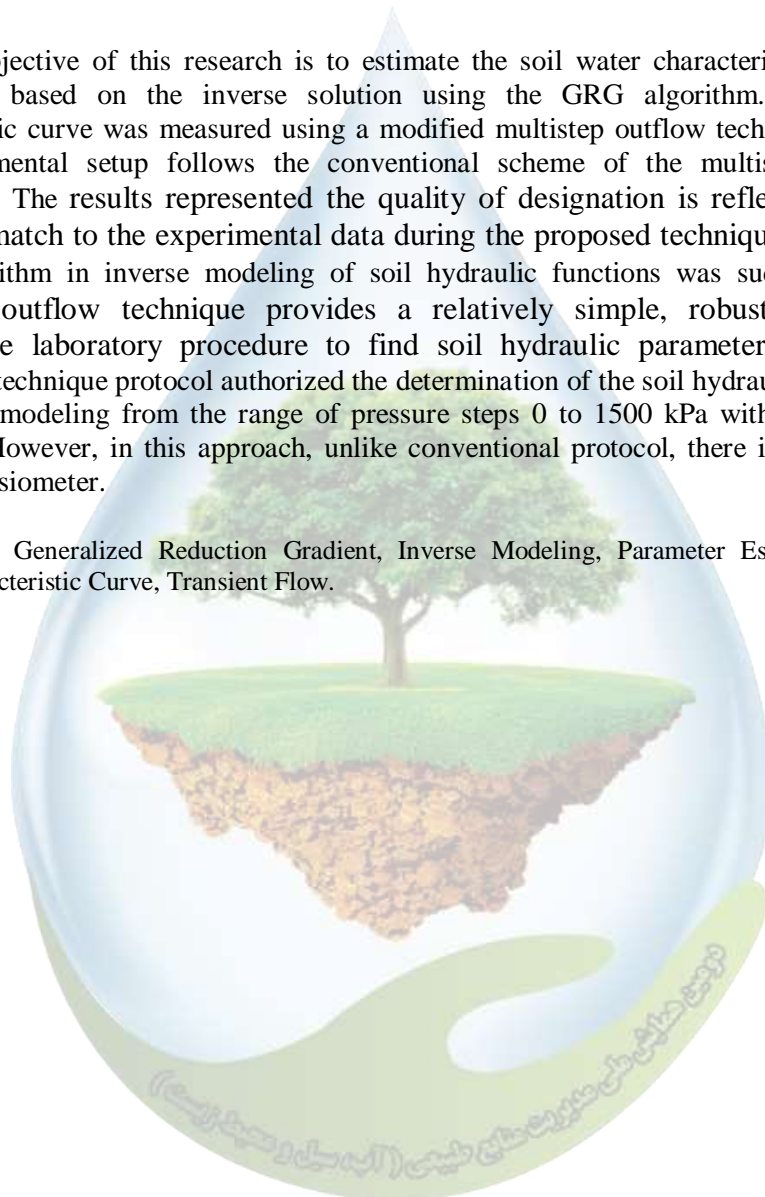
<sup>1</sup>Ph.D in Soil Physics & Conservation, <sup>2</sup>Assistant Prof. of Soil Chemistry, Shahid Beheshti University, <sup>3</sup>Assistant Prof. of Water Eng., Fasa University

<sup>1\*</sup>bahramisoil@gmail.com

### Abstract

The objective of this research is to estimate the soil water characteristic function parameters based on the inverse solution using the GRG algorithm. Soil water characteristic curve was measured using a modified multistep outflow technique, which the experimental setup follows the conventional scheme of the multistep outflow experiment. The results represented the quality of designation is reflected by the excellent match to the experimental data during the proposed technique; the use of GRG algorithm in inverse modeling of soil hydraulic functions was successful; the multistep outflow technique provides a relatively simple, robust, fast, and inexpensive laboratory procedure to find soil hydraulic parameters. Also, the introduced technique protocol authorized the determination of the soil hydraulic functions by inverse modeling from the range of pressure steps 0 to 1500 kPa with satisfactory accuracy. However, in this approach, unlike conventional protocol, there is no need to utilize a tensiometer.

**Keywords:** Generalized Reduction Gradient, Inverse Modeling, Parameter Estimation, Soil Water Characteristic Curve, Transient Flow.



## اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاک در قلمرو کامل با استفاده از مدل‌سازی معکوس

امیر بهرامی<sup>۱\*</sup>، مهدی بهرامی<sup>۲</sup>، فاطمه آقامیر<sup>۳</sup>

<sup>۱\*</sup> دکتری فیزیک و حفاظت خاک، <sup>۲</sup> استادیار مهندسی آب دانشگاه فسا، <sup>۳</sup> استادیار شیمی خاک دانشگاه شهید بهشتی  
<sup>۱\*</sup> bahramisoil@gmail.com

### چکیده

آگاهی از دانش مربوط به توابع هیدرولیکی خاک در مدل‌سازی مسایل زیست‌محیطی نقش کلیدی دارد. بررسی ویژگی‌های هیدرولیکی خاک در منطقه غیراشباع به دلیل حل انواع مختلفی از مشکلات برای بسیاری از رشته‌ها از جمله علوم خاک، هیدرولوژی، مهندسی عمران و علوم محیطی جذاب است. هدف از این پژوهش اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاک در قلمرو کامل با استفاده از مدل‌سازی معکوس است. اندازه‌گیری تابع هدایت هیدرولیکی خاک با استفاده از تکنیک آزمایشگاهی خروج چندمرحله‌ای اصلاح‌شده انجام شد که مراحل راه‌اندازی و چارچوب کلی این تکنیک از روش خروج چند مرحله‌ای رایج پیروی می‌کند. نتایج نشان داد که برآورد قابل اعتماد از پارامترها برای شبیه‌سازی معکوس خواص هیدرولیکی غیراشباع تنها با اندازه‌گیری جریان خروجی جمعی به عنوان تابعی از زمان امکان‌پذیر است؛ با توجه به سازگاری کلی بین توابع مشاهده شده و شبیه‌سازی شده مربوط به توابع هیدرولیکی خاک بررسی شده، نتیجه می‌گیریم که تکنیک پیشنهادی ویژگی‌های هیدرولیکی غیراشباع را بسیار خوب برآورد می‌کند؛ به هر حال تعیین همزمان توابع هیدرولیکی خاک اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا تعداد پارامترهای برآوردی را کاهش می‌دهد و در نتیجه منحصر بفرد نبودن (Nonuniqueness) پارامترهای بهینه شده به کمترین حد خود می‌رسد.

**واژگان کلیدی:** برآورد پارامتر، جریان پایدار، مدل‌سازی معکوس، هدایت هیدرولیکی خاک.

### ۱- مقدمه

بخش غیراشباع خاک نقش مهمی در زندگی موجودات زنده و همچنین در چرخه آبی طبیعت ایفا می‌کند و از طرفی ویژگی‌های هیدرولیکی خاک، شدت جریان آب و ذخیره رطوبتی خاک را کنترل می‌کند؛ به طور کلی خاک و آب منابعی گران‌بها و حساس در زیست‌بوم هستند که در برابر مدیریت‌های نادرست آسیب‌پذیرند و سیاست‌های کوتاه‌بینانه مدیریت آنها در بلندمدت به نتایج جبران‌ناپذیری می‌انجامد؛ بنابراین مطالعه آب و خاک و ارتباط بین آنها در حل چالش‌های پیش‌روی بشر از جمله مدیریت درست، طراحی‌های مختلف، برآورد توزیع و حرکت آب و آلاینده‌ها در خاک به عنوان اطلاعات پایه ضروری است. بنابراین منطقه غیراشباع بر کمیت و کیفیت آب، سلامت و عملکرد زیست‌بوم، ارتباط بین فرایندهای جوی و زمینی، چرخه عناصر غذایی، توسعه خاک و آسیب‌های طبیعی مانند سیل و رانش زمین اثر دارد. هدایت هیدرولیکی غیراشباع یکی از ویژگی‌های اصلی حاکم بر جریان آب است که اندازه‌گیری دقیق آن مشکل و هزینه‌بر می‌باشد. فعالیت‌های کشاورزی می‌تواند کیفیت و تامین آب را با اثر بر مقدار و زمان رواناب سطحی و شارژ آب‌های زیرزمینی تحت تأثیر قرار دهد. اطلاعات ویژگی‌های هیدرولیکی منطقه غیراشباع در پژوهش‌های مربوط به شارژ آبخوان‌ها، جریان در منطقه غیراشباع و انتقال آلاینده‌ها، دینامیک رطوبت زیرسطحی و کیفیت زیستگاه‌ها، نفوذ و روابط بارش-رواناب، پایداری شیب، پیامدهای تغییرپذیری اقلیمی و تغییر در



زیست‌بوم و پیامدهای متقابل آب سطحی و آب زیرزمینی مهم می‌باشد. آنها همچنین در توسعه مدل‌های نظری جدید، ویژگی مدل‌های انتقال و آزمون مدل‌های موجود ضروری هستند (۷).

به طور معمول برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی دو روش مستقیم و غیرمستقیم وجود دارد. هدایت هیدرولیکی می‌تواند از راه اعمال شرایط مرزی مشخص در بالا و پایین ستون‌های خاک در آزمایشگاه یا نیمرخ خاک در صحرا و در حالت جریان ماندگار اندازه‌گیری شود. در حقیقت اندازه‌گیری پاسخ فرایندهای جریان از جمله نفوذ تجمعی یا تغییرات مقدار آب بجای اندازه‌گیری خود ویژگی‌های هیدرولیکی راحت‌تر است؛ بنابراین پژوهش‌های زیادی در راستای فرمول‌بندی راه‌حل‌های معکوس به منظور برآورد ویژگی‌های هیدرولیکی خاک به ویژه هدایت هیدرولیکی از آزمایش‌های جریان ناپایدار انجام شده است (۲)؛ پس اندازه‌گیری خصوصیات هیدرولیکی خاک مشکل، پرزحمت و هزینه‌بر می‌باشد؛ علاوه بر این تغییرات مکانی و زمانی این ویژگی‌ها در مقیاس‌های مختلف فضایی، اندازه‌گیری درست ویژگی‌های هیدرولیکی خاک را بیشتر با مشکل مواجهه می‌کند که به همین دلیل روش‌های غیرمستقیم به عنوان یک جایگزین برای اندازه‌گیری مستقیم این ویژگی‌ها پیشنهاد شده‌اند (۱۱). بررسی منابع نشان می‌دهد که مدل‌سازی معکوس در راستای تجزیه و تحلیل انواع پدیده‌های بیولوژیکی، زیست‌محیطی، فیزیکی و شیمیایی مربوط به منطقه غیراشباع به به رویکردی به نسبت استاندارد تبدیل شده است زیرا که با استفاده از این روش اندازه‌گیری توابع هیدرولیکی خاک (منحنی مشخصه آب خاک و هدایت هیدرولیکی غیر اشباع) به طور همزمان امکان‌پذیر است. به طور کلی این پژوهش بخشی از پروتکل آزمایشگاهی یکپارچه را تشکیل می‌دهد که مسیر پژوهش‌های پیش‌رو را هموار می‌کند.

## ۲- مواد و روش‌ها

در این پژوهش اندازه‌گیری بافت خاک با روش هیدرومتری، چگالی حقیقی و ظاهری خاک به ترتیب به روش‌های پیکنومتری و سیلندری، اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به روش بار ثابت، محاسبه تخلخل کل خاک با استفاده از داده‌های چگالی ظاهری و حقیقی (۳) و اندازه‌گیری پتانسیل مربوط به نقطه ورود هوا نیز با استفاده از روش سانتیفریوژ دما ثابت انجام شد (۱). همچنین اندازه‌گیری منحنی مشخصه آب خاک با استفاده از تکنیک آزمایشگاهی خروج چندمرحله‌ای اصلاح‌شده انجام شد که مراحل راه‌اندازی و چارچوب کلی این تکنیک از روش خروج چند مرحله‌ای رایج پیروی می‌کند. معادله حاکم بر انتقال جریان آب در خاک، معادله ریچاردز است (۸).

$$\partial \theta / \partial t = \partial / \partial z [K(h) \partial h / \partial z - K(h)] \quad (1)$$

که در این رابطه،  $\theta$  مقدار رطوبت حجمی ( $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ )،  $h$  پتانسیل ماتریک آب خاک (cm)،  $K(h)$  هدایت هیدرولیکی غیراشباع ( $\text{m s}^{-1}$ )،  $z$  مختصات عمودی که جهت رو به پایین مثبت فرض شده (cm) و  $t$  زمان (s) می‌باشد. که برای حل آن باید با در نظر گرفتن شرایط نخستین و مرزی از معادله‌های معلم-وگنختن استفاده نمود (۱۰).

$$S_e(h) = [1 + |\alpha h|^m]^{-m} \quad (2)$$

$$K(S_e(h)) = K_s S_e^\lambda(h) [1 - (1 - S_e^{1/m})^m]^2 \quad (3)$$

$$S_e(h) = (\theta(h) - \theta_r) / (\theta_s - \theta_r) \quad (4)$$

که در بین رابطه‌ها  $S_e$  مقدار نرمال‌شده آب خاک (-) بوده و دیگر علائم پیش‌تر تعریف شده‌اند. یکی از روش‌های رایج برای برآورد پارامترهای ناشناخته در یک تابع رگرسیون غیرخطی، روش حداقل مربعات<sup>۱</sup> (NLS) است. در این روش پارامترهای هیدرولیکی مشخص شده با به حداقل رساندن اختلاف بین متغیرهای مشاهده شده و شبیه‌سازی شده تعیین می‌گردند (۵).

<sup>1</sup> Nonlinear Least Squares

برازش مدل‌های هیدرولیکی خاک به وسیله داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی حداقل مربعات غیرخطی انجام شد. در این پژوهش، ما از روش بهینه‌سازی غیرخطی مبتنی بر الگوریتم گرادیان کاهش عمومی<sup>۱</sup> (GRG) استفاده کرده‌ایم. این روش حل برای بهینه‌سازی غیرخطی از کد GRG2 استفاده می‌کند که به وسیله لاسدون و همکاران (۱۹۷۳) ارائه شده است (۶). تابع هدف ما این گونه تعریف شد که،

$$OF(\beta) = \sum_{i=1}^N ((S_{ei}^o - S_{ei}^s)^2 + (1/K_s^2)(K_i^o - K_i^s)^2) \quad (5)$$

که در آن OF تابع هدف،  $\beta$  بردار حاوی پارامترهای برآورد شده،  $S_e^o$  و  $S_e^s$  به ترتیب مقدار نرمال شده رطوبت خاک مشاهده شده و شبیه‌سازی شده و  $K_i^o$  و  $K_i^s$  به ترتیب مقادیر هدایت هیدرولیکی غیراشباع مشاهده شده و شبیه‌سازی شده را نشان می‌دهند و از هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ( $K_s$ ) نیز برای نرمال نمودن هدایت هیدرولیکی غیراشباع استفاده شده است. در پایان نیز دامنه اطمینان داده‌های شبیه‌سازی ناشی از مدل‌سازی معکوس با استفاده از روش مرتبه اول-لحظه دوم به دست آمده است.

### ۳- نتایج و بحث

جدول (۱) ویژگی‌های فیزیکی خاک بررسی شده را نشان می‌دهد. نمونه خاک استفاده شده در این پژوهش دارای بافت لومی و دست‌خورده است و در نتیجه تنوع ذاتی مربوط به خاک‌های دست‌نخورده تا حد زیادی کم شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی خاک ارزیابی شده

بافت خاک*	اندازه ذرات خاک			رس <0/002 mm	سیلت 0/002-0/05 mm	شن 0/05-2 mm
	چگالی ظاهری (g cm <sup>-3</sup> )	چگالی حقیقی (g cm <sup>-3</sup> )	تخلخل (%)			
لوم	۱/۴۱	۲/۶۶	۴۷	۱۶/۳	۴۷/۵	۳۶/۲

\* طبقه‌بندی بافت خاک آمریکا

پارامترهای مدل معلم-وگنختن به وسیله حل معکوس و با استفاده از الگوریتم GRG برآورد شده است (جدول ۲). در این پژوهش هدایت هیدرولیکی اشباع و رطوبت اشباع خاک به طور مستقل اندازه‌گیری شده، پارامتر  $m$  نیز با استفاده از پارامتر  $n$  یعنی رابطه ( $m=1-1/n$ ) به دست آمده و دیگر پارامترهای معادله معلم-وگنختن یعنی  $n$ ،  $\lambda$  و  $\alpha$  نیز برآورد شده‌اند. نتایج ارائه شده در این جدول و آنالیز داده‌های به دست آمده از روش خروج چند مرحله‌ای اصلاح شده، در شکل (۱) خلاصه شده است.

جدول ۲- بهینه‌سازی پارامترهای مدل معلم-وگنختن به وسیله مدل‌سازی معکوس و با استفاده از الگوریتم GRG

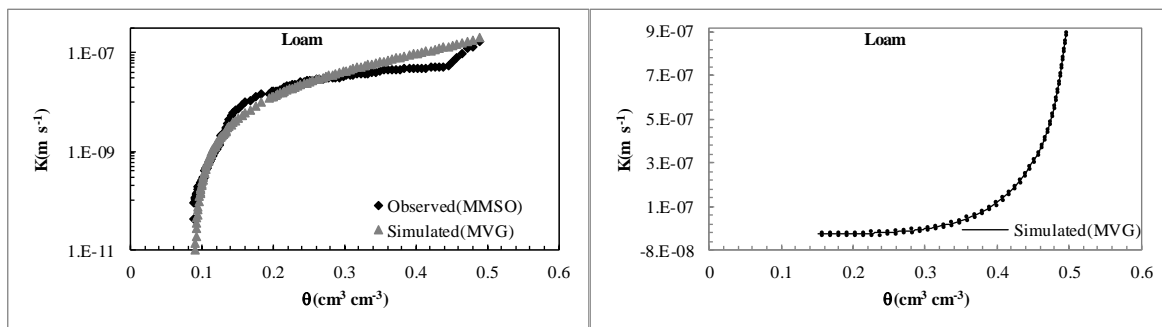
بافت خاک	داده‌های جدول زمانی	AEV	$K_s^\dagger$	$\lambda$	$n$	$\alpha$	$\theta_s^\dagger$	$\theta_r^\dagger$
		kPa	(cm d <sup>-1</sup> )	-	cm <sup>-1</sup>	cm <sup>-1</sup>	cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>
لوم	نخستین	۱۰	۳۱/۶۲	-۱	۲/۱۳	۰/۰۰۳۸	۰/۴۹۸	۰/۰۷
	بهینه‌شده	۱۰	۳۱/۶۳	-۱/۵ <sup>‡</sup>	۲/۷ <sup>‡</sup>	۰/۰۰۱۵ <sup>‡</sup>	۰/۴۹۸	۰/۰۷

AEV پتانسیل نقطه ورود هوا،  $\dagger$  پارامترهای ثابت،  $\ddagger$  داده برآورد شده

<sup>1</sup> Generalized Reduction Gradient

<sup>2</sup> First-order Second-moment Method

اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع به روش‌های خروج چند مرحله‌ای اصلاح شده و شبیه‌سازی شده بر پایه مدل معلم-وَنگونختن در شکل (۱) مشاهده می‌گردد. بررسی گرافیکی این دو روش نشان می‌دهد که حل معکوس رویکردی قوی برای برآورد پارامترهای توابع هیدرولیکی خاک و شبیه‌سازی هدایت هیدرولیکی خاک دارد. با توجه به سازگاری کلی بین توابع مشاهده شده و شبیه‌سازی شده مربوط به توابع هیدرولیکی خاک بررسی شده، نتیجه می‌گیریم که تکنیک پیشنهادی ویژگی‌های هیدرولیکی غیراشباع را به خوبی برآورد می‌کند هرچند نتایج دو روش همپوشانی کامل ندارند. دیدگاه برخی پژوهشگران بر این است که روی ندادن همپوشانی کامل را می‌توان به خطای مدل در توابع هیدرولیکی خاک نسبت داد (۴). همچنین در این شکل دامنه اطمینان به دست آمده در راستای برآورد تابع هدایت هیدرولیکی غیراشباع نیز مشاهده می‌گردد. پژوهشگران در راستای بررسی دلایل احتمالی نبود قطعیت بیان داشته‌اند که این امر پیامد خطای اندازه‌گیری سیستماتیک، محدودیت‌های کاربرد معادله ریچاردز پیرامون پتانسیل نقطه ورود هوا و غیره است (۹).



شکل (۱) - مقایسه نتایج مدل‌سازی معکوس برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک (سمت چپ) و فواصل اطمینان به دست آمده در راستای برآورد این منحنی (سمت راست). مدل‌سازی معکوس بر پایه معادله معلم-وَنگونختن و با استفاده از الگوریتم (GRG) اجرا شده است. خط سیاه مقادیر شبیه‌سازی با استفاده از حل معکوس و خطوط نقطه چین بیرونی نشان‌دهنده دامنه اطمینان ۹۵ درصدی برآورد این تابع است.

#### ۴- نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که مدل‌سازی معکوس رویکردی به نسبت ساده، قوی، سریع و ارزان برای برآورد پارامترهای هیدرولیکی خاک ارائه می‌دهد. همچنین در این پژوهش تابع هدایت هیدرولیکی خاک در قلمرو کامل مقدار آب خاک بررسی شد که به ندرت در تمام سطوح رطوبتی مورد بحث قرار می‌گیرد. در حالی که این پژوهش همچنان ادامه دارد، نویسندگان معتقدند برای ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی برای انواع مختلف خاک‌ها، پژوهش‌های بیشتری لازم است.

#### ۵- منابع

1. ASTM. 2019. Standard test methods for the soil-water characteristic curve for desorption using hanging column, pressure extractor, chilled mirror hygrometer, or centrifuge. In: D5878 – latest ed. s.l.: American Society for Testing and Materials, p. 1782.
2. Budiman, M., and Damien, J.F. 2005. Estimating soil hydraulic properties and their uncertainty: the use of stochastic simulation in the inverse modeling of the evaporation method. *Geoderma*, 126: 277-290.
3. Dane, J. & Topp, G. C. 2002. *Methods of Soil Analysis. Part 4. Physical Methods*. Madison, WI: Soil Science Society of America, Inc.
4. Durner, W. & Iden, S. C., 2011. Extended multistep outflow method for the accurate determination of soil hydraulic properties near water saturation. *Water Resour. Res.*, Volume 47, pp. 1-13.
5. Hopmans, J., Simunek, J., Romano, N. & Durn, W. 2002. Simultaneous determination of water transmission and retention properties- Inverse methods. In: *Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Methods*. s.l.: Soil Science Society of America, Inc, pp. 963-1008.



6. Lasdon, L. S., Fox, R. & Ratner, M. 1973. Nonlinear Optimization Using the Generalized Reduced Gradient Method. Tech. Memo., Issue 325, pp. Department of Operations Research, Case Western Reserve University.
7. Perkins, K., and Nimmo, J. 2009. High-quality unsaturated zone hydraulic property data for hydrologic applications. Water Resources Research, 45(7): W07417.
8. Richards, L. A. 1931. Capillary conduction of liquids through porous media. Physics, 1(5), pp. 318-333.
9. Schultze, B., Ippisch, O., Huwe, B. & Durner, W., 1999. Dynamic nonequilibrium in unsaturated water flow. Riverside, California, s.n., pp. 877-892.
10. van Genuchten, M. T., 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. 44:892-. Soil Sci. Soc. Am. J., Volume 44, pp. 892-898.
11. van Genuchten, M.Th., Leij, F.J., and Wu, L. 2001. Characterization and measurement of the hydraulic properties of unsaturated porous media. Soil Science, 166(2): 150-152.





## Measuring full-domain soil hydraulic conductivity using inverse modeling

Amir Bahrami<sup>1\*</sup>, Mehdi Bahrami<sup>2</sup>, Fateme Aghamir<sup>3</sup>

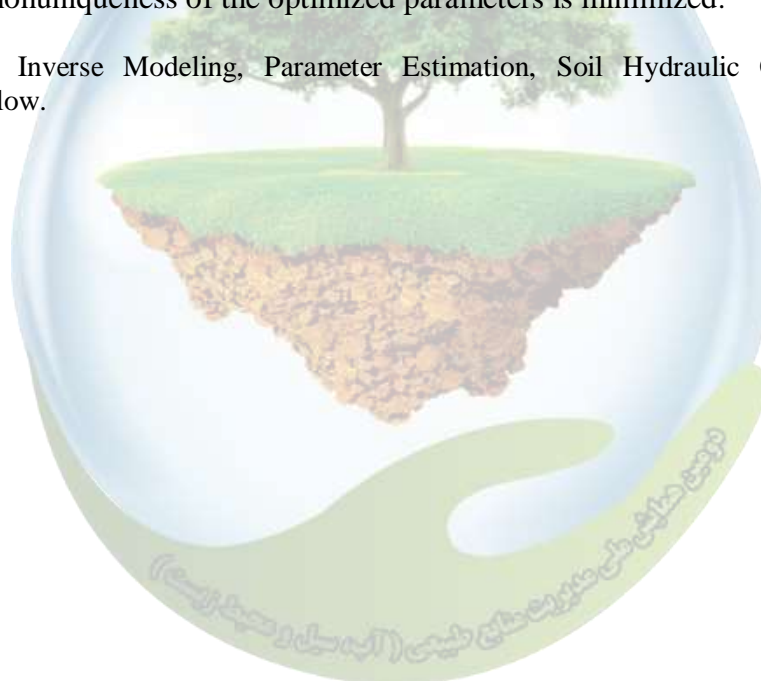
<sup>1</sup>Ph.D in Soil Physics & Conservation, <sup>2</sup>Assistant Prof. of Water Eng., Fasa University, <sup>3</sup>Assistan Prof. of Soil Chemistry, Shahid Beheshti University

<sup>1\*</sup> bahramisoil@gmail.com

### Abstract

A key point for environmental modeling is the knowledge of soil hydraulic functions. The study of the soil hydraulic properties for the vadose zone should be attractive for various disciplines such as soil science, hydrology, civil engineering, and environmental sciences because of solving different types of problems. Our objective was measuring full-domain soil hydraulic conductivity using inverse modeling. Soil hydraulic conductivity curve was measured using a modified multistep outflow technique, which the experimental setup follows the conventional scheme of the multistep outflow experiment. Results showed that reliable estimation of the parameters to inversely simulate the unsaturated hydraulic properties is possible only by measuring the cumulative outflow as a function of time. Considering the general consistency between the observed and simulated functions related to the investigated hydraulic functions, we conclude that the proposed technique excellently estimates the unsaturated hydraulic properties. However, simultaneous determination of the soil hydraulic functions is particularly attractive since it lessens the number of adjustable parameters. As a result, the nonuniqueness of the optimized parameters is minimized.

**Keywords:** Inverse Modeling, Parameter Estimation, Soil Hydraulic Conductivity, Transient Flow.



### بررسی تهیه سوخت زیستی از ضایعات کشاورزی با استفاده از روش پیرولیز

حامد یونسی کردخیلی<sup>\*۱</sup>

<sup>\*۱</sup>عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه سمنان

<sup>\*۱</sup>hamed.younesi@semnan.ac.ir

#### چکیده

افزایش ضایعات یکی از معضلات اساسی جوامع امروزی می‌باشد که خسارت‌های متعددی را به جوامع بشری وارد می‌سازد. نوعی از این ضایعات که حجم بالایی از پسماندها را تشکیل می‌دهد، ضایعات با منشأ لیگنوسلولزی اعم از چوبی یا غیرچوبی (زراعی) می‌باشد. استفاده مجدد از این ضایعات با توجه به حجم وسیع آنها، بخصوص در کشورهایی که از لحاظ منابع فسیلی فقیر محسوب می‌شوند، امری ضروری به نظر می‌رسد. یکی از موارد استفاده از این نوع ضایعات، تهیه سوخت زیستی (bio oil) با استفاده از روش پیرولیز می‌باشد. پیرولیز (تجزیه حرارتی) فرآیندی است که مواد آلی زیست توده (biomass) را تحت تأثیر دما و در حضور اکسیژن به سوخت زیستی تبدیل می‌کند. در واقع با استفاده از فرآیند پیرولیز سوخت پاک و خالصی تولید می‌شود که کاربردهای متعددی در صنایع مختلف دارد. همچنین پس از تغییرات لازم روی سوخت زیستی، می‌توان از آن در تهیه سوخت‌هایی مانند بنزین و گازوئیل نیز استفاده نمود. در حالی که منابع سوخت‌های فسیلی رو به اتمام است، استفاده از ضایعات کشاورزی به عنوان یک منبع تجدید شونده تامین انرژی نقش مهمی در توسعه صنایع قرن آینده خواهد داشت.

**واژگان کلیدی:** زیست توده، پیرولیز، سوخت زیستی، بالایش زیستی، مدیریت پسماند

#### ۱- مقدمه

افزایش سالیانه مواد زاید صنعتی و غیر صنعتی، یکی از مشکلات اساسی اکثر کشورها در سالهای اخیر می‌باشد به طوری که سالیانه خسارت‌های بیشماری را به جوامع بشری وارد می‌سازد، عده‌ای از این مشکلات شامل آلودگی‌های زیست محیطی، صرف هزینه‌های فراوان جهت جمع‌آوری، حمل و نقل و دفن این ضایعات می‌باشد. پژوهشگران جهت کاهش این خسارت‌ها راه کارهای متعددی را پیشنهاد نمودند، یکی از بهترین راه حل‌ها، استفاده مجدد از ضایعات قابل بازیافت در صنایع مختلف مربوطه و بازگرداندن آنها به چرخه تولید می‌باشد. در کشور ما نیز رشد جمعیت به‌ویژه در سالهای اخیر باعث افزایش انواع ضایعات و پسماندها شده است به طوری که پیدا کردن راه حل برای کاهش هزینه‌های هنگفتی که دولت صرف این ضایعات می‌کند امری ضروری به شمار می‌آید. نوعی از این ضایعات که حجم زیادی از پسماندهای کشور را تشکیل می‌دهد، ضایعات با منشأ لیگنوسلولزی اعم از چوبی یا غیرچوبی (کشاورزی) هستند که از نظر منشأ تولید به سه بخش قابل تفکیک هستند:

- ضایعات حاصل از فعالیتهای صنعتی :

کارخانه‌های کوچک و بزرگ مربوط به صنایع چوب و کاغذ که به صورت متمرکز در استان‌های شمالی کشور و به صورت پراکنده در دیگر نقاط کشورمان مشغول فعالیت هستند، درصد زیادی از وزن ماده اولیه خود را به صورت ضایعات از قبیل: گرده بینه‌ها و چپس‌های ناخواسته، پوست گرده بینه ، خاک اره و غیره به هدر می‌دهند.

- ضایعات حاصل از فعالیتهای کشاورزی :

براساس گزارش سازمان جهاد کشاورزی در سال ۱۳۸۶ سطح زیر کشت گندم در ایران ۶۱۵ میلیون هکتار گزارش شده بود (۲) که در این صورت با حجم وسیعی از ضایعات کشاورزی مانند (کاه و کلش و.....) روبه رو هستیم که به جز موارد جزئی که از آنها به عنوان خوراک دام استفاده می‌شود (۲) ، متاسفانه هیچ گونه استفاده ای از این ضایعات نمی‌شود و معمولاً کشاورزان آنها را بدون هیچ گونه استفاده ای می‌سوزانند که این عمل از طرفی موجب آلودگی هوا نیز می‌گردد (۱، ۲).

– ضایعات شهری: در شهرها نیز به دلیل حضور چوب بری‌های متعدد و کارگاه‌های نجاری کوچک و بزرگ و همچنین ضایعات مربوط به تعویض کابینت‌ها، پارکت‌ها، تراورس‌های راه آهن و آلاچیق و ... با حجم وسیعی از ضایعات چوبی اعم از خاک اره یا چوب ماسیو رو به رو هستیم که متاسفانه بدون استفاده مانده و به هدر می‌روند. با توجه به حجم وسیع این ضایعات در ایران که از لحاظ منابع جنگلی کشوری فقیر محسوب می‌شود، استفاده مجدد از این ضایعات تا حد امکان امری ضروری می‌باشد. پیرولیز فرایندی است که مواد آلی (biomass) را تحت تأثیر دما و در حضور اکسیژن به زغال یا خاکستر و گاز تبدیل می‌کند که گاز حاصله بعد از متراکم شدن به سوخت زیستی (bio oil) تبدیل می‌شود که معمولاً ۷۵٪-۷۰٪ مواد اولیه تحت تأثیر این فرایند به سوخت زیستی تبدیل می‌شوند. در واقع با تجزیه حرارتی مایع پاک و خالصی تولید می‌شود که به عنوان یک ماده واسطه ای در صنایع مختلف کاربرد دارند. با توجه به ماهیت شیمیایی این مواد لیگنوسلولوزی و چوبی، تجزیه حرارتی (پیرولیز) این مواد می‌تواند آنرا به انواع محصولات با ارزش تبدیل نماید که هر یک از این محصولات می‌توانند در بخش‌های مختلف صنعت مورد استفاده قرار گیرند. از جمله این کاربردها عبارتند از: مواد حشره کش و قارچ کش، حفاظت چوب الات در برابر حشرات و قارچ‌ها، تهیه انواع مواد شیمیایی مانند متان، کتون، الئید، فنول. علاوه بر این پس از تغییرات لازم روی ماده حاصله از پیرولیز که در صنایع پتروشیمی انجام می‌شود در تهیه بنزین، گازوئیل نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. در واقع تجزیه حرارتی می‌تواند علاوه بر تولید محصولات ارزشمند و قابل استفاده از ضایعات جامد دور ریختنی، حجم این ضایعات را تا صدها برابر کاهش دهد. متاسفانه طبق مطالعات انجام شده در ایران پیرولیز مایع چوب و پوست درختان، خاک اره ضایعاتی و سایر ضایعات مورد توجه محققین قرار نگرفته است در حالی که در اکثر کشورهای پیشرفته به خصوص پس از بحران نفتی دهه ۷۰ میلادی، در این زمینه کارهای مختلفی انجام شد و اکنون محققین سعی در بالا بردن بازده این فرایند می‌باشند. قیمت بالای سوخت‌های فسیلی و مشکلات ناشی از مسائل زیست محیطی ان کشورهای جهان را به خصوص کشورهای صنعتی جهان را وادار کرده است که به سوخت‌های جایگزین به خصوص سوخت‌های بیولوژیکی روی بیاورند. بدیهی است که در پی رشد اقتصادی یک کشور نیاز به منابع انرژی روز به روز بیشتر می‌شود و نظر به اینکه در حال حاضر منبع اصلی تهیه مواد شیمیایی و سوختی در مقیاس صنعتی و کاربردی منابع فسیلی می‌باشد و این منابع خواسته یا ناخواسته به اتمام خواهند رسید و یا شرایطی به وجود می‌آید که دیگر بهره‌برداری از آنها اقتصادی نخواهد بود، لذا ضروری است برای تبدیل مواد تجدید شونده لیگنوسلولوزی، بویژه گونه‌ها و موادی که مصرف صنعتی ندارند و باقی‌ماندن آنها در طبیعت نیز خود یکی از آلاینده‌های مهم زیست توده خواهد بود، راه‌های مؤثر پر بازده و جدیدی یافت شوند. به طور خلاصه از مزایای فرآیند پیرولیز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- استفاده از حجم زیاد پسماندهای جامد لیگنوسلولوزی و بدون ارزش اقتصادی ۲- تاسیس صنایع جدید و بزرگ سوخت بیولوژیک در مناطق روستایی با ارزش اقتصادی بالا، به عنوان مثال آزمایشگاه ملی امریکا تخمین زده است که تولید اتانول از ذرت به تنهایی ۸/۹ میلیون دلار درآمد در صنعت و ۳/۸ میلیارد دلار ارزش اضافی نیز دارد و حدود ۷۶۰۰۰ شغل دائم نیز ایجاد می‌کند.

۳- علاوه بر موارد ذکر شده، مزیت‌های زیست محیطی هم انکار ناپذیر است.

مقایسه کارایی انرژی بعضی از مواد را مطابق جدول ۱ بیان شد:

جدول ۱- مقایسه کارایی انرژی مواد

سبوس برنج	ساقه ذرت	ساقه پنبه	خاک اره	ماده اولیه
۶۰٪	۶۳٪	۶۳٪	۶۴٪	کارایی انرژی

یکی از مهم‌ترین سوخت‌های بیولوژیکی اتانول می‌باشد که از راه‌های مختلفی از پسماندهای کشاورزی به دست می‌آید. استفاده از اتانول چه به صورت خالص و چه به صورت ترکیب با سایر سوخت‌ها منجر به کاهش الودگی هوا می‌شود. استفاده از این ماده به صورت ۱۰٪ اتانول و ۹۰٪ سوخت فسیلی در اتومبیل نیاز به تغییر و اصلاح موتور ندارد بنا بر این با توجه به این مسئله می‌توان آن را به عنوان پیش قدم برای مصرف این سوخت‌ها به طور کامل دانست. بازده محصولات پیرولیز بسته به دما، فشار، نرخ افزایش حرارت، مقدار رطوبت ماده اولیه و مقدار خاکستر آن، اندازه ذرات ماده اولیه و ترکیب شیمیایی آن متغیر است اما مؤثرترین عامل در تعیین بازده دما به شمار می‌آید، به طوری که بیشترین بازده برای چوب که در حدود ۷۹٪ و مواد لیگنو سلولزی که در حدود ۷۰٪ است در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد حاصل می‌شود. بازده زغال در این دما حداقل می‌باشد. در واقع سوخت زیستی حاصل از پیرولیز یکی از فرایندهای تجدیدپذیر تولید انرژی است که به راحتی ذخیره و یا منتقل می‌شود که در سوخت توربین‌ها و ژنراتورها به کار برده می‌شود و می‌تواند برای تولید مواد شیمیایی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

Anthony V. BRIDGWATER (2004) روی فرآیند پیرولیز مایع مواد لیگنوسلولزی تحقیقات گسترده ای انجام داده وی در نتایج مقالات خود به این نکته اشاره کرده که سوخت حاصله از فرایند پیرولیز بدون تولید دی اکسید کربن است و هیچ گونه اثر منفی بر اتمسفر ندارد. A. BRIDGWATER (2002) به این مطلب اشاره کرد که بعد از کندانس شدن گاز حاصل از پیرولیز به صورت مایع سیاه رنگی است که دارای ارزش گرمایی حدود ۰٫۵ است و به سوخت زیستی معروف است.

(BTG biomass technology group) از مزایای سوخت زیستی نسبت به ماده زیستی موارد زیر را بر شمرد:

- ۱ - حمل و نقل سوخت زیستی حاصله ارزانتر از خود ماده زیستی است.
- ۲ - دانسیته انرژی حجمی سوخت زیستی در حدود 20 GJ/m<sup>3</sup> در حالی که برای چپس‌های چوب حدود 4 GJ/m<sup>3</sup> می‌باشد.

۳ - روغن زیستی تمیزتر و پاکتر از ماده زیستی است.

۴ - مقدار خاکستر سوخت زیستی ۱۰۰ برابر کمتر از ماده زیستی است.

شرایط مورد نیاز عمل پیرولیز کامل و با بازده بالا:

ویژگیهای مربوط به ماده اولیه:

- دارابودن میزان رطوبت کمتر از ۱۰ درصد

- دارابودن ابعاد اولیه کمتر از ۳ میلی متر

ویژگیهای فرآیندی :

نرخ حرارت دهی بالا

کنترل درجه حرارت واکنش (برای چوب در حد ۵۰۰ درجه سانتیگراد)

کاهش سریع گازهای حاصل

دمای ترموکوپل نشان دهنده دمای داخل لوله باشد یعنی دمای داخل لوله به ۵۰۰ درجه برسد

کندانسور مورد استفاده یخ خشک و از جنس استیل باشد

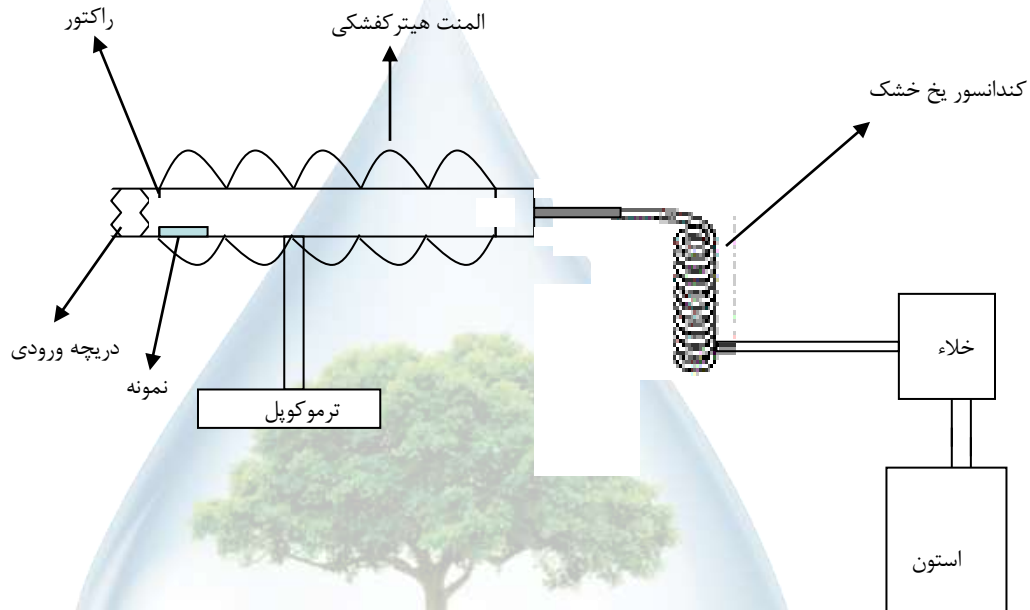
خلا برای کشیدن بخارات حاصل از سوختن و محفوظ کردن آن در محلول استون

محلول استون جهت محفوظ کردن

اجزای دستگاه پیرولیز:



راکتور از جنس استیل با طول تقریبی ۵۰ و قطر ۵ سانتیمتر  
 هیترکفشی که قابلیت بالا بردن دما تا ۵۰۰ درجه را داشته باشد با نرخ حرارتی قابل تنظیم  
 کندانسور یخ خشک از جنس استیل  
 ترموکوپل  
 دستگاه خلا با قدرت مکش متغیر  
 شکل شماتیک از طرح دستگاه :



### ۲- نتیجه گیری:

استفاده مجدد از این ضایعات لیگنوسلولوزی با توجه به حجم وسیع آنها، بخصوص در ایران که از کشورهای فقیر از لحاظ منابع فسیلی محسوب می‌شوند، امری ضروری به نظر می‌رسد. یکی از موارد استفاده از این نوع ضایعات، تهیه سوخت زیستی با استفاده از روش پیرولیز می‌باشد. پیرولیز، فرآیندی است که مواد آلی زیست توده (biomass) را تحت تأثیر دما و در حضور اکسیژن به سوخت زیستی تبدیل می‌کند. در واقع با استفاده از فرآیند پیرولیز سوخت پاک و خالصی تولید می‌شود که کاربردهای متعددی در صنایع مختلف دارد. همچنین پس از تغییرات لازم روی سوخت زیستی، می‌توان از آن در تهیه سوخت‌هایی مانند بنزین و گازوئیل نیز استفاده نمود. هدف از این تحقیق تنها معرفی روش پیرولیز به عنوان یک فرایند نوین تهیه سوخت که روز به روز در جهان در حال گسترش است بوده است. امید است در تحقیقات بعدی جزئیات بیشتری از این روش منتشر گردد.

### ۳- فهرست مراجع:

- ۱- بی‌نام، ۱۳۸۴، فصلنامه آماری مدیریت پسماندهای جامد شهرتهران (شماره ۱۲)، سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران.
- ۲- بی‌نام، ۱۳۸۵، فصلنامه آماری مدیریت پسماندهای جامد شهرتهران (شماره‌های ۱۳، ۱۴ و ۱۵)، سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران.



۳- شاکری ع، سیلانی ل، امیدوار ا، ۱۳۸۱، بررسی ساخت فراورده مرکب الیاف سلولزی - پلیمر با استفاده از پلی استایرن بازیافتی و کاغذ روزنامه باطله، مجله منابع طبیعی ایران (جلد ۵ - شماره ۳).

۴- مصطفی زاده مرزناکی م؛ ۱۳۸۶، تأثیر دفعات بازیابی پلی پروپیلن روی خواص فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب چوب پلاستیک؛ پایانامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس ص.

5- American Society for Testing and Material. 1990. ASTM D256- 90b. Standard test methods for impact resistance of plastics and electrical insulating materials. West Conshohocken, Pa. USA.

6- Canetti M., Bertini F., 2007: Super molecular structure and thermal properties of poly (ethylene terephthalate)/lignin composites. Composites Science and Technology 67:3151-3157.

7- Chowdhury M., Wolcott M., 2007: Compatibilizer Selection to Improve Mechanical and Moisture Properties of Extruded Wood-HDPE Composites. Forest Products Journal; Vol. 57, (9); 46-53.

8- Giraldi, A.L.F. de M., Bartoli, J.R., Velasco, J.I., and Mei, L.H.I., 2005: Glass fiber recycled poly (ethylene terphthalate) composites: mechanical and thermal properties. Polymer Testing. 24:507-512.

9- Kazemi Najafi, S., Hamidinia E. and Tajvidi M., 2006: Mechanical properties of composites from sawdust and recycled plastics, Journal of Applied Polymer Science 100, 3641-3645.

10- Klason C.K., 1986: Plast rubber compos process. Appl Polym Sci 6-7.

11- Lu Z., Wu Q., Mc Nabb S., 2000: Chemical Coupling in Wood Fiber and Polymer Composites: A Review of Coupling Agents and Treatments. Journal, Vol. 32, ( 1 ), 88-104.

12- Rozman H.D., Tan K.W., Kumar R.N., Abubakar A., Ishak Mohd., Ismail H., 2000: The effect of lignin as a compatibilizers on the physical properties of coconut fiber-polypropylene composites. European Polymer Journal 36: 1483-1494.

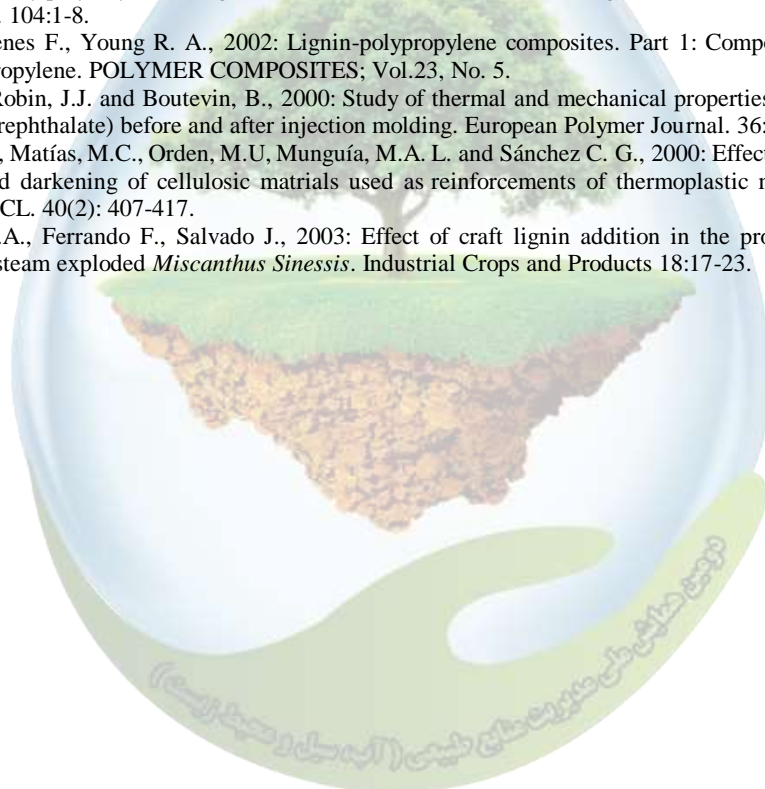
13- Shojaei, A., Yousefian, H. and Saharkhiz, S., 2007: Performance characterization of composite materials based on recycled high-density polyethylene and ground tire rubber reinforced with short glass fibers for structural applications. J Apple polym Sci. 104:1-8.

14- Toriz G., Denes F., Young R. A., 2002: Lignin-polypropylene composites. Part 1: Composites from unmodified lignin and polypropylene. POLYMER COMPOSITES; Vol.23, No. 5.

15- Torres, N., Robin, J.J. and Boutevin, B., 2000: Study of thermal and mechanical properties of virgin and recycled poly (ethylene terephthalate) before and after injection molding. European Polymer Journal. 36:2075-2080.

16- Urreaga J. M, Matías, M.C., Orden, M.U, Munguía, M.A. L. and Sánchez C. G., 2000: Effects of coupling agents on the oxidation and darkening of cellulosic materials used as reinforcements of thermoplastic matrices in composites. POLYM ENG. SCL. 40(2): 407-417.

17- Velasquez J.A., Ferrando F., Salvado J., 2003: Effect of craft lignin addition in the production of binder less fiberboard from steam exploded *Miscanthus Sinensis*. Industrial Crops and Products 18:17-23.



## بررسی تأثیر شیب طولی بر تولید گرد و غبار جاده‌های شنی و خاکی جنگل عربداغ شهرستان

### کلاله

محمد رضا نوری<sup>۱\*</sup>، دکتر آیدین پارساخو<sup>۲</sup>

<sup>۱\*</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل، دانشگاه بهاران گلستان، <sup>۲</sup> عضو هیات علمی دانشگاه منابع طبیعی گرگان  
<sup>۱\*</sup> m.nori46@yahoo.com

### چکیده :

تحقق اهداف مدیریتی و بهره برداری اصولی از جنگل نیازمند دسترسی به بخش‌های مختلف آن است که این امر از طریق جاده‌های جنگلی ممکن می‌شود. احداث جاده‌های جنگلی موجب دگرگون شدن اکوسیستم پایدار جنگل خواهد شد. چه در مرحله ساخت و چه در مدت استفاده ی جاده، آسیب‌های زیست محیطی آن بر جنگل نمایان می‌شوند. این در حالی است که برای اجرای طرحهای جنگلداری، بهره برداری اصولی و مدیریت در جهت توسعه پایدار وجود راههای جنگلی امری ضروری است. جاده‌های جنگلی دارای حساسیت خاصی می‌باشند. علاوه بر ساخت جاده، استهلاک جاده جنگلی نیز مشکلات زیادی به بار می‌آورد، بنابراین در مدت استفاده از جاده‌های جنگلی نیز می‌بایست بازبینی و نگهداری کافی وجود داشته باشد. اقدامات اساسی در جهت کاهش آسیبهای ساخت جاده را کاهش داد. در این مقاله برخی نکات مهم در مرحله طراحی جاده بیان می‌شود که توجه به این موارد می‌تواند گامی مؤثر در جهت کاهش آسیبهای زیست محیطی باشد. نتایج نشان داد که مقدار تولید گرد و غبار در جاده‌های خاکی به طور معنی داری بیشتر از جاده‌های شنی است. در جاده‌های خاکی مقدار تولید گرد و غبار در طبقه شیب بیشتر از ۷ درصد بیشتر از سایر طبقات شیب طولی بود.

واژگان کلیدی: شیب طولی، جاده شنی، جاده خاکی، گرد و غبار

### ۱- مقدمه :

جاده‌های جنگلی ضروری‌ترین زیرساخت به منظور مدیریت جنگل هستند (۹) که دسترسی به محصولات چوبی جنگل، مدیریت، جلوگیری از آتش سوزی و استفاده از محصولات غیر چوبی جنگل و غیره را امکان‌پذیر می‌کنند (۱۰). یکی از مهم‌ترین بخش‌های جاده‌های جنگلی، روسازی است که تأثیر زیادی در کیفیت و خدمت دهی آنها دارد (۱۱). وظیفه اصلی روسازی، کاهش تنش ناشی از وزن خودروها، عوامل اقلیمی و توپوگرافی است (۱۲). جاده‌های جنگلی باعث دسترسی آسان به مناطق جنگلی به منظور مدیریت بهره برداری، جنگل‌شناسی، جنگل‌داری، حفاظت از جنگل، و توریسم می‌شوند. (۱) از طرفی، عملیات جاده سازی در جنگل، با اختصاص حجم بالایی از سرمایه به خود، از مهم‌ترین فاکتورهای هزینه در مدیریت جنگل به شمار می‌رود. (۲) پژوهش‌ها نشان داده اند که جاده‌های جنگلی در حدود ۹۰ درصد از رسوب مناطق جنگلی را به خود اختصاص می‌دهند (۳) عوامل مختلفی در میزان رسوب تولیدی جاده‌های جنگلی نقش دارند که شیب بستر، جاده یکی از مهم ترین عوامل است (۴) به منظور برآورد مقدار رسوب و رواناب جاده‌های جنگلی، روش‌های متفاوتی، از جمله استفاده از مدل‌های تخمین رسوب (۴) استفاده از توری‌های رسوب گیر (۵) نمونه گیری از آبروها (۵) در بسیاری از موارد نا آگاهی از

وضعیت روسازی و عوامل مؤثر بر زوال روسازی، موجب بروز خرابی در روسازی می‌شود و در نهایت زوال روسازی را تشدید می‌کند. فاهی (۱۳) همچنین نتایج نشان داد که اثر شیب طولی جاده بر مقدار رسوب تولیدی، در هر واحد طولی جاده معنی دار است که با نتایج پیشین همخوانی دارد (۱۴) افزایش شیب از طریق افزایش سرعت رواناب در سطح جاده، کاهش میزان نفوذ، کاهش پایداری خاک، افزایش انرژی جنبشی و قدرت فرساینده‌گی ذرات آب به جاداشدن ذرات خاک از بستر و حمل آنها به پایین دست منجر شده است؛ به عبارت دیگر، باعث کاهش کیفیت سطح رویه جاده و افزایش میزان رواناب و رسوب تولیدی می‌شود. توجه به مسئله بار محور هم ارز عامل مهمی در مناطق جنگلی محسوب می‌شود، زیرا زوال روسازی در این مناطق عمده‌ترین مشکل است و هزینه‌های بسیار گزافی از نظر زیست محیطی و اقتصادی دارد و زوال روسازی جاده‌های کامیون‌های حمل‌گرده بین، خرابی شدیدتری دارد (۱۵).

پدیده گرد و غبار رویدادی طبیعی است و در مناطقی حادث می‌شود که دارای بخش‌های وسیعی از مناطق خشک و بیابانی، فاقد پوشش گیاهی و دیگر پوشش‌های سطحی است. دوره‌های خشکسالی طولانی و دخالت‌های غیراصولی در طبیعت عامل اصلی افزایش این پدیده است. این پدیده علاوه بر کاهش قدرت دید افقی دارای آثار زیست محیطی به ویژه در سلامت انسان است (۱).

## ۲- مواد و روش‌ها

روش کار به اختصار شرح داده شود. از اشاره به ریز روش کار مانند روش ساخت محیط کشت و مانند آن خودداری گردد.

۱- مطالعه در جاده‌های جنگلی سری عرب داغ به اجرا در خواهد آمد.

۲- بدین منظور دو قطعه جاده، یکی شن ریزی شده و دیگری خاکی هر یک به طول ۳۰۰ متر انتخاب می‌گردد. هر جاده، از نظر شیب طولی به سه طبقه ۳-۰ درصد، ۷-۴ درصد و بیشتر از ۷ درصد قسمت بندی می‌گردد. لازم است هر طبقه حداقل ۱۰۰ متر طول داشته باشد.

۳- نوع و ضخامت روسازی هر قطعه مشخص می‌گردد و سپس نمونه برداری از مصالح روسازی جهت آنالیز دانه بندی به اجرا در خواهد آمد.

۴- اطلاعاتی مانند عرض جاده، ارتفاع از سطح دریا، درصد تاج پوشش، سرعت باد، متوسط درجه حرارت، میزان بارندگی سالانه، بافت خاک و زمین شناسی ثبت خواهد شد.

۵- در هر طبقه شیب طولی نمونه برداری گرد و غبار به کمک دستگاه مکنده غبار انجام می‌شود. مکنده غبار یک نمونه بردار سیار غبار است که امکان اندازه گیری فوری مقدار انتشار گرد و غبار از جاده‌های جنگلی را فراهم می‌سازد این دستگاه شامل اجزای زیر است: جعبه فلزی برای نگه داشتن پشم شیشه به ابعاد ۲۵\*۲۰ سانتی متر که به سپر عقب (سمت راننده) وسیله نقلیه نصب می‌شود. موتور برق، مکنده پر حجم، لوله پلاستیکی انعطاف پذیر گه پمپ مکنده را به جعبه فیلتر وصل می‌کند. جعبه فیلتر دارای ورودی به ابعاد ۳۰.۵\*۳۰.۵ سانتی متر بوده و توسط فیلتری با روزه‌های ۴۵۰ میکرومتر پوشانده شده است. این نمره فیلتر (۴۵۰ میکرومتر) مایع از ورود ذرات غیر غبار به جعبه فیلتر می‌شود. (ادو و همکاران، ۲۰۰۴)

۶- برای برداشت نمونه ابتدا وزن اولیه فیلتر اندازه گیری می‌شود، سپس مکنده را روشن نموده و همزمان یک وسیله نقلیه با نوع، وزن، گیربکس و وضعیت تایلر مشخص با سرعت بیش از ۴۰ کیلومتر در ساعت ( جونز، ۱۹۸۴). شروع به حرکت می‌کند و پس از پیمودن ۱۰۰ متر متوقف شده و مکنده خاموش می‌شود در مرحله بعد فیلتر از مکنده خارج شده و وزن آن اندازه گیری می‌شود (وزن ثانویه). از تفاضل وزن ثانویه از وزن اولیه فیلتر، وزن گرد و غبار مکیده شده در هر تردد به دست می‌آید این عمل برای هر تیمار ۵ بار تکرار می‌گردد. بدین ترتیب نمونه برداری از هر تیمار با ۵ تکرار انجام خواهد شد و در مجموع ۳۰ نمونه برداشت می‌شود.

[۳] (تیمار شیب طولی)\*۲ (نوع روسازی)\*۵ [تکرار] = ۳۰ نمونه

۷- تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به اجرا در می‌آید. بدین ترتیب که عامل (A) شیب طولی در سه سطح ۰-۳ درصد، ۴-۷ درصد و بیشتر از ۷ درصد، عامل (B) نوع روسازی در دو سطح (خاکی و شن ریزی شده) با ۵ تکرار مورد بررسی قرار می‌گیرد. بنابراین در کل ۳۰ نمونه گرد و غبار توسط دستگاه مکنده برداشت خواهد شد. مجموعه داده‌ها عبارتند از متغیرهای مستقل شامل شیب طولی و نوع روسازی و متغیر وابسته شامل مقدار انتشار گرد و غبار (گرم)، نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف اسمیرنوف و تساوی واریانس‌ها با آزمون لون (Levens, test) بررسی می‌شوند. تجزیه واریانس داده‌ها به روش GLM و آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش SNK در نرم افزار SAS انجام خواهد پذیرفت.

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + R_l + e_{ijkl}$$

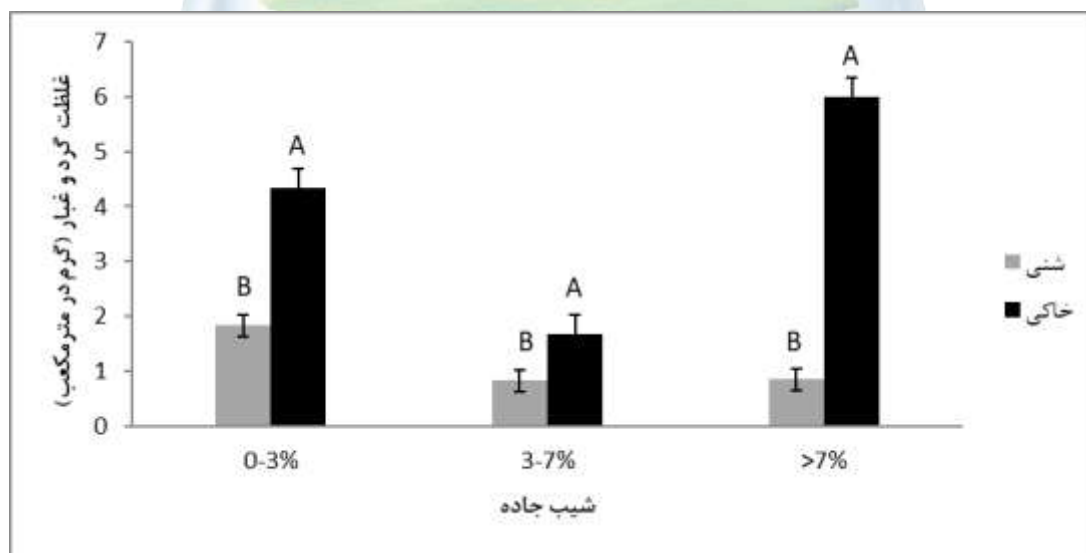
در این طرح تحقیقاتی تعداد تیمارها برابر ۶ می‌باشد و مجموع مربعات آن به مجموع مربعات اثرات اصلی (A, B)، اثرات متقابل درجه اول (AB) تفکیک می‌شود. اندیس ۱ از ۱ تا a (تعداد سطح عامل A)، اندیس ۱ از ۱ تا b (تعداد سطوح عامل B) و اندیس ۱ از ۱ تا r (تعداد تکرار) تغییر می‌کند. بنابراین Y مقدار مشاهده مربوط به تیمار ij (سطح i از عامل A و سطح j از عامل B) در تکرار r می‌باشد.

### ۳- نتایج و بحث

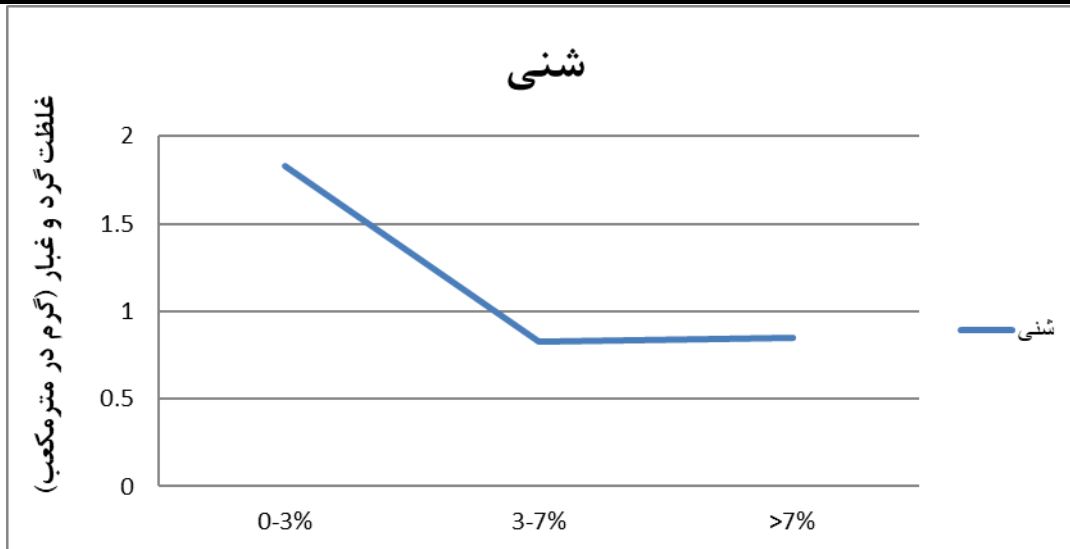
جدول ۱- مقایسه جاده شنی با جاده خاکی

شیب طولی	0-3%	3-7%	>7%
شیب طولی	0-3%	3-7%	>7%
شنی	1.83	0.83	0.85
خاکی	4.33	1.67	6

### ۳-۱- شکل‌ها و نمودارها:



شکل شماره (۱)



شکل شماره (۲)



شکل شماره (۳)

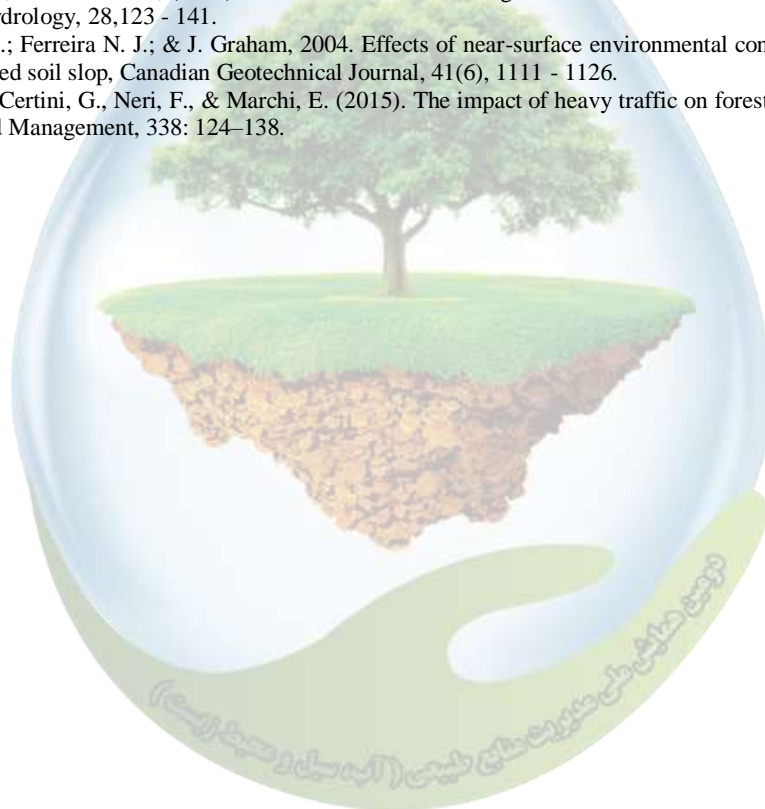
نتایج نشان داد که مقدار تولید گرد و غبار در جاده‌های خاکی به طور معنی داری بیشتر از جاده‌های شنی است (شکل ۱). دلیل اصلی این موضوع وفور ریزدانه‌ها در ترکیب مصالح رویه جاده‌های خاکی نسبت به جاده‌های شنی است. همچنین در جاده‌های شنی با افزایش شیب طولی کاهش معنی داری در مقدار تولید گرد و غبار جاده‌ها مشاهده شد (شکل ۲). دلیل این موضوع احتمالاً کم بودن مقدار مصالح ریزدانه در نتیجه آبشویی در این طبقه شیب است. در جاده‌های خاکی مقدار تولید گرد و غبار در طبقه شیب بیشتر از ۷ درصد بیشتر از سایر طبقات شیب طولی بود (شکل ۳).

#### ۴- منابع و مراجع:

۱. اسماعیلی، ا. ۱۳۸۵. پهنه بندی مقدماتی مراکز اصلی تولید غبار کشور با استفاده از فناوری سنجش از دور، پایان نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی مسعود تجریشی و پیمان دانش کار آراسته، دانشگاه صنعتی شریف.



- Demir, M., and Hasdemir, M. (2005). Functional planning criterion of forest road network system according to recent forestry development. Turkish Journal of engineering and environmental sciences, 1 (2): 8- 22.
- Layton, D. A., LeDoux, C. B., and Hassler, C.C. (1992). Cost Estimators for Construction of Forest Roads in Central Appalachians. (Research Paper NE-665). NE Experiment Station: USFS.
- Megahan, W. F. (1972). Logging, erosion, sedimentation: Are they dirty words? Journal of Forestry, 70(5): 403–407.
- Akay, A.E., Erdas, E.M., Reis, M., and Yuksel, A. (2008). Estimating sediment yield from forest road network by using a sediment predication model and GIS techniques, Building and Environment, 43: 678-695.
- Robichaud, P.R., and Brown, R.E. (2002). Silt fences: an economic technique for measuring hillslope soil erosion. USDA Forest Service General Technical Report RMRS-GTR-95, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO, 24 pp.
- Luce, C.H., and Black, T.A. (1999). Sediment production from forest roads in western Oregon. Water Resources Research, 35(8):2561-2570.
- Tunay, M. (2006). The assessment of environmentally sensitive forest road construction in Calabrian pine forest areas of Turkey, Terrain, 34:1-50.
- Efta, J. A., & Chung, W. (2014). Planning Best Management Practices to Reduce Sediment Delivery from Forest Roads Using WEPP:Road Erosion Modeling and Simulated Annealing Optimization. Croatian Journal of Forest Engineering, 35(2): 167–178.
- Visser, R., McGregor, R., & Fairbrother, S. (2009). Forest Road Pavement Design in New Zealand, In: 32nd Annual Meeting of the Council on Forest Engineering (COFE 09), June, 12-13, USA: University of Canterbury. School of Forestry, 15-18.
- Adlinge, S., & Gupta, A. (2013). Pavement Deterioration and its Causes. International Journal of Innovative Research and Development, 2(4): 9–15.
- Fahey, B. D., & R. J. Coker., (1988). Forest road erosion in the granitic terrain of south-west Nelson, New Zealand, Journal of Hydrology, 28,123 - 141.
- James, A. B.; Ferreira N. J.; & J. Graham, 2004. Effects of near-surface environmental conditions on instability of an unsaturated soil slop, Canadian Geotechnical Journal, 41(6), 1111 - 1126.
- Cambi, M., Certini, G., Neri, F., & Marchi, E. (2015). The impact of heavy traffic on forest soils: A review. Forest Ecology and Management, 338: 124–138.





## Investigation of the effect of longitudinal slope on dust production of sand and soil roads in Arabdagh forest of Kalaleh city

Mohammad Reza Nouri, \*, Dr. Aydin Parsakho,

Master of Forestry student, Baharan Golestan University, [m.nori46@yahoo.com](mailto:m.nori46@yahoo.com)), 2 faculty members of <sup>1</sup> Gorgan University of Natural Resources) ([aidinparsakhoo@yahoo.com](mailto:aidinparsakhoo@yahoo.com))

### Abstract:

The realization of managerial and operational objectives of forestry requires access to the different parts of the forest, which is possible through forest roads. The construction of forest roads will transform the sustainable forest ecosystem. Both during the construction phase and during road use, environmental damage to the forest appears. However, for the implementation of forestry plans, principally exploitation and management are essential for sustainable development. Forest roads are particularly sensitive. In addition to road construction, forest road depreciation also presents many problems, so there should be adequate inspection and maintenance when using forest roads. Reduced major measures to reduce road construction damage. This article outlines some of the important points in the road design phase that addressing these issues can be an effective step in reducing environmental damage. The results showed that the amount of dust produced on dirt roads was significantly higher than sand roads. On dirt roads, the amount of dust produced on the slope floor was more than 7% higher than the other longitudinal slope classes





### بررسی منشأ هیدروژئوشیمیایی رودخانه‌های گرگان

مریم صیادی<sup>۱\*</sup>، علی صیادی<sup>۲</sup>، فاطمه اعظم پور<sup>۳</sup>، مجتبی قره محمودلو<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران  
<sup>۲</sup>دانش آموخته کارشناسی ارشد لرزه‌نگاری، دانشکده مهندسی نفت، معدن و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران  
<sup>۳</sup>استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران

\*<sup>۱</sup> نویسنده مسوول: m90.sayadi@yahoo.com

### چکیده

آگاهی از روند تغییرات کیفیت آب رودخانه‌ها، امکان پیش بینی مشکلات احتمالی در آینده و همچنین برنامه‌ریزی برای آنها را فراهم می‌سازد. در این پژوهش به منظور بررسی کیفی آب رودخانه‌های شهرستان گرگان سه رودخانه را انتخاب کرده و از اطلاعات یک دوره آماری ۱۰ساله در طی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۹۲ استفاده شد. ابتدا جهت ارزیابی هیدروشیمی آب، تیپ و رخساره هیدروژئوشیمیایی آب رودخانه‌ها با استفاده از نمودارهای شعاعی و پایپر تعیین شد. سپس براساس نمودار گیبس عوامل کنترل‌کننده شیمی آب دو رودخانه مشخص گردید. نتایج نمودارهای شعاعی و پایپر بیانگر تیپ بی‌کربناته کلسیک رودخانه‌های مورد مطالعه می‌باشد. براساس نمودار گیبس عامل کنترل‌کننده شیمی آب رودخانه‌های مورد مطالعه واکنش آب-سنگ می‌باشد. به طور کلی کیفیت آب رودخانه‌های مورد مطالعه تحت تأثیر سازندهای کربناتی منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

واژگان کلیدی: آب‌های سطحی، شیمی آب، نمودار گیبس

### ۱- مقدمه

آب یکی از عناصر مهم حیات است که تمامی فعالیت‌های انسان به گونه‌ای وابسته به آن می‌باشند. رودخانه‌ها یکی از منابع اصلی آب آشامیدنی در بیشتر نقاط دنیا به حساب می‌آیند. سلامت و کیفیت آب آن‌ها یکی از مهم‌ترین عوامل دستیابی به توسعه پایدار می‌باشد. عدم توجه به کیفیت شیمیایی آب، علاوه برآنکه موجب آسیب‌های بهداشتی می‌شود از نظر کشاورزی و اقتصادی نیز بی‌تأثیر نخواهد بود (Mirzaei et al., 2017). هرگونه مواد شیمیایی مضر یا میکروارگانیسم‌های زنده در غلظت‌هایی که باعث آسیب می‌شوند نباید در آب سالم وجود داشته باشند (WHO, 2017). ترکیبات شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی از قبیل؛ بارش، موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز، جو، زمین‌شناسی، فعالیت‌های صنعتی، فاضلاب‌های خانگی، کشاورزی، زه‌آب و... عواملی هستند که کیفیت آب‌های سطحی را کنترل می‌کنند (Mishra et al., 2017). با توجه به رشد و توسعه در جهان، آب‌های سطحی از قبیل رودخانه‌ها توسط گروهی از منابع، در سطح گسترده‌ای آلوده شده‌اند (UNEP, 2016).

رودخانه‌ها به دلیل اینکه جزء سیستم‌های روباز هستند بیش از سایر منابع تأمین آب در معرض آلودگی و تغییر و تحول قرار دارند. پیگیری مداوم کیفیت آب رودخانه‌ها یکی از فعالیت‌های مهم سازمان حفاظت محیط زیست است به همین جهت، ایستگاه‌های نمونه برداری را در امتداد رودخانه‌ها ساخته‌اند. به ویژه رودخانه‌هایی که از شهرها، مراکز کشاورزی و صنعتی عبور

می‌کنند (Boyd, 2015).

عمده فعالیت‌های هیدرولوژی در جهت تأمین آب برای مصارف کشاورزی، شرب و یا صنعت بوده که هر کدام از لحاظ کیفیت می‌بایست دارای ویژگی‌ها و معیارهای مشخصی باشند. متأسفانه در یک حوضه آبخیز بیش از همه، مباحث مرتبط با کمیت و محاسبه بیلان آبی مدنظر بوده و مطالعه کیفیت آب‌ها اغلب فراموش می‌شود. کیفیت آب سطحی یکی از نگرانی‌های مهم بوده و شاخصی برای سلامتی جامعه محسوب می‌شود. هم‌چنین بایستی به این نکته اشاره کرد با توجه به اینکه رودخانه‌ها در مسیر خود از بستر و مناطق مختلفی عبور می‌کنند، کیفیت آن‌ها دارای نوسانات زیادی است. با توجه به اهمیت رودخانه‌ها و پدیده خشک‌سالی، حفظ این منابع یکی از وظایف مهم بوده چنان‌چه بتوان نقاطی از رودخانه که از نظر پارامترهای کیفیت آب پایین‌تر از حد استاندارد می‌باشد را مشخص نمود، یافتن نقاط بحرانی و پیشنهاد راهکار مناسب برای رفع این نقاط بحرانی آسان‌تر می‌شود. علاوه بر مواد آلوده کننده، مواردی از قبیل افزایش تقاضای آب، سطح بالای استانداردهای زندگی و کاهش منابع آب مطلوب، باعث ایجاد وضعیت نامناسب اجتماعی و زیست محیطی در سراسر جهان شده است. بنابراین مطالعه کیفیت آب رودخانه‌ها عامل اصلی برای توسعه پروژه‌های مدیریت منابع آب است (Abyaneh et al., 2014; Parashar et al., 2008; Kerachian et al., 2008).

کمبود آب شیرین یکی از چالش‌های اساسی زیست محیطی قرن حاضر است. کیفیت آب رودخانه از جنبه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بسیار اهمیت دارد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی هیدروشیمی آب رودخانه‌های شهرستان گرگان و تعیین عوامل و فرآیند غالب کنترل کننده شیمی آب در رودخانه‌های مورد مطالعه می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

شهر گرگان در بخش جنوبی استان گلستان واقع شده است این شهرستان از شمال به شهرستان‌های آق‌قلا و ترکمن و از جنوب به استان سمنان و از شرق به شهرستان علی‌آباد و از غرب به شهرستان کردکوی محدود می‌شود. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۴. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

### ۲-۲- روش کار

به منظور بررسی کیفی آب ایستگاه‌های غاز محله (واقع بر رودخانه کرده‌کوی)، شصت کلاته (واقع بر رودخانه شصت کلاته) و امامزاده گرگان (واقع بر رودخانه قرن‌آباد) از آنالیز نتایج پارامترهای فیزیکی شیمیایی (شامل: Ca, Mg, Na, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, pH, EC) در طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۳ استفاده شد. اطلاعات پارامترهای مذکور از شرکت مدیریت منابع

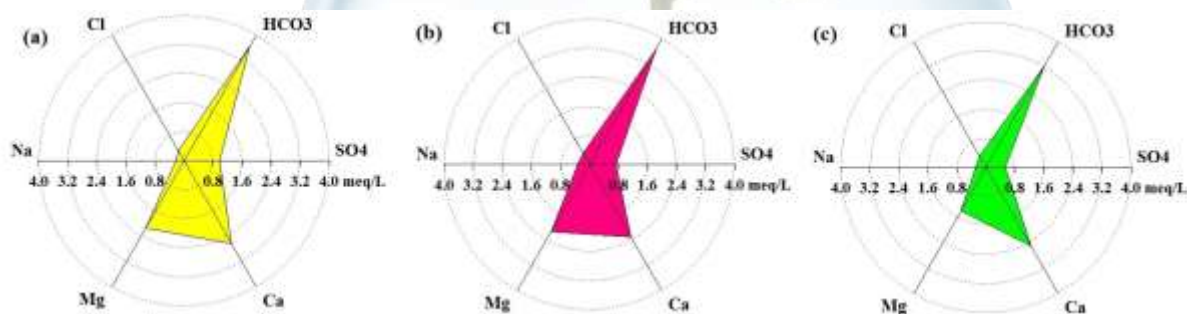
آب ایران استان تهران جمع‌آوری گردید. نقشه‌های مربوط به ایستگاه‌های مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار GIS 10.6 تهیه شد. به منظور تحلیل بهتر داده‌های هیدروشیمیایی و نیز رسم دیاگرام‌های پایپر، شعاعی<sup>۱</sup> از نرم افزار Aquachem2014 استفاده شد. جهت تعیین مهم‌ترین فرآیند مؤثر بر ترکیب شیمیایی آب رودخانه‌های مورد مطالعه از نمودار گیبس<sup>۳</sup> در محیط Excle استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- تیپ و رخساره هیدروشیمیایی

به منظور بررسی کیفیت هیدروشیمیایی آب رودخانه‌های مورد مطالعه نمودار شعاعی ترسیم شد (شکل ۲). از نمودار شعاعی جهت تعیین کاتیون و آنیون‌های غالب منطقه مورد مطالعه استفاده می‌شود. برای این اساس کاتیون کلسیم و آنیون بی‌کربنات در هر سه ایستگاه مورد مطالعه غالب می‌باشد. غالب بودن این دو یون نشان دهنده تیپ بی‌کربنات کلسیت منطقه مورد مطالعه می‌باشد. منشأ این تیپ آب سازندهای آهکی است. هم‌چنین هم‌شکل بودن دیاگرام‌های (a) و (b) در شکل ۲، بیانگر منشأ واحد منبع آبی این دو ایستگاه می‌باشد. اما در شکل (c) میزان کلراید ایستگاه گاز محله، نسبت به دو ایستگاه امامزاده گرگان و شصت کلاته بیشتر شده است که نشان دهنده افزایش فعالیت‌های کشاورزی و ورود پساب‌های خانگی و کشاورزی به منابع آبی می‌باشد

بر اساس نمودار پایپر (شکل ۳)، ایستگاه‌های مورد مطالعه تنها دارای یک رخساره  $\text{Ca-Mg-HCO}_3$  است. این رخساره جز تیپ آب شیرین بوده که از نظر سختی در رده سبک قرار دارد و نسبتاً شیرین و قابل شرب است. مقدار مواد جامد محلول این تیپ آب حدود ۲۱۰ تا ۷۵۵ میلی‌گرم بر لیتر است و مقدار متوسط بی‌کربنات آن بیشتر از کلراید آن است.



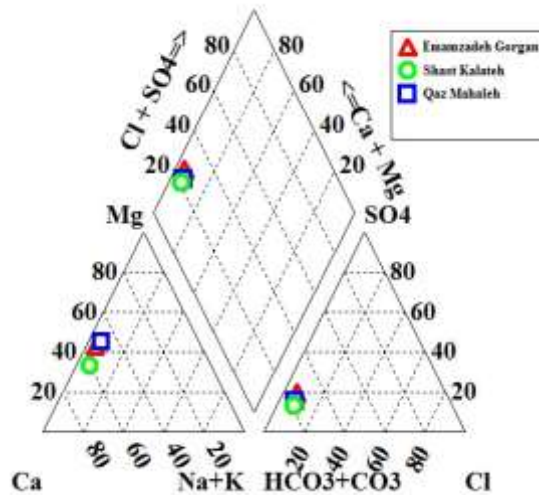
شکل ۲. نمودار شعاعی ایستگاه‌های امامزاده گرگان (a)، شصت کلاته (b) و گاز محله (c)

<sup>1</sup> Piper Diagram

<sup>2</sup> Radial Diagram

<sup>3</sup> Gibbs Diagram

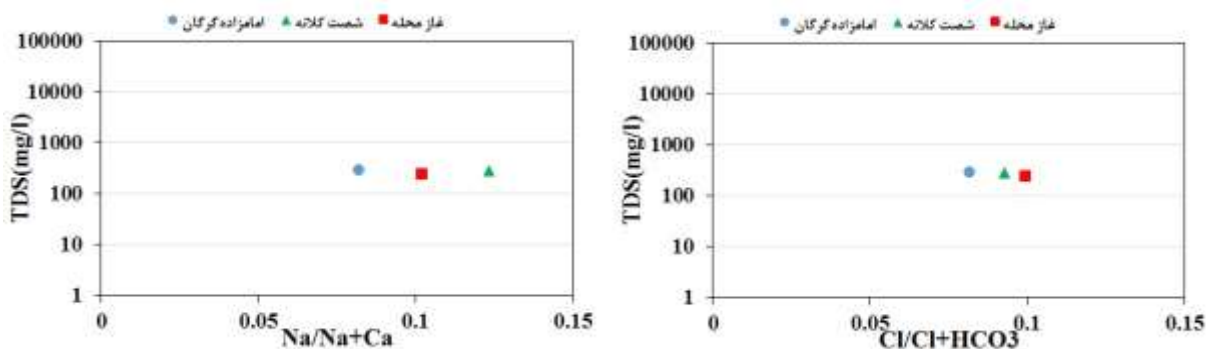
۲۳ آبان ۱۳۹۸



شکل ۳. نمودار پایپر ایستگاه‌های مورد مطالعه

### ۲-۳- عامل کنترل کننده شیمی آب

برای تعیین تأثیر تبخیر- تعرق بر کیفیت آب رودخانه‌های مورد مطالعه از نمودار گیبس استفاده شد (شکل ۴). بر اساس نمودار گیبس مهم‌ترین عواملی که می‌توانند شیمی آب را کنترل کنند عبارتند از: (۱) تبخیر؛ (۲) تبخیر و رسوب‌گذاری؛ (۳) سنگ منشأ و بارندگی<sup>۴</sup> (Gibbs, 1970). در این مدل نمونه‌های دارای نسبت  $Na/(Na+Ca)$  بالا و TDS پایین، ریزش‌های جوی بیشترین تأثیر را روی شیمی آب‌های منطقه دارند. نسبت  $Na/(Na+Ca)$  پایین و TDS بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نشانگر تأثیر فرآیندهای هوازدگی سنگ‌ها و در صورت افزایش هر دوی این مقادیر به ترتیب نشانگر تأثیر تبخیر و آب‌های شور، به عنوان عامل اصلی کنترل کننده شیمی آب محسوب می‌شوند. با توجه به تجمع نمونه‌ها در نمودار گیبس می‌توان نتیجه گرفت که در طول دوره آماری، کیفیت شیمیایی آب ایستگاه‌های مورد مطالعه متأثر از سنگ بستر بوده و تحت تأثیر تبخیر- تعرق قرار ندارد.



شکل ۴. نمودار گیبس ایستگاه‌های مورد مطالعه

### ۴- نتیجه‌گیری

بررسی کیفی آب‌های سطحی از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین یک مطالعه نسبتاً جامع جهت بررسی کیفی و

<sup>1</sup> Evaporation  
<sup>2</sup> Precipitation  
<sup>3</sup> Rock  
<sup>4</sup> Rainfall

هیدروشیمیایی آب‌های سطحی و همچنین عوامل تأثیرگذار بر کیفیت شیمیایی آب می‌تواند اطلاعات مفیدی به تحقیق سازمان‌های ذینفع ارائه دهند. هدف اصلی این پژوهش، تعیین عوامل مؤثر بر تغییر پارامترهای شیمیایی رودخانه‌های شهرستان گرگان با روش‌های هیدروشیمی می‌باشد. با توجه به نمودار شعاعی و پایپر تیپ غالب آب رودخانه‌های مورد مطالعه بی‌کربنات کلسیک می‌باشد که نشان دهنده انحلال سنگ‌های کربناتی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. همچنین نتایج نمودار گیبس حاکی از آن می‌باشد که واکنش آب-سنگ عامل کنترل کننده شیمی آب رودخانه‌های مورد مطالعه می‌باشد. کیفیت آب رودخانه‌های شهرستان گرگان تحت تأثیر سازندهای زمین‌شناسی منطقه و فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد.

### منابع

1. Abyaneh, H. Z. 2014. Evaluation of multivariate linear regression and artificial neural networks in prediction of water quality parameters. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 12(1): 40.
2. Boyd, C.E. 2015. *Water quality: an introduction*. Springer International Publishing, Switzerland.
3. Gibbs, R.J. 1970. Mechanism controlling world water chemistry. *Science*; 170: 1088-1090.
4. Mirzaei, R., Abbasi, N., & Sakizadeh, M. 2017. Water Quality Assessment of Rivers in Bushehr Province by Using Water Quality Index During 2011-2013 Years. *ISMJ*. 20(5): 470-480.
5. Mishra, K., Binaya, K., Ram. 2017. Regmi, Yoshifumi Masago, Kensuke Fukushi, Pankaj Kumar, and Chitresh Saraswat. Assessment of Bagmati River Pollution In Kathmandu Valley: Scenario-Based Modeling and Analysis for Sustainable Urban Development. *Sustainability of Water Quality and Ecology*. 9: 67-77.
6. Parashar, C., Verma, N., Dixit, S., Shrivastava R. 2008. Multivariate analysis of drinking water quality parameters in Bhopal, India. *Environl Monitoring Assess*. 140(1-3):119-122.
7. United Nations Environment Programme. 2016. *A snapshot of the world's water quality: towards a global assessment*. Nairobi.
8. World Health Organization. 2017. *Guidelines for drinking-water quality: first addendum to the fourth edition*.



مطالعه توانایی باکتری *Pseudomonas fluorescence* در تجزیه علف کش تریفلورالین در شرایط

## آزمایشگاهی

مریم فرامرزی<sup>۱</sup>، زینب اورسجی<sup>۲\*</sup>، ابراهیم غلامعلی پور علمداری<sup>۲</sup>، فاخک طلیعی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم علف‌های هرز، گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس

۲- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس

\*avarseji@gonbad.ac.ir

## چکیده

تجزیه زیستی، یکی از روش‌های حذف آفت‌کش‌ها در محیط طبیعی به حساب می‌آید. در این فرآیند میکروارگانیسم‌هایی مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها در خاک و آب، از آن‌ها به‌عنوان منبع غذا و انرژی استفاده می‌کنند. این آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس در سال ۱۳۹۷ اجرا شد؛ که در آن اثر باکتری *سودوموناس فلورسنس* بر تجزیه زیستی علف‌کش تریفلورالین در چهار محیط کشت شامل واجد کربن، واجد نیتروژن، واجد کربن + نیتروژن و فاقد کربن + نیتروژن بررسی شد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین درصد رشد جمعیت باکتری در محیط کشت فاقد کربن + نیتروژن به‌دست آمد. باکتری در این محیط از تریفلورالین به‌عنوان منبع انرژی و غذا استفاده کرد. بیش‌ترین درصد کاهش اکسیژن شیمیایی مورد نیاز از همین محیط کشت به‌مقدار ۷۷٪ حاصل شد که نشان‌گر بیش‌ترین مقدار تجزیه این علف‌کش در محیط کشت فاقد کربن + نیتروژن می‌باشد. در مجموع باکتری *سودوموناس فلورسنس* در محیط کشت فاقد کربن + نیتروژن با کاهش ۶۴ درصد غلظت این علف‌کش نشان داد که توانایی، تجزیه زیستی تریفلورالین را دارا می‌باشد.

واژگان کلیدی: اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، جمعیت باکتری

## ۱- مقدمه

علف‌کش‌ها مهم‌ترین و پرکاربردترین آفت‌کش‌های کشاورزی هستند که آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد آن‌ها از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده سلامت زیست‌بوم‌ها و بشر هستند (۴). تحقیقات نشان داده است که تنها یک درصد از آفت‌کش‌های مصرفی، صرف از بین بردن آفات می‌شود و در نتیجه مقدار زیادی از آن‌ها وارد محیط زیست می‌شوند و منابع آبی و خاکی را آلوده می‌کنند (۶). باقی‌مانده علف‌کش‌ها در خاک از مهم‌ترین آلودگی‌های محیطی است، که سبب ناپایداری خاک می‌شود. این پدیده هر چند در کنترل دراز مدت علف‌های هرزی که به‌صورت دوره‌ای سبز می‌شوند مفید است، اما باقی‌مانده طولانی مدت آن‌ها به‌ویژه در علف‌کش‌هایی که دارای فعالیت زیستی در خاک هستند کشت محصولات زراعی بعدی را دچار مشکل می‌کند و سبب خسارت به آن‌ها می‌شود (۱). باکتری‌ها، قارچ‌ها، اکتینومیست‌ها و جلبک‌ها ریزجانداران اصلی تشکیل دهنده خاک هستند که در بین آنها قارچ‌ها و باکتری‌ها نقش اصلی را در تجزیه زیستی علف‌کش‌ها دارند. از آنجایی که در اکثر خاک‌ها باکتری‌ها ۶۵ درصد کل بیوماس میکروبی خاک را تشکیل می‌دهند، به‌نظر می‌رسد نقش این دسته از ریزجانداران در متابولیسم میکروبی علف‌کش‌ها پررنگ‌تر باشد. در مطالعه سمیت علف‌کش‌ها برای ریزجانداران تجزیه‌کننده آن‌ها از بین پنج علف‌کش استوکلر، کاربندازیم، کلروپیریفوس، اپتام و سیمازین مشاهده شد که استوکلر و محصولات حاصل از تجزیه آن در قارچ‌ها و باکتری‌ها سمیت ایجاد کرده و تأثیر آن‌ها بر باکتری‌ها بیش‌تر از قارچ‌ها بوده است. نامبردگان اشاره کردند که این مساله در استوکلر ممکن است مانع از تجزیه زیستی و معدنی شدن آن شود (۵).

سودوموناس‌ها یکی از مهم‌ترین جنس‌های موجود در خانواده سودوموناسه محسوب می‌شوند. خانواده بزرگ سودوموناسه (Pseudomonads) قادرند به‌عنوان یک پالاینده زیستی، آفت‌کش‌ها را در محیط‌زیست تجزیه کنند که از مهم‌ترین گونه‌های آن می‌توان، به سودوموناس پوتیدا، سودوموناس فلورسنس، سودوموناس آرژینوزا اشاره کرد. باکتری‌ها، قارچ‌ها، اکتینومیست‌ها و جلبک‌ها ریزجانداران اصلی تشکیل دهنده خاک هستند که در بین آن‌ها قارچ‌ها و باکتری‌ها نقش اصلی را در تجزیه زیستی علف‌کش‌ها دارند. هدف از این آزمایش بررسی کارایی باکتری سودوموناس فلورسنس در زیست تجزیه‌پذیری علف‌کش تریفلورالین می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل باکتری و چهار نوع محیط کشت می‌باشند. باکتری سودوموناس فلورسنس که از کلکسیون گروه بیماری‌های گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی ساری تهیه شد و محیط کشت نمک‌های معدنی شامل محیط کشت MSM کامل، محیط کشت MSM بدون نیتروژن، محیط کشت MSM بدون کربن و محیط کشت MSM بدون نیتروژن و کربن مورد بررسی قرار گرفتند. سطح غلظت علف‌کش که توسط روش حداقل غلظت بازدارنده تعیین شد. محیط کشت نمک‌های معدنی اصلاح شده شامل  $1/0.48$  گرم  $KH_2PO_4$ ،  $0/928$  گرم  $K_2HPO_4$ ،  $0/608$  گرم  $(NH_4)_2SO_4$ ،  $0/036$  گرم  $NaCl$ ،  $0/036$  گرم  $CaCl_2.2H_2O$ ،  $0/124$  گرم  $MgSO_4.7H_2O$ ،  $0/013$  گرم  $FeCl_3.6H_2O$  و  $0/1$  گرم گلوکز در لیتر آب مقطر با PH  $6/9$  بود (۲) و آگار نیز به‌مقدار ۱۵ گرم در لیتر برای تهیه محیط کشت جامد به محیط کشت نمک‌های معدنی اضافه شد. انتخاب غلظت علف‌کش ترفلان با استفاده از روش تست حداقل غلظت بازدارنده (MIC) انجام شد (۳).

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- میزان تغییرات جمعیت باکتری *Pseudomonas fluorescens*

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تغییرات جمعیت باکتری *P. fluorescens*

در محیط کشت‌های مختلف

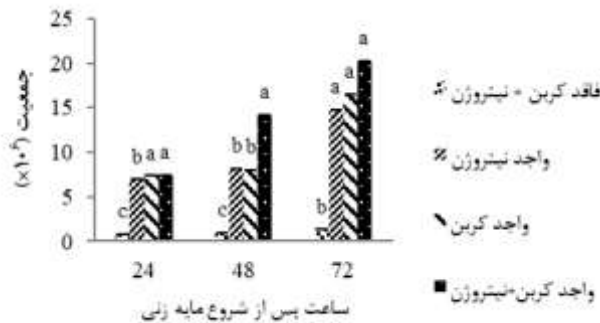
منابع تغییر	درجه آزادی	۲۴ ساعت پس از شروع آزمایش	۴۸ ساعت پس از شروع آزمایش	۷۲ ساعت پس از شروع آزمایش
تیمار	۳	$2/0.28 \times 10^{14}$ *	$8/826 \times 10^{14}$ **	$3/0.91 \times 10^{13}$ **
خطا	۸	$2/584 \times 10^{13}$	$7/500 \times 10^{11}$	$1/187 \times 10^{11}$

ns، \* و \*\*: به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود اثر تیمارهای محیط کشت در هر زمان پس از شروع مایه‌زنی معنی‌دار بود ( $P < 0/01$ ). در هر سه محیط کشت با افزایش زمان تا ۷۲ ساعت پس از مایه‌زنی جمعیت باکتری روند افزایشی داشت (شکل ۱). کمترین جمعیت باکتری در زمان ۲۴ ساعت پس از مایه‌زنی و در مورد محیط کشت فاقد کربن+نیتروژن مشاهده شد (شکل ۱). در مورد محیط کشت واجد کربن+نیتروژن جمعیت باکتری طی ۷۲ ساعت پس از مایه‌زنی  $63/31$  درصد نسبت به زمان ۲۴ ساعت پس از مایه‌زنی رشد داشته است، و کمترین درصد رشد جمعیت باکتری طی ۷۲ ساعت پس از مایه‌زنی مربوط به محیط کشت فاقد کربن+نیتروژن به‌میزان  $37/12$ ٪ نسبت به زمان ۲۴ ساعت پس از مایه‌زنی بود (شکل ۱). باکتری‌ها جهت افزایش رشد جمعیت خود نیازمند منابع کربن و نیتروژن می‌باشند. با توجه به ماهیت تیمارهای مربوط به محیط‌های کشت

<sup>1</sup>.Minimum Inhibitory Concentration

به غیر از تیمار فاقد کربن+نیتروژن در بقیه تیمارها منبع لازم جهت رشد جمعیت باکتری وجود داشت. به نظر می رسد که در تیمار فاقد کربن+نیتروژن رشد ۳۷٪ باکتری سودوموناس فلورسنس به دلیل تأمین کربن و نیتروژن مورد نیاز از طریق شکستن مولکول های علف کش تریفلورالین اتفاق افتاده باشد.



شکل ۱- میزان تغییرات جمعیت باکتری *P. flourescent* موجود در انواع محیط کشت در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از شروع مایه زنی

## ۲-۳- اکسیژن مورد نیاز شیمیایی

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اکسیژن شیمیایی مورد نیاز در محیط کشت های

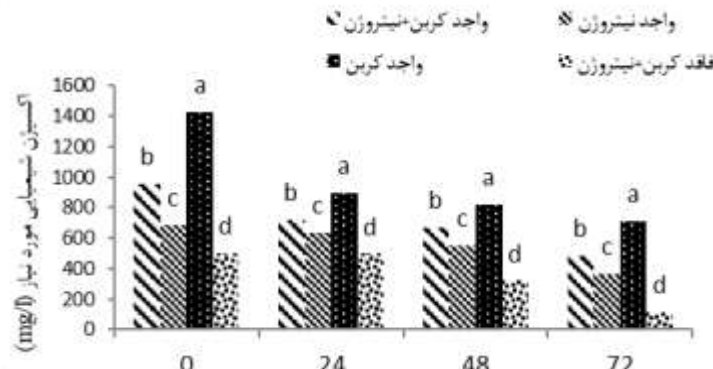
مختلف تحت تأثیر باکتری *P. flourescent*

منابع تغییر	درجه آزادی	زمان صفر	۲۴ ساعت پس از شروع آزمایش	۴۸ ساعت پس از شروع آزمایش	۷۲ ساعت پس از شروع آزمایش
تیمار	۳	۴۸۸۰۶۷/۰۰۰**	۸۳۰۱۹/۰۰۰**	۱۳۳۳۲۶/۷۵۰**	۱۸۵۴۶۹/۰۰۰**
خطا	۸	۱۰۰۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰۰/۰۰۰

ns, \* و \*\*: به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

همان طور که در جدول ۲ مشاهده می شود مقدار اکسیژن شیمیایی مورد نیاز در هر زمان بین تیمارهای مختلف محیط کشت معنی دار می باشد ( $P < 0.01$ ). نتایج کاهش مقدار اکسیژن شیمیایی مورد نیاز در محیط کشت های مختلف توسط باکتری سودوموناس فلورسنس در شکل ۲ مشاهده می شود. بر این اساس در هر زمان، بیشترین اکسیژن شیمیایی مورد نیاز مربوط به تیمار محیط کشت کربن بود که در زمان های صفر و ۷۲ ساعت پس از مایه زنی، با تیمار واجد کربن+نیتروژن تفاوت معنی داری داشت، اما در زمان های ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از مایه زنی این اختلاف معنی دار نبود. کمترین مقدار اکسیژن شیمیایی مورد نیاز در تمام زمان ها در تیمار فاقد کربن+نیتروژن به دست آمد. هر چقدر مقدار این عدد کوچکتر باشد نشانگر این است که تیمار اعمال شده توانایی بیشتری در کاهش مقدار مواد آلی موجود داشته است. به عبارت دیگر در این آزمایش کوچک بودن مقدار اکسیژن شیمیایی مورد نیاز در هر محیط کشت بیان می کند که باکتری سودوموناس فلورسنس چقدر در تجزیه علف کش موفق بوده است.





شکل ۲- تغییرات میزان اکسیژن شیمیایی مورد نیاز در انواع محیط کشت تحت تأثیر باکتری *P. flourescent*، در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از شروع مایه زنی

#### ۴- نتیجه گیری

مقدار تجزیه زیستی علف کش تریفلورالین در محیط کشت فاقد کربن+نیتروژن نسبت به بقیه تیمارها بیشتر بود. اگرچه مقدار افزایش جمعیت باکتری در تیمار محیط کشت فاقد کربن+نیتروژن از بقیه تیمارها کمتر بود (۳۷٪) اما تقریباً تمام این افزایش رشد ۳۷ درصدی مربوط به مصرف باکتری *سودوموناس فلورسنس* از علف کش تریفلورالین بوده است. زیرا منبع غذایی کربن و نیتروژن در دسترس نبوده و باکتری ناچاراً جهت افزایش رشد جمعیت و تأمین انرژی نیازمند مصرف علف کش به عنوان ماده غذایی بوده است. به طور کلی می توان نتیجه گرفت که باکتری *سودوموناس فلورسنس* توانایی تطابق با محیط کشت فقیر را دارا است و این تطابق به سرعت و حداکثر در بازه زمانی ۷۲ ساعت پس از مایه زنی اتفاق افتاد و سبب مصرف علف کش تریفلورالین به عنوان منبع غذایی و انرژی گردید.

#### ۵- منابع و مراجع

۱. راشد محصل، م.، موسوی، س. ک. و صدری. و. ا. ۱۳۸۷. علف کش ها و روش های کاربرد آن با رویکرد بهینه سازی و کاهش مصرف. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۶۷ صفحه.
2. Alvaro, A.M.G., Rui, A.R. and Alrrio, E. 2000. Phenol biodegradation by *Pseudomonas putida* DSM 548 in a batch reactor. *Biochemical Engineering Journal*, 6: 45-49.
3. Andrews, J.M. 2001. Determination of minimum inhibitory concentrations. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 48: Suppl. S1, 5-16.
4. Konda, L.N. and Pasztor, Z. 2001. Environmental distribution of acetochlor, atrazine, chlorpyrifos and propischlor under field conditions. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, 49: 3859-3863.
5. Linde, C.D. 1994. Physico-chemical properties and environmental fate of pesticides. In *Environmental Hazards assessment program*. California. Streck, H. J. 2005. *The Science of Dupoint, s soil residual herbicides in Canada*, Pp: 31-44.
6. Yang, A.L. 1987. Minimising the risk asociated with pesticides minimizing the risk. Ragsdale N., kuhr RJ. (editors). Washington DC: American Chemical Society.

### بررسی استفاده از گونه حنا به منظور مبارزه با بیابان زایی، فرسایش خاک و ریزگردها

مریم صیادی<sup>۱\*</sup>، زهرا کوهی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران

<sup>۲</sup> نویسنده مسوول: [m90.sayadi@yahoo.com](mailto:m90.sayadi@yahoo.com)

#### چکیده

امروزه پوشش گیاهی طبیعی در بسیاری از مناطق خشک بنا به علل مختلف، به شدت تخریب شده است؛ پدیده‌ای که این مناطق را به سوی بیابانی شدن سوق می‌دهد. یکی از راهکارهای مدیریتی به منظور جلوگیری از پیشروی بیابان، کشت انواع گیاهان سازگار (مانند درختچه حنا) از طریق جنگل‌کاری است و در این راستا کیفیت نهال‌های مورد استفاده، نقش مهمی در رسیدن به این هدف دارند. از عوامل مؤثر بر کیفیت نهال‌ها، می‌توان به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بستر اشاره کرد. بنابراین در این مطالعه به بررسی تئوری کاشت درختچه حنا جهت جلوگیری از بیابان‌زایی پرداخته شد. در سال‌های اخیر پدیده گرد و غبار به یکی از رویدادهای رایج مناطق خشک و نیمه خشک کشور تبدیل شده به گونه‌ای که آثار زیانبار گسترده‌ای را بر جامعه از جمله سلامت مردم به دنبال داشته است. عمده‌ترین علل پدیده گرد و غبار را می‌توان ناپایداری جوی، وقوع خشکسالی متوالی و تخریب پوشش گیاهی دانست. استفاده از درختان مثمر باعث تقویت بافت خاک شده و فرسایش را به حداقل می‌رساند. همچنین گرده‌افشانی درختان مثمر سبب تولید باران می‌شود. بنابراین کاشت درختان مثمر مانند حنا، مورد، سدر و... نه تنها سبب کاهش فرسایش خاک و جلوگیری از ریزگردها می‌گردد بلکه با تولید باران می‌تواند مانع از کمبود آب در مناطق شود. بخصوص در این وضعیت بحرانی که نه تنها ایران بلکه دنیا با مشکل کم‌آبی مواجه می‌باشد.

واژگان کلیدی: بیابان‌زایی، جنگل‌کاری، درختچه حنا

#### ۱- مقدمه

در اکوسیستم‌های بسیار حساس، شکننده و آسیب‌پذیر مناطق خشک و نیمه‌خشک، کاهش تولید زیستی که از راه تخریب پوشش گیاهی، حیات‌وحش، آب و خاک حاصل می‌شود می‌تواند پدیده‌ای غیرقابل برگشت بوده و زمین ممکن است توان تولید و تأمین نیاز زندگی انسان را به طور دائم از دست بدهد (جعفری و طویلی، ۱۳۸۹). آثار و شواهد نشان می‌دهد که در گذشته، قسمت عمده‌ای از ایران که سطح وسیعی از آن را مناطق خشک و نیمه‌خشک در بر گرفته، پوشیده از جنگل بوده ولی امروزه نشانه‌ای از آن باقی نمانده است (مصدق، ۱۳۹۳). تخریب پوشش گیاهی پدیده‌ای است که مناطق خشک و نیمه - خشک را به سوی بیابانی شدن سوق می‌دهد. بیابانی شدن یا بیابان‌زایی (Desertification) پدیده‌ای است ناشی از آثار کنش‌های سخت طبیعی یا اقدامات انسانی، به صورت جداگانه یا توأم در منطقه‌ای که پتانسیل بیابانی شدن را دارد. به عبارتی بیابان‌زایی فرآیندی است که طی آن خاک زمین‌های خشک، به سوی بایر شدن، پوشش گیاهی به طرف نابودی و تولیدات زیستی به سوی کاستی پسروی می‌کند (جزیره‌ای، ۱۳۸۹). مداخله بشر از طریق عملیات کنترل یا به‌کارگیری سیستم‌های مناسب استفاده از اراضی، می‌تواند روند تخریب را متوقف کند و در نهایت این فرآیند را دگرگون سازد (مصدقی، ۱۳۸۲). در این بین درختان و درختچه‌ها، نقش مهمی در حفظ تعادل بوم‌شناختی و بهبود معیشت مردم در مناطق خشک بر عهده دارند.

یکی از روش‌های مبارزه با گسترش بیابان، کاشت گیاهان سازگار است. جنگل‌کاری مناطق بیابانی و به خصوص تثبیت تپه‌های ماسه‌ای روان از نظر برنامه‌ریزی عمران و توسعه این مناطق و عملیات بیابان‌زدایی اهمیت خاصی دارد. با توجه به آنکه زندگی نزدیک به یک میلیارد نفر که در مناطق خشک و بیابانی دنیا زندگی می‌کنند، به حفظ و احیای این مناطق بستگی دارد، از اینرو توجه به مدیریت صحیح و بازیابی مجدد پوشش گیاهی در این نواحی از طریق طبیعی یا مصنوعی بسیار مهم است (جعفری و طویلی، ۱۳۸۹). زادآوری طبیعی از طریق اعمال مدیریت بر پوشش گیاهی مرغوب باقی‌مانده اعمال می‌شود؛ اما زادآوری مصنوعی مستلزم استقرار گونه‌های سازگار به وسیله کاشت بذر و یا بازکاشت نهال‌های پرورش یافته در نهالستان‌ها است (مصدق، ۱۳۹۳). در شرایط سخت محیطی، گیاهان کمتر به صورت طبیعی زادآوری می‌نمایند. بنابراین با توجه به مقدار بارندگی و پراکنش آن، روشی که می‌توان در مناطق خشک و بیابانی ایران برای کشت استفاده کرد، نهال‌کاری است (جعفری و طویلی، ۱۳۸۹). تولید نهال در امر جنگل‌کاری، هزینه‌ای عمده به شمار می‌رود. بنابراین لازم است برای تولید نهال خوب با هزینه متعارف هرگونه کوششی صورت گیرد (جنگجو، ۱۳۸۸). برای جنگل‌کاری موفق، تولید بذر و نهال باکیفیت از اهمیت خاصی برخوردار است. تولید نهال دارای کیفیت مناسب نیازمند دقت و مهارت در انتخاب مکان مناسب برای ایجاد نهالستان و مدیریت لازم برای آماده‌سازی بستر کاشت و همچنین رویاندن و مراقبت‌های اولیه بذور سبز شده و پرورش نهال است. عوامل مختلفی بر مقدار موفقیت در عملیات احیای مناطق خشک از طریق نهال‌کاری دخالت دارند که از این موارد، تولید و کاشت نهال‌هایی باکیفیت مناسب است (احمدلو و همکاران، ۱۳۸۸). تولید نهال‌های مناسب، انتقال و کاشت صحیح و مراقبت‌های اولیه در استقرار و زنده‌مانی آنها اهمیت زیادی دارد. تعداد زیادی از نهال‌ها در هنگام کاشت در اینگونه مناطق از بین می‌روند که یکی از دلایل آن کیفیت نامناسب نهال‌های تولیدی است (رحمانی و خوشنویس، ۱۳۸۴).

در سال‌های اخیر پدیده گرد و غبار به یکی از رویدادهای رایج مناطق خشک و نیمه خشک کشور تبدیل شده به گونه‌ای که آثار زیانبار گسترده‌ای را بر جامعه از جمله سلامت مردم به دنبال داشته است. عمده‌ترین علل پدیده گرد و غبار را می‌توان ناپایداری جوی، وقوع خشکسالی متوالی و تخریب پوشش گیاهی دانست. در حال حاضر ۲۲ استان کشور با شدت و ضعف‌های متفاوت تحت تأثیر این پدیده قرار دارند. هر چند که واقعیت پدیده یاد شده در استان‌های شمالی کشور خیلی مشهود نیست ولی منطقه شمال شرق گلستان بدلیل همجواری با مرز ترکمنستان و صحرای قره قروم از جمله مناطقی است که همواره در معرض تهدید بیابان‌زایی و تبدیل به کانون ایجاد ریزگرد در شمال ایران بوده است و در صورت عدم توجه به مهار تخریب پوشش‌های گیاهی و احیاء رویشگاه‌های آسیب دیده، بیم آن می‌رود که در آینده‌ای نه چندان دور شاهد پدیده ریزگردها در استان‌های شمالی کشور بویژه در استان گلستان باشیم.

در راستای بررسی سازگاری و استقرار گونه‌های مورد و حنا و سدر با هدف استفاده از آنها برای توسعه پوشش گیاهی در مناطق در معرض تهدید بیابان‌زایی در شمال گنبد کاووس دو ایستگاه در چپر قویمه و داشلی برون انتخاب و عملیات تکثیر و کاشت گونه‌های مورد نظر صورت می‌پذیرد. همچنین با توجه به چالش منابع آبی جهت استقرار گونه‌ها در مناطق یادشده از سوپرجاذب‌های گیاهی نیز در این طرح استفاده خواهد شد تا به استقرار این گیاهان در منطقه کمک نمود و با مستقر شدن گیاهان یادشده، مشکل فرسایش خاک و پدیده ریزگردها را با عملیات بیولوژیک کنترل نمود.

امروزه پوشش گیاهی طبیعی در بسیاری از مناطق خشک بنا به علل مختلف، به شدت تخریب شده است پدیده‌ای که این مناطق را به سوی بیابانی شدن سو می‌دهد. یکی از راهکارهای مدیریتی به منظور جلوگیری از پیشروی بیابان، کشت انواع گیاهان سازگار، از طریق جنگل‌کاری است و در این راستا کیفیت نهال‌های مورد استفاده، نقش مهمی در رسیدن به این هدف دارند. از عوامل مؤثر بر کیفیت نهال‌ها، می‌توان به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بستر اشاره کرد (محمد ساغری و همکاران، ۱۳۹۷). بنابراین در این مطالعه به بررسی تئوری کاشت درختچه حنا جهت جلوگیری از بیابان‌زایی پرداخته می‌شود.

## ۲- تاریخچه حنا (*Lawsonia inermis*)

حنا از گذشته دور شناخته شده و به گفته برخی محققین در بعضی مناطق از قبیل آفریقا، نواحی غربی هند، عربستان، فرانسه، مصر، تونس و لیبی کشت می‌گردیده است. در ایران نیز در مناطق کرمان، جیرفت، بندرعباس، میناب و رودان کشت آن رواج دارد. اکثر مورخین و گیاه شناسان مبدأ حنا را عربستان دانسته‌اند در حالی که دوکاندول دانشمند فرانسوی منشاء آن را در ایران می‌داند. وی معتقد است که حنا از ایران به آفریقا و هند شرقی برده شده است ولی در زمان آریائی لغتی برای آن یافت نگردیده است. برخی این احتمال را می‌دهند که وطن اصلی حنا مصر است و ایرانیان پس از فتح مصر آن را به ایران آورده و در نقاطی از کشور که مساعد برای کشت آن بوده توسعه داده‌اند. وجود حنا در مراکش نظریه فوق را تأیید می‌کند که از طرف مغرب نیز از مصر به آنجا رفته است. بطور کلی کشت حنا و کثرت استعمال آن در ایران از زمانی که کشور ما به دست مسلمانان فتح شد آغاز گردید چرا که استفاده از آن همراه با تبلیغات مذهبی بوده و کاربرد آن توصیه می‌شده است.

### ۳- گیاه شناسی حنا

حنا گیاهی از دسته گیاهان گلدار و از نهانزادگان بوده و شامل ۳۷۰ گونه و ۲۴ جنس است. این گیاه از دسته جدا گلبرگ‌ها، تیره مورد، خانواده لیتراسه و راسته لائوسونیا است که دانه‌های آن در تخمدان بسته‌ای قرار گرفته و با پوسته پوشانده شده‌اند. حنا گیاهی درختچه‌ای با ارتفاع ۲-۲/۵ متر و دارای چوب سختی است که شاخه‌های آن متقابل، استوانه‌ای اغلب خاردار و باریک هستند. برگ‌های آن کامل، فاقد برگچه، بیضی شکل و نوک تیز بوده و دارای دم‌برگ کوتاه و نوک تیز می‌باشد. پهنک برگ آن در کناره غالباً پیچ خورده و به سمت پایین است. ریشه حنا به رنگ قرمز تیره دارای طعمی تلخ می‌باشد. حنا به نام علمی *Lawsonia inermis* از خانواده *Lythraceae* است. درختچه حنا شاخه‌های غالباً خاردار و پوشیده از پوست خاکستری مایل به سفید که ارتفاع آن حداکثر به ۶-۷ متر می‌رسد. قسمت مورد استفاده حنا برگ آن است که به حالت کامل یا به صورت گرد در معرض استفاده قرار می‌گیرد. انواع مختلف آنها در نواحی بسیار مرطوب یا در مناطق استوایی و بعضی نیز اختصاصاً در نواحی گرم آمریکا می‌رویند. کشت حنا در استان‌های کرمان، سیستان و بلوچستان و پاره ای از مناطق جنوب به ویژه هرمزگان مرسوم بوده که باید گفت مناطق گرم و خشک برای توسعه حنا مناسب است. این گیاه محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی را می‌تواند تحمل کند و به رطوبت کم هوا و شرایط خشک مقاوم است. بیشترین عملکرد حنا در خاک‌های شنی مشاهده می‌شود اما این گیاه می‌تواند خاک‌های رسی، فقیر و سنگلاخی را تحمل کند. pH مناسب خاک این گیاه ۴/۳ تا ۸ می‌باشد. بنابراین حنا برای بهترین عملکرد به دماهای بالا نیاز دارد ولی شرایط بهینه دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. نتایج تحقیقات در مورد کاشت، داشت و برداشت حنا که در استان بوشهر انجام شده است، نشان می‌دهد که تکثیر جنسی حنا به وسیله بذر با مشکلاتی نظیر دیر سبز کردن و هجوم آفات بذرخوار مانند مورچه و پرندگان مواجه می‌گردد. بنابراین تکثیر غیر جنسی به روش قلمه‌زنی در گلدان و انتقال نهال ریشه دار به زمین اصلی، مطمئن‌تر و سریع‌تر به نتیجه می‌رسد. حنا گیاهی است که آفات و بیماری‌های زیادی ندارد اما پوسیدگی سیاه ریشه که به موجب *Corticium koleroga* و لکه برگی که به دلیل *Xanthomonas lawsoniac* بوجود می‌آید و از مهم‌ترین بیماری‌های حنا می‌باشد (عمومی و قلی‌پور، ۱۳۹۵).

### ۴- شرایط مطلوب رشد و نمو گیاه حنا

حنا گیاهی است که دوره زندگی طولانی دارد و تا مدت ۵۰ سال در زمین باقی می‌ماند. لازمه این دوام این است که خاک زراعی بایستی عمیق بوده و قابلیت نفوذپذیری خوبی داشته باشد که ریشه گیاه بتواند در طی این دوران به راحتی در خاک نفوذ کرده و مواد غذایی مورد نیاز خود را جذب نماید. اگرچه حنا به شرایط آب و هوایی گرم و خشک تا حدودی سازگاری دارد ولی کشت این گیاه در مناطقی که دارای تغییرات زیاد درجه حرارت، وزش بادهای شدید و همچنین درجه حرارت‌های بسیار بالاست با کاهش عملکرد مواجه می‌شود (امینی‌زاده، ۱۳۹۳).

### ۵- آماده‌سازی زمین

به طور کلی کاشت حنا در اراضی شنی-رسی که از لحاظ مواد غذایی و صفات فیزیکی خاک مناسب است توصیه می‌شود. البته در خاک‌های رسی خالص به علت سله بستن و در خاک‌های شنی خالص به علت کافی نبودن مواد غذایی کافی نیاز به اصلاح بافت خاک از طریق دادن کودهای نباتی و حیوانی است که در صورت اصلاح بافت خاک می‌توان به کشت حنا مبادرت ورزید. به دلیل چند ساله بودن گیاه حنا، تهیه زمین اصلی باید با دقت زیاد انجام گیرد. برای این منظور در پائیز زمین را شخم عمیق زده و در زمستان به حال خود نگه می‌دارند. به منظور بهبود خواص فیزیکی و حفظ رطوبت خاک و نفوذ بهتر ریشه، در سال اول کاشت حدود ۸ تن کود حیوانی در هر هکتار مصرف می‌شود که نصف آن را در اردیبهشت ماه و نصف دیگر را در مرداد ماه به زمین می‌دهند. این میزان در سال‌های بعدی به میزان ۱۰-۱۵ تن در هکتار می‌رسد که یک سوم آن در اردیبهشت ماه و دوسوم باقی مانده در مردادماه به مصرف می‌رسد. برای بالابردن کمیت و کیفیت محصول ۱۰۰-۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود ازته در خردادماه نیز توصیه می‌شود.

زمین‌های شور و قلیایی برای کاشت گیاه حنا مناسب نیست و خاک آن باید از نفوذپذیری و قابلیت نگهداری مواد غذایی بالایی برخوردار باشد.

### ۶- روش های ازدیاد حنا

حنا به سه طریق زیاد می‌شود:

۱. ازدیاد به وسیله بذر که در نواحی جنوبی ایران به خصوص در کرمان معمول است.
۲. ازدیاد به وسیله شاخه خوابانیدن که در مراکش معمول است.
۳. ازدیاد به وسیله قلمه یا پاجوش که این روش به علت نیاز به نیروی کارگری زیاد مقرون به صرفه نیست.

### ۷- آبیاری

آبیاری زمین اصلی و نشأ کاری بایستی هر روزه انجام گیرد تا نشاها کاملاً سبز شوند. این دوره بسته به شرایط جوی (سردی و گرمی هوا) ۱۰ تا ۱۵ روز طول می‌کشد. پس از سبز شدن نهال‌ها، آبیاری به ۶ تا ۷ روز یکبار تقلیل پیدا کرده و تا زمان اولین برداشت محصول ادامه می‌یابد. در این مرحله حنا به آب زیادی نیاز داشته و در صورت کمبود آب، برگ‌ها به زردی می‌گراید.

### ۸- نتیجه‌گیری

صنعت گیاهان دارویی منبع عظیم اقتصادی و با ارزش افزوده بسیار بالا در ایران محسوب می‌شود. ظرفیت و نرخ اشتغال‌زایی این صنعت در ابعاد تولیدی، فراوری، انبارداری، بسته‌بندی، توزیع و فروش با عنایت به ظرفیت‌های جهانی آن بسیار گسترده است. گیاهان دارویی، گیاهانی هستند که برخی از اندام‌های آنها حاوی ماده مؤثر بوده که این ماده کمتر ۱درصد وزن خشک گیاه را تشکیل می‌دهد و دارای خواص دارویی برای موجودات زنده است. کاشت، داشت و برداشت این گیاهان به منظور استفاده از ماده مؤثر آنها انجام می‌شود. در ایران حدود ۸۰۰۰ گونه گیاه شناسایی شده که حدود ۲۴۰۰ گونه آنها را گیاهان دارویی تشکیل می‌دهند که حنا از جمله آنها می‌باشد. امروزه در سرتاسر ایران از درختان بی‌ثمر و یا درختانی که مصرف آب بالایی دارند برای زیباسازی شهر و گسترش جنگل‌ها استفاده می‌شود. استفاده از درختان مثمر باعث تقویت بافت خاک شده و فرسایش را به حداقل می‌رساند. همچنین طی تحقیقات انجام شده گرده‌افشانی درختان مثمر سبب تولید باران می‌شود. بنابراین کاشت درختان مثمر مانند حنا، مورد، سدر و... نه تنها سبب کاهش فرسایش خاک و جلوگیری از

ریزگردها می‌گردد بلکه با تولید باران می‌تواند مانع از کمبود آب در مناطق شود. بخصوص در این وضعیت بحرانی که نه تنها ایران بلکه دنیا با مشکل کم‌آبی مواجه می‌باشد.

### ۹- منابع

۵. احمدلو، ف.، طبری، م.، رحمانی، ا. و یوسفزاده، ح. ۱۳۸۸. اثر ترکیبات خاک بر رشد و راندمان نهال سرو نقره‌ای و زربین در نهالستان. نشریه علوم آب و خاک. ۱۳(۴۸): ۴۳۷-۴۴۷.
۶. امینی‌زاده، م. ۱۳۹۳. کاشت، داشت و برداشت حنا. انتشارات واحد رسانه‌های ترویجی، جهاد کشاورزی استان کرمان، ۹-۴.
۷. جزیره‌ای، م. ح. ۱۳۸۰. جنگل کاری در خشک‌بوم، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۵۶۰.
۸. جعفری، م. و طویلی، ع. ۱۳۸۹. احیاء اراضی خشک، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۹۶.
۹. جنگجو، م. ۱۳۸۸. اصلاح و توسعه مرتع، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ص ۲۴۰.
۱۰. رحمانی، الف. و خوشنویس، م. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر کودهای مختلف شیمیایی و دامی بر رشد نهال‌های بلند مازو در نهالستان‌های کلوده آمل و شهر پشت نوشهر. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۱۳(۱): ۱-۱۶.
۱۱. ساگری، م.، رستم‌پور، م.، فرخی، ف. و فروغی‌فر، ح. ۱۳۹۷. اثر ترکیب بستر کشت بر ویژگی‌های رویشی نونهال درختچه قره‌داغ (*Nitraria schoberi* L) در نهالستان. فصلنامه علمی-پژوهشی پژوهش و توسعه جنگل. ۴(۲): ۱۴۳-۱۳۱.
۱۲. عمویی، ع. م. و قلی‌پور، س. ۱۳۹۵. بسته کارآفرینی تولید حنا، انتشارات اسرار علم، تهران، ۲۱-۱۷.
۱۳. مصدافی، م. ۱۳۸۲. مرتعداری در ایران، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه امام رضا، مشهد، ص ۳۳۳.
۱۴. مصدق، الف. ۱۳۹۳. جنگل‌شناسی، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۴۹۶.



### نگاهی بر سیستم‌های آب شیرین کن خورشیدی به منظور استحصال آب از منابع نامتعارف

احسان سمیاری<sup>۱</sup>، شاهین گنج‌داری<sup>۲</sup>، توحید علیقلیلی‌نیا<sup>۳</sup>، امید محمدی<sup>۴\*</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی، رشته مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. [Ehsansemi@gmail.com](mailto:Ehsansemi@gmail.com)
۲. دانشجوی کارشناسی، رشته مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. [E.shahinganjdari@gmail.com](mailto:E.shahinganjdari@gmail.com)
۳. دانشجوی کارشناسی، رشته مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. [Tohid323@yahoo.com](mailto:Tohid323@yahoo.com)
۴. دانشجوی کارشناسی، رشته مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. [O.mohamadi333@gmail.com](mailto:O.mohamadi333@gmail.com)

#### چکیده:

امروزه کمبود آب شیرین به یک مساله بحرانی تبدیل شده است. یکی از راه‌های دسترسی به منبع آب شیرین، تصفیه آب‌های شور و تبدیل آن‌ها به آب شیرین می‌باشد. این در حالی است که نمک‌زدایی آب‌های شور با مصرف انرژی و هزینه بالایی همراه است. بنابراین محققین همواره به دنبال راهکارهایی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی و بهره‌گیری از منابع طبیعی مانند خورشید، باد و ... می‌باشند. یکی از این موارد که در این تحقیق هم مورد بررسی قرار گرفته‌است، استفاده از انرژی خورشیدی برای تولید آب شیرین قابل شرب از آب‌های شور و نامتعارف می‌باشد. در این تحقیق ضمن مروری بر روش‌ها و سیستم‌های مختلف آب شیرین کن خورشیدی، به بررسی مکانیسم و عملکرد هر کدام از سیستم‌ها و بررسی شرایط اقلیمی ایران و امکان-سنجی کاربرد سیستم‌ها در اقلیم ایران پرداخته شده است. مقایسه سیستم‌های آب شیرین کن خورشیدی نشان می‌دهد که در میان دستگاه‌های اشاره شده نمی‌توان بهترین گزینه را پیشنهاد نمود و انتخاب دستگاه مناسب، تابع شرایطی مانند ساخت و نگهداری آسان، در دسترس بودن قطعات دستگاه، کیفیت آب به دست آمده، پیشرفته بودن تکنولوژی به کار گرفته‌شده، قابلیت افزایش ظرفیت دستگاه و شرایط آب و هوایی می‌باشد. با این حال به نظر می‌رسد، اجرا سیستم‌های آب شیرین کن خورشیدی در سطح وسیعی از مناطق مستعد ایران (مناطق مرکزی و ساحلی جنوب ایران) که از نظر تابش خورشیدی از وضعیت مناسبی برخوردار هستند، می‌تواند بسیار مفید باشد.

**کلمات کلیدی:** آب شیرین کن، آب‌های نامتعارف، انرژی خورشیدی، نمک زدایی

#### ۱- مقدمه:

روش شیرین‌سازی آب دریا منجر به تولید یک منبع عظیم برای تولیدات آب جهت مصارف کشاورزی، صنعتی و خانگی در بسیاری از مناطق جهان شده است (پارنخ و همکاران، ۲۰۰۴). این در حالی است که فرآیند تبدیل آب شور دریاها به آب شیرین رایگان نبوده و نیازمند صرف هزینه‌های زیادی در بخش انرژی می‌باشد. بنابراین در عصر جدید بشر همواره کوشیده به دنبال راه‌کارهایی برای صرفه‌جویی در انرژی و بهره‌گیری از منابع طبیعی مانند آب، خورشید، باد و ... و استفاده از آن‌ها برای رفع احتیاجات خود مانند تولید برق و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی باشد. مناطقی که با کمبود آب شیرین روبرو هستند را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود. در بعضی نقاط دنیا هر چند منابع آب شیرین بسیار کم است، ولی در مقابل منابع آب شور به اندازه‌ی کافی برای شیرین‌سازی و تامین آب سالم وجود دارد. در این میان کشورهای زیادی که دارای نواحی ساحلی طولانی هستند به چشم می‌خورد. کشورهایی مانند کویت، قطر، بحرین، عربستان و امارات کشورهایی هستند که در معرض این مشکل می‌باشند (حداد و همکاران، ۲۰۰۰). اما با توجه به افزایش قیمت نفت و همچنین آلودگی حاصل از مصرف سوخت‌های

فسیلی جهت تامین انرژی مورد نیاز آب شیرین، بسیاری از این کشورها توجه زیادی به تقطیر خورشیدی به عنوان گزینه‌ای امیدبخش و سازگار با محیط زیست کرده‌اند و همچنین با این روش میزان تولید آب تازه مورد نیاز خود را افزایش داده‌اند. تقطیر خورشیدی به عنوان یک تکنولوژی خورشیدی دارای قدمت طولانی می‌باشد و استفاده از آن به ۲۰۰۰ سال پیش باز می‌گردد. موضوع تقطیر خورشیدی بسیار وسیع است و مقالات زیادی درباره اصول طراحی، مدل‌سازی ریاضی، مشخصات اجرا و اقتصادی بودن دستگاه‌های تقطیر نوشته شده است (میلر و همکاران، ۱۹۹۸؛ چیبی، ۲۰۰۰؛ میلر و همکاران، ۲۰۰۱؛ لیندبلاد، ۲۰۰۷؛ خلج زاده و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین یکی از مواردی که در این پروژه مورد بررسی قرار گرفته‌شده، استفاده از انرژی خورشید برای تولید آب شیرین و قابل شرب از آب‌های شور می‌باشد که در اکثر نقاط جهان از اهمیت فراوانی برخوردار است و همچنین در کشور ایران، با توجه به شرایط اقلیمی کشور، نیاز به تولید آب شرب در ظرفیت‌های پایین و برای مناطق کم جمعیت و دور افتاده، موضوعی است که تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

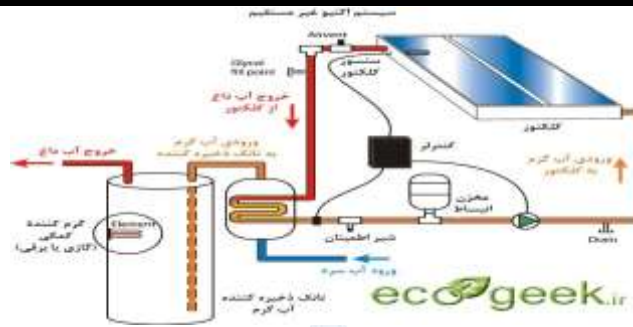
### ۲- مواد و روش‌ها:

یک سیستم آب شیرین‌کن به طور کلی آب شور را به دو جریان تقسیم می‌کند، یکی جریان آب خالص با درصد بسیار کمی از نمک و املاح و دیگری جریانی که حاوی نمک املاح باقی‌مانده می‌باشد. جداسازی نمک از مخلوط آب نمک، یک فرایند ترمودینامیکی است که نیاز به انرژی دارد، یک فرایند ایده‌آل آب شیرین‌کن به عنوان یک فرایند جداسازی برگشت‌پذیر محسوب می‌شود. انرژی خورشید یکی از منابع تامین انرژی رایگان، پاک و عاری از اثرات مخرب زیست‌محیطی است که از دیر باز به روش‌های گوناگون مورد استفاده بشر قرار گرفته است. مصرف انرژی، کنترل عرضه و تقاضای انرژی و کاهش انتشار گازهای آلاینده با استقبال فراوانی روبرو شده است. به طور متوسط خورشید در هر ثانیه  $10^{20}$  کیلو وات ساعت انرژی ساطع می‌کند. این بدان معنی است که زمین در هر ساعت تابشی در حدود ۶۰ میلیون BTU دریافت می‌کند (حمید پور و همکاران، ۱۳۸۶). بنابراین با به کارگیری کلکتورهای خورشیدی می‌توان تا حدودی از این منبع انرژی بی‌پایان، پاک و رایگان استفاده کرد و تا حد بسیار زیادی در مصرف سوخت‌های فسیلی صرفه‌جویی نمود.

#### ۲-۱- مکانیسم آب شیرین‌کن‌های خورشیدی

در سیستم‌های تقطیر خورشیدی آب شور را به ظرف کم‌عمقی که کاملاً آب‌بندی شده و با هوای خارج ارتباطی ندارد، وارد می‌کنند. پوشش شفاف مانند شیشه و یا پلاستیک، سطح فوقانی ظروف مربوطه را می‌پوشاند. انرژی خورشید با طول موج‌های مختلف از شیشه گذشته و نور خورشید با آب داخل ظرف و سطح جاذب برخورد نموده و آب، گرم می‌شود. به این ترتیب انرژی گرمایی خورشید در دستگاه آب شیرین‌کن محصور شده و موجب افزایش دمای آب و تولید بخار آب در محفظه می‌گردد. به تدریج که رطوبت نسبی در محفظه افزایش می‌یابد، بخار آب در اثر دفع گرما از شیشه روی سطح داخلی شیشه تقطیر شده و آب شیرین حاصله به طرف محل جمع‌آوری در انتهای پوشش حرکت می‌کند. شکل (۱) نمونه کلی این گونه آب شیرین‌کن‌ها را نشان می‌دهد. مهمترین عامل مؤثر در آب شیرین‌کن‌های خورشیدی شدت نور خورشید می‌باشد زیرا میزان تولید آب شیرین با شدت تابش خورشید نسبت مستقیم دارد.





شکل ۱- آب شیرین کن خورشیدی

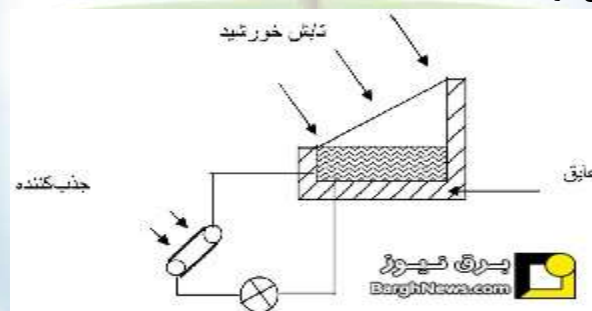
### ۳- نتایج و بحث:

#### ۳-۱- آب شیرین کن های غیر فعال

آب شیرین کن های غیر فعال به دو گونه حوضچه ای و شیب دار گروه بندی می گردند. یک آب شیرین کن فعال در واقع همان آب شیرین کن غیر فعال است که با تجهیزات بیرونی مثل صفحه جاذب و یا پمپ سیرکولاسیون ترکیب شده است (حامدی، ۱۳۸۹).

#### ۳-۲- آب شیرین کن خورشیدی حوضچه ای تک مرحله ای

در این گونه آب شیرین کن ها، همان طور که در شکل (۲) نشان داده شده است انرژی تابشی خورشید از پوشش شیشه ای و شفاف می گذرد و به صورت انرژی گرمایی جذب سطح سیاه حوضچه که در تماس با آب شور است، می شود. سپس آب گرم شروع به تبخیر می کند، بخار ایجاد شده در سطح پوشش شیشه ای چگالیده می شود زیرا سطح شیشه به علت تماس با هوای بیرون سردتر از نقاط دیگر دستگاه می باشد و سپس در جهت شیب سطح به درون یک ناودان و سپس به درون یک تانک ذخیره کننده آب خالص هدایت می شود.



شکل ۲- آب شیرین کن خورشیدی حوضچه ای تک مرحله ای

#### ۳-۳- آب شیرین کن خورشیدی چند مرحله ای

این دستگاه شامل صفحات موازی فاصله دار و مایلی است که فضای بین هر دو صفحه یک مرحله عمل تقطیر را تشکیل می دهد. در این آب شیرین کن، هر صفحه نقش تبخیر کننده برای یک مرحله و تقطیر کننده برای مرحله بعدی را بازی می کند. طرز عمل در این دستگاه به این ترتیب است که اشعه خورشید از شیشه گذشته و در صفحه جذب کننده، تولید گرما می کند و صفحه بعدی در اثر عبور جریان آب شور، سرد می شود. هنگام عبور آب شور از سطح زیرین صفحه جذب کننده، آب تبخیر شده و روی سطح بالایی صفحه دیگر، تقطیر می گردد. در این عملیات گرمای دفع شده در اثر تقطیر، نقش پیش گرمکن برای مرحله بعدی را دارد. به این ترتیب آب های تقطیر شده از طریق چند صفحه و آب شور تبخیر نشده به وسیله چند سطح دیگر جریان یافته و از جریان خارج می شوند. در شکل زیر یک نمونه آب شیرین کن حوضچه ای دو مرحله ای نشان داده شده است.

### ۴-۳- آب شیرین کننده خورشیدی با بازتابنده

استفاده از سطوح منعکس کننده، مستلزم استفاده از آینه‌هایی است که در سطح عمودی عقبی به دستگاه‌های کوچک محدود می‌شود. با وجود اینکه استفاده از این نوع آینه‌ها به طور محسوسی میزان تولید را افزایش می‌دهد ولی آینه‌ها گران قیمت بوده و چندان بادوام نیستند. در شکل زیر نمونه‌ای از اینگونه دستگاه‌ها نمایش داده شده است.

### ۵-۳- آب شیرین کن خورشیدی فتیله ای

در این دستگاه فتیله پرمغذی از جنس پارچه سیاه وجود دارد که آب شور به آرامی از روی آن عبور داده می‌شود. نور خورشید که از روی شیشه عبور کرده است، باعث گرم شدن پارچه شده و عمل تبخیر شروع می‌شود. بخار آب در برخورد با شیشه یا پلاستیک پوشش دستگاه تقطیر شده در کانالی که در پوشش پایینی پوشش قرار دارد جمع می‌شود و آب‌های شور نیز از ابتدای فتیله به بیرون از آب شیرین کن ریخته می‌شود. این دستگاه به علت قرار گرفتن مناسب در مقابل اشعه خورشید، همچنین به دلیل داشتن ظرفیت گرمای کمتر، دارای میزان تولید زیادی به ازای هر مترمربع از سطح جاذب می‌باشد ولی به علت خشک شدن‌های مکرر و پوسیدگی سریع فتیله از لحاظ اقتصادی به صرفه نبوده و در مقیاس صنعتی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

### ۶-۳- آب شیرین کن خورشیدی اضطراری

برای تولید اضطراری و فوری آب آشامیدنی یک آب شیرین کن خیلی ساده می‌توان ساخت که به وسیله رطوبت زمین کار می‌کند. آبی که از این راه به دست می‌آید تا حدودی دارای طعم نامطلوب می‌باشد و می‌توان از آب بدست آمده جهت تامین آب گیاهان در شرایطی مشابه با گلخانه استفاده کرد.

### ۷-۳- آب شیرین کن خورشیدی پلکانی

آب شیرین کن‌های چند حوضچه‌ای و پله‌ای، نمونه خوبی از آب شیرین کن‌های مایل هستند، در این دستگاه‌ها میزان تولید آب شیرین در طول روز و زمانی که اشعه خورشید به زمین می‌رسد بیشتر است ولی تولید شبانه آنها تقریباً صفر است. از دیگر مزایای این نوع آب شیرین کن آن است که زاویه آن نسبت به نور خورشید بیشترین دریافت را دارد. این دستگاه قابلیت تولید آب شیرین و آب گرم را به طور همزمان دارا می‌باشد.

### ۸-۳- آب شیرین کن خورشیدی دود کشی

این دستگاه شبیه یک آب شیرین کن حوضچه‌ای است که آب شور روی صفحه سیاه رنگ در اثر تابش خورشید تبخیر می‌شود. بخار حاصله بنابر جابجایی طبیعی یا اجباری وارد دود کش شده و آنجا در اثر برخورد با یک مبادله گر گرمایی که از درون لوله‌های آن آب شور سرد جریان دارد، تقطیر می‌گردد. در اثر فرایند تقطیر و دفع گرما، آب شور ورودی به دستگاه پیش گرم شده و آب شیرین تهیه شده در بخش پایین دودکش جمع و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۹-۳- آب شیرین کن خورشیدی لوله‌ای هم مرکز

این دستگاه از دو لوله‌ای هم محور تشکیل شده که لوله بزرگتر آن از جنس پلاستیک شفاف است و لوله‌ی کوچکتر که درون لوله بزرگتر قرار گرفته از فلز سیاه رنگی ساخته شده و به عنوان صفحه جذب کننده، کار می‌کند. آب شور به کمک لوله‌ای که دور لوله کوچکتر پیچیده شده، به درون دستگاه جریان می‌یابد و از طریق سوراخ‌هایی که روی لوله ایجاد شده به بیرون تراوش می‌کند. روش کار در این آب شیرین کن به این ترتیب می‌باشد که هوا به فضای حلقوی بین دو لوله فرستاده

می‌شود. تابش خورشید به وسیله‌ی سطح بیرونی و سیاه رنگ لوله‌ی کوچک جذب شده، و موجب افزایش رطوبت هوا به دلیل تبخیر آب شور گردیده و هوای مرطوب وارد بخش درونی لوله‌ی کوچکتر می‌گردد. رطوبت هوا روی سطح درونی لوله کوچک تقطیر و جمع‌آوری می‌گردد.

### ۱۰-۳- آب شیرین‌کن‌های خورشیدی فعال

آب شیرین‌کن‌های نوع فعال آب شیرین‌کن‌هایی هستند که تبخیر به صورت مستقیم بر روی صفحه‌ی جذب‌کننده انجام نمی‌گردد بلکه از صفحه‌ی جذب‌کننده به گونه‌ی غیرمستقیم یا در ترکیب با سایر آب شیرین‌کن‌ها استفاده می‌گردند (حامدی، ۱۳۸۹).

### ۱۱-۳- آب شیرین‌کن همراه با یک گردآورنده خورشیدی

در این روش آب بین آب شیرین‌کن و گردآورنده به کمک یک پمپ جریان می‌یابد. حرارت به صورت مستقیم با کمک یک جذب‌کننده به آب شیرین‌کن انتقال می‌یابد و این عمل موجب افزایش میزان تبخیر می‌گردد.

### ۱۲-۳- ترکیب آب شیرین‌کن با یک متمرکزکننده خورشیدی

عملیات به کمک یک آب شیرین‌کن خورشیدی که با یک بخش حرارت‌دهی از بیرون ترکیب شده می‌تواند کارکرد بهتری داشته باشد که این امر با جایگزینی متمرکزکننده به جای گردآورنده صورت می‌پذیرد. متمرکزکننده به دلیل کوچک بودن سطح، افت حرارتی کمتری نسبت به گردآورنده دارد و همچنین دمای آب شور در درون دستگاه بالاتر می‌باشد. البته این کار هزینه‌های زیادی را به فرایند تحمیل می‌کند و قیمت تمام شده آب شیرین را افزایش می‌دهد.

### ۱۳-۳- نتیجه گیری کلی

استفاده از تمامی سیستم‌های آب شیرین خورشیدی مورد بحث در این تحقیق، به دلیل دارا بودن هزینه کمتر و رایگان بودن انرژی خورشیدی توجیه پذیر می‌باشد. از میان دستگاه‌های نام برده شده، دو گونه‌ی حوضچه‌ای و شیب‌دار به دلیل ویژگی‌های آن‌ها، بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. با این حال چون این دستگاه‌ها از لحاظ اقتصادی جوابگو نبوده‌اند مطالعات به سمت بهینه‌سازی این دستگاه‌ها پیش رفته است. همچنین محاسبات سرانگشتی در مورد آب شیرین‌کن‌های خورشیدی مشخص می‌سازد، به ازای هر ۱ مترمربع سطح جذب‌کننده خورشیدی می‌توان در روز ۴ لیتر آب تصفیه شده جمع‌آوری نمود. لذا می‌توان نتیجه گرفت برای تامین آب در مکان‌های پرجمعیت سطح بسیار زیادی لازم است. این درحالی است که در شهرها زمینی که برای این کار لازم است، بسیار گران قیمت و محدود می‌باشد. همین طور لازم به ذکر است که آب شیرین‌کن‌های خورشیدی دارای هزینه اولیه تولید و ساخت نسبتاً بالایی می‌باشد؛ ولی هزینه انرژی آنها مجانی است. البته برای انتقال آب شور به دستگاه و آب پاک از دستگاه به بیرون نیاز به کار پمپ می‌باشد. به‌علاوه کارکرد دستگاه آب شیرین‌کن نیاز به مراقبت و نگهداری همیشگی دارد تا دستگاه از خوردگی و تشکیل رسوب حفظ شود و همچنین لازم است از نشتی دستگاه و خروج بخار از آن جلوگیری شود. به صورت عملی دستگاه‌های آب شیرین‌کن خورشیدی برای تصفیه آب در مقیاس‌های خانگی بیشترین کاربرد را داشته و همچنین مناسب روستاهای دورافتاده و محروم می‌باشد. البته باید دقت نمود برای تولید و انتقال آب در مناطق محروم، فناوری تنها یکی از مشخصه هاست که باید بدان توجه شود. ملاک قضاوت، مجموع هزینه اولیه و هزینه جاری (انرژی، نگهداری و...) است. با این حال به نظر می‌رسد، اجرا سیستم‌های آب شیرین‌کن خورشیدی در سطح وسیعی از مناطق مستعد ایران (مناطق مرکزی و ساحلی جنوب ایران) که از نظر تابش خورشیدی از وضعیت مناسبی برخوردار هستند، می‌تواند بسیار کارا و مفید باشد.

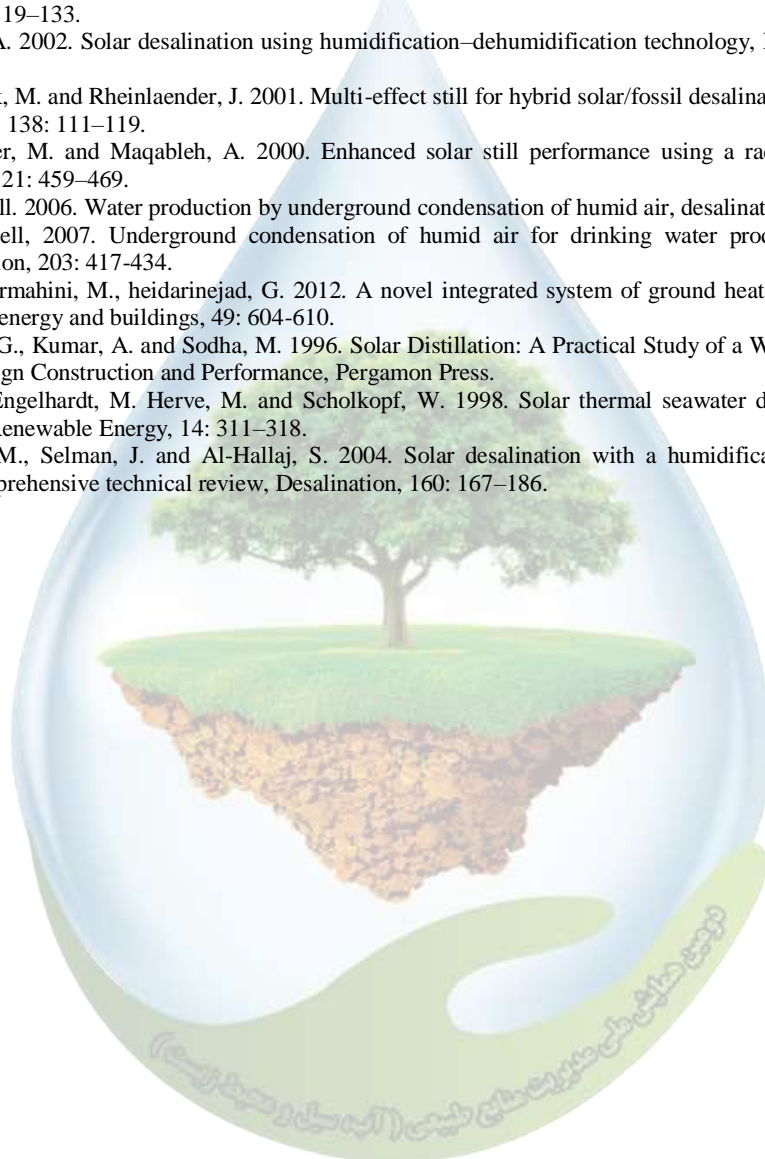


منابع:

۱) حمید پور، م.، ضامن، م.، سوفاری، س. م. ۱۳۸۶. آب شیرین کن خورشیدی، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی.

۲) حامدی، ح. ۱۳۸۹. شبیه‌سازی و تحلیل آب شیرین کن خورشیدی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی.

- 3) Al-Hallaj, S. and Selman, j. 2002. A comprehensive study of solar desalination with a humidification– dehumidification cycle, a report by the Middle East Desalination Research Center, Muscat, Sultanate of Oman.
- 4) Chaibi, M. 2000. An overview of solar desalination for domestic and agriculture water needs in remote arid areas, Desalination, 127: 119–133.
- 5) Fath, H. and Ghazy, A. 2002. Solar desalination using humidification–dehumidification technology, Desalination, 142: 119–133.
- 6) Graeter, F., Duerrbeck, M. and Rheinlaender, J. 2001. Multi-effect still for hybrid solar/fossil desalination of sea and brackish water, Desalination, 138: 111–119.
- 7) Haddad, O., Al-Nimer, M. and Maqableh, A. 2000. Enhanced solar still performance using a radiative cooling system, Renewable Energy, 21: 459–469.
- 8) Lindblom, J., bonordell. 2006. Water production by underground condensation of humid air, desalination 189: 248-260.
- 9) Lindblom, J., bonordell, 2007. Underground condensation of humid air for drinking water production and subsurface irrigation, desalination, 203: 417-434.
- 10) Khalajzadeh, V., farmahini, M., heidarinejad, G. 2012. A novel integrated system of ground heat exchanger and indirect evaporative cooler, energy and buildings, 49: 604-610.
- 11) Malik, M., Tiwari, G., Kumar, A. and Sodha, M. 1996. Solar Distillation: A Practical Study of a Wide Range of Stills and their Optimum Design Construction and Performance, Pergamon Press.
- 12) Müller-Holst, H., Engelhardt, M. Herve, M. and Scholkopf, W. 1998. Solar thermal seawater desalination systems for decentralized use, Renewable Energy, 14: 311–318.
- 13) Parekh, S., Farid, M., Selman, J. and Al-Hallaj, S. 2004. Solar desalination with a humidification– dehumidification technique — a comprehensive technical review, Desalination, 160: 167–186.





## A look at solar water desalination systems to extract water from unconventional sources

Ehsan semiari<sup>1</sup>, Shahin Ganjdari<sup>2</sup>, Tohid Aligholinia<sup>3</sup>, Omid Mohamadi<sup>4,\*</sup>

<sup>1</sup>M.s.c student, Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Ehsansemi@gmail.com, <sup>2</sup>M.s student, Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. E.shahinganjdari@gmail.com, <sup>3</sup>Ph.D student, Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Tohid323@yahoo.com, <sup>4</sup>Ph.D student, Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

<sup>4\*</sup> O.mohamadi333@gmail.com

### Abstract

Today's shortage of freshwater has become a critical issue. One of the ways to access fresh water sources is to treat saline water and turn it into fresh water. This is while desalinizing salty waters with high energy consumption and high costs. Therefore, researchers are always looking for strategies to save energy and use natural resources such as the sun, wind, and so on. One of the issues that has been studied in this study is the use of solar energy for the production of fresh drinkable water from salty and unconventional waters. In this research, along with an overview of various methods and systems of solar water sweepers, the study of the mechanism and performance of each of the systems and the study of the climatic conditions of Iran and the feasibility of the application of systems in the climate of Iran has been addressed. Comparison of solar collector water systems shows that among the mentioned devices the best option cannot be offered, and the selection of suitable equipment is subject to conditions such as easy construction and maintenance, availability of machine parts, water quality, and advanced technology used the ability to increase machine capacity and weather conditions. However, it seems that the implementation of solar water sweetener systems can be very useful in a wide range of sensitive areas of Iran (central and southern coastal areas of the country), which are in good condition in terms of solar radiation.

**Keywords:** water sweetener, unconventional waters, desalination, solar energy,

### بررسی کارایی مدل تجربی خوزلا جهت برآورد رواناب در حوزه آبخیز رامیان-استان گلستان

نادر جندقی<sup>۱</sup>، محسن سلیمی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>عضو هیات علمی دانشگاه گنبد کاووس، <sup>۲</sup>دانشجوی کارشناسی مهندسی آب، دانشگاه گنبد کاووس

Nader.jandaghi@gmail.com

#### چکیده

این تحقیق به منظور بررسی کاربرد روش تجربی خوزلا در حوزه آبخیز رامیان واقع در شرق استان گلستان انجام شد. در ابتدا با استفاده از آمار ایستگاه‌های هواشناسی در یک دوره آماری ۳۳ ساله (۱۳۶۲-۱۳۹۵)، گرادیان دما و بارش متوسط تهیه شد. سپس با استفاده از روش خوزلا مقادیر رواناب ماهانه، فصلی و سالانه برآورد شد. مقادیر رواناب واقعی حوزه با استفاده از ایستگاه هیدرومتری رامیان در دوره آماری (۱۳۶۲-۱۳۹۵) تهیه شد. با استفاده از آزمون تی، داده‌های رواناب برآورد شده (روش خوزلا) با داده‌های واقعی مقایسه شد. نتایج نشان داد که در ماه‌های گرم سال بین دبی‌های برآورد شده با رواناب واقعی اختلاف آماری وجود ندارد در حالیکه در ماه‌های سرد سال اختلاف آماری مشاهده شد. در بررسی فصلی و سالانه مشخص شد بجز فصل تابستان، بین مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی رواناب اختلاف آماری وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: روش خوزلا، رواناب، حوزه آبخیز رامیان، استان گلستان

#### مقدمه

هرگاه شدت بارندگی از ظرفیت نفوذ خاک حوزه بیشتر باشد، بخشی از آب حاصل از بارش در سطح حوزه باقی مانده و این آب پس از پر کردن گودی‌های زمین در امتداد شیب به راه افتاده و از طریق رودخانه اصلی از حوزه خارج می‌شود. به این بخش از بارندگی که می‌توان مقدار آن را در رودخانه اصلی اندازه‌گیری کرد رواناب سطحی گویند (۸). شکل، مساحت، شیب و نوع پوشش حوزه از جمله عواملی هستند که در ایجاد رواناب در حوزه مؤثر می‌باشند که هرکدام از این عوامل می‌تواند بر میزان حجم رواناب خروجی از حوزه تأثیر بگذارد. با این حال بارندگی عمده‌ترین عاملی است که بر روی رواناب مؤثر است (۷). تعیین رواناب حاصل از بارش یکی از موارد بسیار مهم در تحلیل مسائل هیدرولوژی و مدیریت منابع آب می‌باشد. در ایران استفاده از مدل‌های تجربی مانند جاستین، ایکار، خوزلا و غیره به منظور برآورد رواناب ماهانه و سالانه در حوزه‌های آبخیزی که فاقد ایستگاه هیدرومتری هستند، توسعه یافته است. هر مدل تجربی برای شرایط خاصی تعریف شده و ممکن است برای حوزه‌های آبخیز دیگر با شرایط متفاوت، کارایی لازم را نداشته باشد (۳).

زارع و همکاران (۶) به نقل از (Eduard-Hassa) در مطالعات خود تحت عنوان ارزیابی خصوصیات هیدرولوژیکی در مناطق فاقد آمار از روابط تجربی خوزلا، کوتاین، تورک و لانگبین استفاده و اظهار داشته‌اند که این روش‌ها با متدهای ثابت جهانی، در پاره‌ای از اوقات دارای خطا می‌باشند.

داودی‌راد (۵) در بررسی کارایی روابط تجربی تورک، کوتاین، ایکار، جاستین، خوزلا و لسی در حوزه آبخیز دریاچه نمک عنوان نموده که روش‌های ایکار، کوتاین، جاستین و تورک به ترتیب از صحت و دقت بیشتری نسبت به روش‌های دیگر برخوردار هستند و روش خوزلا مناسب نبوده است.

جندقی و محمدی (۴) در مقایسه مقادیر رواناب خروجی از روش تجربی خوزلا با داده‌های واقعی در حوزه‌های آبخیز غرب استان گلستان عنوان داشته‌اند که حجم رواناب ماهانه و فصلی حاصل از روش خوزلا در سه حوزه با مقادیر واقعی اختلاف زیادی دارند. با این وجود مقادیر رواناب سالانه روش خوزلا با داده‌های ایستگاه انطباق نسبتاً خوبی دارد.

اسمعلی عوری و سمیعی (۲) روش‌های تجربی برآورد رواناب را در حوزه آبخیز تنگ خسویه در استان فارس ارزیابی کردند. در این تحقیق شش روش تجربی برآورد رواناب از جمله کوتاین، انجمن تحقیقات کشاورزی هندوستان، سازمان جهانی هواشناسی، دپارتمان آبیاری هندوستان و خوزلا در حوزه آبخیز تنگ خسویه در استان فارس محاسبه شد. پس از بررسی روابط تجربی برآورد رواناب و مقایسه نتایج حاصله از مدل‌های تجربی با مقادیر اندازه‌گیری شده توسط ایستگاه آب‌سنجی موجود در خروجی حوزه آبخیز، روش پیشنهاد شده توسط انجمن تحقیقات کشاورزی هندوستان جهت برآورد رواناب سالانه در این آبخیز نسبت به سایر روش‌ها مورد بررسی مناسب‌تر تشخیص داده شد.

افضلی و همکاران (۱) در بررسی روش‌های مختلف برآورد آبدی در حوزه‌های فاقد آمار، عنوان داشته‌اند که روش‌های دبی - سطح و خوزلا ضریب رواناب بالا و روش‌های ایکار و نقطه‌ای ضریب رواناب پایین در این منطقه ارائه دادند و در مجموع روش جاستین پاسخ بهتری ارائه نموده است. از دیگر مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان به مطالعات، خوزلا (۹)، خوتیاری (۱۰) و پیتال (۱۱) اشاره داشت. در این مطالعات جهت تعیین مشخصات رواناب در منطقه مورد مطالعه از روش خوزلا استفاده شده است.

با توجه با استفاده گسترده از مدل‌های تجربی جهت برآورد مقادیر آبدی در حوزه‌های آبخیز فاقد آمار، لازم است که صحت و کارایی این مدل‌ها قبل از استفاده مورد بررسی قرار گیرد (جندقی و محمدی، ۱۳۸۸). هدف از انجام این تحقیق بررسی و مقایسه مقادیر رواناب حاصل از مدل تجربی خوزلا با رواناب واقعی که توسط ایستگاه هیدرومتری ثبت شده‌اند، جهت تعیین کارایی این مدل در شرق استان گلستان می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز رامیان با مساحت ۲۴۸۱۶/۵ هکتار در طول جغرافیایی ۵۵°۲۴' تا ۵۵°۱۶'۴۷' شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶°۴۸'۲۶' تا ۳۷°۰۳'۰۵' شمالی واقع شده است. این حوزه آبخیز در جنوب استان گلستان و در شیب‌های شمالی البرز شرقی قرار گرفته به طوریکه ایستگاه شهرستان رامیان در محل خروجی حوزه واقع شده است. از روستاهای مهم در این حوزه می‌توان به ملج‌آرام، شش‌آب، وپرو، قورچای، پاقلعه اشاره داشت. تنها ایستگاه هیدرومتری موجود در خروجی حوزه آبخیز مورد مطالعه واقع شده که در نقشه (۱) موقعیت محل قرارگیری آن مشخص شده است. پست‌ترین نقطه حوزه با ارتفاع ۱۵۰ متر در منتهی‌الیه شمال حوزه و بلندترین نقطه آن با ارتفاع ۲۸۵۰ متر در جنوب حوزه واقع شده‌اند. شیب متوسط وزنی کل حوزه ۴۰٫۷۹ درصد و جهت غالب حوزه شمال و شمال غرب است.

در این تحقیق ابتدا آمار خام دبی‌های متوسط ماهانه برای ایستگاه هیدرومتری رامیان که در خروجی حوزه آبخیز مورد مطالعه واقع شده است از بدو تاسیس از شرکت آب منطقه‌ای گلستان تهیه شد. پس از بررسی داده‌ها، دوره آماری ۳۳ ساله (۱۳۶۲-۱۳۹۵) جهت انجام این تحقیق انتخاب و مقادیر دبی‌های متوسط ماهانه ایستگاه به عنوان داده‌های مشاهده‌ای تعیین شد. همچنین آمار خام دما و بارندگی متوسط ماهانه ایستگاه‌های هواشناسی به همراه ارتفاع ایستگاه‌ها در محدوده ایستگاه مورد مطالعه تهیه شد.

در مرحله بعد با استفاده از روش تجربی خوزلا مقادیر رواناب ماهانه با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد.

$$R_m = P_m - L_m \quad (1)$$

که در آن :

$R_m$ : ارتفاع رواناب ماهانه به سانتی‌متر،  $P_m$ : ارتفاع بارندگی ماهانه به سانتی‌متر و  $L_m$ : تلفات ماهانه به سانتی‌متر است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز و ایستگاه هیدرومتری رامیان در شرق استان گلستان

برای محاسبه تلفات ماهانه ( $L_m$ ) با توجه به دمای متوسط ماهانه دو حالت زیر ممکن است اتفاق بیافتد:

حالت اول: اگر دمای متوسط ماهانه بزرگتر از  $4/5$  درجه سانتی گراد باشد،  $L_m$  از رابطه (۲) محاسبه می شود

$$L_m = 0.48 T_m \quad (2)$$

حالت دوم: اگر دمای متوسط ماهانه کوچکتر یا مساوی  $4/5$  درجه سانتی گراد باشد،  $L_m$  با استفاده از جدول (۱) محاسبه می شود.

جدول ۱- محاسبه تلفات ماهانه ( $L_m$ ) در روش خوزلا برای دما های کمتر از  $4/5$  درجه سانتی گراد

$(C)T_m$	$4/5$	$-1$	$-6/5$	$-12$	$-18$
$(mm)L_m$	$2/17$	$1/78$	$1/52$	$1/25$	$1$

لازم به توضیح است که در روابط فوق  $T_m$  دمای متوسط ماهانه به درجه سانتی گراد می باشد. درجه حرارت متوسط ماهانه در رابطه خوزلا به عنوان یکی از فاکتورهای متغیری که به وسیله تبخیر، تابش آفتاب و سرعت باد روی تلفات آب اثر گذار است مورد توجه قرار گرفته می شود.

در مرحله بعد مقادیر رواناب ماهانه در حوزه آبخیز مورد مطالعه با استفاده از مدل خوزلا (داده های برآوردی) با مقادیر رواناب واقعی که با استفاده از آمار ایستگاه هیدرومتری موجود بدست آمده بود، مقایسه شد. جهت انجام این مقایسه از آزمون تی در محیط نرم افزار مینی تب استفاده شد. قبل از انجام آزمون تی، دو فرض نرمال بودن داده ها و یکسان بودن واریانس ها مورد بررسی قرار گرفت. در آزمون تی چنانچه مقدار  $P_{Value}$  محاسبه شده توسط نرم افزار بزرگتر و یا مساوی  $0/05$  شود، با احتمال  $95\%$  فرض  $H_0$  یعنی عدم وجود اختلاف معنی دار بین میانگین تیمارهای مورد بررسی پذیرفته و فرض  $H_1$  رد می شود. اما چنانچه مقدار  $P_{Value}$  محاسبه شده کوچکتر از  $0/05$  شود، با احتمال  $95\%$  فرض  $H_0$  رد و فرض  $H_1$  یعنی وجود اختلاف معنی دار بین میانگین تیمارهای مورد بررسی پذیرفته می شود.

## نتایج و بحث

پس از تعیین مقادیر دبی های متوسط مشاهده ای (ایستگاه هیدرومتری رامیان) و برآوردی (روش خوزلا) به صورت ماهانه فصلی - سالانه در حوزه آبخیز رامیان، جهت بررسی و تعیین اختلاف آماری بین آنها از آزمون تی استفاده شد که نتایج حاصل در جدول (۲) آورده شده است.



جدول ۲- نتایج آزمون تی جهت تعیین اختلاف آماری دبی‌های متوسط ماهانه، فصلی و سالانه بین داده‌های

مشاهده‌ای و برآوردی در حوزه آبخیز رامیان

آزمون تی	آزمون یکسان بودن واریانس	ماهانه-فصلی-سال
۰/۳۵۲	۰/۰	مهر
۰/۰۰۱	۰/۰	آبان
۰/۰	۰/۰	آذر
۰/۰	۰/۰	دی
۰/۰	۰/۰	بهمن
۰/۰	۰/۰	اسفند
۰/۰۳۹	۰/۳۰۱	فروردین
۰/۰۵	۰/۴۶۸	اردیبهشت
۰/۵۳۲	۰/۰	خرداد
۰/۸۷۶	۰/۰	تیر
۰/۰۰۱	۰/۰	مرداد
۰/۱۰۸	۰/۰۰۷	شهریور
۰/۰	۰/۰	پاییز
۰/۰	۰/۰	زمستان
۰/۰۱۵	۰/۹۹۸	بهار
۰/۱۹۹	۰/۰۰۶	تابستان
۰/۰	۰/۰	سال

در بررسی و مقایسه مقادیر رواناب ماهیانه (جدول ۲) در آبخیز مورد مطالعه مشخص شد که در ۵ ماه از سال (مهر، اردیبهشت، خرداد، تیر و شهریور) که عمدتاً مربوط به ماه‌های گرم سال هستند، حجم رواناب برآورد شده از روش تجربی خوزلا با داده‌های واقعی ایستگاه هیدرومتری اختلاف آماری نداشته است. لذا استفاده از مدل خوزلا، برآورد مناسبی از متوسط آبدی در این ۵ ماه ارائه خواهد داد. همچنین مشخص شد که ۷ ماه از سال (آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین و مرداد) که به طور عمده مربوط به ماه‌های سرد سال هستند، مقدار رواناب برآورد شده از روش تجربی خوزلا با مقادیر مشاهده‌ای تفاوت آماری داشته و استفاده از مدل خوزلا جهت برآورد آبدی در این ماه‌ها در شرق استان گلستان توصیه نمی‌شود.

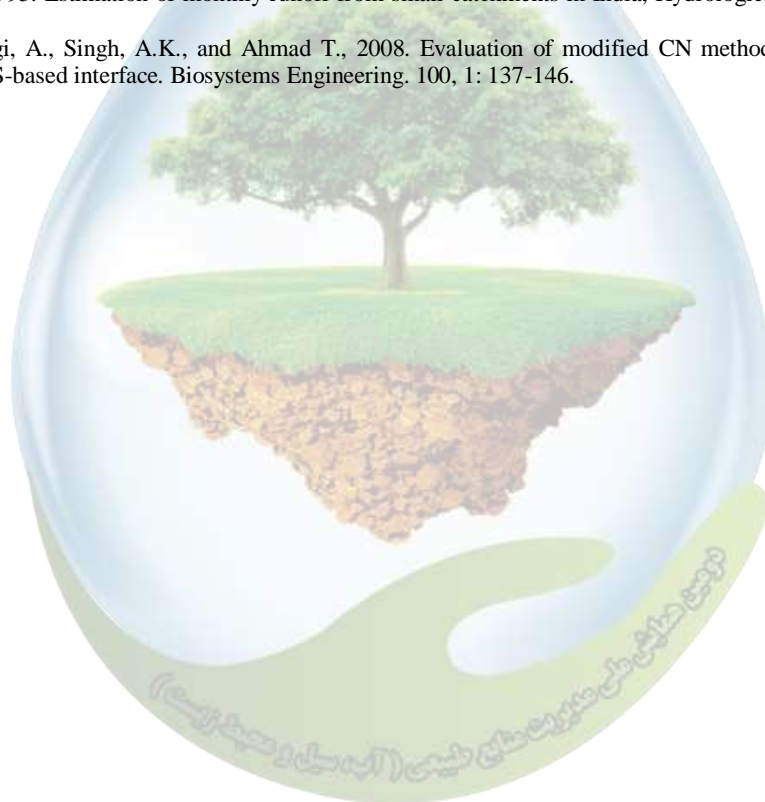
در بررسی و مقایسه مقادیر رواناب فصلی (جدول ۲) مشخص شد که در همه فصل‌های سال به جز فصل تابستان، اختلاف آماری بین داده‌های مشاهده‌ای با داده‌های برآوردی از روش خوزلا وجود دارد و استفاده از مدل تجربی برای این مناطق مناسب نمی‌باشد. در بررسی و مقایسه مقادیر رواناب سالانه (جدول ۲) مشاهده شد که بین داده‌های واقعی و داده‌های برآوردی اختلاف آماری وجود دارد و استفاده از روش تجربی خوزلا جهت برآورد دبی‌های سالانه در این مناطق مناسب نمی‌باشد.

نتایج این تحقیق با مطالعات زارع و همکاران (۶) که اظهار داشته‌اند روش تجربی خوزلا در بیشتر مواقع دارای خطا می‌باشند و نیز مطالعات اسمعیلی عوری و سمیعی (۲) در حوزه آبخیز تنگ‌خسویه در استان فارس و همچنین داودی‌راد (۵) در حوزه آبخیز دریاچه نمک که بیان نموده‌اند روش خوزلا نسبت به سایر روش‌های تجربی جهت برآورد رواناب دارای صحت و دقت کمتری است، انطباق دارد. همچنین نتایج این تحقیق با مطالعات جندقی و محمدی (۴) که عنوان داشته‌اند حجم رواناب ماهانه و فصلی حاصل از روش خوزلا با مقادیر واقعی اختلاف زیادی دارند، همخوانی داشته ولی با نتایج داده‌های رواناب سالانه انطباق ندارد.

منابع



- ۱-افضلی، ع.، دلفاری، ص.، تایا، ع. ۱۳۹۱. بررسی روش‌های مختلف برآورد آبدهی در حوزه‌های فاقد آمار. اولین همایش ملی بیابان (علوم، فنون و توسعه پایدار). کرج.
- ۲-اسمعیلی عوری، ا.، سمیعی، م. ۱۳۹۰. ارزیابی روش‌های تجربی برآورد رواناب در حوزه آبخیز تنگ خسویه در استان فارس، مجموعه مقالات هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۳-باجلان، آ.، محمودیان شوشتری، م. اولی پور، م. ۱۳۸۴. پیش‌بینی رواناب ماهانه با شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و مقایسه آن با نتایج روش‌های تجربی در حوضه آبریز کسلیان. پنجمین کنفرانس هیدرولیک ایران. صفحه ۸۷۷-۸۸۵.
- ۴-جندقی، ن.، محمدی، م. ۱۳۸۸. مقایسه مقادیر رواناب خروجی از روش تجربی خوزلا با داده‌های واقعی در حوزه‌های آبخیز غرب استان گلستان. پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. ۱-۸.
- ۵-داودی راد، ع. ا. ۱۳۸۵. واسنجی روابط تجربی برآورد ارتفاع رواناب و مقایسه آنها با مدل‌های ریاضی برآورد ارتفاع رواناب. دومین کنفرانس مدیریت منابع آب. اصفهان.
- ۶-زارع، س.، عباسی، م.، جندقی، ن.، حزبی، ع. ۱۳۸۷. بررسی و تعیین آبدهی ماهانه، فصلی و سالانه و ریزش برف در حوزه آبخیز تول‌بنه گرگان. اولین همایش تغییر اقلیم و گاه‌شناسی در اکوسیستم‌های خزری. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
- ۷-علیزاده، ا. ۱۳۸۶. اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ چهاردهم. دانشگاه امام رضا(ع). صفحه ۷۳۵.
- ۸-مهدوی، م. ۱۳۸۱. هیدرولوژی کاربردی جلد اول، چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۳۲۶.
- 9- Khosla. A.N., 1949. Analysis and utilization of data for appraisal of water resources. Journal of Irrigation Power: 410-422.
- 10- Kothyari, U.C., 1995. Estimation of monthly runoff from small catchments in India, Hydrological Sciences Journal. 40, 4: 533-542.
- 11- Pital, J.P., Sarangi, A., Singh, A.K., and Ahmad T., 2008. Evaluation of modified CN methods for watershed runoff estimation using a GIS-based interface. Biosystems Engineering. 100, 1: 137-146.





## Study on the Efficiency of Khosla Empirical Model for Estimation of Runoff in the Ramian Watershed -Golestan Province

N. Jandaghi<sup>1</sup> and M. Salimi<sup>2</sup>

*Faculty member in Gonbad Kavous University<sup>1</sup>,*

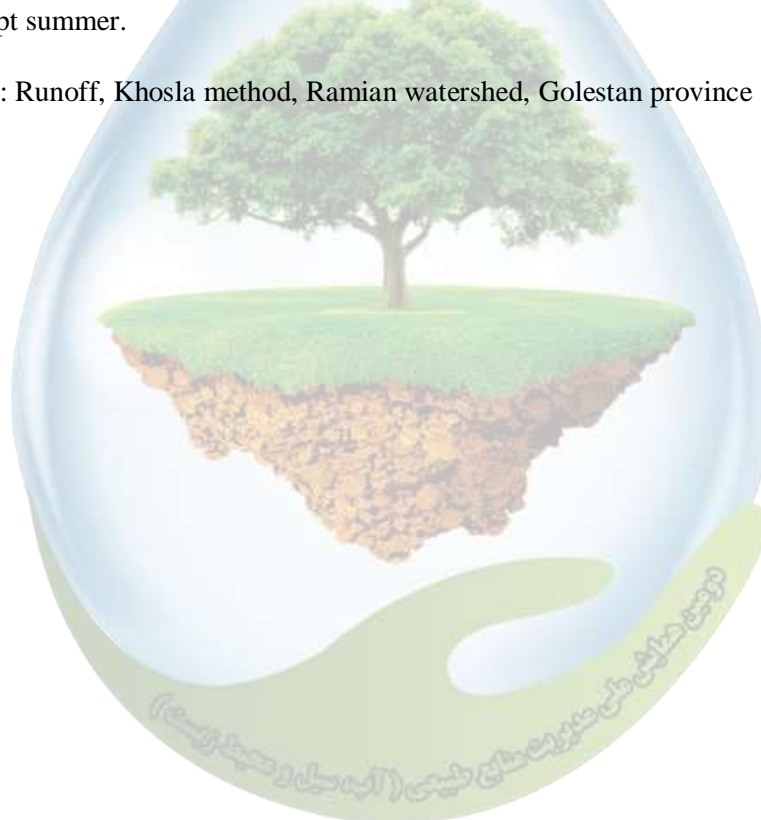
*MSc in range and watershed management in Gonbad Kavous University<sup>2</sup>*

*Nader.jandaghi@gmail.com*

### Abstract

This study was conducted to investigate the effectiveness of the Khosla empirical method in the Ramian watershed. First, temperature and precipitation gradients were prepared using meteorological stations data for a-33 years statistical period (1395-1386). Then, monthly, seasonal and annual runoff were estimated using the Khosla method. Also, the actual runoff of watershed were calculated using Ramian hydrometric station for a-33 years statistical period (1395-1386). Using t-test, estimated runoff data (Khosla method) were compared with actual data. The results showed that there was no statistical difference between estimated and actual runoff in warm months of the year however, in the cold months of the year there was a statistical difference. Seasonal and annual runoff analysis showed that there was a statistical difference between the actual and estimated runoff except summer.

**Keywords:** Runoff, Khosla method, Ramian watershed, Golestan province



### بررسی کیفی سفره آب زیر زمینی دشت کاشمر به منظور مصارف کشاورزی

میثم عابدین پور<sup>۱\*</sup>، ادريس طاهري<sup>۲</sup>

<sup>۱\*</sup> استادیار گروه مهندسی آب، مرکز آموزش عالی کاشمر، کاشمر، ایران، <sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت منابع آب، گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

<sup>۱\*</sup> رایانامه نویسنده مسوول : abedinpour\_meysam@yahoo.com

### چکیده

کیفیت آب در مدیریت منابع آب از اهمیت خاصی برخوردار بوده و پهنه بندی آن به عنوان یک اصلی مهم در برنامه ریزی ها باید مد نظر قرار گیرد. شناخت وضعیت هیدروشیمیایی و پهنه بندی به تعیین بهینه استراتژی های مختلف جهت برداشت آب در راستای مقاصد گوناگون کمک می کند. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یکی از بهترین روش هایی است که تجزیه و تحلیل و دسترسی به اطلاعات زیاد و متنوع را آسان تر می کند، و به این ترتیب به مدیران جهت تصمیم گیری بهینه یاری می بخشد. منظور از انجام این تحقیق پهنه بندی کیفی آب زیرزمینی دشت کاشمر بر اساس شاخص های اسیدیته pH، هدایت الکتریکی (EC)، شاخص نسبت سدیم قابل تبادل (ESP)، شاخص لانژیلر (LSI)، مقدار کلر (گیاهان حساس به کلر) و شاخص نسبت جذب سدیم (SAR) جهت مصارف کشاورزی بود. با استفاده از این نقشه ها به راحتی می توان مکان های مناسب از لحاظ کاربری های گوناگون آب را جهت تعیین الگوی کشت مناسب و مدیریت بهینه بر روند تغییرات کیفیت آب منطقه اعمال نمود. نتایج حاصل از این تحقیق کیفیت بالاتر آب شمال دشت را نسبت به جنوب آن نشان می دهد. شاخص های کیفی آب نشان داد که کاربرد آب زیرزمینی در مناطق جنوبی دشت بدون لحاظ نمودن تمهیدات خاص جهت مصارف کشاورزی توصیه نمی گردد.

**واژگان کلیدی:** آب زیرزمینی، سنجش از دور، کیفیت آب، کاشمر

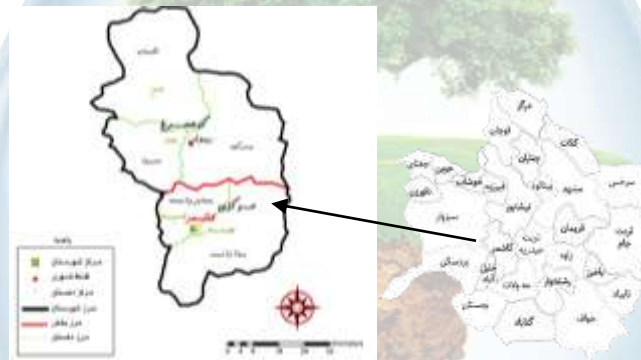
### ۱- مقدمه

با توجه به اقلیم کشور ما که در منطقه خشک جهان واقع شده است، آب هم به لحاظ کمی و هم از نظر کیفی بایستی مورد توجه قرار گیرد. در اکثر کشورها که حداکثر استفاده را از منابع موجود آب های سطحی خود به عمل می آورند دسترسی به منابع آب با کیفیت مناسب برای استفاده کشاورزی رو به کاهش می باشد. از این رو لازم است از روش هایی مطمئن جهت استفاده از آب های با کیفیت پایین بهره جست تا هم از لحاظ اقتصادی به صرفه باشد و از لحاظ آلودگی های محیط زیست محیطی نیز مسئله ساز نباشد. بنابراین ارزیابی و پایش منظم تغییرات کیفی آب جهت حفظ پایداری و تولید حداکثر محصول از اهمیت خاصی برخوردار است. از دیدگاه سازمان خوار و بار کشاورزی FAO توسعه پایدار عبارت است از مدیریت و حفاظت منابع طبیعی پایه و هدایت تحولات تکنولوژیکی و نهادی به طوری که از تأمین نیازهای انسانی برای نسل های کنونی و آینده بشریت به صورت مستمر و پایدار اطمینان حاصل شود (۱). مقوله امنیت غذایی از مهمترین موضوعات توسعه پایدار می باشد و امنیت غذایی خود در گرو افزایش تولیدات کشاورزی در برابر درخواست غذایی ناشی از رشد جمعیت است. بنابراین ضمن تأکید بر کنترل رشد جمعیت، باید از هم اکنون سیاست ها و استراتژی های استفاده مناسب از منابع آب همراه با پیش بینی

فناوری مورد نیاز جهت مقابله با این عامل محدود (آب) مورد توجه قرار گیرد. عدم توجه به این مهم، بطور قطع کشور را با بحران آب مواجه خواهد ساخت. در تحقیقی کیفیت آب آبخوان دشت چوناکام سریلانکا برای کاربری کشاورزی با استفاده از دیگرام شوری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ۶۱ درصد نمونه ها با شوری متوسط و خطر قلیایی شدن کم جهت کشاورزی مناسب شناخته شدند (۲). همچنین اثرات کیفی آب زیرزمینی بر کیفیت محصولات کشاورزی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی را در منطقه دامغان مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق عناصری از قبیل سدیم، منیزیم، پتاسیم، کلر و هدایت الکتریکی را ارزیابی و کمیت آنها را برای استفاده در کشاورزی بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که، وضعیت کلی این عناصر در کشاورزی مطلوب بوده ولی روند افزایشی در کمیت عناصر دیده شد (۳). با توجه به مطالب فوق و از آنجایی که استان خراسان رضوی از جمله استان هایی است که کشاورزی یکی از محورهای توسعه آن بشمار می رود، از این رو استفاده از آب های زیر زمینی برای تأمین آب مورد نیاز محصولات کشاورزی اجتناب ناپذیر خواهد بود. بنابراین، با توجه به تغییرات کیفی آب های زیرزمینی بررسی و مطالعه این منابع به منظور حفظ کیفیت آنها ضروری است.

### ۲- مواد و روش ها

کاشمر شهری در منطقه شمال شرق ایران یکی از شهرستان های استان خراسان رضوی است که با مساحت ۴۳۷۰/۹ کیلومتر مربع در فاصله ۲۲۰ کیلومتری جنوب غربی مشهد واقع شده است. نقطه ی مرکزی شهرستان در عرض جغرافیایی ۱۴° ۳۵ شمالی و ۲۸° ۵۸ طول شرقی قرار دارد و ارتفاع این شهر از سطح دریا ۱۰۵۲ متر است. شهرستان کاشمر، از شمال به شهرستان های نیشابور و سبزوار، از شرق به تربت حیدریه، از جنوب به گناباد و از غرب به بردسکن محدود می شود (شکل ۱).



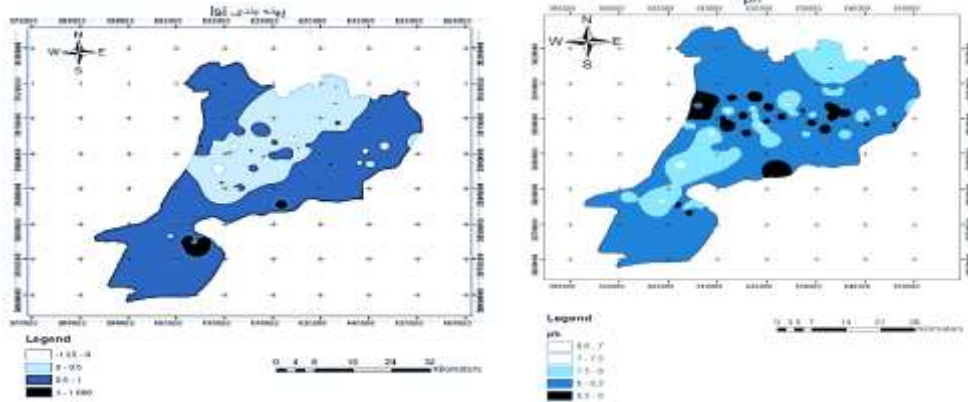
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محل مورد مطالعه

در این تحقیق برای پهنه بندی کیفیت آب منطقه از نتایج نمونه برداری شیمیایی ۱۸۶ حلقه چاه در دشت کاشمر استفاده گردید. در این تحقیق، میان یابی در محیط ARCGIS انجام گرفت. روشی که برای پهنه بندی انتخاب شد یکی از روش های رایج و معمول در GIS روش IDW است. پارامترهای کیفی مورد بررسی در این تحقیق که در اکثر مطالعات محققان نیز به عنوان شاخص های کیفی آب در کشاورزی بکار می روند شامل: شاخص های ( SAR , ESP, EC , PH , Cl ) می باشد. (LSI)

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- شاخص لانژبلر (LSI)

مهم ترین شاخص در ارزیابی خطر گرفتگی قطره چکان ها شاخص اشباع لانژیلر می باشد و بطور کلی مساله گرفتگی ناشی از کربنات ها در سیستم های آبیاری قطره ای بیشتر اوقات در شرایطی پیش می آید که PH آب بالاتر از ۸ است. با توجه به نقشه پهنه بندی شاخص LSI دشت شکل (۲) بجز از چند نطقه کوچک تقریبا تمام منطقه دارای ضریب لانژیلر مثبت می باشد و اجرای سیستم آبیاری قطره ای بدون در نظر گرفتن تمهیدات خاص، احتمال گرفتگی قطره چکان ها وجود دارد.



شکل ۲- نقشه شاخص LSI آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه / شکل ۳- نقشه pH آب زیرزمینی دشت مورد مطالعه

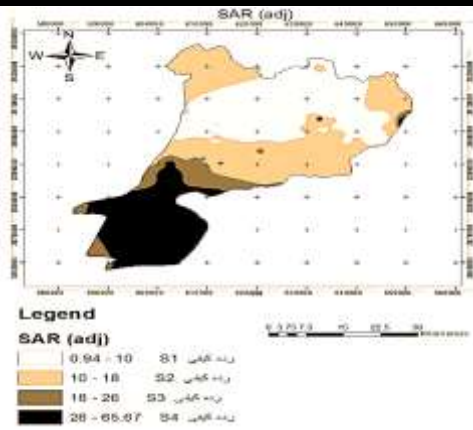
همچنین، همانطور که مشاهده می شود مناطقی با رنگ آبی کم رنگ که ضریب LSI آنها حداکثر تا ۰/۵ می رسد را می توان با تمهیداتی نظیر اسیدشویی در این مناطق سیستم قطره ای را ایجاد نمود البته به شرطی که PH آب اسیدی نشود (حداقل مناطق با PH بالای ۷/۵) یا تأثیر چندانی روی اسیدی شدن خاک نداشته باشد.

### ۳-۲- بررسی شاخص اسیدیته (pH)

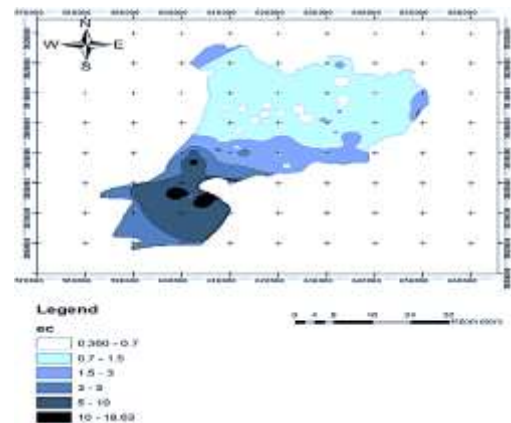
مطابق شکل ۳ به جز یک نطقه کوچک در دشت تقریبا تمام منطقه دارای pH قلیایی بوده که دو بازه pH ۸/۲ تا ۸ و ۷/۵ تا ۸ پی اچ غالب منطقه بوده و بیانگر آن است که مشکل خاصی را برای مصارف کشاورزی، شرب یا صنعت ایجاد نمی کند. مناطق با مساحت کوچکی در دشت دارای محدوده pH بالا و قلیایی ۸/۲ تا ۹ است (شکل ۳).

### ۳-۳- هدایت الکتریکی (EC)

با توجه به نقشه پهنه بندی EC مشاهده می شود که آب در نیمه شمالی دشت از کیفیت مطلوبی برخوردار می باشد و در نقاط کوچکی در مناطق شمالی دشت شوری بین محدوده ۰/۳۶ تا ۰/۷ دسی زیمنس بر متر است (شکل ۴). همچنین سطح شوری غالب در نیمه شمالی ۰/۷ تا ۱/۵ دسی زیمنس بر متر می باشد که برای کشت انواع مختلف گیاهان مشکلی ایجاد نمی کند. اما در نیمه جنوبی دشت کیفیت از لحاظ شوری بسیار پایین تر است و در این منطقه سه محدوده شوری ۱/۵ تا ۳ و ۳ تا ۵ و ۵ تا ۱۰ (دسی زیمنس بر متر) غالب است (شکل ۴).



شکل ۵- نقشه SAR آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه



شکل ۴- نقشه شوری آب زیرزمینی دشت کاشمر

بطوری که لازم است با مدیریت صحیح در منطقه با شوری های ۱/۵ تا ۵ دسی زیمنس بر متر گیاهان مورد نظر کاشته شود همچنین می توان در مناطق بسیار شورتر جنوبی دشت شوری در بازه ۵ تا ۱۰ و ۱۰ تا ۱۰ دسی زیمنس بر متر ۱۸ گیاهان شور پسند (مانند پسته) کاشته شود.

#### ۳-۴- شاخص نسبت جذبی سدیم (SAR)

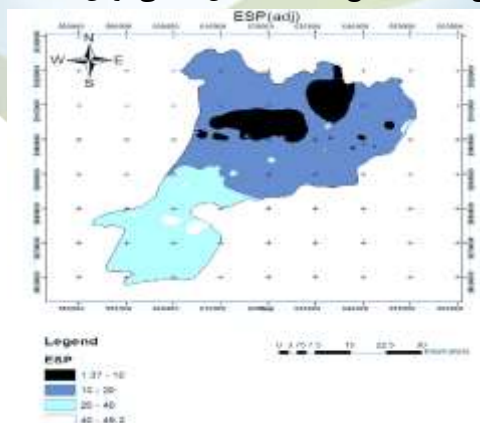
از لحاظ کشاورزی بالا بودن میزان سدیم نسبت به عناصر کلسیم و منیزیم موجب قلیایی شدن خاک، چسبندگی ذرات آن و کم شدن نفوذ و قابلیت زهکشی آن می گردد. بالا بودن میزان این عناصر همچنین باعث سوختگی ریشه نیز می شود. هر چه مقدار این نسبت در آب بالاتر باشد آب از کیفیت پایین تری برخوردار است. با توجه به تأثیری که سدیم روی خاک و روی تولید محصولی در گیاهان می تواند بگذارد. شکل ۵ نشان می دهد که در بخش جنوبی دشت نسبت جذب سدیم آب بالا بوده و برای استفاده از آب زیرزمینی این مناطق می بایست تمهیداتی را لحاظ نمود.

#### ۳-۵- شاخص نسبت تبادل سدیم (ESP)

ESP نیز یکی دیگر از شاخص های کیفی ابیاری است و از SAR به وسیله معادله ذیل بدست می آید.  

$$ESP = [(0.015 \times SAR) / (1 + 0.015 \times SAR)] \times 100$$

با توجه به این که در محاسبات قبلی SAR اصلاح شده (به دلیل قلیایی بودن آب) استفاده شد ESP هم از SAR اصلاح



شکل ۶- نقشه میزان ESP آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

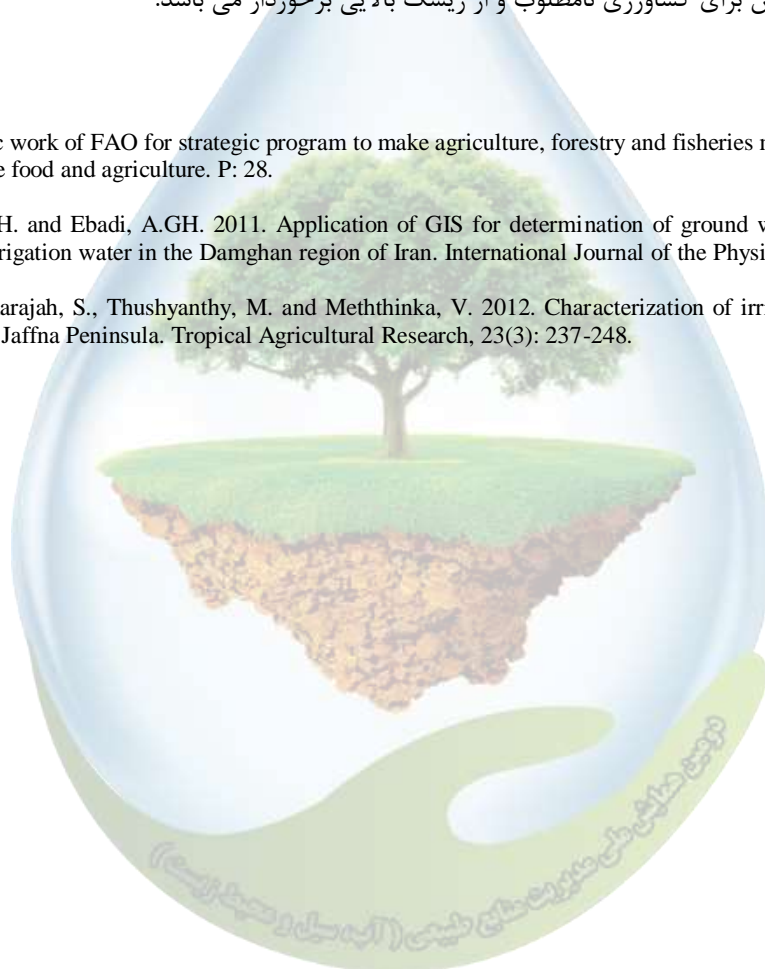
شده بدست آمده از طریق ESP نیز می توان برآورد کرد که کدام یک از گیاهان عملکرد مطلوبی خواهد داشت. با توجه به شکل (۶) که نشان میدهد میزان ESP در منطقه مورد مطالعه از شمال به سمت جنوب افزایش یافته و الگوی کشت مناسب را با توجه به مقادیر ESP آب تعیین نمود.

#### ۴. نتیجه گیری

براساس نقشه های پهنه بندی، دلیل بالا بودن هدایت الکتریکی در اکثر نواحی بجز شمال و غرب منطقه احتمالاً انحلال زیاد کانی های سازندهای آهکی و مارن و نشت زه آب های کشاورزی به آب زیرزمینی باشد، که این افزایش هدایت الکتریکی می تواند باعث افزایش فشار اسمزی شده و جذب آب توسط گیاه کاهش می یابد. همچنین نقشه های کیفی آب زیرزمینی دشت نشان داد که کیفیت آب در بخش های شمالی و مرکزی برای کشاورزی مطلوب بوده اما در بخش های جنوبی بدون استفاده از تمهیدات خاص برای کشاورزی نامطلوب و از ریسک بالایی برخوردار می باشد.

#### منابع

1. FAO, 2017. Strategic work of FAO for strategic program to make agriculture, forestry and fisheries more productive and sustainable sustainable food and agriculture. P: 28.
2. Ashraf, Sh., Afshari, H. and Ebadi, A.GH. 2011. Application of GIS for determination of ground water quality suitable in corps influenced by irrigation water in the Damghan region of Iran. International Journal of the Physical Sciences, 6(4): 843-854.
3. Sutharsiny, A., Pathmarajah, S., Thushyanthy, M. and Meththinka, V. 2012. Characterization of irrigation water quality of chunnakam aquifer in Jaffna Peninsula. Tropical Agricultural Research, 23(3): 237-248.







Assessment of Groundwater Quality of Kashmar Plain for Agricultural Use

M. Abedinpour<sup>1\*</sup>, E. Taheri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Assistant Professor, Water Eng., Dep., Kashmar Higher Education Institute, Kashmar, Iran

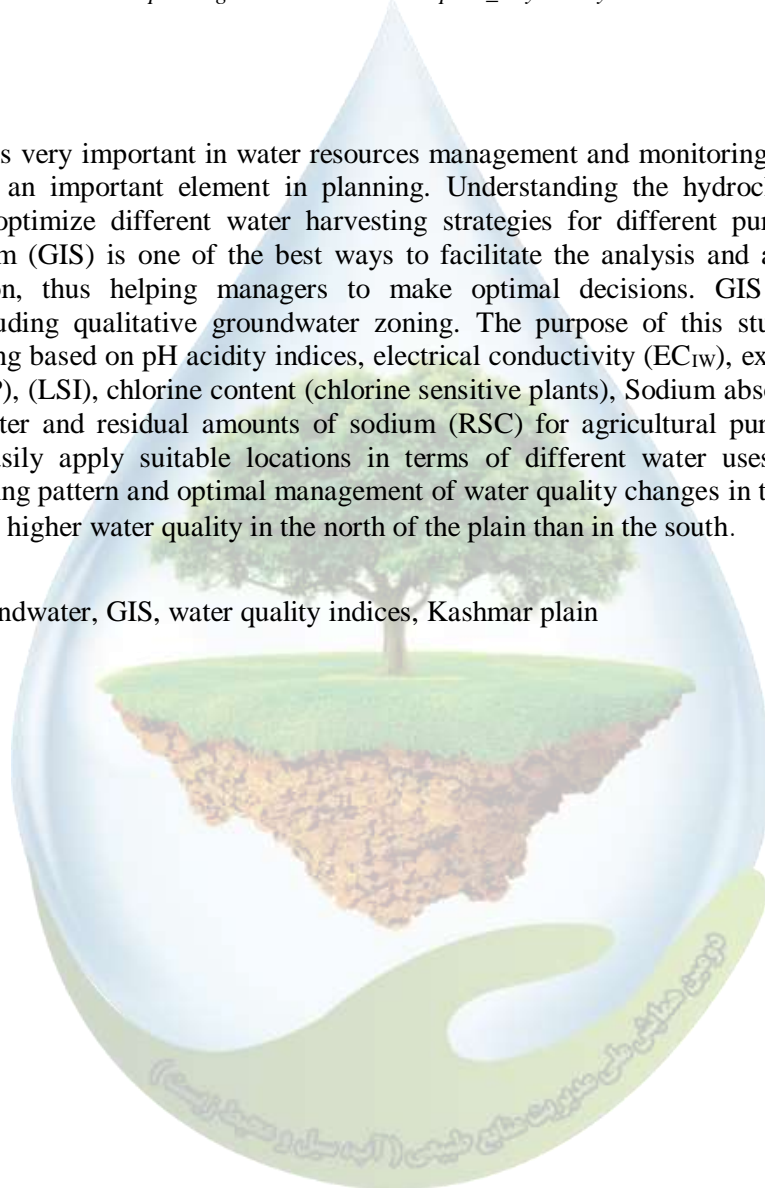
<sup>2</sup>MSC student of Water Resource, Water Eng., Dep., Birjand Univ., Birjand, Iran

Corresponding author Email: abedinpour\_meyam@yahoo.com

**Abstract**

Water quality is very important in water resources management and monitoring and zoning should be considered as an important element in planning. Understanding the hydrochemical status and zoning helps to optimize different water harvesting strategies for different purposes. Geographic information system (GIS) is one of the best ways to facilitate the analysis and access to large and varied information, thus helping managers to make optimal decisions. GIS has a variety of applications, including qualitative groundwater zoning. The purpose of this study was to qualify groundwater zoning based on pH acidity indices, electrical conductivity ( $EC_{1w}$ ), exchangeable sodium ratio percent (ESP), (LSI), chlorine content (chlorine sensitive plants), Sodium absorption ratio (SAR) was irrigation water and residual amounts of sodium (RSC) for agricultural purposes. Using these maps, we can easily apply suitable locations in terms of different water uses to determine the appropriate cropping pattern and optimal management of water quality changes in the area. The results of this study show higher water quality in the north of the plain than in the south.

**Keywords:** Groundwater, GIS, water quality indices, Kashmar plain



### بررسی ملزومات صنعت سدسازی در ایران

یوسف رجبی زاده<sup>۱\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه سازه‌های آبی دانشگاه تربیت مدرس،

۱ و \* رایانامه (Email) نویسنده مسوول: [Yousef.rajabizadeh@yahoo.com](mailto:Yousef.rajabizadeh@yahoo.com)

#### چکیده

صنعت سدسازی در کشور ما در طی سالیان اخیر پیشرفت چشمگیری داشته است و به همین دلیل ضروری است پروژه‌های سدسازی طبق چارچوب تعیین شده و معتبر از منظر اصول فنی و غیرفنی اجرا شوند. در این تحقیق پس از تعریف کاربرد و اهمیت سدسازی در کشور، به ذکر نکات و الزامات مهم در مقوله سدسازی پرداخته شده است. همچنین وضعیت سدسازی ایران در سالیان اخیر شرح داده شده و مقایسه‌ای بین سدسازی در دو دوره پیش از انقلاب اسلامی و پس از آن صورت گرفته است. مشخص شد که اهمیت به ارزیابی و بررسی‌های دقیق زیست‌محیطی در مبحث سدسازی از الزامات مهم در انجام پروژه‌های صنعت سدسازی می‌باشد که باید به صورت جدی و سختگیرانه رعایت و لحاظ شوند.

واژگان کلیدی: سد، الزامات طراحی و ساخت، محیط زیست.

#### ۱-مقدمه

با توجه به محدودیت منابع آبی، رشد جمعیت و توسعه صنعت و کشاورزی در سالیان اخیر، به احداث سد روی رودخانه‌ها و کنترل و مهار آب‌های سطحی توجه ویژه‌ای شده است (۱). در گذشته ایجاد سد اکثراً با اهداف تأمین آب آشامیدنی و آبیاری مزارع کشاورزی بوده است ولی امروزه به دلیل نیاز به انرژی برق‌آبی و استفاده از نیروی هیدروالکتریسیته، بهبود و توسعه شبکه آبیاری و کشاورزی زمین‌های پایین‌دست، و اهداف دیگر توسعه بیشتری یافته است. موضوع سدسازی در ایران از سال‌های پایانی دهه ۲۰ آغاز شد، اما پس از پیروزی انقلاب اسلامی، ظرفیت‌های بسیاری برای توسعه سدسازی به وجود آمد تا جایی که اکنون بر اساس آمار کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ، ایران در منطقه، پس از ترکیه، رتبه دوم و در جهان، رتبه هفدهم را در حوزه سدسازی دارد. هم‌اکنون جمهوری اسلامی ایران با خودکفایی در صنعت سدسازی و دستیابی به فناوری‌های نوین و پیچیده در این امر، به یک شاخص مهم و اساسی برای توسعه‌یافتگی دست پیدا نموده و تمامی مراحل مطالعه، طراحی، نظارت، ساخت، مدیریت و بهره‌برداری از سدهای مخزنی به دست توانای مهندسی کشور صورت می‌گیرد که قابلیت امکان اجرای طرح‌های بزرگ سدسازی و صدور خدمات مهندسی سدسازی برای سایر کشورها از جمله پنج کشور آفریقایی و آسیایی را که در حال اجرای سدهای بزرگ و پیچیده‌ای هستند، در کارنامه خود دارند. ضمن آنکه دانش و تجربیات حاصله از روند اجرائی طرح‌ها، دستیابی به استانداردهای علمی، خودباوری و اتکالی به نفس کارشناسان ایرانی و اتخاذ استراتژی‌های مناسب، در این امر مهم بی‌اثر نبوده است. سدهای در حال بهره‌برداری کشور با وجود خشکسالی و کاهش حجم مؤثر آب مخازنشان در سال‌های اخیر توانسته‌اند به مدیریت توازن میان عرضه و تقاضای آب کمک شایانی کنند و نسبت به گذشته نقش پررنگ‌تری داشته باشند. با این حال صنعت سدسازی نیز مشمول چارچوب خاصی از قوانین و مقررات ساخت می‌باشد. سدسازی در کشور باید طبق اصول مهندسی پیشرفته و بسیار دقیق طراحی و اجرا شود؛ در صورتی که با اصول و قواعد مخصوص خود طراحی و احداث نشوند، در حد ظرفیت حوضه آبریز مربوطه نباشند و مدیریت نادرست در امر بهره‌برداری

آن‌ها دخیل باشد، نتیجه معکوس در تحقق اهداف اصلی احداث سد خواهند داشت. هدف این تحقیق بررسی بایدها و نبایدها در طراحی و اجرای سدسازی کشور است که ضرورت دارد متخصصان و مهندسان برای جلوگیری از خسارات ناشی از سدسازی غیراصولی و ناصحیح و شکست پروژه به این موارد توجه ویژه داشته باشند.

### ۲- نکات ضروری در صنعت سدسازی

برای انجام پروژه‌های سدسازی، باید مطابق با نیاز و شرایط منطقه مورد نظر، تحقیق و شناخت دقیق در فاز شناسایی و امکان‌سنجی پروژه در قبل از طراحی سد و استفاده از متخصصین و مهندسان با تجربه در مرحله‌ی طراحی و اجرای پروژه‌های عمرانی بزرگ ضروری و لازم می‌باشد. در ادامه مختصراً بایدها و نبایدهای سدسازی و نکاتی که باید به صورت جدی مورد توجه قرار گیرد، ارائه شده است.

#### ۲-۱- انتخاب محل و رودخانه مناسب برای ساخت سد

محل ساخت سدها یعنی رودخانه‌ها تأثیر مهمی در مناسب بودن یا نبودن ساخت سد و عملکرد آن بر منطقه دارد. برای یک سد خاص، ساختگاه و محل احداث سد، نیازمند بررسی فنی و کاربردی ویژه‌ای می‌باشد و وجود تناسب در ساختگاه می‌تواند باعث تعادل بین ویژگی‌های فیزیکی طبیعی آن و اهداف اصلی سد گردد (۴). باید خواص جغرافیایی و زیستی یک رودخانه به خوبی برای ساخت سد مورد ارزیابی قرار بگیرد تا ساخت آن کمترین تأثیر را بر رودخانه و اکوسیستم آبی داشته باشد. توپوگرافی منطقه و ظرفیت مخزن متناسب با شرایط رودخانه، شرایط زمین‌ساخت و ژئوتکنیکی بستر رودخانه، شرایط هیدرولوژیکی و میزان رسوب منطقه، وجود مصالح ساختمانی مناسب در منطقه در جهت کاهش هزینه‌ها، میزان لرزه‌خیز بودن محدوده ساخت سد، توجه به طبیعت جانوری منطقه و بررسی پیامدهای زیست‌محیطی و بسیاری از عوامل دیگر باید برای هر رودخانه به طور کامل مورد بررسی قرار بگیرد.

#### ۲-۲- توجه به جریان آب پایین دست سد

یکی از مهمترین تغییراتی که ساخت یک سد در یک منطقه به وجود می‌آورد تغییر روند جریان آب رودخانه‌ها در پایین دست سدها می‌باشد (۴). مخازن سدها تأثیر زیادی بر تغییر روند جریان‌های پایین دست، شرایط رژیم جریان رودخانه و پارامترهای هیدرولیکی دارند و ممکن است گاهی جریان در پایین دست را شدیدتر، ضعیف‌تر و یا حتی متوقف کند. با احداث سدهای مخزنی مقدار زیادی از رسوبات در پشت آن‌ها ته‌نشین می‌شود؛ بنابراین آب رها شده از سد به صورت زلال بوده و ظرفیت انتقال رسوب بالایی دارد که باعث فرسایش رودخانه در پایین دست، تغییرات مورفولوژی رودخانه و در مواردی سبب جابه‌جایی مسیر و تغییر الگوی رودخانه می‌شود. جریان طبیعی یک رودخانه از اکوسیستم منطقه تبعیت کرده و باعث ثبات اکولوژیکی منطقه می‌شود و به همین دلیل هرگونه تغییر در آن سبب تغییرات اساسی در نقش رودخانه، حیات جانوری و زیستی و انسانی محدوده آن می‌شود.

#### ۲-۳- توجه به تنوع زیستی و اثرات زیست‌محیطی در منطقه مورد نظر

احداث سدهای بزرگ آثار محیطی، بیولوژیکی، بهداشتی، اجتماعی و اقتصادی مهمی را در محیط اطراف خود به وجود می‌آورد. از نظر بیولوژیکی، در برخی مناطق سدها تأثیرات فراوانی بر روی سلامت و بهداشت مردم آن منطقه دارند. گاهی روند بیولوژیکی واقع شده در سد مغایر با هدف اصلی ساخته شدن سد یعنی تأمین نیرو و یا کنترل سیل می‌باشد. اثرات مخزن سد بر روی جانوران عمدتاً مربوط به ماهی‌ها و توقف تردد آن‌ها در طول رودخانه است که ممکن است منجر به تغییر گونه‌ها و یا از بین رفتن آن‌ها شود. عواملی مثل نوسانات سطح آب، احداث ساختمان‌های انحراف آب وابسته به سد و غرقابی شدن منطقه بالادست سد ناشی از ساخت سد می‌توانند باعث تغییر شرایط زیستی گیاهان و جانوران آبی، تغییر در زنجیره اتصال غذایی آن‌ها و یا حتی منجر به نابودی آن‌ها شوند (۱). بنابراین باید این تغییرات که بر موارد زیست‌محیطی منطقه تأثیر دارند به

حداقل برسند. این موضوع در مناطقی که ماهی‌گیری و کشاورزی جزئی از معیشت ساکنان محسوب می‌شود بسیار حائز اهمیت است.

### ۴-۲- رعایت اصول فنی و مهندسی معتبر در سدسازی

سدها به انواع گوناگونی از نظر کاربرد یا جنس مصالح مصرفی تقسیم می‌شوند که هر کدام اصول و قواعد طراحی و ساخت خاص خود که مجموعه‌ای از علوم فنی و پایه می‌باشند را دارند. باید در تمامی پروژه‌های سدسازی توجه زیادی به اصول و ضوابط معتبر مهندسی ارائه شده در سطح جهانی و اجرا شده در پروژه‌های بزرگ و موفق در طراحی و ساخت سدها شود و هیچکدام از ملاحظات فنی سدسازی نادیده گرفته نشود. رعایت این قواعد در افزایش طول عمر سد و بهره‌برداری بهینه از آن‌ها تأثیر بسزایی دارد. سدها باید از نظر بارگذاری‌های وارده و مقاومت در برابر عوامل مخرب مورد بررسی قرار گیرند (۴). همچنین باید موارد نظیر احداث به‌جا و مناسب تأسیسات جانبی سدها به منظور بهره‌برداری و کنترل آب، طراحی و انتخاب صحیح مصالح با توجه به نوع سد، طراحی تاج، بدنه و پی سد مطابق ضوابط فنی معتبر و مقایسه طرح‌های مختلف در زمینه توجیه اقتصادی آن، ارزیابی و مورد توجه قرار گیرد.

### ۵-۲- سیاست صحیح، توجیه اقتصادی و سودآوری احداث سد

پس از بررسی جنبه‌های محیطی، زیستی و توجیه فنی سدسازی، لازم است توجیه اقتصادی و مالی طرح نیز انجام گرفته و پس از اطمینان از موجه بودن طرح سدسازی به اجرا گذاشته شود. استفاده بهینه از اعتبارات مالی و امکانات و تسهیلات بانکی و کمک‌های مردمی بایستی مورد توجه قرار گیرد. داشتن ضوابط و معیارهای محاسباتی برای نحوه محاسبه توجیه اقتصادی و مالی طرح‌های سدسازی از موارد ضروری است. زیرا در غیر این صورت سنجش صحیح و همگون طرح‌ها با هم مقدور نخواهد بود. در توجیه اقتصادی طرح‌های آبی بایستی به منافع جنبی حاصل از اجرای طرح نیز توجه لازم را به عمل آورد. این منافع در تصمیم‌گیری مدیریت منابع آب برای شروع به احداث طرح کمک مؤثری خواهد بود. در ارزیابی اقتصادی احداث یک سد لازم است خسارت‌های ناشی از سیل که با احداث سد پیش‌گیری خواهد شد در درآمدهای حاصله از احداث سد مورد توجه قرار گیرد (۳). در زمان انجام محاسبات معمولاً هزینه‌های زیستی و منطقه‌ای مورد کم‌توجهی قرار می‌گیرند و به همین دلیل اکثر پروژه‌های سدسازی در مراحل ابتدایی بسیار سودآور تلقی می‌شوند. هر چقدر تناقضات میان محاسبات تئوری و مشکلات واقعی بیشتر باشد صرفه اقتصادی یک سد کمتر می‌شود تا جایی که گاهی اوقات معایب از مزایا پیشی می‌گیرد.

### ۶-۲- توجه به ابعاد اجتماعی و فرهنگی و جلب رضایت عمومی ساکنان منطقه محل احداث سد

یکی از مهمترین مسائل پروژه‌های سدسازی در زمان اجرا و پس از آن، ابعاد زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بحث جابه‌جایی سکونت‌گاه‌هایی است که در پشت مخزن سد قرار می‌گیرند. ایجاد سدها باعث تغییر الگوهای کاربری اراضی، آب و سایر منابع طبیعی شده و می‌تواند در گستره‌ای وسیع تأثیرات منفی بگذارد (۵). مشکل اصلی در جابه‌جایی اجباری پیامدهای منفی آن، فقر و کاهش سطح معیشت مردم است. در مواردی هم لازم است که بناها و مقبره‌های تاریخی مذهبی جابه‌جا یا به زیر آب بروند. باید در مواردی که احتمال تغییرات گسترده زیست محیطی وجود دارد برنامه‌ریزی‌های مربوط به جابجایی ساکنان و اقدامات پیشگیرانه صورت بگیرد و گروه‌های آسیب‌پذیر شناسایی شده و راهکارهای حل مشکلات آن‌ها در نظر گرفته شود (۵). این موضوع در قبال مشکلاتی که ممکن است یک پروژه در درازمدت ایجاد کند نیز صدق می‌کند. بنابراین کسب رضایت عمومی از ساکنان منطقه احداث سد و جبران خسارات وارده بر آن‌ها در زمینه‌های مختلف باید مورد توجه و بررسی قرار گیرد و از ابعاد اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی توجیه‌پذیر باشد.

### ۷-۲- مدیریت مناسب و مسئولیت‌پذیری در پروژه

پروژه‌های سدسازی از بزرگترین و حساس‌ترین پروژه‌های عمرانی از منظر مدیریتی محسوب می‌شوند. باید در پروژه‌های سدسازی نظام و برنامه‌های از پیش تعریف‌شده برای افزایش مسئولیت‌پذیری مدیران پروژه وجود داشته باشد. مدیر یک پروژه

سدسازی باید بر اساس نیاز پروژه، مسئولیت‌ها را تعیین نموده و عوامل و طرفین اجرای پروژه و جایگاه و وظایف آنان را به صورتی نهادینه و پایدار تعریف و مدیریت کند (۲). همچنین باید توجه و کنترل کاملی روی افراد باشد و در صورت مشاهده عدم کارایی، در درجه اول سعی در راهنمایی و اصلاح عدم کارایی شود و در صورت عدم موفقیت در تغییر این مسئول اقدام صورت گیرد. برخی از شرکت‌های سدسازی با این دیدگاه که مشکلات آب‌وهوایی، زیستی و انسانی منطقه خارج از وظایف آن‌ها است در مسئولیت خود کوتاهی می‌کنند. اصول و قواعد مهندسی سدسازی و ملاحظات ایمنی پروژه نباید برای پایان سریع‌تر پروژه‌ها نادیده گرفته شود زیرا در غیر این صورت، این موضوع سبب کاهش عمر سد، عدم کارکرد بهینه و در نهایت شکست برنامه‌های پروژه خواهد شد.

### ۸-۲- تعادل در ساخت سد و جلوگیری از احداث بی‌رویه سد

سدسازی در یک منطقه خاص باید بر اساس نیاز آن منطقه به احداث سد باشد که خود نیازمند مطالعات و بررسی دقیق و ارزیابی اثرات احداث آن می‌باشد. اخیراً سدسازی جنبه سیاسی پیدا کرده است و بسیاری از دولت‌ها برای تأمین آب مناطق از سدسازی‌های بی‌رویه حمایت می‌کنند. سدسازی‌های بی‌رویه که بیشتر برای اهداف کوتاه‌مدت و تأمین آب مناطق مختلف ساخته می‌شوند مشکلات زیست‌محیطی بسیاری به وجود می‌آورد. برای هر سدی که قرار است ساخته شود باید مطالعات علمی و فنی فراوانی انجام شود. متأسفانه سرعت ساخت سد در برخی کشورها به قدری زیاد است که برای ساخت آن‌ها مطالعات و بررسی‌های لازم به اندازه کافی انجام نشده است. بر طبق نظر کارشناسان، احداث بی‌رویه و غیرضروری سدها باعث خشکی و تخریب آب و خاک مناطق اطراف و وابسته به رودخانه محلی که سد در آن احداث شده می‌شود و همچنین بر روی حقایق رودخانه‌ها و تالاب‌ها به علت تبخیر زیاد، اثر منفی دارد و یکی از عوامل اصلی بروز پدیده گردوغبار می‌باشد.

### ۳- وضعیت سدسازی در کشور

وضعیت سدسازی ایران در طی ۳۰ سال اخیر از نظر تعدد در جدول ۱ قابل مشاهده است. همچنین در جدول ۲ مقایسه‌ای بین وضعیت سدسازی در دو دوره زمانی قبل از انقلاب اسلامی و پس از آن را نشان می‌دهد. با بررسی جدول ۲، پرواضح است که این میزان از پروژه سدسازی در دوره‌ی پس از انقلاب اسلامی، از نظر دو فاکتور کمی و کیفی قابل قیاس با دوره پیش از انقلاب اسلامی نمی‌باشد و کشور ایران در این زمینه پیشرفت قابل قبولی داشته است.

جدول (۱) وضعیت تعدد سدسازی در ۳۰ سال اخیر ایران

تعداد	وضعیت سد
۶۴۷	بهره‌برداری شده
۱۴۰	در مراحل اجرایی
۵۳۷	در دست مطالعه و بررسی

جدول (۲) وضعیت سدسازی و مقایسه بهره‌برداری از سدهای دو دوره پیش از انقلاب و پس از آن

پس از انقلاب اسلامی	پیش از انقلاب اسلامی	مشخصات مجموع سدها در دوره
۱۶۵	۱۹	تعداد سدهای بهره‌برداری شده
۵۱	۱۳	حجم مخزن سدها (میلیارد مترمکعب)
۳۷	۱۴	ظرفیت آب قابل تنظیم سدها (میلیارد مترمکعب)

### ۴- نتیجه‌گیری کلی

صنعت سدسازی اگر مطابق نیاز یک منطقه در جهت تحقق اهدافی مهم و ضروری نظیر کنترل سیل، تولید انرژی برق، تأمین آب فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی و ... و با اجرای اصول و قوانین مهندسی معتبر جهانی پیش برود، کمک شایانی به توسعه و ترقی کشور در حوزه‌های مختلف خواهد کرد اما باید ملزومات و ملاحظات تعیین شده توسط متخصصین مهندسی، محیط زیست و دیگر ارگان‌های وابسته دیگر به صورت کامل مورد توجه قرار گیرد تا اثرات منفی سدسازی تا حد ممکن کاهش یابد. با بررسی اکثر ملاحظات مهم در سدسازی، مشاهده می‌شود که نکته اصلی و حائز اهمیت برای عدم اختلال احداث سد در مناطق، توجه به مسائل زیست‌محیطی می‌باشد که باید در قبل از طراحی و ساخت، ارزیابی زیست‌محیطی سختگیرانه‌ای برای احداث سد انجام شود. همچنین لازم است با مطالعات دقیق و رعایت اصول فنی و غیرفنی در مقوله سدسازی، تغییرات ایجاد شده ناشی از سدسازی در یک محل، به حداقل برسد. همچنین برای جلوگیری از نابودی ماهی‌ها و به حداقل رساندن تلفات می‌توان از توربین‌های سازگار با محیط زیست ماهی‌ها استفاده کرد. انتخاب روش مناسب برای کاهش خطرات زیست‌محیطی ساخت سد، مستلزم آن است که کلیه عوامل زیست‌محیطی سد مربوط در یک مطالعه جامع زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی برآورد گردد و با توجه به مجموع این عوامل و آثار زیست‌محیطی آن، روشی مناسب برای حفاظت از اکوسیستم و محیط زیست انتخاب گردد.

### ۵- منابع و مراجع

۱. ترکیانفر، ف.، صادق‌پور، ا. و میرنوروزی، م. ۱۳۹۴. تحلیل آثار محیط‌زیستی طرح‌های سدسازی برای تعیین گزینه منتخب (مطالعه موردی: سد و نیروگاه کلات). محیط‌شناسی ۴۱(۴): ۷۲۱-۷۴۳.
۲. عیدی گل‌تپه، ش.، احمدی دریاکناری، ف. و خزائی، ع. ۱۳۹۶. مدیریت پروژه‌های سدسازی ایران و بررسی علل تأخیر اجرای آن‌ها. دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی سازه و مدیریت ساخت. تهران.
۳. قلهکی، م. و یگانه، ب. ۱۳۸۶. ارزیابی فنی و اقتصادی سدهای خارج از بستر اصلی رودخانه مطالعه موردی سد مخزنی شیان. اولین همایش ملی سد و سازه‌های هیدرولیکی. کرج.
۴. محمدولی سامانی، ح. ۱۳۸۷. طراحی سازه‌های هیدرولیکی. شرکت مهندسی مشاور دز آب. اهواز. ۳۴۶ ص.
۵. ملک‌حسینی، ا. و میرک‌زاده، ع. ۱۳۹۴. تحلیل اثرات اجتماعی - اقتصادی سدسازی بر توسعه روستایی (مطالعه موردی: سد سلیمان‌شاه). نشریه علمی - پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی ۱۹(۵۳): ۳۲۵-۳۵۱.



## Investigation on the Requirements of the Dams Industry in Iran

Yousef Rajabizadeh<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> M.Sc Student of Water Structures Engineering Department, Tarbiat Modares University

Email : Yousef.rajabizadeh@yahoo.com

### Abstract

The dams industry in our country has improved dramatically in recent years and For this reason, it is imperative that the dam projects be implemented in accordance with a defined and valid framework in terms of technical and non-technical principles. In this study, after defining the application and importance of dam construction in the country, important points and requirements regarding dam construction are discussed. The situation of dam construction in Iran has also been described in recent years and a comparison has been made between the dam construction in the two periods before and after the Islamic Revolution. It was found that the importance of accurate environmental assessments in the dam construction is one of the most important requirements in the implementation of projects in the dam industry that must be strictly followed.

**Keywords:** Dam, design and construction requirements, environment.



## بررسی تأثیر احداث سد لاستیکی بر جلوگیری از پیشروی خط آب شور در رودخانه ساحلی

پیام زنگانه رنشجبر<sup>۱\*</sup>، هومن مرادی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران، صندوق پستی: ۳۷۵۶، <sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشکده فنی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۱ و \*رایانامه (Email) نویسنده مسوول: p.zanganeh@guilan.ac.ir

### چکیده

نابود شدن منابع آبهای زیرزمینی در نقاط ساحلی به علت پیشروی آب شور در رودخانه‌های این نواحی در حال حاضر یکی از مسائل مهم در تامین نیازهای آبی در این مناطق می‌باشد. در نواحی ساحلی آب شور به صورت یک گوه وارد رودخانه می‌گردد. با توجه به تفاوت چگالی موجود بین آب شور و آب شیرین یک ناحیه انتقالی بین دو سیال شکل می‌گیرد. میزان پیشروی آب شور و وسعت ناحیه انتقالی به عوامل مختلفی بستگی دارد که عبارتند از: تغییرات سطح آب دریا، خصوصیات آبخوان، رژیم هیدرولوژیکی بالادست، برداشت از آبخوان، جزر و مد و نوسانات فصلی آب دریا. یکی از راه‌های جلوگیری از پیشروی آب شور دریا به سفره‌های ساحلی احداث سد لاستیکی در مصب رودخانه می‌باشد. در این مقاله به کمک دینامیک سیالات محاسباتی جریان دو فازی مزبور شبیه سازی می‌گردد. جریان غیر دائمی وابسته به زمان در رودخانه ساحلی سرخورد محمودآباد شبیه سازی شده است تا طول اختلاط دو جریان آب شیرین از بالای سرریز سد لاستیکی و جریان آب شور دریا بدست آید. در این پایان نامه به کمک نرم افزار Fluent6.3 به شبیه سازی جریان ۲فازی آب شیرین ورودی از سمت چپ و آب شور از ورودی سمت راست پرداخته شده است. نتایج کاهش دانسیته سیال و جلوگیری از پیشروی آب شور در اثر استفاده از سیستم سد لاستیکی را نشان می‌دهد.

**واژگان کلیدی:** دینامیک سیالات محاسباتی، پیشروی آب شور دریا، رودخانه ساحلی، جریان چندفازی.

### ۱- مقدمه

از بین رفتن منابع آبهای زیرزمینی در نقاط ساحلی به علت پیشروی آب شور در آبخوان‌های این نواحی در حال حاضر یکی از مسائل مهم در تامین نیازهای آبی در این مناطق می‌باشد. با توجه به تفاوت چگالی موجود بین آب شور و آب شیرین یک ناحیه انتقالی بین دو سیال شکل می‌گیرد. بهره‌برداری سنگین از رودخانه‌های ساحلی بر روی گرایان هیدرولیک تأثیر نموده و سبب می‌گردد تا آب دریا در فواصل بسیار دوری از ساحل در رودخانه‌های ساحلی پیشروی نماید، چنین پدیده ای به نام پیشروی آب شور مورد مطالعه قرار می‌گیرد (۱،۲). روش معمول برای کنترل آب در کشورهای مختلف سدسازی می‌باشد، مهمترین مسئله در سدسازی حجم و نوع مصالح است و همواره حجم زیاد مصالح مصرفی در این نوع سازه‌ها بشر را بر آن داشته است که از تکنیک‌های مدرن تر استفاده نماید (۳).

یکی از افرادی که در این راستا فعالیت نموده است آقای نورمن ایمبرتسون (Normal Imbertson) است که ریاست بخش مهندسی کاربرد و نگهداری دپارتمان آب و برق شهر لوس آنجلس آمریکا را بعهده داشت. بعدها این ایده در ژاپن مورد



بررسی قرار گرفت و اولین سد لاستیکی در سال ۱۹۶۷ در ژاپن ساخته شد و از آن پس تعداد زیادی از این سدها توسط ژاپنی‌ها در نقاط مختلف دنیا ساخته شده است (۳،۴).

سدهای لاستیکی از الیاف نایلونی بافته شده‌ای تشکیل یافته‌اند که توسط خمیر لاستیک پوشانده می‌شود. الیاف نایلونی نقش شبکه مقاوم و خمیر لاستیک نقش آب بندی را بازی می‌کند. بطور کلی می‌توان گفت که ضخامت سه لایه‌ای که روی هم قرار می‌گیرند بین ۵ تا ۲۵ میلیمتر می‌باشد. لایه روئی سد لاستیکی نسبت به آفتاب و هوازدگی مقاوم است و دارای اجزایی است که سیلت را در خود جمع می‌کند. به طور خلاصه می‌توان گفت سدلاستیکی از یک ورقه لاستیکی با تحمل کششی بالا که ضخامت آن ۲۵-۵ میلیمتر است، تشکیل شده است. این ورقه لاستیکی توسط یک سری پیچ مهراری به یک پی بتنی که در بستر رودخانه استقرار یافته است متصل می‌شود و به وسیله سیستمی که از یک موتور پمپ، فشارسنج و تعدادی سوپاپهای کنترل تشکیل شده است به کار می‌افتد. سد لاستیکی از اجزای مختلفی تشکیل شده است که عبارتند از: فونداسیون، غشاء لاستیکی، سیستم مهاربندی، اتصالات بدنه و سیستمهای مکانیکی تورم و تخلیه سد. اجزای مذکور در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرند (۴).

میرعباس نجف آبادی و رهنما در سال ۱۳۸۶ مدل ریاضی آبخوان دشت سیرجان را تهیه نمودند. در این مطالعه تغییرات سطح ایستایی دشت سیرجان با مدل کامپیوتری PMWIN شبیه سازی شد. مدل پیشنهادی بر اساس گامهای زمانی یک ماهه و دوره‌های زمانی شش ماهه در سالهای ۷۴ تا ۸۴ برای ۷۴ حلقه چاه مشاهده‌ای کالیبره شد (۵).

نواری و همکاران در سال ۱۳۸۵ به بررسی اثر افزایش آب دریا در پیشروی آب شور در آبخوان‌های ساحلی (مطالعه موردی آبخوان تالار بابل هراز) پرداختند. آنها ناهمگنی و ارتفاع آبخوان و ضریب هدایت هیدرولیکی را مورد مطالعه قرار دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که ضرورت تحقیقات در زمینه ضریب هدایت هیدرولیکی در آبخوان‌های ساحلی لازم به نظر می‌رسد (۶).

در این مقاله به کمک دینامیک سیالات محاسباتی احداث سد لاستیکی در مصب رودخانه سرخورد محمودآباد جریان دو فازي مزبور شبیه سازی می‌گردد. احداث این گونه بندها همچنین به عنوان سدی در برابر پیشروی آلودگی‌های سطحی می‌باشد.

## ۲- روش تحقیق

در این تحقیق به کمک نرم افزار Fluent 6.3 به شبیه سازی جریان ۲ فازي آب شیرین ورودی از سمت چپ، هوا از مجرای عمودی و آب شور از ورودی سمت راست پرداخته شده است. با استفاده از الگوی Mixture اختلاط این ۲ فاز حل گردیده است. برای حل از مدل آشفتگی k-ε استفاده شده است.

### ۲-۱- معادلات مدل آشفتگی

روابط (۱) تا (۱۰) روابط ریاضی مورد استفاده در مدل آشفتگی k-ε را نشان می‌دهند (۷، ۸).

$$\frac{\partial hk}{\partial t} + \frac{\partial U_j hk}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \nu + \frac{\nu_t}{\sigma_k} \right) h \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + h P_k + h P_{Kv} - h \epsilon \quad (1)$$

$$\frac{\partial h \epsilon}{\partial t} + \frac{\partial U_j h \epsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \nu + \frac{\nu_t}{\sigma_\epsilon} \right) h \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] + h c_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} P_k + h P_{\epsilon v} - h c_{2\epsilon} \frac{\epsilon^2}{k} \quad (2)$$

$$\nu_t = c_\mu \frac{k^2}{\epsilon} \quad (3)$$

$$p_k = 2\nu_t S_{ij} \cdot S_{ij} \quad (4)$$

$$P_{kv} = c_k \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (5)$$

$$c_k = \frac{1}{c_f^{1/2}} \quad (6)$$

$$P_{\varepsilon v} = c_\varepsilon \frac{u_f^4}{h^2} \quad (7)$$

$$c_\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{e_* \sigma_t}} \frac{c_{2\varepsilon} c_\mu^{1/2}}{c_f^{3/4}} \quad (8)$$

$$c_f = \frac{u_f^2}{u^2 + v^2 + w^2} = \frac{n^2 g}{h^3} \quad (9)$$

$$c_{\varepsilon 1} = 1.44, c_{\varepsilon 2} = 1.92, \sigma_k = 1.0, \sigma_\varepsilon = 1.31, c_\mu = 0.09 \quad (10)$$

$P_{kv}$  و  $P_{\varepsilon v}$  ترم‌های تولید در اثر توزیع غیر یکنواخت سرعت در عمق می‌باشد.  $P_k$  ترم تولید انرژی جنبشی آشفتگی متوسط عمقی در اثر گرادیان‌های سرعت در پلان است.  $v_t$  لزجت گردابه ای است.  $\sigma_t$  عدد اشمیت است که رابطه بین لزجت آشفتگی و ضریب پخشیدگی آشفتگی را مطابق معادله زیر نشان می‌دهد:

$$\varepsilon_d = \frac{v_t}{\sigma_t} \quad (11)$$

مقدار  $\sigma_t$  برابر ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود.  $e_*$  ضریبی است که طبق معادله زیر ضریب پخشیدگی آشفتگی در عمق را بدست می‌دهد.

$$\varepsilon_d = e_* h u_f \quad (12)$$

اندازه‌گیری پخش رنگ در مسیر کانال‌های مستقیم و با عرض ثابت،  $e_*$  را ۰/۱۵ پیشنهاد می‌کند. خواص فیزیکی در مورد آب مقادیر ۹۹۸/۲، ۰/۰۰۱۰۰۰۳، ۴۱۸۲ و ۰/۶ به ترتیب برای چگالی ( $\text{kg/m}^3$ )، لزجت (Pa.s)، ظرفیت گرمایی (ژول بر سانتی‌گراد) و هدایت گرمایی (وات بر کلون متر) در نظر گرفته شده‌است.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- شرایط مرزی

شرایط مرزی متداول در مسائل هیدرولیک عبارتند از:

الف- شرط مرزی ورودی: در مدل عددی می‌توان متناسب با مدل طراحی شده، از انواع شرایط مرزی همچون سرعت، فشار، جریان جرمی و غیره استفاده نمود.

ب: شرط مرزی خروجی: در قسمت خروجی نیز شرط مرزی فشار خروجی معادل فشار اتمسفر در نظر گرفته شده شد.

ج- شرط مرزی دیواره: شرط مرزی دیوار برای محدود کردن نواحی سیال با جامد به کار می‌رود. در سیال لزج، شرط عدم لغزش در جداره‌ها، بوسیله مدل عددی اجرا می‌شود.

د- شرط مرزی تقارن: شرط مرزی تقارن در حالتی استفاده می‌گردد که هیچ جریانی از مرز وجود نداشته باشد یا هیچ شار اسکالر بصورت عرضی از مرز صورت نگیرد.

مراحل زیر فرایند کلی این مرحله را نشان می‌دهد:

۱. انتخاب روش گسسته سازی معادلات: در این مقاله از روش اختلاف بالادست مرتبه اول برای گسسته‌سازی

معادلات ممنتوم،  $k$  و  $\varepsilon$  و  $\omega$  از روش استاندارد برای میان‌یابی فشار استفاده شده‌است.

۲. انتخاب روش ارتباط سرعت- فشار: این مرحله تنها در مورد حل کننده تفکیکی قابل بررسی می باشد. مدل عددی از روش های سیمپل، سیمپل سی و پیزو استفاده می نماید که در این مقاله از روش سیمپل برای کوپل میدان سرعت- فشار استفاده شده است.

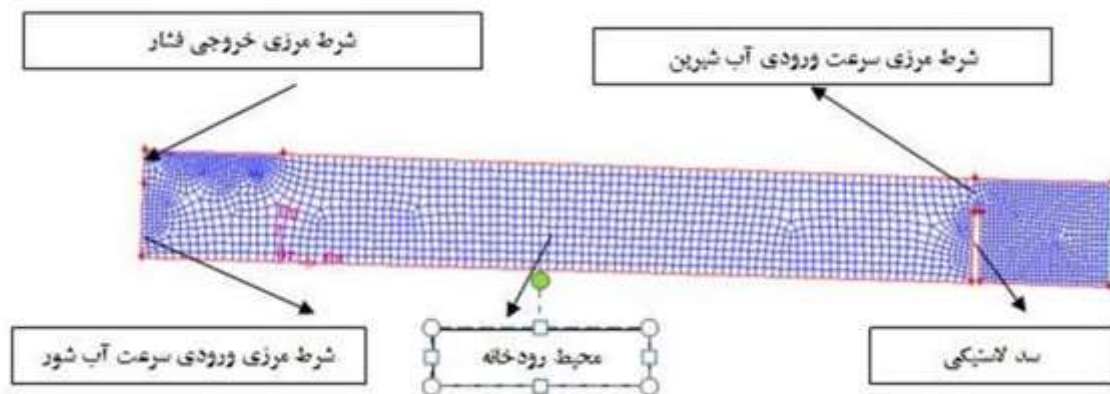
۳. تعیین فاکتورهای زیر تخفیف: از فاکتورهای زیر تخفیف برای کنترل تجدید مقادیر محاسبه شده متغیرها در هر تکرار استفاده می شود. برای بیشتر جریان ها، پیش فرض فاکتورهای زیر تخفیف معمولاً نیاز به اصلاح ندارد. در این مقاله از مقادیر پیش فرض ۰/۳، ۱، ۰/۷، ۰/۸، ۰/۸ و ۱ به ترتیب برای فشار، چگالی، ممنوم،  $k$  و  $\epsilon$  و لزجت آشفته استفاده شده است.

### ۳-۲- اتخاذ حدس اولیه در کل میدان حل

در این مقاله مقادیر اولیه فشار نسبی در کل میدان جریان برابر صفر، مقادیر اولیه مولفه های سرعت جریان نزدیک به مقادیر متوسط معرفی شده در ورودی جریان و برای، و مقادیری نزدیک به مقادیر تعیین شده در شرط مرزی ورودی یعنی نتایج در نظر گرفته شده است. در این مقاله به منظور حل میدان جریان، تعداد تکرار اولیه برابر ۱۰۰۰ با گزارشدهی در هر مرحله از محاسبات تعیین گردید که معمولاً شرایط معرفی شده برای همگرایی مجهولات مسئله، پس از ۳۰۰ تا ۳۵۰ تکرار ارضا شد.

### ۳-۳- مش بندی هندسه مساله

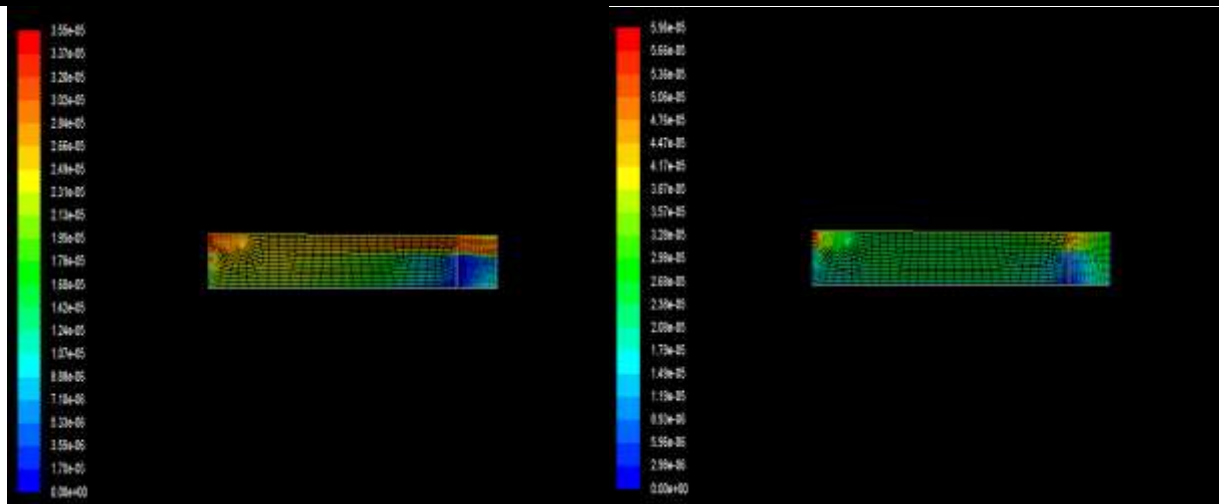
در این مقاله از نسخه ۲/۳/۱۶ نرم افزار گمبیت برای تولید هندسه و شبکه بندی آن استفاده شده است. الگوی شبکه از المان Quad و از نوع map برای صفحات استفاده شده است. شرایط مرزی موجود آب شور ورودی سمت راست از بالای سرریز از نوع سرعت ورودی، آب شیرین ورودی سمت چپ از نوع سرعت ورودی، سد زیرزمینی از نوع wall و محیط متخلخل ماسه با تخلخل ۰/۲۵ و شرط مرزی خروجی فشار در سمت چپ بالای شرز مرزی ورودی سرعت آب شیرین می باشند (شکل ۱).



شکل ۱: مش بندی مساله در نرم افزار گمبیت (Gambit)

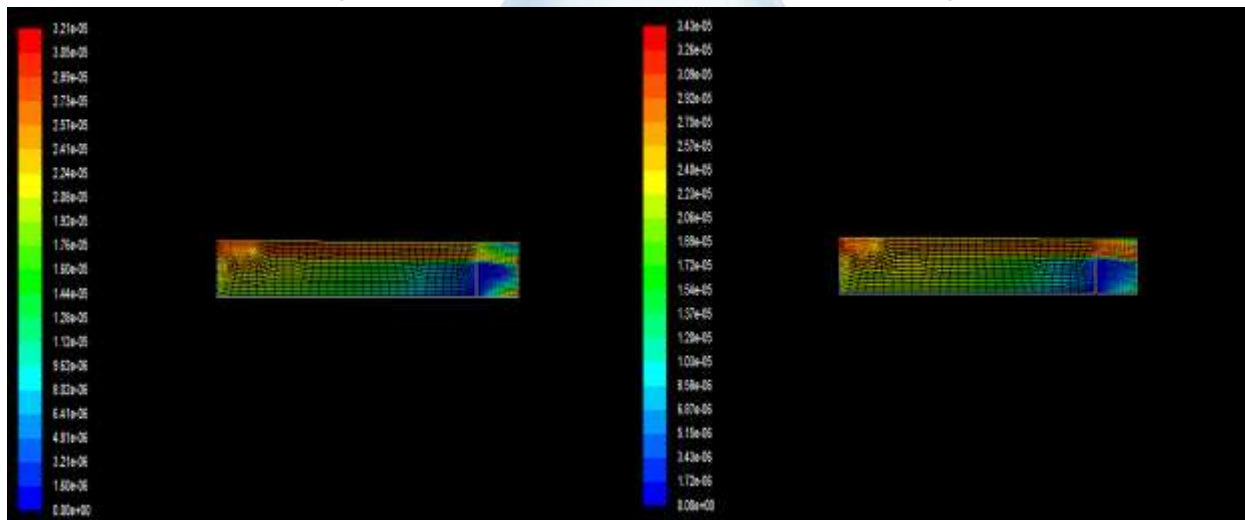
### ۳-۴- مدل سازی عددی

با تعریف الگوی دو فازی اولر، فاز اول آب شیرین و فاز دوم آب شور، اختلاط آب شور و شیرین با یک جریان وابسته به زمان محاسبه گردید. برای حل جریان سرعت ورودی آب شیرین را ۰/۰۵ متر بر ثانیه در نظر می گیریم. همچنین سرعت ورودی آب شور را  $10^{-6} * 1,157$  در نظر می گیریم. در این مقاله به کمک نرم افزار Fluent 6.3 به شبیه سازی جریان ۲ فازی آب شیرین ورودی از سمت راست از روی سرریز سد لاستیکی و آب شور از ورودی سمت چپ پرداخته شده است. نتایج به صورت شکل ۲ نشان داده شده است.



ب- زمان ۱۶ ثانیه

الف- زمان ۱ ثانیه



د- زمان ۴۶ ثانیه

ج- زمان ۱۱ ثانیه

شکل ۲- منحنی هم سرعت در جریان ۲ فازي آب شور و آب شیرین

یکی از راه‌های جلوگیری از پیشروی آب شور دریا به درون رودهای ساحلی احداث سد لاستیکی در ساحل می‌باشد. در این مقاله به کمک دینامیک سیالات محاسباتی جریان چند فازي مزبور شبیه سازی می‌گردد. جریان غیر دائمی وابسته به زمان شبیه سازی شده است تا طول اختلاط دو جریان آب شیرین از بالای سرریز سد لاستیکی و جریان آب شور در مصب رودخانه بدست آید. با مشاهده شکل ۲ مشخص می‌گردد که با گذشت زمان طول اختلاط افزوده می‌گردد. اگر برنامه برای زمان ۱۰ ساعت دریا حل گردد حاصل ضرب سرعت بدست آمده در زمان مسافت طی شده آب شیرین در مصب رودخانه را مشخص خواهد کرد.

#### ۴- نتیجه گیری

در این مقاله پیشروی آب شور دریا به درون رودهای ساحلی به کمک دینامیک سیالات محاسباتی جریان دو فازي مزبور شبیه سازی می‌گردد. جریان غیر دائمی وابسته به زمان در رودخانه ساحلی سرخورد محمودآباد شبیه سازی شده است تا طول اختلاط دو جریان آب شیرین از بالای سرریز سد لاستیکی و جریان آب شور دریا به روش شبیه سازی جریان ۲ فازي آب

شیرین ورودی از سمت چپ و آب شور از ورودی سمت راست پرداخته شده است. نتایج کاهش دانستیتة سیال و جلوگیری از پیشروی آب شور در اثر استفاده از سیستم سد لاستیکی را نشان می‌دهد.

### ۱. منابع و مراجع

۲. شفیعی، ع. و پارسا، ج.، (۱۳۸۶)، " شبیه سازی پیشروی شوری آب دریا در دهانه رودخانه‌ها با استفاده از روش اجزاء محدود، " سومین همایش زمین شناسی کاربردی و محیط زیست.
  ۳. فاطمی، س. ا. و عطایی آشتیانی، ب.، (۱۳۸۷)، " شبیه سازی اثر پیشروی آب شور بر تخلیه آلاینده‌ها در آبخوان ساحلی زیر حوضه تالار، " چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران، اردیبهشت ۱۳۸۷.
  ۴. کرد رستمی، م.، ۱۳۷۳. " تهاجم و پیشروی آب شور دریا در آبخوان ساحلی دشت ساری - نکا". پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آب‌های زیرزمینی، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.
  ۵. کرمی خانیکی، ع. و غریب رضا، م. ر.، (۱۳۸۴)، " بازیافت و احیاء اراضی دلتایی با استفاده از سدهای جزر و مدی (مطالعه موردی دلتای رودخانه زهره)، " سومین همایش ملی فرسایش و رسوب.
  ۶. میرعباس نجف آبادی، ر. و رهنما، م. ب.، " شبیه سازی آبخوان دشت سیرجان با استفاده از مدل *modflow* و بررسی اثرات احداث سد تنگ‌ئیه بر آن "
  ۷. نواری، م. و عطایی آشتیانی، ب.، (۱۳۸۵)، " بررسی اثر افزایش آب دریا در پیشروی آب شور در آبخوان‌های ساحلی (مطالعه موردی آبخوان تالار بابل هراز)، " هفتمین همایش بین‌المللی سواحل، بنادر و سازه‌های دریایی، تهران (سازمان بنادر و کشتیرانی)، ۱۳۸۵.
8. Rastogi, A. K., and Rodi, W. (1978). "Prediction of Heat and Mass Transfer in Open Channels", Journal of Hydraulics Division, ASCE, 104(3), 397- 420.
9. Reynolds, O. (1984). "On the Dynamical Theory of Incompressible Viscous Fluids and the Determination of the Criterion" Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1986, 123-161.





## Investigation of the Impact of Rubber Dam Construction on Preventing Saltwater Progress in Coastal Rivers

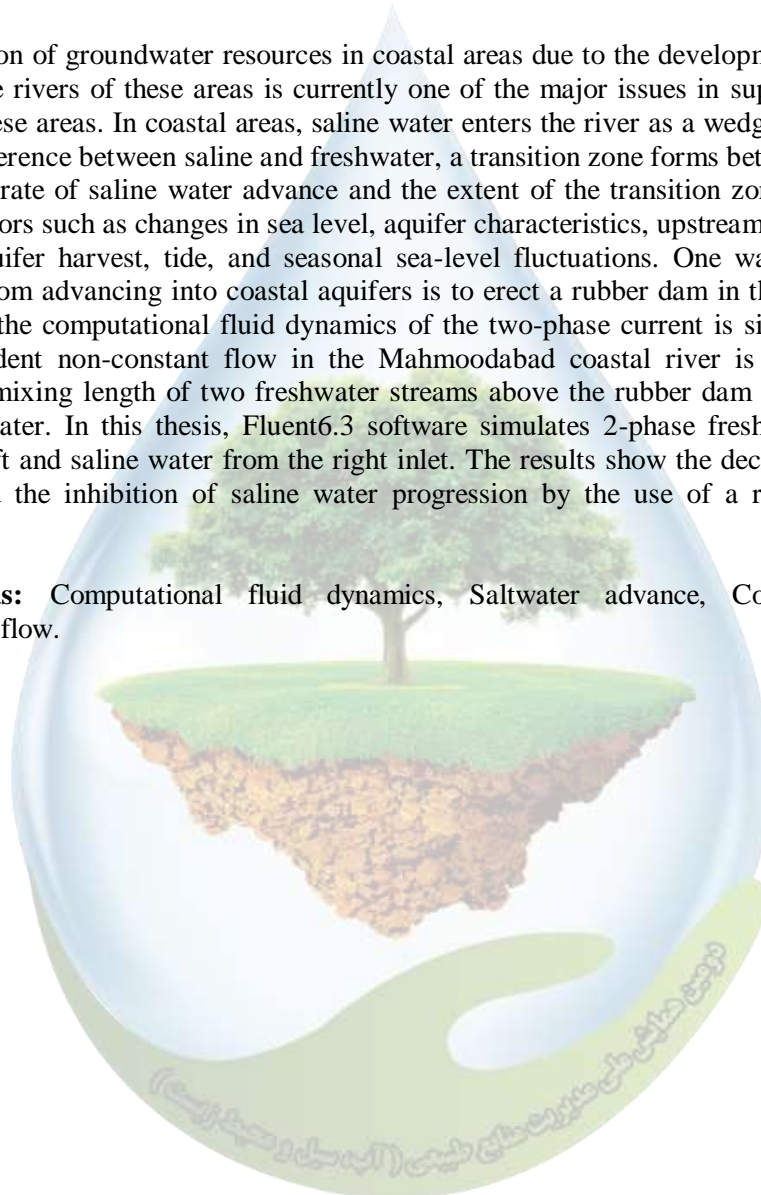
Payam Zanganeh Ranjbar<sup>1,\*</sup>, Houman Moradi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Guilan, Rasht, Iran, PO Box: 3756, <sup>2</sup>MSc Student of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Guilan, Rasht, 1, \* Corresponding Author Email: p.zanganeh@guilan.ac.ir

### Abstract

The depletion of groundwater resources in coastal areas due to the development of saline water in the rivers of these areas is currently one of the major issues in supplying water needs in these areas. In coastal areas, saline water enters the river as a wedge. Due to the density difference between saline and freshwater, a transition zone forms between the two fluids. The rate of saline water advance and the extent of the transition zone depend on various factors such as changes in sea level, aquifer characteristics, upstream hydrological regime, aquifer harvest, tide, and seasonal sea-level fluctuations. One way to prevent saltwater from advancing into coastal aquifers is to erect a rubber dam in the estuary. In this paper, the computational fluid dynamics of the two-phase current is simulated. The time-dependent non-constant flow in the Mahmoodabad coastal river is simulated to obtain the mixing length of two freshwater streams above the rubber dam overflow and saline seawater. In this thesis, Fluent6.3 software simulates 2-phase freshwater inflow from the left and saline water from the right inlet. The results show the decrease of fluid density and the inhibition of saline water progression by the use of a rubber barrier system.

**Keywords:** Computational fluid dynamics, Saltwater advance, Coastal rivers, Multiphase flow.



### نقش واحدها و رخساره‌های ژئومورفولوژی در پخش سیلاب محسن آب مهران

نگار ابراهیمی<sup>۱\*</sup>، حاجی کریمی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بیان‌زدایی  
NegarEbrahimi.2013@gmail.com

۲- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام  
Haji.karimi@gmail.com

#### چکیده

در پروژه حاضر با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی و اطلاعات بومی و نقشه‌های موجود و نیز با استفاده از عملیات صحرایی، نقشه بزرگ مقیاس منطقه تهیه گردید، سپس برای تعیین حدود و وسعت رخساره‌های ژئومورفولوژی، مقاطع مختلف با جهات متنوع بر روی نقشه ترسیم شده است. نتایج بررسی نشان می‌دهد که رخساره‌های ژئومورفولوژی عمدتاً شامل رخساره‌های دامنه‌های منظم با برونزد سنگی زیاد (HROs)، پوشیده از کلوویوم (HrcS) و دامنه‌های منظم با برونزد سنگی خفیف (HroR) تقسیم می‌شوند. که از بین آنها رخساره دامنه‌های منظم برونزد سنگی خفیف حدود ۴۵ درصد و بعد از آن رخساره نامنظم بیشترین گسترش را دارند.

واژگان کلیدی: واحدهای ژئومورفولوژی، رخساره‌های ژئومورفولوژی، پخش سیلاب محسن آب، تشکیلات زمین‌شناسی

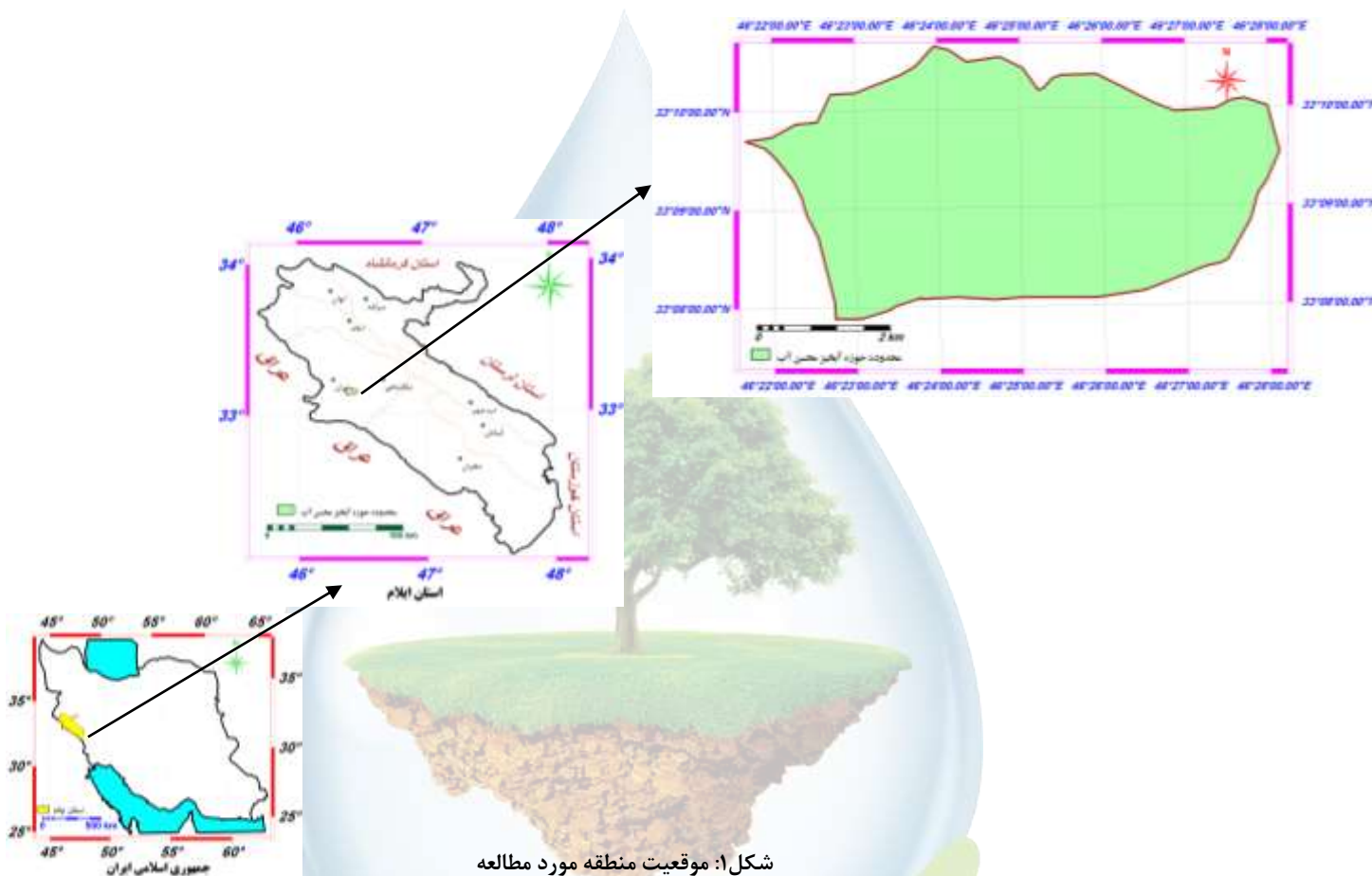
#### مقدمه

امروزه بررسی‌های شناخت ژئومورفولوژی به عنوان پایه و اساس و مبنای مطالعات مختلف در خصوص منابع طبیعی تجدید شونده محسوب شده و همراه با سایر علوم به ویژه زمین‌شناسی، اقلیم‌شناسی، خاک‌شناسی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد و در بسیاری از طرح‌های تحقیقاتی آبخیزداری، بیان‌زدایی و مرتع‌داری نقش بسیار مؤثر و انکارناپذیری دارد کشور ما ایران از نظر ژئومورفولوژی متنوع بوده و دارای واحدهای مختلف ژئومورفولوژی می‌باشد. در رابطه با این تحقیق مطالعاتی صورت گرفته است از جمله: (شریفی، ۱۳۸۲) با بررسی نقش واحدها و رخساره‌های ژئومورفولوژی در پروژه‌های آبخیزداری به این نتیجه رسید که رخساره توده سنگی و رخساره فرسایش آبی بیشترین گسترش را دارند که در پروژه‌های آبخیزداری باید به آنها توجه کرد. (سیلاخوری و همکاران، ۱۳۹۶) شناسایی و تفکیک رخساره‌های ژئومورفولوژی منطقه سبزه‌وار با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به این نتیجه رسیدند که واحد دشت‌سر و رخساره مخروط‌افکنه با فرسایش آبراهه‌های بیشترین پراکنش در منطقه را دارد. منطقه مورد مطالعه در حالت کلی دارای واحدهای ژئومورفولوژی کوهستان، تپه ماهور و دشت می‌باشد که واحد کوهستان با ۴۸/۱۷ درصد و واحد دشت سر با ۵۱/۸ درصد کل حوزه را در بر می‌گیرند.

#### موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز بانرحمان با مساحت حدود ۲۶۸۰ هکتار در استان ایلام و در شهرستان مهران قرار گرفته و از نظر موقعیت جغرافیایی بین "۲۴' ۲۲" تا "۴۴' ۲۷" ۴۶° طول شرقی و "۳۰' ۰۶" تا "۵۱' ۰۹" ۳۳° عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوزه ۴۶۰ متر و حداقل ارتفاع در خروجی حوزه برابر ۲۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد. مهم‌ترین رودخانه که با

فاصله از این حوزه را زهکشی می‌کند، رودخانه گاوی می‌باشد که روند آن شمال شرقی - جنوب غربی می‌باشد. این حوزه در دامنه جنوب غربی کوه‌های پشیمین واقع شده است این محدوده از لحاظ ساختار زمین‌شناسی در قسمت شمال غربی کمربند چین‌خورده زاگرس قرار گرفته و چین‌های متعددی به شکل تاقدیس و ناودیس در آن وجود دارد. کوه‌های منطقه مذکور با توجه به زمین‌شناسی ساختمانی و چین‌شناسی سنگ‌های تشکیل‌دهنده آن به شکل دراز و کشیده در آمده و دره‌های نسبتاً کم‌عرض در میان این کوه‌ها بوجود آمده است شکل ۱.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

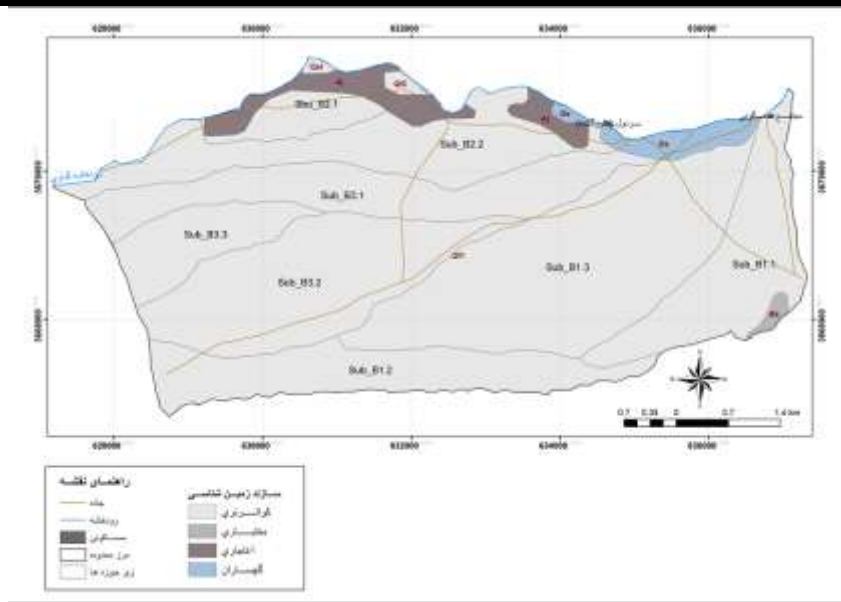
### زمین‌شناسی

حوزه آبخیز محسن آب با توجه به نقشه زمین‌شناسی حوزه آبخیز مورد مطالعه، گستره آن از سنگ‌ها و رسوبات مربوط به دوران‌های سوم و چهارم تشکیل یافته و لیتولوژی‌های مربوط به دوره‌های میوسن و رسوبات تا عهد حاضر در آن گسترش دارند.

جدول ۱: درصد گسترش سازندهای زمین‌شناسی در حوزه آبخیز مورد مطالعه

ردیف	سازند	علامت اختصاری	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
۱	نهشته‌های آبرفتی	Q	۳۱۲۲/۵	۸۸/۹۳
۲	سازند بختیاری	Bk	۲۱/۰۱	۰/۶۰
۳	سازند آغاچاری	Aj	۳۱۵/۶۳	۸/۹۹
۴	سازند گچساران	Gs	۵۱/۹۴	۱/۴۸





شکل ۲: نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

### مواد و روش‌ها

با توجه به نقشه شیب و ارتفاع و همچنین با اخذ اطلاعاتی از عکس‌های هوایی حوزه و به ویژه پیمایش‌های صحرایی، سیمای زمین ریخت‌شناسی حوزه به صورت زیر تفکیک گردیده است. با توجه به اطلاعات حاصل، گستره مورد مطالعه تحت عنوان دو واحد کوهستان و دشت سر تقسیم بندی گردیده است.

### نتایج

تفکیک و طبقه‌بندی هر کدام از واحدها، تیپ و رخساره‌های ژئومورفولوژیکی در حوزه آبخیز مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است شکل ۳.

جدول ۲ تفکیک و طبقه بندی واحدها، تیپ و رخساره‌های ژئومورفولوژیکی در حوزه آبخیز مورد مطالعه

واحد	تیپ	زیر تیپ	رخساره	زیر رخساره	علامت رخساره	سازند
واحد کوهستان:	تیپ واریزه‌ای	آهکی شیلی	رخساره دامنه‌های نامنظم با برونزد سنگی کمتر از ۱۵ درصد	فرسایش شیاری پراکنده	HicR	بختیاری
		آهکی مارنی	رخساره دامنه‌های منظم با برونزد سنگی ۲۵ تا ۷۰ درصد	فرسایش سطحی	HRoS	آبرفت
واحد دشت سر	تیپ ماهوری	آهکی	رخساره دامنه‌های منظم برونزد سنگی خفیف حدود ۴۵ درصد	فرسایش شیاری و آبراهه‌ای	HroR	آبرفت
		مسیل	رخساره فرسایش آبراهه ای	شن و ماسه و قلوه سنگ و در مواردی تخته سنگ	Q <sub>f2</sub>	آبرفت

آبرفت	PA	فرسایش آبی و آبکندی	رخساره نامنظم	آبراهه	دشت سر انتهایی (آپانداژ)
آبرفت	Q <sup>nl</sup>	رسوبات بستر آبراهه‌ای و میکروتراسه‌های کوچک	رخساره اراضی کشاورزی	تراس آبرفتی	دشت سر پوشیده (دشت)

### نتیجه‌گیری

منطقه مورد مطالعه از نظر تقسیمات ژئومورفولوژی و بر اساس رخساره‌ها بیشتر دارای رخساره دامنه‌های منظم برونزد سنگی خفیف حدود ۴۵ درصد و رخساره نامنظم می‌باشد که به طور مختصر توضیح هر کدام به شرح ذیل است:

#### واحد کوهستان

واحد کوهستان به دو رخساره عرصه‌های کوهستانی با دامنه‌های منظم و نامنظم تفکیک شده است. تیپ‌های موجود عمدتاً شامل دو تیپ واریزه‌ای و تیپ تپه ماهوری می‌باشد.

#### تیپ واریزه‌ای

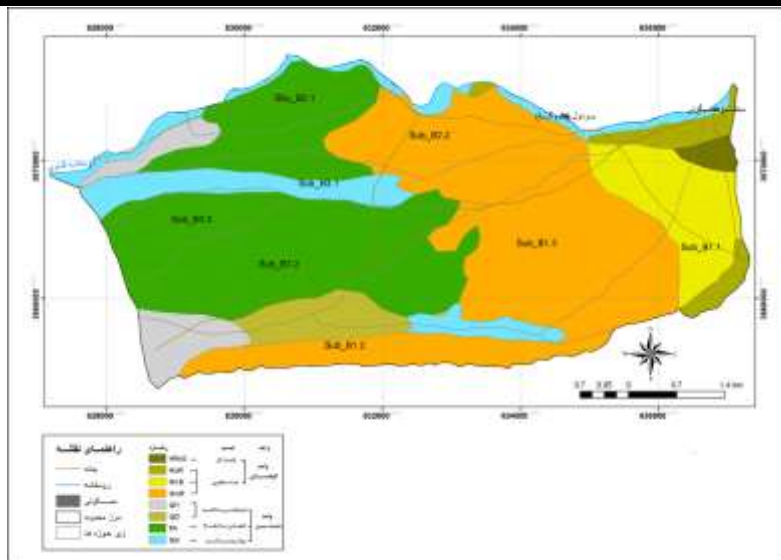
این تیپ شامل دامنه‌هایی است که بطور متوسط بیش از ۷۵ درصد سطح آنها توسط پوشش آبرفتی مستور گشته است. رخساره این تیپ دامنه‌های نامنظم با برونزد سنگی کمتر از ۱۵ درصد

#### تیپ تپه ماهوری

تیپ تپه ماهور از گسترش بیشتری در حوزه برخوردار است و حدود ۴۵/۱ درصد حوزه را در بر می‌گیرد. دامنه‌های با شیب ملایم و کمتر از ۲۵ درصد. اختلاف ارتفاع بیشتر از ۵۰ متر و کمتر از ۲۵۰ متر. تیپ تپه ماهور مبتنی بر خصوصیات شیب و دامنه‌ها، نیز در این حوزه به رخساره‌های دامنه منظم و نامنظم تفکیک می‌گردد. در منطقه مورد مطالعه بیشتر رخساره دامنه‌های منظم وجود دارد. رخساره دامنه‌های نامنظم بسیار ناچیزند. رخساره دامنه‌های منظم، دامنه‌های صاف و فاقد برجستگی مشخص را در بر می‌گیرد. دامنه‌های منظم (T) به رخساره‌های دامنه‌های منظم با برونزد سنگی زیاد (HRoS)، پوشیده از کلوویوم (HrcS) و دامنه‌های منظم با برونزد سنگی خفیف (HroR) تقسیم می‌شوند.

#### واحد دشت سر

تیپ دشت سر فرسایشی یا لخت این تیپ از دو زیرتیپ تشکیل شده است: زیرتیپ مخروط افکنه، زیرتیپ آبراهه تیپ دشت سر انتهایی یا آپانداژ این از یک زیرتیپ تشکیل شده است: زیرتیپ تراس آبرفتی، تیپ دشت سر پوشیده یا دشت این تیپ از یک زیرتیپ آهکی شیلی و یک رخساره یعنی نامنظم تشکیل شده است. با توجه به رخساره‌های موجود در منطقه برای پروژه طرح پخش سیلاب مناسب در نظر گرفته شده است.



شکل ۳: نقشه واحد و رخساره‌ی ژئومورفولوژی

### منابع

ابراهیمی، ن، ۱۳۹۶، پایان نامه ارزیابی طراحی و اجرای پخش سیلاب باترحمان مهران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام.  
 سیزاندیشان کبیرکوه، اردیبهشت ۱۳۹۳، مطالعات تفصیلی اجرایی پخش سیلاب محسن آب، اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان ایلام.  
 سیلاخوی، ا، اونق، م، ۱۳۹۷، شناسایی و تفکیک رخساره‌های ژئومورفولوژی منطقه سبزوار با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، همایش سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی.  
 شریفی، ر، ۱۳۸۶، نقش واحدها و رخساره‌های ژئومورفولوژی در پروژه‌های آبخیزداری، سومین همایش زمین‌شناسی کاربردی و محیط زیست.





The role of geomorphological units and facies in spreading of Mohsen ab Mehran

Negar Ebrahimi , Haji Karimi

*M.Sc. Student of Desertification, University of IlamNegarEbrahimi.2013@gmail.com*

*Associate Professor of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture, Ilam*

*UniversityHaji.karimi@gmail.com*

**Abstract**

In the present project, a large scale map of the area was prepared using geological and topographic maps, aerial photos, indigenous information and existing maps, as well as field operations, then different sections with different directions for determining the extent and extent of geomorphological facies. It is drawn on the map. The results show that the geomorphologic facies are mainly divided into facies of high slope rocky outcrop (HRoS), colloidal overlap (HrcS) and low slope rock outcrop (HroR) facies. Among them, facies of regular slopes of mild rock outcrop are about 45% and after that irregular facies have the most expansion.

**Keywords:** Geomorphological units, Geomorphological facies, mohsen ab spillway, Geological organization



### کیفیت آب در شرایط وقوع سیل و روش‌های تصفیه آن

آنی‌تا خلیل‌زاده

کارشناس مسئول آزمایشگاه آب، شرکت آب و فاضلاب مشهد  
Khalilzadeh\_anita@yahoo.com

#### چکیده

آب یکی از مهمترین عوامل اصلی است که در بلایای طبیعی باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد. زیرا به علت کمبود امکانات و نامناسب بودن منابع تامین و توزیع به سرعت آلوده شده و در صورت عدم کنترل موجب انتشار بیماری‌های روده‌ای و همه‌گیری در بین آسیب‌دیدگان می‌شود. در شرایط وقوع سیل نیز، آب در حالی که براحتی آلوده می‌شود، تصفیه و سالم سازی آن برای شرب مشکل است. تامین آب کافی و تصفیه آن در شرایط اضطراری و کنترل و نظارت بر کیفیت آب، به عنوان یکی از مهمترین شاخص‌های سنجش خدمات‌رسانی به آسیب‌دیدگان می‌باشد. در این مقاله علاوه بر بررسی کیفیت آب در زمان وقوع سیل، به روش‌های تصفیه آن نیز اشاره می‌گردد.

واژگان کلیدی: سیل، کیفیت آب، تصفیه آب، بلایای طبیعی

#### ۱- مقدمه

امروزه به علت تغییرات اقلیمی شاهد افزایش روز افزون آمار جهانی بلایای طبیعی از جمله سیل هستیم. به نظر می‌رسد تغییرات اقلیمی روند بارش نزولات آسمانی را تغییر داده است. یکی دیگر از عوامل افزایش این بلایا، افزایش جمعیت به خصوص در آسیا و آفریقا است. فجاج زمانی رخ می‌دهند که مخاطراتی سبب تخریب فیزیکی و یا برآشفتگی اجتماعی و اقتصادی شوند که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر زندگی انسان‌ها تأثیر می‌گذارد. وقتی این شرایط خارج از محدوده توانایی جوامع برای کنترل آن باشند، شرایط اضطراری به وجود می‌آید. یکی از اصلی‌ترین اولویت‌ها پس از وقوع بلایای طبیعی نظیر سیل و زلزله، تأمین آب قابل شرب است. این موضوع در کنار تأمین پناهگاه، دارو و غذا می‌تواند کمک شایانی به کنترل و مدیریت شرایط بحرانی کند؛ بنابراین فراهم آوردن امکان دسترسی به منابع آب تمیز برای جمعیت تحت تأثیر، ضروری است. (۳) یکی از ملزومات حیات بشری چه در زمان آرامش و چه در زمان بحران نوشیدن آب سالم می‌باشد. نوشیدن آب سالم و عاری از میکروب‌های بیماری‌زا نقش مهمی در پیشگیری از بیماری‌های منتقله از طریق آب مانند انواع اسهال‌های حاد و مزمن و ... دارد. لذا تامین آب کافی و تصفیه آب در شرایط اضطراری و کنترل و نظارت بر کیفیت آب در این شرایط، از اهمیت خاصی برخوردار است. (۲)

#### ۲- بیان مسئله

اصولاً همزمان با جاری شدن سیل، یکی از مواردی که دغدغه ذهنی متولیان مدیریت بحران می‌شود، کیفیت آب است. البته در بحث کیفیت آب، معمولاً به موضوع تامین آب آشامیدنی مناطق سیل‌زده پرداخته می‌شود و کمتر به کیفیت آن توجه می‌گردد. تقسیم‌بندی اختصاصات کیفیت آب عبارتند از: اختصاصات ظاهری (بو، طعم، کدورت و رنگ)، اختصاصات فیزیکی

(اسیدیته، قابلیت هدایت الکتریکی، خاصیت خوردگی و مواد معلق) و اختصاصات شیمیایی (سختی، مواد معدنی، مواد آلی، عناصر کمیاب و مواد رادیواکتیو). به طور کلی کیفیت آب ناشی از سیل در ۳ بازه زمانی قابل بررسی است. ابتدای وقوع سیل، مدت زمان وقوع سیل و پس از فروکش کردن سیل و یا طولانی شدن زمان سیل یا آبگرفتگی و در هر کدام از این مراحل با موارد خاصی مواجه هستیم. (۵)

در کیفیت آب ناشی از سیل، مؤلفه‌های متعددی نقش دارند. به عنوان نمونه، در سیل ناشی از ذوب برف، آب گل آلود، سبک و دارای تعداد زیادی باکتری است و در سیل دوره خشکسالی، آب غنی از مواد معدنی است. همچنین جنس و کاربری اراضی، کیفیت آب سیل را تغییر می‌دهند. خاک‌های رسی ایجاد گل و لای می‌کنند. خاک‌های آلی یا مرداب‌ها ایجاد رنگ می‌کنند. اراضی زراعی، گل و لای، کودهای شیمیایی، علف‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها را وارد آب می‌کنند و مواد معدنی از سازندهای زمین‌شناسی به آب وارد می‌شوند. زمین‌های جنگلی و مردابی مواد آلی تولید می‌کنند و اراضی زراعی شیب‌دار و سایر خاک‌های بدون پوشش رسوب ایجاد می‌کنند. فصل جاری شدن سیل نیز در کیفیت آب ناشی از سیل تأثیر دارد. سیل‌های پاییزه گیاهان مرده را حمل می‌کند (رنگ، مزه، عصاره‌های آلی، میکروبه‌ها). در فصل خشک نسبت نمک‌های محلول در آب افزایش می‌یابد. زواید صنایع فصلی مثل رب یا کنسروسازی و ارگانسیم‌های آبی فصلی کیفیت آب ناشی از سیل را تحت تأثیر قرار می‌دهند. (۱)

حتی در سیل‌های کوتاه‌مدت، تغییرات دوره‌ای شب و روز نیز در کیفیت آب ناشی از سیل تأثیرگذار است زیرا تولید اکسیژن توسط پلانکتون‌ها در طول شب و روز متفاوت است. جریان فاضلاب در ساعات مختلف تفاوت دارد و زوائد صنعتی در شیفت‌های تولید و شستشو و استراحت نیز متغیر است. تلفات حیوانات اعم از وحشی و اهلی و فساد لاشه‌های آنان نیز در صورت عدم کشف و دفع بهداشتی در کیفیت آب تأثیرگذار است. سیل به مزارع پرورش ماهی گرمابی و سردابی نیز خسارت وارد می‌کند و بخش از ماهی‌ها را با خود منتقل می‌نمایند. (۱۰)

یکی از عوامل تغییر کیفیت آب در مناطق سیل زده، بالا آمدن فاضلاب‌ها است. به دلیل تخریب زیرساخت‌های آب سالم و آلودگی منابع آب زیرزمینی، احتمال انتقال و شیوع بیماری‌های عفونی و دهانی افزایش می‌یابد. تماس مدفوع انسان و حیوانات با آب باعث آلوده شدن آب می‌شود و ممکن است بیماری‌های سختی را ایجاد کنند. (۷)

### ۳- مشکلات ناشی از مصرف آب آلوده در زمان وقوع سیل

کیفیت آبی که در سیل وجود دارد بسیار متفاوت از انواع آب‌هایی است که همه ما به طور روزمره با آن سر و کار داریم. بیماری‌هایی مانند حصبه، وبا و هپاتیت A که منشأ آبی دارند از بیماری‌های پس از سیل محسوب می‌شوند. همچنین بعد از وقوع سیل، احتمال بروز بیماری‌های انگلی و باکتریایی همچون مالاریا، تب دنگی، تب زرد و تب نیل غربی نیز وجود دارد. معمولاً سیلاب حاوی مقادیر زیادی باکتری، ویروس، فاضلاب و ... است که اگر با دهان، چشم‌ها و پوست انسان تماس یابد، موجب بروز عفونت می‌شود و تماس آن با پوست زخمی یا بریده، موجب عفونت‌های پوستی می‌گردد. (۷) نتیجه بلعیدن ناخودآگاه آب ناشی از سیل، خوردن باکتری، ویروس یا انگلی است که می‌تواند سبب بروز بیماری گوارشی شود و در حالت خوشبینانه باعث اسهال و استفراغ شوند. کریپتوسپوریديوم، ژیاودییا، ای کولی و سالمونلا از جمله میکروب‌هایی هستند که معمولاً در آب سیل وجود دارد و دستگاه گوارش را هدف قرار می‌دهند. بیماری گوارشی لپتوسپیروز که از طریق ادرار موش پخش می‌شود، می‌تواند کشنده باشد. همچنین بیماری لژیونر که نوعی عفونت تنفسی است و سبب سرفه، تنگی نفس، تب و لرز و در صورت بی‌توجهی، حتی موجب مرگ می‌شود، از طریق نوشیدن یا حتی تنفس آب آلوده، منتقل می‌گردد و افرادی در پاکسازی سیل حضور دارند و کشاورزانی که نسبت به شخم و کشت و کار پس از فروکش کردن سیل اقدام می‌کنند، در صورت عدم تمهیدات لازم، ممکن است در معرض ابتلاء به آن قرار گیرند. (۴)

آب‌های ساکن باقیمانده بعد از سیل، پشه‌ها را جذب می‌کند و مکانی برای رشد و تکثیر آنها و موجب بیماری‌هایی همچون مالاریا می‌شود. با گرم شدن هوا شیوع بیماری‌هایی مانند سالک که از طریق هجوم و تکثیر حشرات منتقل می‌شود،

مورد انتظار است. در زمان وقوع سیل لازم است از تماس دهان، بینی و چشم‌ها با آب جلوگیری شود. تخلیه مناطق سیل‌زده و مناطقی که در معرض سیل قرار دارند به منظور جلوگیری از بسیاری تبعات خطرناک که یکی از آنها بروز احتمالی بیماری‌هاست، تا رفع خطر ضروری به نظر می‌رسد. وقوع سیل، نگرانی‌ها نسبت به وضعیت سلامت مردم در مناطق سیل‌زده و مناطق مجاور را موجب شده و خطر شیوع برخی از بیماری‌ها پس از سیل چند برابر می‌شود و در این بین، رعایت نکات بهداشتی از سوی مردم ضروری است. به‌عنوان مثال برای شرب از آب بسته‌بندی استفاده کنند و برای سایر مصارف آب را جوشانده و بعد مصرف کنند. (۱) یا اگر زخم یا بریدگی و خراشی روی بدنشان ایجاد شده یا احساس تب و لرز داشته یا دیگر نشانه‌های عفونت را دیدند از پزشکان مستقر در مناطق سیل‌زده کمک بگیرند. امداد رسانی‌ها و اقدامات پیشگیرانه از سوی سازمان‌های مسئول نیز لازم است. در سیل، فاضلاب خانگی و صنعتی مناطق بالادست به همراه سیل به مناطق پایین دست می‌آید و هرچند رواناب‌های آلوده بتدریج تخلیه می‌شود، اما گل و لای و رسوبات آنکه دارای آلودگی است به جای مانده و موجب مشکل می‌شود. نظافت جوی‌های آب، نظافت پیرامون استقرار چادرها، تخلیه نخاله‌های ساختمانی و گل و لای، آهک پاشی، سم پاشی، آموزش چگونگی مقابله با حشرات و اصول اولیه بهداشتی به مردم و توزیع اقلام مورد نیاز برای مبارزه با هجوم حشرات، از موارد لازم جهت کاهش احتمال بروز بیماری‌های ناشی از سیل است. (۵)

#### ۴- اهمیت تامین آب سالم در شرایط اضطراری

یکی از اصلی‌ترین اهداف در مدیریت بحران، تأمین آب شرب است که برای ادامه حیات ضروری است. حداقل استانداردهای لازم برای آب آشامیدنی در شرایط بحرانی عبارت‌اند از: نبود باکتری کلی‌فرم در آب، مقدار کلر باقیمانده کمتر از ۰/۵ میلی‌گرم در هر لیتر و کدورت کمتر از ۵/۰ NTU همچنین این آب نباید در اثر استفاده کوتاه‌مدت، اثر منفی بر سلامت انسان بگذارد. تصفیه آب در شرایط اضطراری و بحرانی با دو چالش عمده که در زیر بیان شده‌اند، روبروست:

- مشکلات کیفیت آب: بلایای طبیعی معمولاً می‌توانند میزان میکروبهای موجود در آب‌های سطحی را افزایش دهند. دیگر مشکل کیفیت آب در این شرایط می‌تواند شوری آن و همچنین وجود دیگر مواد خطرناک انتشار یافته در آن باشد. همچنین تغییر مداوم کیفیت آب و نبود تجهیزات لازم برای پایش کیفیت آب در این شرایط می‌تواند زمینه بروز مشکلات را فراهم کند.
- دسترسی محدود به منابع آب: دسترسی محدود به منابع آب نیز فرآیند آب‌رسانی در شرایط اضطراری را پیچیده‌تر می‌کند. یک نتیجه محتمل ناشی از بلایای طبیعی می‌تواند قطع برق باشد که استفاده از فناوری‌های تصفیه آب وابسته به انرژی را محدود می‌کند. فناوری‌های تصفیه آبی که وابسته به انرژی نبوده و یا از انرژی‌های نو استفاده می‌کنند می‌تواند یکی از راهکارهای برون‌رفت از این شرایط باشند. (۸)

از عوامل مؤثر در انتخاب تجهیزات تصفیه آب مناسب می‌توان به شرایط حادثه، منابع آب، کیفیت آن و همچنین ویژگی‌های فنی هر فناوری اشاره کرد. همچنین در انتخاب فناوری و تجهیزات لازم برای تصفیه آب در شرایط اضطراری، توجه به عواملی نظیر سرعت انجام عملیات تصفیه، هزینه تجهیزات، تعمیرات لازم برای تجهیزات، پیچیدگی فناوری، سطح مهارت لازم برای مصرف‌کننده و کارایی تجهیزات برای تصفیه آب با کیفیت‌های مختلف را در نظر گرفت. عوامل مؤثر در انتخاب فناوری تصفیه آب مناسب برای شرایط بحرانی تنها به موارد فوق محدود نشده و عواملی نظیر میزان انرژی مورد نیاز آنها با توجه به احتمال عدم دسترسی به منابع انرژی کافی در زمان بروز بحران و استقبال عمومی جامعه هدف از فناوری نیز باید در نظر گرفته شود. (۳) در جدول شماره ۱ وسایل و ابزار مورد نیاز جهت نظارت و کنترل آب و فاضلاب برای جمعیت ۱۰۰۰۰ نفری در شرایط اضطراری اشاره دارد.

جدول ۱: وسایل و ابزار مورد نیاز جهت نظارت و کنترل آب و فاضلاب برای ۱۰۰۰۰ جمعیت (۱۰)

ردیف	نام مواد / تجهیزات	تعداد به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر
۱	وسایل نمونه برداری آب (بطری های استریل، گاز، پنبه و کبریت، برچسب نمونه)	۱۰۰ سری
۲	کیت کلر سنج و pH سنج	۱۰ دستگاه
۳	کیف حمل نمونه	۱۰ عدد
۴	کیت پرتابل کدورت سنج	۱۰ دستگاه
۵	کیت میکروبی آب برای اشرشیا کلی (آزمایش حضور و غیاب)	۱۰ دستگاه
۶	کامپیوتر پرتابل با مودم و نرم افزارهای مناسب	۱۰ دستگاه
۷	کاغذ و خودکار و مداد	۵۰ سری
۸	آزمایشگاه سیار شامل کیت پرتابل شیمیایی آب، انکوباتور، فور، تجهیزات شیشه‌ای آزمایشگاهی (بشر، مزور، ارلن و پی پت، بالن ژوزه در حجم‌های مختلف و...)، اتوکلاو، آب مقطر، ترازو، محیط کشت، ممبران فیلتر، کامپیوتر پرتابل با مودم و پرینتر و وسایل تحریر	۱ دستگاه
۹	قرص ضد عفونی کننده آب در حجم‌های مختلف	۱۰۰۰۰ قرص
۱۰	دستگاه تصفیه آب پرتابل	۱۰ دستگاه
۱۱	مخزن ذخیره پرتابل در حجم‌های مختلف ۲۰ لیتری - ۱۰۰ لیتری - ۱۰۰۰ لیتر	۱۰۰ - ۱۰۰۰ - ۵۰۰۰ عدد

### ۵- تصفیه آب در شرایط وقوع سیل

بطور معمول منابع تأمین آب آشامیدنی در حین شرایط اضطراری و بعد از آن تصفیه می‌شوند تا آب مصرفی، سالم و از نظر مصرف کنندگان قابل قبول باشد. انجام عملیات تصفیه در محل مصرف نسبت به سیستم‌های مرکزی سریع‌تر و ارزان‌تر است. اما ممکن است مدیریت آن دشوارتر باشد. در شرایط اضطرار فقط آبی که برای آشامیدن و تهیه غذا استفاده می‌شود باید تصفیه شود که میزان آن بیش از ۵ لیتر آب به ازای هر نفر در روز است. پس از رخداد یک بلای طبیعی یا وضعیت اضطراری این موضوع بسیار حائز اهمیت است که خانواده‌ها خودشان بتوانند آب سالم تهیه نمایند و خود را در برابر بیماری‌ها محافظت نمایند. با توجه به اهمیت این موضوع و به دلیل این که افراد بتوانند به ساده‌ترین روش آب موجود در منابع را تصفیه کرده و مورد استفاده قرار دهند، سازمان‌های مختلف روش‌ها و الگوهای فنی مهندسی مختلف را ارائه کرده‌اند. (۹) بدیهی است حصول بهترین و مطمئن‌ترین روش یا روش‌های تأمین آب پس از وقوع حوادث و سوانح غیر مترقبه مستلزم تلفیق نظریات علمی و کارشناسی با تجربیات میدانی و نیز شرایط و ویژگی‌های خاص در هر منطقه می‌باشد. این امر بایستی در استراتژی جمعی راهبردی مدیریت بحران در منطقه‌ای از کشور مورد توجه قرار گیرد. از جمله روش‌های تصفیه آب در این شرایط می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

پیش تصفیه: روش‌های متنوع زیادی برای تصفیه آب در محل مصرف وجود دارند. روش‌هایی که در این قسمت توضیح داده شده‌اند آلودگی فیزیکی و میکروبی آب را حذف می‌کنند اما آلودگی شیمیایی آب را حذف نمی‌کنند. آب از طریق فرایند گندزدایی از نظر میکروبی برای آشامیدن سالم می‌شود. با اینحال برای دستیابی به گندزدایی مؤثر، کاربرد فرایندهای پیش تصفیه جهت حذف کدورت و مواد معلق آب ضروری است. (۶)

هوادهی: فرایند هوادهی آب را در تماس نزدیک با هوا قرار می‌دهد و میزان اکسیژن آن را افزایش می‌دهد. این فرایند:

۱- باعث حذف مواد فراری مثل سولفید هیدروژن و متان که بر روی طعم و بوی آب اثر گذارند، می‌شود.

۲- دی اکسید کربن آب را حذف می‌کند.

۳- مواد معدنی نظیر آهن و منگنز را اکسید می‌کند تا در فرایند ته‌نشینی و فیلتراسیون حذف شوند.

آب می‌تواند به چندین روش هوادهی شود. یک روش ساده برای تصفیه در محل، تکان دادن سریع ظرف آب بمدت

حدوداً ۵ دقیقه و ساکن گذاشتن آب برای ۳۰ دقیقه است تا ذرات معلق ته نشین شوند. (۴)



ذخیره و ته نشینی: قرار دادن آب برای یک روز در محیط تاریک و ساکن، باعث حذف بیش از ۵۰ درصد از باکتری‌های مضر آب می‌گردد. بعلاوه، جامدات معلق و بعضی از پاتوژن‌های آب نیز در کف ظرف ته‌نشین می‌شوند. در نتیجه میزان خطر بروز بیماری‌ها کمتر می‌شود. نگهداری آب بمدت دو روز ضمن کاهش باکتری‌ها، تعداد ارگانسیم‌هایی که به عنوان میزبان واسط بیماری‌هایی چون عفونت کرم گینه (دراکونکولیا‌زیس) هستند، را نیز کاهش می‌دهد (۶).

فیلتراسیون: زمانی که آب از یک صافی عبور می‌کند، صافی به روش فیزیکی، ذرات معلق و آلودگی آب را حذف می‌کند. جهت فیلتراسیون می‌توان از صافی‌های پارچه‌ای، شنی، سرامیکی و... استفاده نمود. (۴) در شکل شماره ۱ نمایی از استفاده از صافی پارچه‌ای جهت تصفیه آب در شرایط اضطراری را نشان می‌دهد.



شکل ۱: نمایی از استفاده از صافی پارچه‌ای جهت تصفیه آب (۱۲)

**صافی‌های پارچه‌ای:** ریختن آب روی یک تکه پارچه نخی تمیز بعضی از جامدات و گل ولای معلق را حذف می‌کند. در جاهایی که بیماری کرم گینه شایع است، ممکن است از صافی‌های پارچه‌ای مخصوص استفاده شود. پارچه‌ها باید با آب تمیز و صابون شسته شوند و از کاربرد پارچه‌های کثیف جهت فیلتر کردن آب پرهیز کنید. (۴)

**صافی‌های شنی:** در این روش صافی‌های خانگی با استفاده از ظروف پلاستیکی، فلزی و رسی تهیه شده و ظروف از لایه‌هایی از شن و ماسه پر می‌شود و از لوله برای حرکت صعودی یا نزولی آب از صافی استفاده می‌شود. (۶)

**صافی‌های سرامیکی:** در این روش آب به آرامی از یک صافی سرامیکی عبور کرده و ذرات معلق بصورت مکانیکی از آب حذف می‌شوند. صافی‌های سرامیکی می‌توانند برای حالت‌های خاص نیز ساخته شوند. با توجه به قابلیت نگهداری این صافی‌ها برای طولانی مدت، این صافی‌ها را می‌توان به عنوان بخشی از تدارکات شرایط اضطراری تهیه و ذخیره نمود. (۶)

**گندزدایی:** گندزدایی همه باکتری‌های مضر در آب را نابود می‌کند و آب را برای آشامیدن سالم می‌سازد. در محدوده تحت تأثیر سیل، سیستم‌های گندزدایی آب شامل دستگاه کلرزن گازی، دستگاه سیستم الکترولیز نمک طعام بسته به نوع شرایط متفاوت است. همچنین انجام عملیات کلر زنی به صورت دستی و در تمام طول شبانه روز در مخازن به منظور حفظ کلر باقیمانده در شرایط بحرانی باید انجام شود. مراجعه مکرر به ایستگاه‌های کلر زنی، حمل بشکه‌های کلر در بارندگی و در میان گل‌ولای، نمونه‌برداری و کشت میکروبی شبکه و منابع، کلر سنجی به‌طور مستمر و تعامل ۲۴ ساعته با نمایندگان مراکز بهداشت از مهم‌ترین اقدامات امور کنترل کیفیت آب در زمان وقوع سیل می‌باشد. (۴)

**ذخیره آب تصفیه شده:** آب باید درون ظروف تمیز و درب‌دار و در محلی تاریک و خنک نگهداری شود. ظروف دهانه گشاد مانند سطل درب‌دار مناسب، بهترین ظروف برای نگهداری آب هستند زیرا تمیز کردن آنها راحت است. وقتی که آب از ظرف ذخیره برداشت می‌شود ممکن است آلوده شود. دست‌ها و ظروف می‌توانند با آب تماس داشته باشند بنابراین تشویق مصرف کنندگان به اینکه قبل از حمل آب آشامیدنی، دست‌هایشان را با آب و صابون بشویند و ظرف نگهداری را به یک شیر مجهز

کنند تا آب مستقیماً درون کاسه یا فنجان ریخته شود، مهم است. (۳) در شکل شماره ۲ نحوه تهیه آب آشامیدنی سالم در شرایط اضطراری را نشان می‌دهد.



شکل ۲: نحوه تهیه آب آشامیدنی سالم در شرایط اضطراری به زبان ساده (۱۲)

### ۶- بحث و نتیجه‌گیری

سازمان ملل توصیه می‌نماید که به ازای هر نفر ۵۰-۲۰ لیتر آب سالم شیرین در روز برای تامین نیازهای اساسی انسان مثل نوشیدن، پخت غذا و نظافت لازم است که ۴-۲ لیتر در روز آن برای شرب کافی است و باید از منابع آب با بهترین کیفیت تامین شود. مقدار حداقل مصرف آب شرب در اولین روز بعد از وقوع شرایط اضطراری برای زنده ماندن در یک شرایط معتدل آب و هوایی و کوهستانی یک لیتر در روز و برای زنده ماندن در شرایط گرم و خشک ۳ لیتر در روز و در کل ۴-۳ لیتر در روز به عنوان یک رهنمود ارائه شده است. شرایط اضطراری ممکن است در پی بروز حوادث طبیعی (سیل، زلزله، سونامی) و یا انسان ساخت (عمداً یا سهواً) نظیر آلودگی میکروبی شبکه و منابع آب، ورود آلاینده‌های شیمیایی، رادیواکتیو و سموم به منابع آب ایجاد شود. در شرایط اضطراری، منابع آب در دسترس جهت مصارف بهداشتی، شرب و طبخ غذا بسیار محدود است. لذا ضروری است تا با توجه به خطرات و فواید بهداشتی کاربردهای آب در کوتاه‌مدت و بلندمدت، حجم مناسب آب جهت مصارف بهداشتی در دسترس مردم باشد تا از بروز بیماری‌های ناشی از کم‌آبی جلوگیری شود. بدیهی است فاکتورهایی نظیر کمیت آب در دسترس، قابل اطمینان بودن شبکه تأمین آب، یکسان بودن دسترسی مردم به آب، کیفیت آب خام، منابع آلاینده احتمالی، راهکارهای حفاظت از منبع آب، فرایندهای تصفیه مورد نیاز برای تهیه سریع آب آشامیدنی سالم، امکان تأمین آب بطری شده و یا بسته‌بندی شده، مقبولیت آب و ملاحظات اپیدمیولوژیکی در مناطقی که تحت تأثیر بلایا قرار گرفته‌اند، باید مد نظر قرار گیرد. عملی و مؤثرترین راه برای حذف آلودگی آب و کاهش اثرات آن، حذف منشأ آلودگی و قطع ارتباط بین آلاینده‌ها و منابع آب است. به طور معمول تدوین، روزآمد نمودن و تهیه ساز و کارهای لازم در زمینه برنامه پاسخ به شرایط اضطراری، ابزار مفیدی جهت اقدام به موقع در زمان بروز بلایا بوده و راحت‌تر می‌توان امکانات بهداشتی مورد نیاز اجتماع را تأمین نمود.

### ۷- منابع و مراجع

۱. اصل هاشمی، الف، پور عبدالهی، پ.، ۱۳۸۴. تامین آب سالم مورد نیاز در شرایط اضطراری. دومین همایش علمی تحقیقی مدیریت امداد و نجات. تبریز. ص ۵۹
۲. اجرای برنامه ایمنی آب آشامیدنی ویژه شرکت های آب و فاضلاب، کارگاه آموزشی برنامه ایمنی آب - شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، ۱۳۹۱
۳. برنامه اقدام در شرایط اضطراری، ۱۳۹۵. شرکت آب و فاضلاب استان همدان، دفتر مدیریت بحران و پدافند غیرعامل
۴. راهنمای بهداشت آب و فاضلاب در شرایط اضطراری و بلایا، الزامات، دستورالعملها و رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار. ۱۳۹۱. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی - مرکز سلامت محیط و کار
۵. رهروی، ز.، قاسملو، م.، ۱۳۸۵. تصفیه آب در نقطه مصرف در شرایط اضطراری. همایش سراسری راهکارهای ارتقاء مدیریت بحران در حوادث و سوانح غیرمترقبه. ص ۲۳
۶. سند راهبرد ملی بهبود کیفیت آب شرب، ۱۳۹۰. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
۷. طاهری، د.، علیزاده، ک. ۱۳۹۳. دسترسی و حفظ منابع آب در بحران. فصلنامه علمی پژوهشی ابن سینا. دوره ۱۴، شماره ۱
۸. قدیمی، م.، ۱۳۸۵. اقدامات اولیه و پایدار تأمین آب سالم در شرایط اضطراری. همایش سراسری راهکارهای ارتقاء مدیریت بحران در حوادث و سوانح غیر مترقبه. ص ۱۲۴
۹. کشاورز، ر.، علیپور، و.، دیندارلو، ک.، صفائی، م. ۱۳۹۳. روش های کاربردی برای تامین آب شرب در شرایط بحران و اضطرار. نخستین همایش منطقه ای دریا، توسعه و منابع آب مناطق ساحلی خلیج فارس. ص ۹۴
۱۰. معصوم بیگی، ح.، ۱۳۷۹. بهداشت آب آشامیدنی در مناطق نظامی. طب نظامی شماره یک و دو تابستان. ص ۶۷
۱۱. ندافی، ک.، آقازاده، م.، غلامی، س. ر. ۱۳۹۰. برنامه ملی عملیات پاسخ بهداشت محیط در بلایا و فوریتها. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی - مرکز سلامت محیط و کار

12. <https://www.behtawater.com>



## Water quality in flood conditions and treatment methods

Anita Khalilzadeh

Expert of Water Lab, Mashhad Water and Wastewater Company

*Khalilzadeh\_anita@yahoo.com*

### Abstract

Water is one of the most important factors that should be considered in natural disasters because of the lack of facilities and the inadequate supply and distribution of contaminated resources and, if left unchecked, the spread of intestinal diseases and epidemics among the affected. Even in flood conditions, water is difficult to purify for drinking while it is easily contaminated. Sufficient water supply and treatment in emergency situations and water quality control and monitoring is one of the most important indicators of measuring service to the affected. In this paper, in addition to investigating the quality of water at the time of flooding, water treatment methods are also mentioned.

**Keywords:** Flood, Water quality, Water treatment, Natural disasters



## بررسی کیفی آب رودخانه کرخه با استفاده از شاخص کیفی IRWQI<sup>۱</sup>

سرور شاکری<sup>۱\*</sup>، صغری رستمی<sup>۲</sup>، مرجان خاشعی<sup>۳</sup>، ایمان ثابت<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد شیمی آلی، <sup>۲</sup> کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی - علوم محیط زیست، <sup>۳</sup> دانشجوی دکتری آلودگی های محیط

زیست، <sup>۴</sup> کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست

آزمایشگاه شیمی آب و پساب اداره کل حفاظت محیط زیست استان خوزستان

۱ و \*رایانامه (soroOr.shakeri@gmail.com) نویسنده مسوول: (sorour shakeri)

### چکیده

رودخانه‌ها مهم‌ترین و متداول‌ترین منابع تامین آب آشامیدنی، کشاورزی و صنعت به شمار می‌روند، لذا اطلاع از وضع کیفی این منابع و روند تغییرات اقلیمی و آب و هوایی آن‌ها از اهمیت به سزایی برخوردار است. کرخه سومین رود بلند ایران پس از کارون و سفید رود است. این رود از کوه‌های زاگرس سرچشمه می‌گیرد و در شمال خوزستان پس از طی مسیری نزدیک به ۷۵۵ کیلومتر در جنوب غربی به تالاب هورالعظیم در مرز ایران و عراق می‌ریزد. در این پژوهش، (با توجه به وقوع پدیده بارش‌های سیلابی بهار ۹۸) شاخص کیفی IRWQI برای ۱۰ ایستگاه رودخانه کرخه در بهار سال ۹۷ و ۹۸ محاسبه و به صورت مقایسه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت. شاخص IRWQI شاخص مناسبی در بیان وضعیت کیفی آب به صورت کمی می‌باشد و یک شاخص عمومی و کاربردی در بیان کیفیت آب رودخانه به شمار می‌رود. هدف این پروژه بررسی اثرات پدیده‌های بارشی بر روند تغییرات کمی و کیفی منابع آبی می‌باشد. بدین منظور با نمونه‌برداری و آزمایش‌های لازم از ایستگاه‌های موردنظر در طی فصول بهار سال ۹۷ و ۹۸، داده کیفی و کمی به دست آمد. سپس با استفاده از نرم افزار اکسل و در قالب اشکال و نمودارها، داده‌های موجود مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نقش عوامل مؤثر بررسی گردید.

واژگان کلیدی: رودخانه کرخه، شاخص کیفیت آب، IRWQI

### ۱- مقدمه

رودخانه‌ها به عنوان مهم‌ترین منابع تامین کننده آب شرب و مصرفی شهرها و روستاهای کشور نقش مهمی در تأمین سلامت انسان و محیط زیست دارند، اما متأسفانه طی سال‌های اخیر با رشد فزاینده ساخت و سازهای غیراصولی و توسعه شهرنشینی تخلیه فاضلاب‌ها و پسماندهای خانگی، صنعتی، کشاورزی و بیمارستانی در رودخانه‌ها موجب تشدید آلودگی رودخانه و افزایش میزان آلاینده‌ها در منابع آب سطحی شده است (۱).

حوضه آبریز رودخانه کرخه در غرب کشور و در مناطق میانی و جنوب غربی رشته کوه های زاگرس واقع شده و از نظر مختصات جغرافیایی بین  $۴۶^{\circ} ۰۶'$  و  $۴۹^{\circ} ۱۰'$  طول شرقی و بین  $۳۰^{\circ} ۵۸'$  و  $۳۴^{\circ} ۵۶'$  عرض شمالی قرار گرفته است.

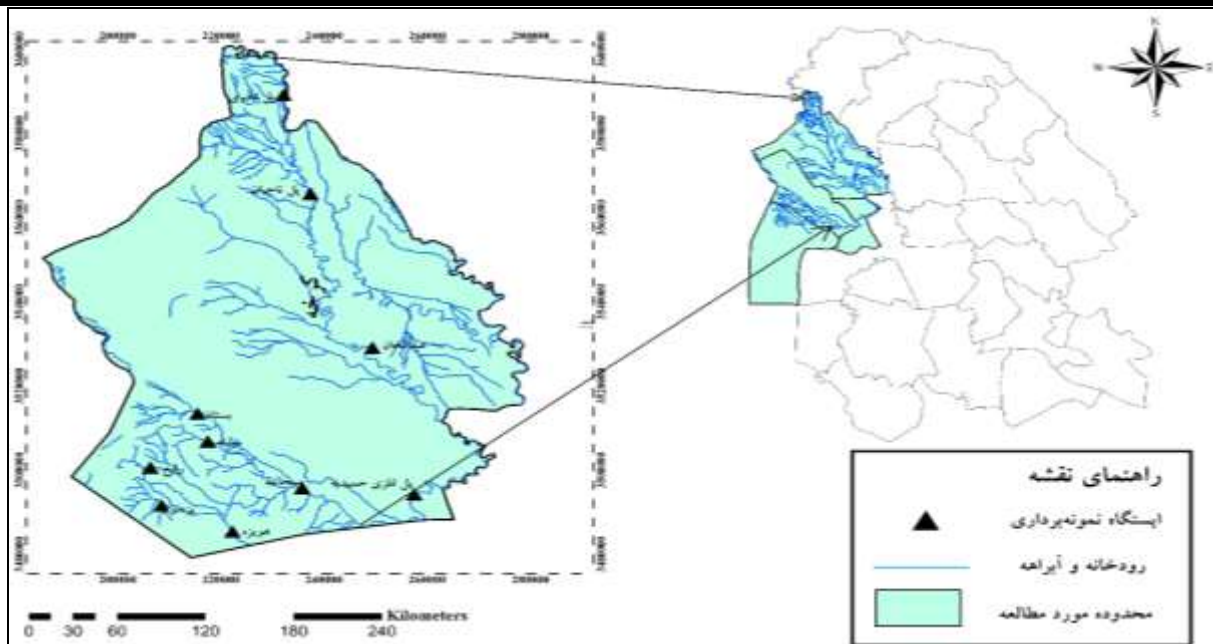
مساحت این حوضه در محدوده داخل ایران حدود ۵۱۶۴۳ کیلومتر مربع (حدود ۵ میلیون هکتار) است که حدود ۵۵/۵ درصد آن در مناطق کوهستانی و حدود ۴۴/۵ درصد آن را دشت‌ها و کوهپایه‌ها تشکیل می‌دهند. مناطق کوهستانی این حوضه عمدتاً در بخش‌های شرقی و میانی متمرکزند و دشت‌ها عموماً در بخش‌های شمالی و جنوبی قرار دارند. از شهرهای مهم این حوضه می‌توان به ملایر، نهاوند، تویسرکان، کنگاور، سنقر، کامیاران، باختران، کرد، خرم‌آباد و سوسنگرد اشاره کرد (۲).

رودخانه کرخه از بزرگترین رودخانه‌های کشور بوده که رسوبات را از مناطق مرتفع فرسایش و حمل و در دشت خوزستان ته نشین می‌کند. توالی لایه‌های رسوبی مختلف مانند: رس، سیلت و ماسه، و ناهمبندی طولی رسوبات دوره‌های مختلف در مسیر رودخانه کرخه، نشانه رفتار سیلابی و طغیان‌گری این رودخانه می‌باشد (۳).

جریان‌های بارشی سال ۱۳۹۸ از ۲۹ اسفند سال ۱۳۹۷ آغاز و در ابتدا چند شهر از استان‌های شمالی ایران را تحت تأثیر قرار داد. از ۳ فروردین ۹۸ (۳ مارس ۲۰۱۹) در استان‌های گلستان، مازندران، فارس، خوزستان، لرستان، ایلام، کرمانشاه، خراسان تداوم جریان‌ها مشاهده شد. در ادامه این جریان‌ها به دلیل افزایش آب خروجی سدهای دز و کرخه، روستاهای حاشیه این سدها و رودخانه‌ها با مشکلات زیادی مواجه شدند. به‌طور کلی شیمی آب منعکس‌کننده ترکیب سنگ‌های موجود در حوضه آبریز، انواع آلودگی‌ها و فرایندهای هیدروشیمیایی است که با آنالیزهای شیمیایی امکان‌پذیر است. از طرفی اندازه‌گیری پارامترهایی مثل هدایت الکتریکی، pH و درجه حرارت اجزا شیمیایی آب را مشخص نموده ولی نشان دهنده یکنواختی یا عدم یکنواختی شیمی آب و فرایندهای هیدروشیمیایی در طول مسیر جریان است.

## ۲- مواد و روش‌ها

نمونه برداری در فصل‌های بهار سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ از ۱۰ ایستگاه رودخانه کرخه (شکل شماره ۱) با مختصات جغرافیایی مشخص شده (جدول شماره ۱) از مسیر بالادست به پایین دست در حوضه دشت خوزستان انجام گرفت. پس از نمونه برداری از هر ده نقطه، نمونه‌ها طبق اصول نگهداری نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شد و پارامترهای pH، COD، BOD، EC، کدورت، سختی کل، آمونیاک، نیتрат، فسفات کل و درصد اکسیژن اشباع طبق روش‌های استاندارد، مورد سنجش قرار گرفتند (۴). در این آزمایش‌ها پارامتر COD به روش رفلکس بسته و با دستگاه اسپکتروفوتومتر DR2010، پارامتر کدورت با دستگاه HACH 2100 AN، پارامترهای محیطی با دستگاه سنجش کیفیت محیطی HACH HQ40 و پارامترهای نیترات، آمونیاک، فسفات کل با دستگاه اسپکتروفوتومتر varian carry 100 اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.



شکل شماره (۱): موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه رودخانه کرخه

جدول شماره (۱): مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های رودخانه کرخه

مختصات جغرافیایی		حدود موقعیت	نام ایستگاه	ردیف
X(UTM)	Y(UTM)			
231854	3588964	اندیمشک	پل نادری	۱
237062	3565453	شوش	پل ناجیان	۲
249057	3528833	عبدالخان	عبدالخان	۳
257174	3493963	دشت آزادگان	پل فلزی - حمیدیه	۴
235464	3495505	دشت آزادگان	سبحانیه	۵
215158	3513186	دشت آزادگان	بستان	۶
221931	3485142	دشت آزادگان	هویزه	۷
217142	3506586	دشت آزادگان	سابله	۸
208169	3491687	دشت آزادگان	یزد نو	۹
206019	3500376	دشت آزادگان	رفیع	۱۰

## ۲-۱- معرفی شاخص کیفی منابع آب سطحی ایران (IRWQI)<sub>SC</sub> (۵) و روش محاسبه آن

یکی از روش‌های ارزیابی آلودگی و کیفیت رودخانه‌ها استفاده از شاخص کیفی IRWQI می‌باشد که تأثیر مرکب پارامترهای فیزیکی شیمیایی و بیولوژیکی را نشان می‌دهند. در هر ایستگاه ابتدا اطلاعات کیفی ۱۱ پارامتر کلیفرم مدفوعی، BOD<sub>5</sub>، نترات، درصد اکسیژن اشباع، EC، COD، فسفات، سختی کل و pH تهیه، سپس با توجه به این مقادیر منحنی معیار آن پارامتر با توجه به وزن آن (جدول شماره ۲) به دست آمد و ثبت گردید. سپس با استفاده از رابطه (۱) شاخص کیفیت آب در هر ایستگاه محاسبه می‌شود. سپس بر اساس اعداد و اطلاعات به دست آمده (جدول شماره ۳) کیفیت آب سطحی را در آن گروه طبقه‌بندی می‌گردد.

$$WQI = \sum_{i=1}^n W_i \times Q_i$$

رابطه (۱)

WQI: شاخص کیفیت آب

Wi: نسبت وزنی پارامترآم

Qi: ارزش پارامتر i ام که با توجه به نمودارهای مربوطه بدست می آید.

n: تعداد پارامترهای کیفیت آب

جدول شماره (۲): فاکتور وزن نهایی در شاخص (IRWQI) sc

ردیف	پارامتر	وزن	واحد
۱	کلیرم مدفوعی	۰/۱۴۰	برحسب MPN/100ml
۲	هدایت الکتریکی	۰/۰۹۶	بر حسب میکروزیمنس بر سانتی متر
۳	نیترات	۰/۱۰۸	برحسب میلی گرم بر لیتر
۴	سختی کل	۰/۰۵۹	بر حسب میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم
۵	آمونیاک	۰/۰۹	برحسب میلی گرم بر لیتر
۶	BOD <sub>5</sub>	۰/۱۱۷	برحسب میلی گرم بر لیتر
۷	COD	۰/۰۹۳	برحسب میلی گرم بر لیتر
۸	فسفات	۰/۰۸۷	برحسب میلی گرم بر لیتر
۹	pH	۰/۰۵۱	واحد استاندارد
۱۰	اکسیژن محلول	۰/۰۹۷	بر حسب درصد اشباع
۱۱	کدورت	۰/۰۶۲	NTU

جدول شماره (۳): رنگ بندی و تعاریف به کار رفته در پهنه بندی آلودگی

مقدار شاخص	معادل توصیفی
کمتر از ۱۵	خیلی بد
۱۵ تا ۲۹/۹	بد
۳۰/۹ تا ۴۴	نسبتاً بد
۴۵ تا ۵۵	متوسط
۵۵ تا ۷۰	نسبتاً خوب
۷۰ تا ۸۵	خوب
بیشتر از ۸۵	بسیار خوب

### ۲-۳ - استانداردهای کیفیت آب برای حفاظت محیط زیست

استانداردهایی که به منظور تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت با عنوان استاندارد کیفیت آب‌های ایران است و سازمان حفاظت محیط زیست با همکاری وزارتخانه‌های بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، نیرو، جهاد کشاورزی، صنعت، معدن و تجارت و سازمان ملی استاندارد آن را تهیه و ارائه نموده است. لازم به ذکر است که بررسی‌ها از منظر اکوسیستم-های آبی (جدول ۴) و کاربری شرب (جدول ۵) مورد تحلیل و مقایسه قرار گرفتند.

جدول شماره (۴): استاندارد کیفیت آب برای حفاظت محیط زیست (اکوسیستم‌های آبی)

ردیف	پارامتر	واحد	اکوسیستم‌های آبی (مناسب برای ماهیان گرم آبی)
۱	pH	واحد ندارد	۶-۹
۲	BOD <sub>5</sub>	mg/l	کمتر از ۶
۳	فسفرکل	mg/l	کمتر از ۰/۱۳



۴	آمونیم کل	mg/l	کمتر یا مساوی ۱
۵	اکسیژن محلول	mg/l	حداقل در ۵۰٪ موارد ۸ میلی گرم بر لیتر یا ۸۰٪ یا بیشتر در ۱۰۰٪ موارد ۵۰ میلی گرم بر لیتر یا ۵۰٪ یا بیشتر

جدول شماره (۵): استاندارد کیفیت آب منبع آب برای کاربری شرب

ردیف	پارامتر	واحد	برای آبی که پس از تصفیه فیزیکی معمول، تصفیه شیمیایی و گندزدایی مانند پیش کلر زنی، انعقاد و لخته سازی، ته نشینی، فیلتراسیون و گندزدایی قابل شرب باشد.
۱	pH	واحد ندارد	۵-۹/۵
۲	هدایت الکتریکی	μS/Cm	۱۰۰
۳	BOD <sub>5</sub>	mg/l	کمتر از ۵
۴	آمونیم کل	mg/l	۱/۵
۵	نیترات	mg/l	۵۰
۶	درصد اشباع اکسیژن	درصد	بیش از ۵۰
۷	کلیفرم مدفوعی	MPN	۲۰۰۰

### ۳- نتایج و بحث

اعداد به دست آمده (جدول شماره ۶) نتایج حاصل از اندازه گیری میانگین پارامترهای ، COD ، pH ، EC ، TDS ، DO ، کدورت، سختی کل، آمونیاک، نیترات، فسفات ، فکال کلیفرم در دوره مطالعه ای فصل بهار سال ۹۷ و سال ۹۸ در مسیر رودخانه کرخه در تعداد ۱۰ ایستگاه منتخب در حوضه دشت خوزستان را نشان می دهد. این اعداد با استانداردهای کیفیت آب های سطحی ایران (ارائه شده توسط معاونت محیط زیست انسانی و دفتر آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست ) از منظر کاربری شرب و اکوسیستم آبی بررسی می گردد.

جدول شماره (۶): مقایسه میانگین داده های حاصل از اندازه گیری پارامترها در فصل بهار ۹۷ و بهار ۹۸

ردیف	نام پارامتر اندازه گیری شده	واحد اندازه گیری	میانگین بهار سال ۹۷	میانگین بهار سال ۹۸
۱	کلی فرم گوآرشی Fecal coliform	MPN	۸۲۷	۳۰۷
۲	هدایت الکتریکی EC	μS/Cm	۲۵۸۵	۱۳۹۶
۳	اکسیژن شیمیایی COD	mg/l	۲۳/۵	۲۷/۲
۴	درصد اشباع اکسیژن DO%	%	۷۸/۷۶	۸۳/۵۲
۵	اکسیژن بیوشیمیایی BOD <sub>5</sub>	mg/l	۰/۶۴	۱/۵۲
۶	سختی کل Total Hardness	CaCO <sub>3</sub> mg/l	۷۰۷/۸	۵۳۵/۲
۷	فسفات کل Total Phosphate	mg/l	۰/۷۵	۲/۸۴
۸	آمونیاک Ammonia	mg/l	۰/۴۶	۰/۳۶
۹	نیترات Nitrate	mg/l	۷/۳	۲/۶
۱۰	کدورت Turbidity	NTU	۱۹	۱۱۲
۱۱	pH	واحد ندارد	۷/۸۵	۸/۱۱

**BOD<sub>5</sub>**: یکی از عوامل تعیین کننده کیفیت آب در رودخانه ها، مقدار اکسیژن مصرف شده توسط میکروارگانیسم ها در اکسیداسیون هوای مواد آلی می باشد. هر قدر مواد آلی موجود در رودخانه بیشتر باشد، اکسیژن بیشتری برای فرآیند اکسیداسیون مورد نیاز است. مقدار این متغیر طبق استاندارد اکوسیستم های آبی حداکثر ۶ میلی گرم بر لیتر می باشد که در

میانگین به دست آمده از ایستگاه‌های منتخب در محدوده استاندارد می‌باشد و طبق استاندارد کاربری شرب (کمتر از ۵) نیز در محدوده استاندارد می‌باشد.

**درصد اشباع اکسیژن:** مقدار اکسیژن محلول در آب تابعی از دما و فشار جزئی اکسیژن موجود می‌باشد. وجود مواد شیمیایی (فاضلاب‌ها و پساب‌های صنعتی و ..) احیاکننده موجب کاهش اکسیژن محلول می‌گردند. مقایسه میانگین این پارامتر در ایستگاه‌های منتخب نشان می‌دهد که مقدار این پارامتر در نمونه‌های اندازه‌گیری شده در مقایسه با استانداردهای محیط زیست در اکوسیستم‌های آبی و کاربری شرب در حد مجاز استاندارد قرار دارد و در بهار ۹۸ در شرایط مناسب تری می‌باشد.

**مواد مغذی:** در بررسی مواد مغذی مقادیر نیترات، آمونیاک و فسفر کل بررسی گردید. نیترات مرحله نهایی اکسیداسیون آمونیاک و معدنی شدن نیتروژن از ماده آلی است که بیشتر این اکسیداسیون در خاک و به وسیله باکتری‌های شوره زا قابل انجام بوده و تنها در شرایط هوایی اتفاق می‌افتد.

استفاده از کودهای ازته در کشاورزی می‌تواند باعث افزایش غلظت نیترات در آب‌های سطحی دارای نوسانات فصلی گردد. نیتریفیکاسیون باکتریایی و احیا بی‌هوازی به نیتروژن می‌تواند به مقدار زیادی غلظت نیترات را کاهش دهد. طبق مقادیر به دست آمده برای نیترات در دو فصل انجام شده در سال ۹۸ مقدار این پارامتر به صورت قابل توجهی کاهش داشته است و در مجموع هر دو سال از منظر اکوسیستم‌های آبی در شرایط مناسبی قرار دارند.

از مقایسه مقدار عددی آمونیاک اندازه‌گیری شده در نمونه‌های منتخب با مقادیر استاندارد اکوسیستم‌های آبی و کاربری شرب، این پارامتر در هر دو مورد در محدوده استاندارد تعیین شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست جای می‌گیرد. مقدار آمونیاک در اکوسیستم‌های آبی حداکثر ۱ میلی‌گرم بر لیتر و در کاربری شرب ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.

پارامتر فسفات در مناطقی که احتمال ورود فاضلاب‌های خانگی، صنعتی رو به فزونی داشته روند رو به رشدی داشته و از لحاظ مقایسه با حد استاندارد اکوسیستم‌های آبی، حداکثر ۰/۱۳ میلی‌گرم بر لیتر، در شرایط نامناسبی قرار دارد.

**کدورت:** در فصل بهار ۹۸ در مقایسه با بهار ۹۷ این پارامتر به علت فزونی بارش‌های پراکنده به شدت روند افزایشی داشته است.

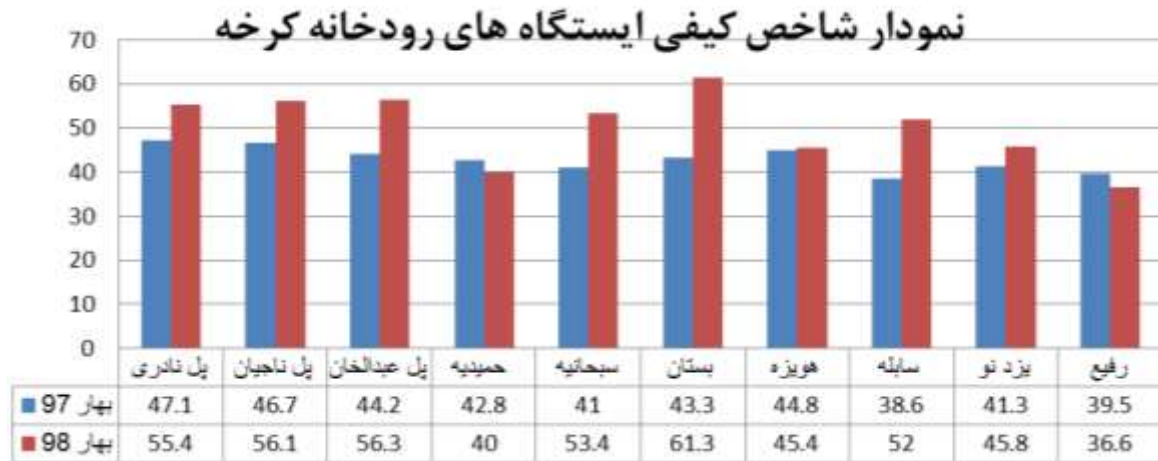
**pH:** از مقایسه pH نمونه‌های موجود با استانداردهای کیفیت سازمان محیط زیست مشخص گردید که در هر دو سال متوالی در این فصل، نمونه‌ها در شرایط مناسبی از منظر کاربری شرب و اکوسیستم‌های آبی قرار داشته‌اند.

**کلیرم مدفوعی:** کلی فرم‌ها به عنوان شاخص مناسبی برای نشان دادن آلودگی مدفوعی در نمونه‌های آب مورد نظر قرار می‌گیرند. با مقایسه نتایج به دست آمده با استاندارد های کیفیت آب ها از جنبه کاربری شرب در هر دو فصل مورد مطالعه، این پارامتر در محدوده استاندارد قرار دارد.

طبق نتایج به دست آمده از آزمایش‌ها، در محدوده ایستگاه‌های منتخب در محور پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه شاخص کیفی IRWQI (شکل شماره ۲) در بهار سال ۹۷ نشان می‌دهد که ۸ ایستگاه از ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه کرخه در محدوده نسبتاً بد و ۲ ایستگاه در محدوده متوسط قرار دارند. محاسبه شاخص کیفی در بهار سال ۹۸ برای همان ایستگاه‌ها با تغییرات قابل توجهی روبرو می‌باشد. به گونه ای که شاخص کیفی برای ۴ ایستگاه در بازه نسبتاً خوب، ۴ ایستگاه در بازه متوسط و ۲ ایستگاه در بازه نسبتاً بد قرار دارند. میانگین شاخص رودخانه در سال ۹۷ و ۹۸ در جدول ۷ قابل مشاهده است. این جدول روند رو به رشد کیفیت آب رودخانه در بهار سال ۹۸ را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۷): مقایسه میانگین شاخص ایستگاه‌های منتخب رودخانه کرخه

ردیف	مقدار عددی شاخص کیفی	زمان نمونه برداری	معادل توصیفی شاخص کیفی
۱	۴۲/۹	بهار سال ۹۷	نسبتاً بد
۲	۵۰/۲۳	بهار سال ۹۸	متوسط



شکل شماره ۲: نمودار شاخص کیفی ایستگاه های مورد مطالعه رودخانه کرخه در بهار سال ۹۷ و ۹۸

#### ۴- منابع و مراجع

۱. اداره کل حفاظت محیط زیست استان خوزستان (۱۳۸۳). طرح جامع کاهش آلودگی رودخانه کارون (گزارش تفصیلی)
۲. اداره کل حفاظت محیط زیست استان خوزستان (۱۳۸۶). گزارش نهایی روش شناسی و تعیین ایستگاه های نمونه برداری مطالعات پیشگیری، کاهش و کنترل آلودگی رودخانه کرخه
۳. شرکت مهندسی مشاور ساز آب پردازان (۱۳۷۵). مجموعه گزارش های طرح کنترل سیلاب رودخانه کرخه در محدوده دشت آزادگان.
4. Standard Methods for the Examination Of Water and Wastewater 23<sup>RD</sup> EDITION
5. IRan Water Quality Index for Surface Water Resources-Conventional Parameters, IRWQI sc

### مروری بر کاربرد آبشکن باندا لایک در کنترل فرسایش و سامان‌دهی رودخانه‌ها

راضیه کریمی‌دمنه<sup>۱</sup>، مهدی مفتاح‌هلقی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری سازه‌های آبی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۲</sup> دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و

منابع طبیعی گرگان

(Mefstahhalaghi@gmail.com) \*

### چکیده

رودخانه‌ها، به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع تامین آب، از دیرباز مورد توجه بشر قرار داشته‌اند. یکی از چالش‌های پیش رو در حفظ و نگهداری از این منابع با ارزش، فرسایش سواحل رودخانه‌هاست. استفاده از آبشکن‌ها، از جمله روش‌های اقتصادی و مقرون‌به‌صرفه، در راستای سامان‌دهی رودخانه‌ها محسوب می‌شود. آبشکن، یک سازه تقاطعی یا عرضی است که از دیواره طبیعی رودخانه با طول مناسب و زاویه مناسبی نسبت به راستای اصلی جریان، توسعه می‌یابد و با منحرف ساختن جریان از کناره‌ها و نواحی بحرانی، آن را به محور مرکزی رودخانه هدایت می‌کند. آبشکن‌ها در انواع متفاوت نفوذپذیر، نفوذناپذیر و ترکیبی (باندا لایک)، طراحی و اجرا می‌شوند. در این پژوهش، تأثیر استفاده از آبشکن باندا لایک در کاهش فرسایش سواحل و دیواره رودخانه‌ها، به‌طور مروری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی: سامان‌دهی رودخانه‌ها، فرسایش، آبشکن باندا لایک، آبشکن، آبشستگی موضعی.

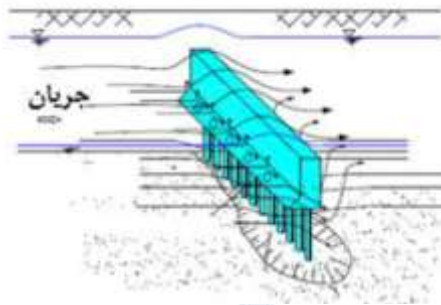
### ۱- مقدمه

مدیریت و سامان‌دهی رودخانه‌های آبرفتی، یکی از مسایل چالش برانگیز در مسایل مهندسی رودخانه و پژوهش‌های مهندسی می‌باشد. فرسایش کناری از جمله مهم‌ترین معضلات پیش‌روی رودخانه‌ها، به‌ویژه در قوس‌هاست. با ورود جریان به قوس، تحت تأثیر جریان‌های ثانویه و حلزونی شکل، در محل پاشنه ساحل بیرونی قوس رودخانه، آبشستگی به‌وجود می‌آید که عامل اصلی تخریب ساحل و ناپایداری پیچان رودهاست و همه‌ساله موجب وارد آمدن خسارت‌های سنگین بر کشاورزی، اراضی حاصل‌خیز و سازه‌های مجاور رودخانه‌ها می‌شود. یکی از روش‌های محافظت از سواحل رودخانه‌ها، استفاده از آبشکن یا اپی است که به‌عنوان یکی از اقتصادی‌ترین روش‌ها در بیشتر نقاط دنیا شناخته می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد (۷). آب-شکن‌ها مبتنی بر ساخت سازه‌های متقاطع یا عرضی هستند که از دیواره طبیعی رودخانه با طول مناسب و زاویه مناسبی نسبت به راستای عمومی جریان، توسعه می‌یابند و موجب انحراف حمله جریان از کناره‌ها و نواحی بحرانی می‌گردند. بنابراین، با انحراف جریان به سمت محور مرکزی رودخانه و کاهش سرعت آن، شدت برخورد جریان به دیواره، کاهش و قدرت رسوب-گذاری آن، افزایش می‌یابد (۱۲). به‌منظور افزایش عملکرد آبشکن‌ها در رودخانه، معمولاً این سازه‌ها به‌صورت گروهی طراحی و اجرا می‌شوند. مشاهده‌ها نشان می‌دهد که بیشترین اثرات مخرب فرسایش در اثر تنگ‌شدگی ناگهانی در اولین آبشکن از بالادست رخ می‌دهد، لذا طراحی این آبشکن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۳، ۱۷). اگرچه وجود آبشکن از جمله روش‌های مؤثر در پایداری دیواره رودخانه‌هاست، اما با قرارگیری در مسیر جریان، آبشستگی موضعی به‌وقوع می‌پیوندد (۹).

برآورد حداکثر عمق آبشستگی اطراف آبشکن، از جمله مسایل مهم در پژوهش‌های مربوط به آن می‌باشد. رسوبات خروجی از اطراف آبشکن، تأثیر زیادی بر توپوگرافی بستر رودخانه‌ها، به‌ویژه در پایین‌دست محل جاگذاری آبشکن دارند (۱۴). مروری بر منابع نشان می‌دهد که بیشتر پژوهش‌های صورت‌گرفته بر آبشکن‌ها، در رابطه با الگوی فرسایش و رسوب‌گذاری، به‌ویژه بیشینه عمق آبشستگی در اطراف آبشکن می‌باشد که از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های فضلی و همکاران (۱۳۸۶)، عباسپور و همکاران (۱۳۸۹) و یون و همکاران (۲۰۱۲) اشاره کرد (۶، ۵، ۱۱). یافته‌های این پژوهش‌گران نشان می‌دهد که بیشترین میزان آبشستگی در دماغه سازه آبشکن رخ می‌دهد و با ایجاد تغییراتی در هندسه و شکل آن می‌توان آبشستگی را به مقدار قابل توجهی، کاهش داد. پارامترهای مختلفی نظیر طول، فاصله، شکل دماغه، جنس مصالح بستر، زاویه نسبت به راستای جریان و نفوذپذیری، در عملکرد آبشکن‌ها تأثیر دارند. به‌عنوان نمونه، دهقانی و همکاران (۱۳۸۸) در یک پژوهش آزمایشگاهی با بررسی آبشستگی اطراف آبشکن‌های L شکل، دریافتند که بیشترین عمق آبشستگی پیرامون آبشکن اول اتفاق می‌افتد و با افزایش قطر متوسط ذرات بستر، میزان آبشستگی کاهش خواهد یافت. یافته‌ها همچنین نشان داد که در یک دانه‌بندی مشخص، با افزایش فاصله بین آبشکن‌ها، میزان بیشینه عمق آبشستگی، روند کاهشی دارد و این روند، با افزایش عدد فرود، محسوس‌تر خواهد بود (۳). در پژوهشی دیگر، بررسی‌های آزمایشگاهی منصور و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد که کاهش سطح آبشکن، موجب کاهش سرعت جریان در جلوی آن خواهد شد که این امر، کاهش عمق آبشستگی را در پی خواهد داشت (۸). مقاله حاضر، با مروری بر پژوهش‌های پژوهش‌گران پیشین، عملکرد نوع جدیدی از آبشکن‌ها تحت عنوان آبشکن باندا لایک را در کاهش فرسایش و حفاظت از دیواره پیمان‌رودها به‌ویژه در قوس‌ها مورد بررسی قرار می‌دهد.

## ۲- مواد و روش‌ها

آبشکن‌ها، برحسب مورد و شرایط رودخانه و اهداف موردنظر، در شکل‌ها و انواع مختلف طراحی و اجرا می‌گردند. از دیدگاه کلی، آبشکن‌ها را می‌توان به دو گروه عمده شامل آبشکن‌های باز و بسته (نفوذپذیر و نفوذناپذیر) طبقه‌بندی نمود. در بیشتر موارد، آبشکن‌های بسته به‌صورت خاکریز سنگی یا سازه توری-سنگی اجرا می‌شوند، ولی آبشکن‌های باز به‌کمک شمع کوبی یا استفاده از تنه درختان اجرا می‌شوند و با کاهش سرعت جریان، از قدرت فرسایش‌گری جریان کاسته و از تخریب سواحل جلوگیری می‌کنند. آبشکن‌های نفوذپذیر در آرام ساختن جریان مؤثر هستند در حالی که آبشکن‌های نفوذناپذیر، جریان را از راستای اصلی خود منحرف می‌نمایند (۱۰). سازه باندا لایک، نوع جدیدی از آبشکن است که ترکیبی از یک آب-شکن نفوذپذیر و نفوذناپذیر می‌باشد و با هدایت جریان‌های فرسایشی به دور از ساحل رودخانه و در مسیر دلخواه، امکان حفاظت از دیواره‌ها را فراهم می‌آورد (۱). باندا لایک نوعی سازه محلی محسوب می‌شود که در شبه‌قاره هند، به‌منظور بهبود یا تثبیت عمق جریان در خلال کشتی‌رانی در فصل کم‌آبی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌طور معمول، باندا لایک‌ها با زاویه ۴۰ درجه نسبت به مسیر اصلی جریان ساخته می‌شوند (۲). این سازه از مواد در دسترس مانند قطعه‌های چوب و بامبو ساخته می‌شود، بنابراین یک روش ارزان‌قیمت و مقرون به‌صرفه به‌شمار می‌رود (۱، ۲). ویژگی اصلی سازه باندا لایک این است که قسمت بالایی آن مانند یک آبشکن نفوذناپذیر عمل می‌کند و با انحراف جریان موجب تغییر جهت بردار سرعت از لایه‌های سطحی آب به لایه‌های درونی رودخانه می‌شود. قسمت پایینی این سازه نیز مانند یک سازه نفوذپذیر عمل کرده و با آرام ساختن جریان، به‌علت عدم تغییر شکل ناگهانی خطوط جریان، جریان‌های گردابه‌ای را متوقف نموده و در نتیجه، موجب کاهش آبشستگی موضعی می‌شود. آرایش ردیفی پایه‌ها سبب کاهش سرعت جریان، کاهش انتقال رسوبات کف، ته‌نشینی رسوبات معلق درشت‌دانه و جذب مواد شناور می‌گردد. به‌طور کلی، میدان جریان پیرامون سازه باندا لایک، یک جریان پیچیده سه‌بعدی است که با جریان‌های به‌سمت پایین و گردابه‌های نعل‌اسبی (به‌دلیل قسمت نفوذناپذیر بالا) و کاهش سرعت جریان از نیمه پایینی متمایز می‌شود (شکل ۱) (۱).



شکل ۱- الگوی جریان پیرامون آبشکن باندا لایک در جریان مستغرق (۱، ۱۵)

بررسی منابع نشان می‌دهد بیشتر پژوهش‌ها پیرامون سازه آبشکن در شرایط جریان مستغرق و غیرمستغرق انجام گردیده‌است. ژانگ و همکاران (۲۰۱۰) در یک پژوهش صحرایی، آزمایشگاهی و عددی، به شبیه‌سازی سه‌بعدی جریان پیرامون سازه باندا لایک در رودخانه براهماپورتا-جامونا بنگلادش پرداختند. آزمایش‌ها در یک فلوم آزمایشگاهی به طول ۱۰ متر، عرض ۸۰ سانتی‌متر و شیب ۱:۸۰۰، تحت شرایط بار بستر متحرک و با عدد فرود ثابت ۰/۳۸۷ صورت پذیرفت و زمان تعادل نیز ۶ ساعت برآورد گردید. یافته‌های این پژوهش، تطابق خوب نتایج آزمایشگاهی را با شرایط صحرایی نشان داد. هم‌چنین، مدل ریاضی سه‌بعدی ارائه‌شده هم‌پوشانی مناسبی با یافته‌های آزمایشگاهی داشت (۱۸). تراگوچی و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی الگوی جریان و رسوب پیرامون آبشکن باندا لایک در جریان مستغرق و غیرمستغرق، تحت شرایط آزمایشگاهی در فلومی با ابعاد ۱۰ متر طول، ۸۰ سانتی‌متر عرض و با شیب ۱:۸۰۰ پرداختند. پژوهش ذکرشده، تأثیر مثبت آبشکن باندا لایک در کاهش ابعاد حفره آبشستگی را تأیید کرد (۱۵). شجاعیان (۱۳۹۳) اثر هندسه آبشکن باندا لایک روی الگوی فرسایش و جریان را در شرایط غیرمستغرق بررسی کردند. آزمایش‌ها با سه درصد نفوذپذیری ۰/۳۰، ۴۵ و ۶۴ درصد، سه زاویه ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ درجه و با سه نسبت فاصله بین سازه به طول سازه ۲، ۲/۵ و ۳ انجام شد. مشاهده‌ها نشان داد با افزایش درصد نفوذپذیری در آبشکن باندا لایک، عمق آبشستگی نسبی کاهش می‌یابد. بیشترین و کم‌ترین عمق آبشستگی به ترتیب در زاویه ۹۰ و ۶۰ درجه رخ داد. علاوه بر آن، یافته‌ها تأثیر ناچیز فاصله در کاهش عمق آبشستگی را تأیید کردند (۴). جراح‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) در یک پژوهش آزمایشگاهی، تأثیر زاویه استقرار آبشکن‌های نفوذناپذیر، نفوذناپذیر و باندا لایک را بر ابعاد حفره آبشستگی در شرایط جریان مستغرق مورد بررسی قرار دادند. آزمایش‌ها در یک فلوم مستقیم، در سه زاویه ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ درجه و تحت شرایط جریان با عدد فرود ثابت ۰/۲۴ انجام و یافته‌ها به‌صورت توپوگرافی بستر، عمق، کشیدگی و عرض حفره آبشستگی نشان داده شد. بررسی نتایج نشان داد که بیشترین عمق آبشستگی در آبشکن نفوذناپذیر در زاویه ۹۰ درجه و در آبشکن باندا لایک و نفوذپذیر در زاویه ۱۲۰ درجه مشاهده می‌شود. هم‌چنین، قسمت نفوذپذیر سازه باندا لایک تأثیر زیادی در کاهش بیشینه عمق و عرض حفره آبشستگی دارد (۱). کوچک و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی تأثیر نوع آب-شکن بر تغییرات توپوگرافی بستر در قوس ۹۰ درجه ملایم در شرایط مستغرق پرداختند. در این پژوهش، اثر سه آبشکن نفوذپذیر، نفوذناپذیر و باندا لایک با ارتفاع ۸/۵ سانتی‌متر و در شرایط هیدرولیکی متفاوت با اعداد فرود ۰/۲۱، ۰/۲۳، ۰/۲۶ و ۰/۲۹ در فلوم قوسی ۹۰ درجه ملایم، با عرض ۷۰ سانتی‌متر و نسبت شعاع قوس به عرض ۴ مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. رسوبات بستر از ماسه طبیعی با اندازه متوسط ۱/۵ میلی‌متر انتخاب و در لایه‌ای به ضخامت ۲۲ سانتی‌متر در کف فلوم گسترده شد. یافته‌ها نشان داد که هر سه سازه با انحراف بیشینه سرعت به قسمت میانی کانال، موجب کاهش و خاتمه فرسایش قوس خارجی می‌شوند. هم‌چنین، عمق فرسایش پیرامون سازه باندا لایک به مراتب کم‌تر از آبشکن نفوذناپذیر است. نتایج هم-چنین موید کندتر بودن گرادیان تغییرات عمق آبشستگی در مقابل عدد فرود جریان، در سازه باندا لایک می‌باشد. از دیگر یافته‌های این پژوهش می‌توان به بیشتر بودن عمق آبشستگی در آبشکن نفوذناپذیر در تمامی اعداد فرود اشاره کرد. این آبشکن هم‌چنین دارای بیشترین میزان رسوب‌گذاری در قوس داخلی نیز می‌باشد. آبشکن نفوذپذیر نیز کم‌ترین عمق آب-

شستگی را در تمام آزمایش‌ها به خود اختصاص داد (۷). در پژوهشی دیگر، جلیلی و همکاران (۱۳۹۷)، تأثیر آب‌شکن باندا لایک را در شرایط جریان مستغرق و غیرمستغرق، بر تغییرات رقوم بستر در قوس ۹۰ درجه ملایم بررسی کردند. آزمایش‌ها در فلومی به طول ۱۱ متر، عرض ۷۰ سانتی‌متر و نسبت شعاع قوس به عرض ۴ انجام شد. مشاهده‌ها نشان داد که با افزایش عدد فرود، آب‌شستگی افزایش می‌یابد. علاوه بر آن، در تمام آزمایش‌ها، افزایش نسبت استغراق، موجب افزایش تنش برشی بستر و فشار دینامیکی که تابعی از سرعت جریان است، می‌شود. لذا، با افزایش نسبت استغراق، سرعت جریان نیز افزایش یافته و این امر موجب افزایش فشار آب در بالادست سازه و ایجاد جریان پایین‌رونده یا گردابه‌های عمودی در پایین دست سازه می‌گردد که خود، منجر به افزایش عمق آب‌شستگی در پایین دست سازه خواهد شد. هم‌چنین، عمق آب‌شستگی در سازه باندا لایک نسبت به سازه شاهد نفوذناپذیر کم‌تر است و با افزایش ارتفاع آب‌شکن باندا لایک، کاهش می‌یابد. یافته‌ها هم‌چنین نشان داد که استفاده از آب‌شکن ساده نفوذپذیر به جای آب‌شکن باندا لایک، موجب کاهش ۲۳ درصدی عمق آب‌شستگی خواهد گردید (۲).

### ۳- نتایج و بحث

آب‌شکن‌ها سازه‌هایی هستند که با هدف انحراف جریان از ساحل فرسایش‌پذیر رودخانه، ایجاد مسیر مناسب برای هدایت جریان، کنترل سیلاب، برقراری عمق لازم به منظور کشتی‌رانی و اجرای طرح‌های حفاظت و سامان‌دهی رودخانه، مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله مسایل مهم در طراحی آب‌شکن‌ها، پدیده آب‌شستگی موضعی در دماغه آن‌ها می‌باشد که بر اثر تنگ‌شدگی مقطع و وجود جریان‌های گردابه‌ای قوی، ایجاد می‌گردد. هم‌چنین، از آن جایی که الگوی جریان با تغییر نوع آب‌شکن از نفوذپذیر به نفوذناپذیر تغییر می‌کند، بنابراین عمق و شکل حفره آب‌شستگی نیز با تغییر سازه، دست‌خوش تغییر می‌شود که این نکته، مورد توجه پژوهش‌گران قرار گرفته است. بررسی منابع نشان می‌دهد تاکنون پژوهش‌های محدودی در زمینه نقش آب‌شکن باندا لایک (به‌عنوان یک سازه ترکیبی از آب‌شکن نفوذپذیر و نفوذناپذیر)، در تغییر عمق حفره آب‌شستگی و کاهش فرسایش صورت پذیرفته است که این امر، موید نیاز به پژوهش‌های بیشتر در این زمینه می‌باشد. یافته‌های پژوهش‌گران پیشین نشان داد جایگزینی آب‌شکن باندا لایک با آب‌شکن نفوذناپذیر، موجب کاهش چشم‌گیری در عمق حفره آب‌شستگی خواهد شد. علاوه بر آن، باندا لایک به دلیل شکل پایه‌ای خود، موجب کاهش سرعت جریان و تله‌اندازی رسوبات خواهد شد که از دیگر برتری‌های این سازه در مقایسه با آب‌شکن نفوذناپذیر است. هم‌چنین، پژوهش‌های پیشین، کاهش عمق حفره آب‌شستگی را با جایگزینی آب‌شکن نفوذپذیر با دو سازه نفوذناپذیر و باندا لایک تایید کردند. بنابراین، توجه به این سازه نیز با توجه به هزینه کم اجرا و کاهش خسارت‌های ناشی از فرسایش و آب‌شستگی، بایستی مورد توجه آتی قرار بگیرد.

### ۴- منابع و مراجع

۱. جراح‌زاده، ف.، کاشفی‌پور، س.م. و شفافی بچستان، م. ۱۳۹۶. تأثیر زاویه قرارگیری در سه نوع آب‌شکن نفوذپذیر، نفوذناپذیر و باندا لایک در شرایط مستغرق بر ابعاد هندسی آب‌شستگی. علوم و مهندسی آبیاری. جلد ۴۰. شماره ۲. ۱۴-۱.
۲. جلیلی، م.، بختیاری، م.، کاشفی‌پور، س.م. و شهنی کرم‌زاده، ن. ۱۳۹۷. بررسی آزمایشگاهی تأثیر آب‌شکن‌های نوع باندا لایک مستغرق و معمولی بر تغییرات رقوم بستر در قوس ۹۰ درجه ملایم. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. جلد بیست و پنجم. شماره اول. ۱۶۴-۱۴۷.
۳. دهقانی، ا.ا.، برزعلی، م.، فضل‌اولی، ر. و ضیانتباراحمدی، م. ۱۳۸۸. مطالعه آزمایشگاهی آب‌شستگی موضعی اطراف سری آب‌شکن‌های L شکل. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. جلد شانزدهم. شماره سوم. ۱۶۲-۱۴۱.
۴. شجاعیان، ز. ۱۳۹۳. بررسی آزمایشگاهی اثر هندسه آب‌شکن نوع باندا لایک بر روی الگوی فرسایش و جریان در شرایط غیرمستغرق: پایان‌نامه دکتري، رشته سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۵. عباسی، ع.ا. و ملک‌نژاد یزدی، م. ۱۳۹۱. مطالعه آزمایشگاهی تأثیر مشخصات هندسی آب‌شکن‌های نفوذپذیر مستقیم و T شکل بر آب‌شستگی اطراف آن‌ها. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. ۳۸. ۱۰۷-۹۵.



۶. فضلی، م.، قدسیان، م. و صالحی نیشابوری، س. ۱۳۸۸. تغییرات توپوگرافی بستر در قوس ۹۰ درجه در شرایط مختلف جریان. مجله فنی و مهندسی مدرس. ۳۵. ۱۴۴-۱۲۳.
۷. کوچک، پ.، کاشفی پور، س.م.، قمشی، م. و فتحی، ا. ۱۳۹۶. بررسی اثر نوع آبشکن بر تغییرات توپوگرافی بستر در قوس ۹۰ درجه ملایم در شرایط مستغرق. نشریه مهندسی عمران و محیط زیست. جلد ۴۷. شماره ۱. ۸۰-۷۳.
۸. منصوری، ب.، حسین زاده دلیر، ع. و فرسادی زاده، د. ۱۳۹۵. بررسی آزمایشگاهی اثر شکل آبشکن در کنترل آبستگي سری آبشکن در خم رودخانه. نشریه دانش آب و خاک. جلد ۲۶. شماره ۱. ۸۱-۶۹.
۹. واقفی، م.، صفرپور، ی. و اکبری، م. ۱۳۹۶. مطالعه عددی الگوی جریان و آبستگي ناشی از آبشکن‌های سری سرسپری. نشریه علمی-پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. سال یازدهم. شماره ۳۸. ۴۷-۳۵.
۱۰. یباره پور، ا. و کاشفی پور، س.م. ۱۳۹۳. مقایسه توپوگرافی بستر برای سری آبشکن‌های نفوذپذیر و نفوذناپذیر. علوم و مهندسی آبیاری (مجله علمی کشاورزی). جلد ۳۷. شماره ۴. ۸۶-۷۷.
11. Yun, L., Baomin, W. and Yongquiang, L. 2012. Research on Application of Removable Non-Rescue Submerged Groins in Lower Yellow River Training Works. *Procedia Engineering*. 28: 781-785.
12. Copeland, R.R. 1983. Bank Protection Techniques Using Spur Dikes. Hydraulic Laboratory, U.S. Army Waterways Experiment Station. Vicksburg, Mississippi, USA.
13. Karami, H., Ardeshir, A., Saneie, M., Behzadian, K. and Jaliliani, F. 2008. Reduction of Local Scouring with Protective Spur Dike. *Proceedings of the World Environmental and Water Resources Congress ASCE, Hawaii USA*.
14. Olsen, N.B.R. 2014. A Three Dimensional Numerical Model for Simulation of Sediment Movement in Water Intakes with Multi-block Option. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
15. Teraguchi, H., Nakagawa, H., Baba, Y., Kawaike, K., Rahman, M.M. and Uddin, M.N. 2011. Hydraulic and Morphological Consequences of Bank Protection Measures along the Jamuna River, Bangladesh. *Annuals of Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University*. No.54B.
16. Zhang, H. 2005. Study on Flow and Bed Deformation in Channels with Spur Dikes. Doctoral Dissertation, Kyoto University, Japan.
17. Zhang, H., Nakagawa, H., Baba, Y., Kawaike, K., and Teraguchi, H. 2010. Three-Dimensional Flow Around Bandal-Like Structures. *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*. 54. 175-180.





## A Review on the Bandal-like Structure Application in the Erosion Control and River Training

Razieh Karimi Demneh<sup>1</sup>, Mehdi Meftah Halaghi<sup>2\*</sup>

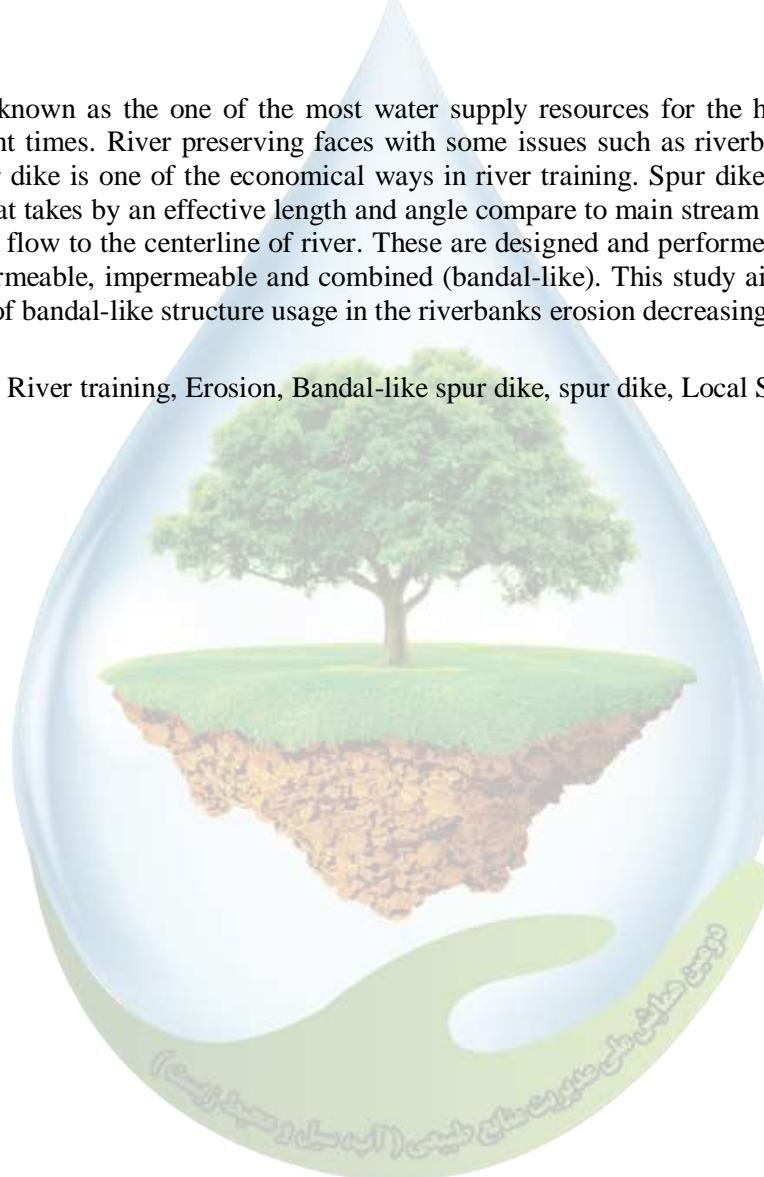
<sup>1</sup>PhD Candidate In Water Structures, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources, <sup>2\*</sup> Associate Professor of Water Faculty, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources

\* Meftahhalaghi@gmail.com

### Abstract

Rivers are known as the one of the most water supply resources for the human beings since ancient times. River preserving faces with some issues such as riverbanks erosion. Use of spur dike is one of the economical ways in river training. Spur dike is a junction structure that takes by an effective length and angle compare to main stream direction and divertes the flow to the centerline of river. These are designed and performed in different types as permeable, impermeable and combined (bandal-like). This study aims to review the effects of bandal-like structure usage in the riverbanks erosion decreasing.

**Keywords:** River training, Erosion, Bandal-like spur dike, spur dike, Local Scour.



### مدل سازی عددی تعیین ضریب دبی در سرریزهای مرکب و مرکب قوسی با استفاده از نرم افزار FLOW-3D

فاطمه کمال غریبی<sup>۱\*</sup> مهدی مفتاح هلقی<sup>۲</sup>

<sup>۱\*</sup> دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد موسسه آموزش عالی لقمان حکیم شهر گرگان، دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>۱\*</sup> [nadia.kamalqaribi@gmail.com](mailto:nadia.kamalqaribi@gmail.com)

#### چکیده

در سرریزهای قوسی و مرکب قوسی، شدت انحنای قوس و مرکب نمودن سرریز، تأثیر زیادی بر ضریب دبی این سازه ها دارد. از این رو شبیه سازی عددی الگوی جریان عبوری از این سازه ها بسیار پیچیده است. هدف اصلی از این تحقیق، شبیه سازی عددی هیدرولیک جریاناز نظر ضریب دبی و میزان جریان عبوری از سرریزهای قوسی و مرکب قوسی با استفاده از نرم افزار FLOW-3D است. نرم افزار FLOW-3D یک نرم افزار قوی در زمینه دینامیک سیالات محاسباتی است که برای حل مسائل با هندسه پیچیده مورد استفاده قرار می گیرد. با انجام مراحل واسنجی، نتایج حاصل از مدل ریاضی با داده های آزمایشگاهی مقایسه شده است. نتایج مقایسه میان مدل های تلاطمی موجود در این نرم افزار شامل مدل اختلاط پراتل، مدل تک معادله ای، دومعادله ای K-E، دو معادله ای RNG k-ε و روش گردابه ای بزرگ (LES)، نشان می دهد که مدل تلاطمی RNG k-ε از دقت بالاتری برای شبیه سازی دبی عبوری از سرریز قوسی و مرکب قوسی برخوردار است. بر اساس این مقایسه ها، حداکثر خطای نسبی مدل ریاضی در برآورد دبی عبوری از سرریز 6 درصد بدست آمده است که بررسی ضریب دبی جریان با مقایسه نتایج حاصل از نرم افزار FLOW-3D و داده های آزمایشگاهی، نشان می دهد که مدل از قابلیت بالایی جهت شبیه سازی الگوی جریان برخوردار است.

**کلید واژگان:** هیدرولیک جریان، سرریز قوسی، سرریز مرکب قوسی، ضریب دبی، مدل های آشفتگی، مدل سازی عددی، FLOW-3D

#### مقدمه

به منظور بهینه سازی مصرف آب، مدیریت و حفاظت از منابع آب نقش به سزایی دارد و در این راستا اندازه گیری دقیق دبی جریان نقش اصلی را ایفا می کند. اندازه گیری میزان جریان عبوری در شبکه های انتقال آب و فاضلاب از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این راستا روش های بسیاری برای اندازه گیری دبی آب در کانال های روباز وجود دارد. در زمان وقوع سیلاب های سهمگین، سازه های مختلفی برای انتقال جریان مازاد به پایین دست وجود دارد. این سازه ها شامل دریچه ها، برج های خروج جریان و سرریزها می باشند. دریچه ها و برج های انتقال سیلاب هنگامی که تراز سطح آب بالاتر از آنها قرار گرفت شروع به کار می کنند و سیلاب را به آرامی و طی چندین روز از زمان وقوع آن، به پایین دست سد انتقال می دهند. اما اگر حجم جریان ورودی به مخزن خیلی زیاد باشد، برای جلوگیری از عبور جریان از روی سازه و تخریب آن از سرریزهای اضطراری استفاده می شود. این سرریزها حجم زیادی از جریان را در مدت زمان کم به پایین دست انتقال داده و خطر تخریب سد و بروز خسارات مالی و جانی را کم می کنند.

سرریزها از جمله سازه های هیدرولیکی پر کاربرد می باشند که برای عبور سیلاب ها و جریان مازاد از مخازن سدها و هم چنین کنترل سطح آب و اندازه گیری دبی جریان در کانال های انتقال و توزیع آب مورد استفاده قرار می گیرند. یکی از انواع مدل

سرریز، نوع قوسی در پلان می‌باشد که محور تاج آن به شکل غیرخطی بوده و به صورت یک قطاع از دایره‌هایی با شعاع مشخص می‌باشد.

سرریز قوسی به علت افزایش طول سرریز در عرض کانال دارای مزایایی از جمله طراحی آسان، سهولت ساخت و ضریب آبگذری بالا نسبت به سایر سازه‌ها (سرریز نرمال، مایل و ...) می‌باشد. با توجه به اینکه در این تحقیق جریان عبوری از روی سرریز مرکب قوسی مورد مطالعه قرار گرفته است، لذا در ادامه به معرفی سرریز و همچنین سرریز قوسی پرداخته می‌شود. هدف از ارائه این مقاله بیان مراحل شبیه سازی هیدرولیک جریان بر روی سرریز قوسی و سرریز مرکب قوسی و همچنین بیان نتایج شبیه سازی هیدرولیک جریان از نظر ضریب دبی و میزان جریان عبوری از سازه با زوایای مرکزی ۹۰ و ۱۲۰ و ۱۵۰ درجه با استفاده از مدل ریاضی FLOW-3D می‌باشد. در این مقاله به منظور بررسی ضریب دبی جریان با مقایسه نتایج حاصل از نرم افزار FLOW-3D و داده های آزمایشگاهی حسینی، ن (۱۳۹۶) توانایی این نرم افزار در شبیه سازی الگوی جریان ارزیابی می‌گردد. اطلاعات مورد نیاز به منظور شبیه سازی عددی جریان در سرریز قوسی و مرکب قوسی استخراج شده است.

### سرریزها

سرریز یکی از اجزای حیاتی هر سد می‌باشد. انتخاب نوع، اندازه و محل قرارگیری سرریز وابسته به شرایط و نوع سد خواهد بود. طبق تعریف هر مانعی که بر سر راه جریان در کانال قرار گیرد و باعث شود تا آب در پشت آن بالا آمده و بر سرعت آن در ضمن عبور افزوده شود؛ سرریز نامیده می‌شود. از موارد مهم کاربرد سرریزها، اندازه‌گیری شدت جریان در کانال‌های باز می‌باشد. لذا با توجه به حساس بودن این کار، سرریز باید سازه‌ای مطمئن و با راندمان بالا انتخاب شود (USBR, 1997).

### بررسی مبانی نظری

#### مطالعات انجام شده در مورد سرریزهای قوسی

تاکنون مطالعات گسترده‌ای برای تعیین شکل تاج سرریزها انجام شده است و روش‌های متفاوتی نیز در دسترس می‌باشد، که یکی از این اشکال، انحنا یا قوس محوری در عرض کانال می‌باشد. طرح به کارگیری قوس و انحنا در بندها برای نخستین بار در سال ۱۹۷۱ توسط مک کی<sup>۱</sup> با هدف ساخت سازه‌ای که بتواند با حداقل اتلاف انرژی و بار آبی ثابت، سیلاب‌های بزرگ‌تر از سیل طراحی را تخلیه کند، ارائه شد. (مک کی، ۱۹۸۷)

شکل (۱-۲) بیانگر مدل مورد مطالعه مک کی می‌باشد. طبق شکل نشان داده شده، تاج این سرریز قوسی در پلان بوده و دارای دیواره‌های همگرا می‌باشد. این پند (MEL) معمولاً به صورت خاکی و با رویه بتنی ساخته شده و در رودخانه‌هایی با سیلاب‌های عظیم و با شیب بستر بسیار کم، کاربرد دارد. عدد فرود در این سازه نسبت به سازه‌های سنتی مقدار پایین‌تری دارد. کاهش سرعت ورودی به شوت و تشکیل پرش هیدرولیکی ضعیف از مشخصات مهم این سرریزها می‌باشد که موجب شده تا طول حوضچه آرامش کوتاه شده و در برخی موارد نیازی به احداث آن نباشد (جانسون، ۲۰۰۹).

<sup>1</sup> United state Bureau of Reclamation

<sup>2</sup> Mckey

<sup>3</sup> Chanson



شکل ۱-۲: مدل سرریز MEL (مک کی، ۱۹۷۲)

نتایج کورکستون و تولیس<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) بر روی سرریزهای کنگره‌ای قوسی نشان داد که توسعه سرریز به داخل مخزن در شرایطی که سیکل‌های سرریز بر روی قوسی از دایره قرار گیرند، افزایش ضریب آبگذری را در پی دارد. این محققین ضمن معرفی پارامترهای هندسی سرریزهای کنگره‌ای قوسی، نتیجه‌گیری کردند که با بالا رفتن زاویه انحنای سرریز، چنانچه ظرفیت آبگذری سیکل‌های بالادست سرریز کنگره‌ای از سیکل‌های پایین دست آن بیشتر گردد، ضریب آبگذری سرریز کنگره‌ای قوسی حتی به مقداری کمتر از سرریز کنگره‌ای خطی نیز خواهد رسید.

### مطالعات انجام شده در مورد سرریزهای مرکب

اولین بار سازمان احیای اراضی آمریکا<sup>۲</sup> (۱۹۶۳) از یک سرریز لبه‌تیز مرکب مثلثی-مستطیلی برای اندازه‌گیری جریان استفاده نمود. مزیت مهم این گونه سرریزها، دقت مناسب در اندازه‌گیری دبی در محدوده وسیعی از شرایط جریان (کم‌آبی تا سیلاب) است. هم‌چنین اولین مطالعات تجربی بر روی سرریزهای مرکب توسط برگمن<sup>۳</sup> (۱۹۶۳) انجام شده است. مارتینز و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۵) با بررسی آزمایشگاهی یک سرریز لبه‌تیز مرکب مثلثی، این نوع سرریز را برای استفاده در سدهای رسوب‌گیر در حوضه‌های کوهستانی پیشنهاد نمودند. انتخاب این نوع سرریز به دلیل پیوستگی رابطه دبی-اشل در تمامی عمق‌های جریان روی سرریز است. این سرریز برای اندازه‌گیری هیدروگراف رواناب و بررسی تأثیر گزینه‌های مختلف پوشش گیاهی در کاهش رواناب و فرسایش خاک حوضه‌های کوهستانی طراحی و اجرا شده است. با توجه به تغییرات شدید هیدروگراف دبی رواناب از شروع بارش تا خاتمه سیل، کاربرد این سرریز بسیار مناسب می‌باشد، به این صورت که از سرریز مثلثی پایین برای اندازه‌گیری دقیق دبی‌های کم و از سرریز مثلثی بالا برای اندازه‌گیری دقیق دبی‌های بالا (دبی اوج هیدروگراف) استفاده می‌شود.

<sup>1</sup> Crookston and Tullis

<sup>2</sup> United States Bureau of Reclamation

<sup>3</sup> Bergmann

<sup>4</sup> Martinez et al

### مطالعات انجام شده توسط نرم افزار FLOW-3D

مطالعات صورت گرفته با نرم افزار FLOW-3D، بیانگر دامنه وسیع کاربرد این نرم افزار در زمینه مسائل هیدرولیکی می باشد. از این میان به چند مورد به اختصار اشاره خواهد شد.

ریچستتر<sup>۱</sup> (۲۰۱۳)، امواج خروشان منفی در کانال‌های باز را توسط مدل فیزیکی و عددی مورد مطالعه قرار داد. وی برای شبیه‌سازی عددی مسئله از معادلات سن ونان و نرم افزار FLOW-3D بهره گرفت. نتایج بیانگر همگرایی مناسب داده‌های آزمایشگاهی با نتایج عددی بود.

حیبی (۱۳۸۸)، با مدل سازی فیزیکی و عددی آبشار قائم (سازه ای معمول برای شکستن شیب در کانال‌ها با شیب بحرانی می باشد)، اندازه حفره آبستگي حول این نوع شیب شکن را مورد بررسی قرار داد. وی به منظور شبیه‌سازی عددی از نرم افزار FLOW-3D بهره گرفت. مقایسه نتایج آزمایشگاهی و عددی نشان از تطابق و دقت مناسب مدل برای استفاده در چنین شرایطی می باشد.

کیو<sup>۳</sup> (۲۰۱۰)، جریان غیریکنواخت را در سه مورد مختلف با شرایط مرزی و هندسه متفاوت با استفاده از نرم افزار FLOW-3D شبیه‌سازی نمود. این سه مورد شامل شبیه‌سازی جریان بر روی بند با ارتفاع مختلف در یک کانال آزمایشگاهی، شبیه‌سازی جریان در کانال با هندسه تحتانی پیچیده که جریان در آن از فوق بحرانی به زیر بحرانی رسیده و تحت تاثیر جریان در پایین دست می باشد و با پرش هیدرولیکی همراه است و در نهایت شبیه‌سازی جریان در یک رودخانه طولانی که یک سرریز لبه پهن در مرکز آن واقع شده است. در تمامی موارد نتایج بیانگر دقت قابل قبول نرم افزار در شبیه سازی جریان می باشد. هونگ کویو<sup>۴</sup> (۲۰۰۵)، به منظور یافتن بهترین مدل آشفتگی برای پیش‌بینی طول منطقه جداشدگی (چرخش) در پشت یک آبشکن اجرا نمود. مهمترین نتیجه حاصل از این مقایسه نشان می‌دهد که مدل آشفتگی LES بهترین تطابق را با نتایج آزمایشگاهی داشته و این مدل، پیش‌بینی بهتری از طول منطقه جداشدگی در پشت آبشکن ارائه می‌کند. سرانجام پیشنهاد شد مدل در دامنه وسیعتری از تغییرات پارامترهای جریان، طول و زاویه نصب آبشکن اجرا گردد.

### نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر به کمک نرم افزار FLOW-3D الگوی هیدرولیک جریان عبوری از سرریز مرکب قوسی شبیه سازی شده و بار آبی گذرنده از روی سرریز با دبی های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این مدل با داده های محاسباتی موجود مقایسه شده و مقادیر خطای مدل مشخص شده است. در این تحقیق، یافته های مهم این تحقیق و نیز پیشنهادهایی به منظور انجام پژوهش های آتی در این زمینه، ارائه شده است.

- با اجرای متعدد نرم افزار FLOW-3D در شرایط هیدرولیکی برای سرریز مرکب قوسی مشخص شد که این نرم افزار قابلیت شبیه سازی الگوی هیدرولیک جریان عبوری از سرریزهایی با هندسه پیچیده را با دقت مناسبی دارا می باشد.
- از بین مدل های تلاطمی مورد استفاده در نرم افزار FLOW-3D، مدل تلاطمی RNG K-E بهترین نتایج را در شبیه سازی هیدرولیک جریان در سرریزهای مرکب قوسی (شامل بار آبی گذرنده از سرریز) نسبت به نتایج آزمایشگاهی دارا می باشد.
- براساس محاسبات شاخص های آماری مشخص شد که نتایج محاسباتی نرم افزار FLOW-3D در تخمین بار آبی عبوری از سرریز با دارا بودن حداکثر خطای نسبی ۶ درصد از کارایی مناسبی برخوردار است.

<sup>1</sup> Reichstetter

<sup>2</sup> Saint venant equation

<sup>3</sup> Qiu

<sup>4</sup> Hong Koo Yeo

- با توجه به کارایی خوب مدل ریاضی FLOW-3D، می توان بدون وجود برخی محدودیت های موجود در شرایط آزمایشگاهی، عوامل مختلف مؤثر بر میزان بار آبی گذرنده از سرریز را بررسی نمود. این مورد یکی از موارد متعدد مزیت مدل های ریاضی است که به راحتی در حالات مختلف قابل استفاده و کاربرد است.
- با توجه به خطای ناچیز میان مقادیر محاسباتی بار آبی و مقادیر بدست آمده از نرم افزار برای مدل سرریز مرکب قوسی، می توان از مدل سازی دو بعدی بهره گرفت. مدل سازی دو بعدی زمان محاسبات را به شدت کاهش می دهد.
- در سرریز قوسی ساده، زاویه ۹۰ درجه دارای بیشترین ضریب آگذری می باشد. اما با مرکب نمودن سرریز عکس این حالت اتفاق می افتد. یعنی در سرریز قوسی با یک پله و در سرریز مرکب قوسی بیشترین ضریب آگذری مربوط به سرریز ۱۵۰ درجه است؛ که این نتایج با نتایج حاصل از آزمایشات همخوانی دارد.
- نتایج حاصل از نرم افزار FLOW-3D نشان داد که در سرریز مرکب قوسی با افزایش عرض و ارتفاع پله دوم بر میزان سرریز ضریب آگذری افزوده می شود.
- همانطور که انتظار می رفت ضریب دبی سرریزهای دوزنقه ای برای یک بار آبی ثابت از سرریز مستطیلی نتیجه شده است. و این نشان دهنده دقت خوب نرم افزار FLOW-3D در برآورد ضرایب دبی انواع سرریزها می باشد

### ۳-۵- پیشنهادها

- با توجه به محدودیت های زمانی و امکانات آزمایشگاهی در بررسی حاضر، پیشنهادهای زیر جهت مطالعات تکمیلی در آینده ارائه می گردد:
- پیشنهاد می گردد شبیه سازی مدل سرریز مرکب قوسی (به گونه ای که پله دوم دوزنقه ای باشد) با استفاده از نرم افزار Flow-3D مورد بررسی قرار گیرد و با نتایج این تحقیق مقایسه گردد.
  - مطالعه عددی و آزمایشگاهی سرریز مرکب قوسی با قوس رو به پایین دست انجام شود.
  - پیشنهاد می شود در مطالعات آتی، به بررسی اثر جدایی جریان و یافتن مقدار دقیق طئل مؤثر سرریز مرکب قوسی، در محاسبات مربوطه به این نوع سرریزها پرداخته شود.
  - تأثیر ارتفاع سرریز بر ظرفیت آگذری و ضریب دبی سازه به صورت آزمایشگاهی و عددی بررسی شود.
  - تأثیر عرض و ارتفاع های بیشتر در سرریز مرکب قوسی روی ضریب آگذری بررسی گردد.
  - اثر ته نشینی رسوب و جسم های شناور بر ضریب دبی سرریز مرکب قوسی مورد بررسی قرار گیرد.

### منابع و مراجع

- حسینی، ن. ۱۳۹۶. بررسی آزمایشگاهی تعیین ضریب دبی سرریزهای مرکب قوسی. پایان نامه کارشناسی ارشد سازه های آبی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. گرگان، ایران.
- حبیبی، م. و خانجانی، م. ج. ۱۳۸۸. بررسی پدیده آبستنگی در پایاب دراپ قائم بلند و مقایسه مدل هشتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، FLOW-3D. آزمایشگاهی با نتایج حاصل از نرم افزار دانشگاه شیراز.
- United States Bureau of Reclamation (USBR).. Compoun weir study. Hydraulic Laboratory Report No. Hyd. 505.
- McKay, G.R. 1987. Design principles of minimum Energy Waterways. Proc. Workshop on minimum Energy Design of Culvert and Bridge Waterways, Australian Road Research Board, Melbourne, Australia, K.F. PORTER Ed., Session 1: 1-39.
- Bergmann, M. 1963. Special Weirs, USBR, Water Measurement Manual, Chapter 7 Section 138.
- Chanson, H. 2009. Discussion of Hydraulic of Broad-Crested Weirs with Varying Side Slopes. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. ASCE. 136(7): 508-509.
- Crookston, B.M. and Tullis, B.P. "Discharge Efficiency of Reservoir-Application-specific Labyrinth weirs". American society of civil Engineering, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 138, No. 6, 2012, pp: 564-568.
- Martinez, J., Reza, J., Morillas, M.T. and Lopez, J.G. 2005. Design and calibration of a compound sharp-crested weir. Journal. Hydraul. Eng., 131:2. 112-116.
- United State Bureau of Reclamation (USBR). 1997. Water measurement manual, 3rd Ed. Denver.



Vischer, D., "Recent developments spillway design". Journal of water Power and Dam Construction, Vol. 40, No. 1, 1988, pp:10-15.

Reichstetter, M., and Chanson, H. 2013. Unsteady turbulent properties in negative waves in open channels. European Journal of Mechanics B/Fluids. 37(3): 1-9.



### ارتباط ویژگی‌های مورفومتری حوضه‌های آبخیز و فرسایش پذیری در سطوح مختلف ارتفاعی در محسن آب مهران

نگار ابراهیمی<sup>\*</sup>، نورالدین رستمی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

NegarEbrahimi.2013@gmail.com

۲- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

Noredin\_rostami@alumni.ut.ac.ir

#### چکیده

شناخت عوامل هیدروژئومورفولوژیک و عملکرد آنها در حوزه آبخیز به منظور شناخت و مدیریت محیط حوزه آبخیز، اهمیت زیادی دارد. در این پژوهش حوزه آبخیز محسن آب مهران با محاسبه و آنالیز مورفومتری و استفاده از فنون سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار گرفته است. برای استخراج آبراهه‌های منطقه و بررسی پارامترهای مورفومتری بررسی شده در این مقاله شامل تعداد آبراهه‌ها رتبه آبراهه، مجموع طول آبراهه، پستی و بلندی، فراوانی آبراهه فاکتور شکل، ضریب گردی و ضریب مستطیل معادل می‌باشد. نتایج نشان داد که با توجه به تعداد آبراهه‌ها، وجود آبراهه‌های درجه اول، دوم و سوم، زیاد بودن طول آبراهه‌ها، وجود ارتفاعات و شیب زیاد، منطقه فرسایش پذیر بوده و نیاز به مدیریت بیشتر دارد. همچنین مطالعات ژئومورفولوژی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که به کمک ویژگی‌های مورفومتری می‌توان میزان حساسیت رخساره‌ها به فرسایش را در منطقه مشخص نمود. به طوری که افزایش تعداد آبراهه‌ها و طول آن در حوزه آبخیز نشان دهنده افزایش فرسایش است.

واژگان کلیدی: مورفومتری، فرسایش‌پذیری، محسن آب، آبراهه‌ها

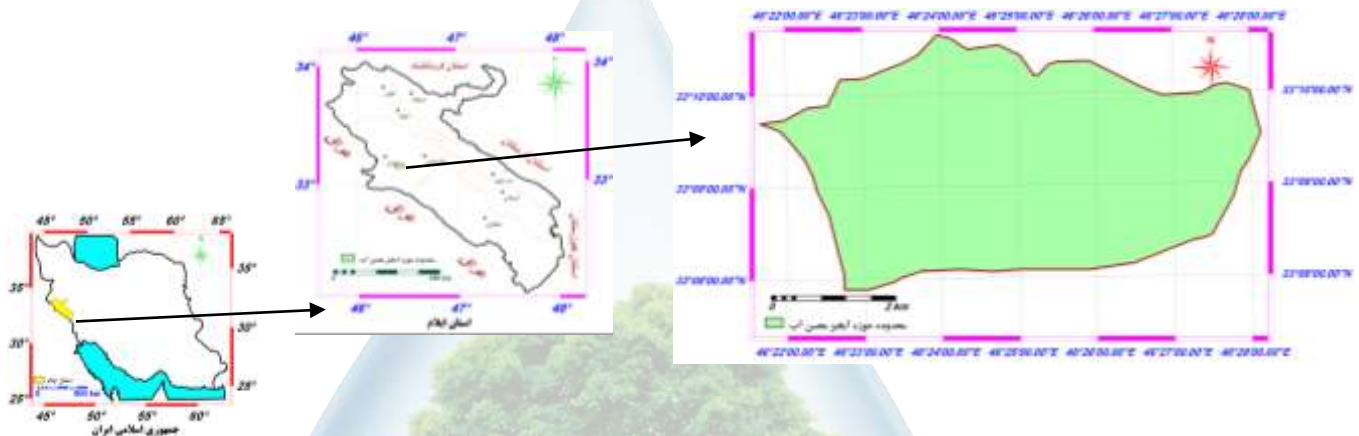
#### مقدمه

شرط اول کنترل عوامل فرسایشی شناسایی ویژگی‌های مورفومتری حوزه‌های آبخیز و اولویت بندی آن‌ها می‌باشد تا در صورت اجرای عملیات کنترلی، مناطق دارای اولویت‌های بالاتر بیشتر مد نظر و مدیریت قرار گیرند (آمانی و نجفی نژاد، ۱۳۹۳). هدف این پژوهش بررسی ویژگی‌های مورفومتری حوضه محسن آب مهران با توجه به سیلابی بودن حوزه می‌باشد. مطالعاتی صورت گرفته از جمله: (مکرم و همکاران، ۱۳۹۴) با بررسی ویژگی‌های مورفومتری حوضه‌های آبخیز و فرسایش‌پذیری در سطوح مختلف ارتفاعی با استفاده از شاخص موقعیت توپوگرافی به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان چگالی زهکشی میزان فرسایش‌پذیری افزایش می‌یابد در لندفرم کلاس ۴ و ۶ بیشترین میزان فرسایش‌پذیری با توجه به بالا بودن چگالی زهکشی دیده شد (آمانی و همکاران، ۱۳۹۳). اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها با استفاده از آنالیز مورفومتری، فنون سنجش ازدور و GIS حوزه آبخیز لهندر، استان گلستان به این نتیجه رسیدند که زیرحوضه B2 دارای بدترین شرایط است. با توجه به اهمیت بررسی ویژگی‌های مورفومتری در مطالعات حوضه آبخیز و بررسی میزان فرسایش‌پذیری حوزه آبخیز در این مطالعه هدف بررسی ویژگی‌های مورفومتری حوزه آبخیز، ارتباط ویژگی‌های مورفومتری با نوع ژئومورفولوژی می‌باشد.

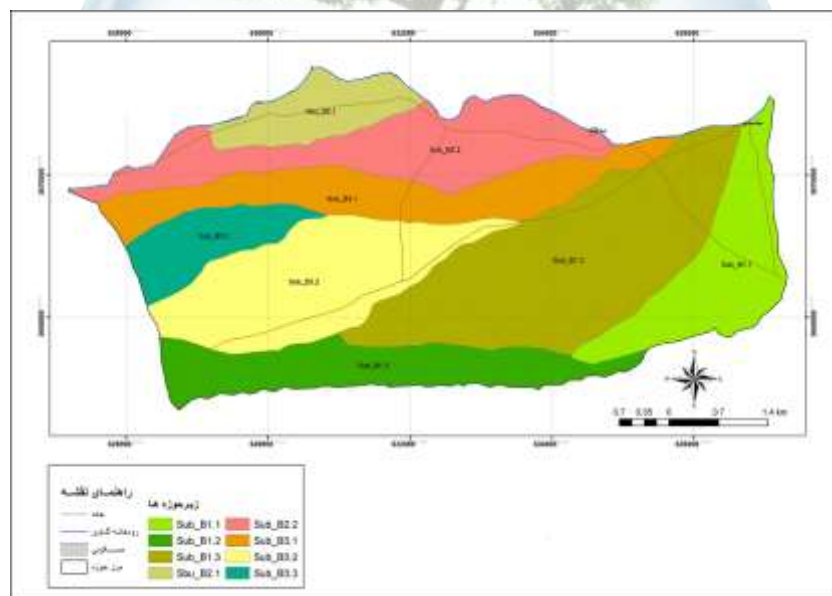


### موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز محسن آب با مساحت حدود ۳۵۱۱/۵ هکتار در استان ایلام و در شهرستان ملکشاهی قرار گرفته و از نظر موقعیت جغرافیایی بین  $33^{\circ} 21' 21''$  تا  $33^{\circ} 28' 18''$  طول شرقی و  $46^{\circ} 34' 10''$  تا  $46^{\circ} 47' 07''$  عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوزه ۴۶۰ متر و حداقل ارتفاع در خروجی حوزه برابر ۳۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. مهمترین رودخانه که این حوزه را زهکشی می‌کند، رودخانه گاوی می‌باشد که روند آن شمال شرقی - جنوب غربی می‌باشد شکل ۱. این حوزه آبخیز به ۳ واحد هیدرولوژیک اصلی بنام‌های Sub\_B1، Sub\_B2 و Sub\_B3 تقسیم می‌شود که هر کدام از این واحدها به واحدهای کوچکتری تقسیم بندی شده است شکل ۲.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه



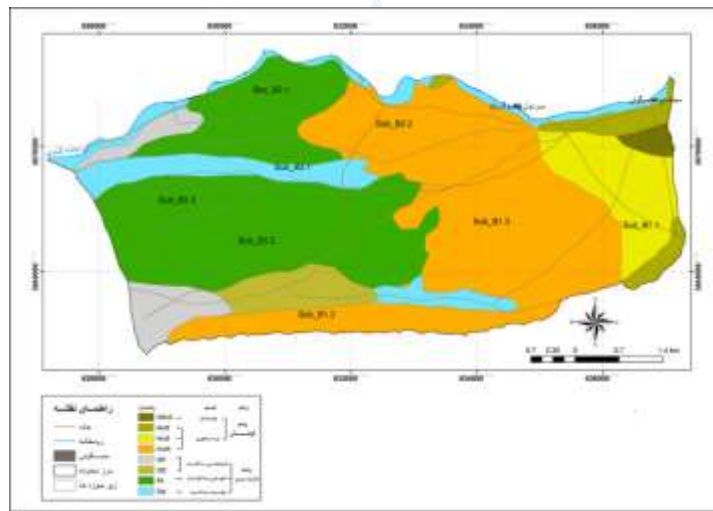
شکل ۲: زیرحوزه‌های منطقه مورد مطالعه

### مواد و روش‌ها

آبراهه‌های منطقه مورد مطالعه استخراج گردید و سپس ویژگی‌های مورفومتری آنها مورد بررسی قرار گرفت. از نظر ژئومورفولوژی، رخساره‌ها و واحدها با نقشه‌های زمین‌شناسی و عکس‌هوایی و بازدیدهای منطقه‌ای نقشه مورد نظر به دست آمده است شکل ۳.

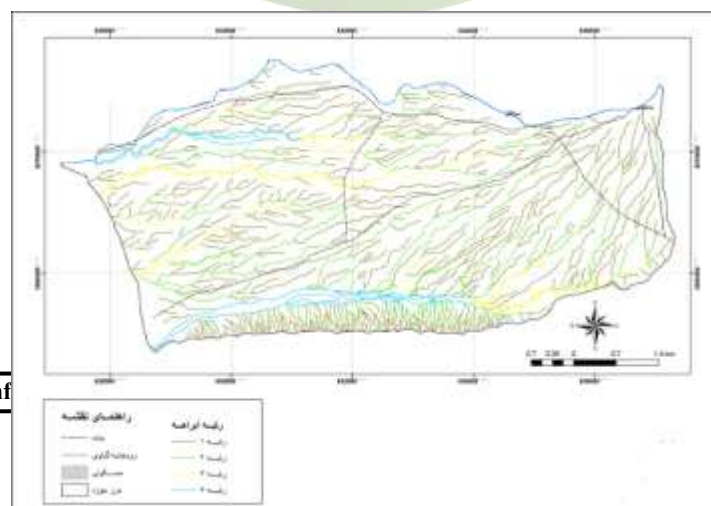
### نتایج

به منظور استخراج آبراهه‌ها و تعیین رتبه هر یک از آبراهه‌ها ابتدا محدوده حوزه آبخیز مورد مطالعه تعیین شد. مساحت حوزه آبخیز مورد مطالعه ۳۵۱۱ کیلومتر مربع می باشد. بعد از استخراج این حوزه آبخیز پارامترنقشه آبراهه‌های منطقه و رتبه آبراهه‌ها مشخص شد.

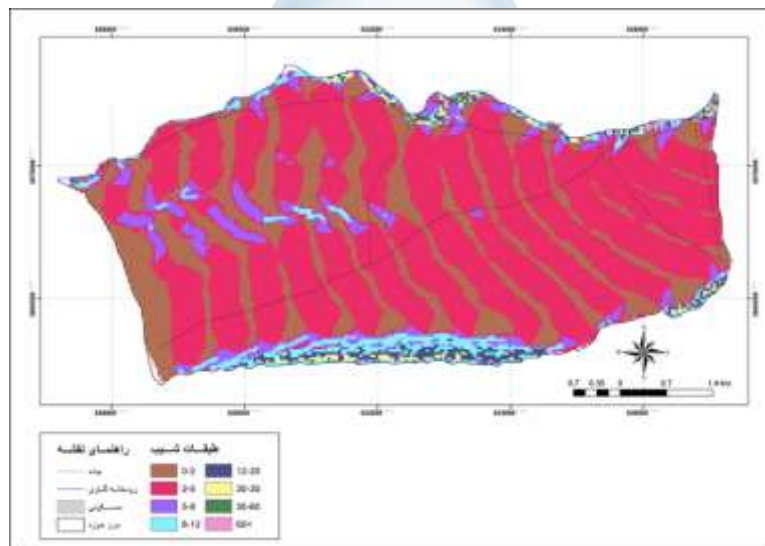


شکل ۳: نقشه ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه

در این مطالعه به منظور رتبه‌بندی آبراهه‌ها از روش استرالر استفاده شد. بیشترین رتبه‌های رودخانه در شکل ۴ مربوط به رتبه ۱ می‌باشد. بیشترین شیب در منطقه بین ۵-۰ درصد می‌باشد شکل ۵. شیب‌های بسیار زیاد نشان‌دهنده سرعت زیاد رواناب و در نتیجه فرسایش زیاد حوزه‌مورد مطالعه هستند. تعداد آبراهه‌های منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. آبراهه‌های اصلی دارای طول ثابتی هستند و آبراهه‌های درجه اول طول بیشتری از آبراهه‌های درجه دوم و سوم دارند. در منطقه مورد مطالعه ضریب شکل حوزه ۰/۲۳ بدست آمد که نشان‌دهنده گردشگری حوزه مورد مطالعه است. نتایج کلی حاصل از تجزیه و تحلیل مورفومتری حوزه آبخیز مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. افزایش تعداد آبراهه‌ها و طول آن درحوزه آبخیز نشان‌دهنده افزایش فرسایش است. دشت سر بیشترین میزان فرسایش‌پذیری را دارا هستند.



شکل ۴: نقشه رتبه آبراهه‌های منطقه مورد مطالعه



شکل ۵: نقشه طبقه‌بندی شیب منطقه مورد مطالعه

### نتیجه‌گیری

بررسی و مطالعه حوضه‌های آبخیز بر اساس وضعیت و شرایط موجود (ویژگی‌های مورفومتری) و شدت فرسایش‌پذیری منجر به عملیات حفاظتی و آبخیزداری در زیر حوضه‌های حساس و دارای اولویت بالا می‌شود. تقسیم حوضه‌های متعدد و تعیین وضعیت فرسایش‌پذیری آن‌ها منجر به کاهش زمان و هزینه برای عملیات آبخیزداری می‌شود. در این مطالعه با بررسی ویژگی‌های مورفومتری مناطق حساس به فرسایش را مشخص نمود و بعد از آن مدیریت و راهکارهای لازم را برای کاهش و پیشروی فرسایش در منطقه مورد مطالعه انجام داد.

جدول ۱: تجزیه و تحلیل مورفومتری منطقه مورد مطالعه

شکل حوضه	طول (متر)	تعداد	رتبه	رده آبراهه
----------	-----------	-------	------	------------



زیرحوزه	مساحت (کیلومتر مربع)	محیط (کیلومتر)	طول آبراهه (کیلومتر)	۱	۲	۳	۴	مجموع				مستطیل معادل		هورتون	گراوینوس	
												ب	ا			
Sub_B1-1	۳۳/۰۶	۱۲/۶	۸/۴۳	۳۲	۷	۱	-	۴۰	۳/۸۲	۳/۲	۱/۱۵	۱/۲۸	۱/۸۴	۰/۰۴	۱/۸۴	۰/۰۴
Sub_B1-2	۴/۵۴	۱۴/۹	۶/۵۹	۱۴۰	۳۵	۵	۲	۱۸۲	۴/۴۶	۲/۴	۲/۵۲	۷/۰۱	۲/۱۸	۰/۰۶	۲/۱۸	۰/۰۶
Sub_B1-3	۳/۲۰	۱۴/۷	۶/۲۸	۶۳	۱۷	۳	۲	۸۵	۳/۵۹	۴/۶	۱/۸۱	۶/۳۱	۱/۴۳	۰/۲۹	۱/۴۳	۰/۲۹
Sub_B2-1	۴/۷۰	۷/۰۵	۳/۰۵	۱۸	۵	۱	-	۲۴	۲/۸۴	۱/۷	۱/۴۵	۲/۹۷	۱/۲۶	۰/۱۳	۱/۲۶	۰/۱۳
Sub_B2-3	۱/۲۱	۱۴/۱۴	۷/۶۳	۵۳	۹	۳	۱	۶۶	۳/۹۲	۴/۱	۱/۳۱	۵/۵	۱/۷۱	۰/۰۷	۱/۷۱	۰/۰۷
Sub_B3-1	۳/۶۹	۱۷/۸۱	۶/۴۴	۳۷	۶	۲	-	۴۵	۳/۰۳	۲/۸	۱/۵۲	۶/۷۴	۲/۴۲	۰/۰۸	۲/۴۲	۰/۰۸
Sub_B3-2	۶/۴۵	۱۲/۱۷	۵/۰۹	۴۷	۱۲	۲	-	۶۱	۳/۲۷	۲/۹	۱/۸۳	۳/۴۴	۱/۴۸	۰/۱۲	۱/۴۸	۰/۱۲
Sub_B3-3	۶/۴۶	۶/۹۰	۲/۷۵	۲۵	۴	۱	-	۳۰	۳/۳۸	۱/۵	۱/۲۲	۲/۴۴	۱/۴۳	۰/۱۵	۱/۴۳	۰/۱۵
کل حوزه	۳۵/۱۱	۲۷/۱۰	۱۱/۵۴	۴۱۲	۹۵	۱۴	۳	۵۲۴	۵/۲۱	۱۲/۴	۲/۸۳	۹/۲۱	۱/۲۸	۰/۲۳	۱/۲۸	۰/۲۳

### منابع

آمانی، م، نجفی نژاد، ع، ۱۳۹۳، اولویت بندی زیرحوزه ها با استفاده از آنالیز مورفومتری، فنون سنجش از دور و جی آی اس حوزه آبخیز لهند، استان گلستان، پژوهش نامه مدیریت حوزه آبخیز سال پنجم، شماره ۹، بهار و تابستان ۱۳۹۳.

سبزاندیشان کبیرکوه، ۱۳۹۳، مطالعات تفصیلی اجرایی پخش سیلاب محسن آب، سازمان جنگل ها و مراتع و آبخیزداری کشور.

مکرم، م، درویشی بلورانی، ع، نگهبان، س، ۱۳۹۴، ارتباط ویژگی های مورفومتری حوضه های آبخیز و فرسایش پذیری در سطوح مختلف ارتفاعی با استفاده از شاخص موقعیت توپوگرافی مطالعه موردی حوضه آبخیز نالوچای، فصل نامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی دوره ۲۶، شماره ۱۰۱، بهار ۹۶.





**Correlation between morphometric characteristics of watersheds and erodibility at different elevation levels in Mohsen Ab Mehran**

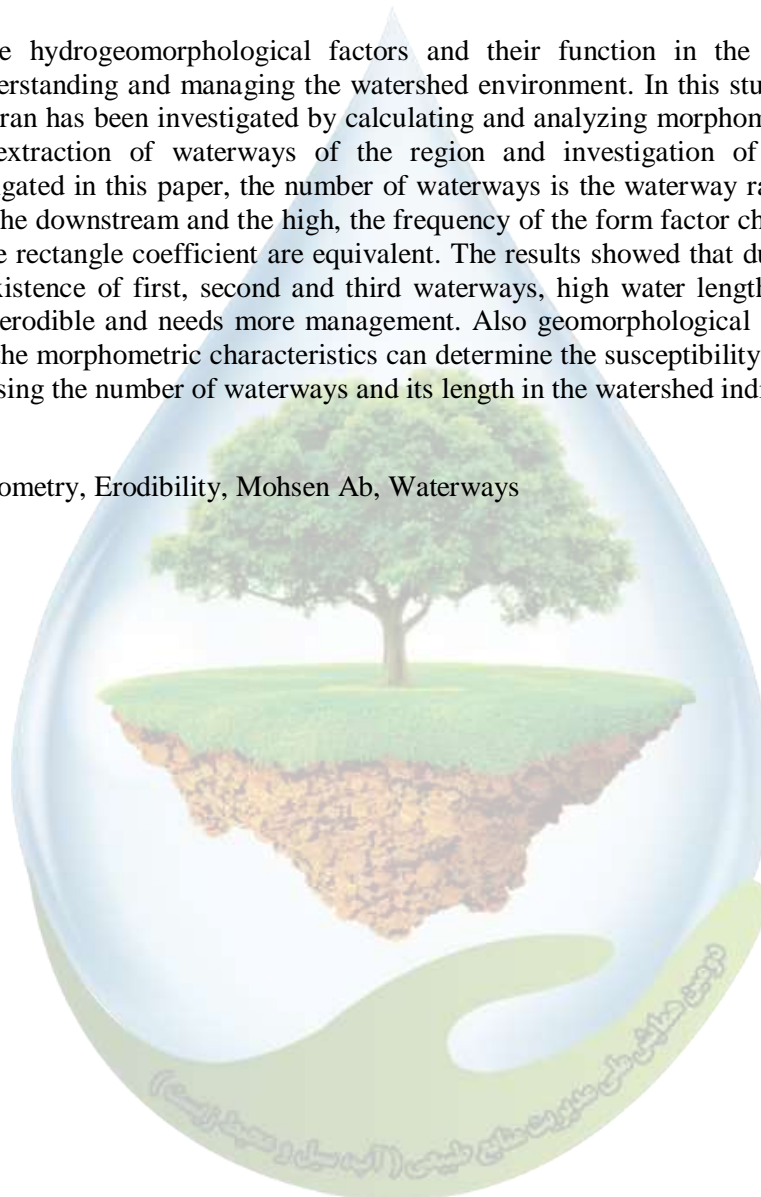
**Negar Ebrahimi , Nouredine Rostami**

*M.Sc. Student of Desertification, Faculty of Agriculture, Ilam University* [NegarEbrahimi.2013@gmail.com](mailto:NegarEbrahimi.2013@gmail.com)  
Assistant Professor of Rangeland and Watershed Management, College of Agriculture, University of  
[IlamNoredin\\_rostami@alumni.ut.ac.ir](mailto:IlamNoredin_rostami@alumni.ut.ac.ir)

**Abstract**

Understanding the hydrogeomorphological factors and their function in the watershed is very important for understanding and managing the watershed environment. In this study, the Mohsen Ab Mehran watershed has been investigated by calculating and analyzing morphometry and using GIS techniques. For extraction of waterways of the region and investigation of the morphometric parameters investigated in this paper, the number of waterways is the waterway rank, the total length of the waterway, the downstream and the high, the frequency of the form factor channel, the rounding coefficient and the rectangle coefficient are equivalent. The results showed that due to the number of waterways, the existence of first, second and third waterways, high water length, high altitude and slope, the area is erodible and needs more management. Also geomorphological studies in the study area showed that the morphometric characteristics can determine the susceptibility of facies to erosion in the area. Increasing the number of waterways and its length in the watershed indicates an increase in erosion.

**Keywords:** Morphometry, Erodibility, Mohsen Ab, Waterways



### (بررسی روش‌های مختلف حذف فلزات سنگین از محلول‌های آبی)

احمدرضا بای<sup>۱\*</sup>، معصومه فراستی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی مقطع کارشناسی رشته مهندسی آب، دانشگاه گنبد کاووس، <sup>۲</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه گنبد کاووس  
(<sup>۱\*</sup> bay.ramiran76@gmail.com)

### چکیده

فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های زیست‌محیطی هستند که مواجهه انسان با بعضی از آنان از طریق آب و مواد غذایی می‌تواند مسمویت‌های مزمن و بعضاً حاد خطرناکی را ایجاد نمایند که از جمله آنان می‌توان به فلزاتی نظیر سرب، کادمیوم، جیوه، نیکل و روی در انواع نان و سرب، کادمیوم، جیوه، آلومینوم، آرسنیک، روی، مس و آهن در انواع نمک اشاره کرد. از جمله راه‌های جلوگیری از ورود این مواد به محیط‌زیست تصفیه و حذف آن‌ها از پساب، روش رسوب‌دهی شیمیایی و روش حذف بیولوژیکی است که روش رسوب‌دهی شیمیایی به دلیل داشتن هزینه بالا و تولید لجن شیمیایی مسئله‌ساز می‌باشد. روش حذف بیولوژیکی به‌عنوان گزینه‌ای که هم اقتصادی بوده و هم سازگار با محیط‌زیست می‌باشد مورد توجه قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، روش‌های بیولوژیکی، روش‌های شیمیایی

### ۱- مقدمه

گسترش روزافزون صنایع، نگرانی ناشی از افزایش فلزات سنگین در پساب‌ها را افزایش داده است (۳). آلودگی آب به دلیل تخلیه فاضلاب شهری و صنعتی، وجود فلزات سنگین سمی و مدیریت نامناسب زباله‌ها، سلامتی بشر را به‌صورت جدی تحت تأثیر قرار می‌دهد و با توجه به حجم عظیم فاضلاب‌های تولیدی، تلاش برای دستیابی به نحوه دفع مناسب فاضلاب در محیط زیست ضروری می‌باشد (۱). میزان ورود این فلزات سنگین به داخل محیط‌زیست، بسیار فراتر از میزانی است که به وسیله فرایندهای طبیعی برداشت می‌شوند. بنابراین تجمع فلزات سنگین در محیط‌زیست قابل ملاحظه است. آلاینده‌هایی که در آب یافت می‌شوند، ناشی از پساب‌های خانگی، تخلیه محصولات شیمیایی، سموم، حشره‌کش‌ها و علف‌کش‌ها، تخلیه صنعتی، پساب‌های رادیواکتیو، هیدروکربن‌های نفتی و رنگی می‌باشد. ازدیاد غلظت این مواد روی ماهی‌ها، سایر موجودات آبی و حتی گیاهان آبی اثرات سوء دارد. اکوسیستم‌هایی مثل بنادر یا مناطق ساحلی صنعتی که با ورود مزمنی از فلزات روبرو هستند، دارای بیشترین رسوبات آلوده می‌باشند. این ویژگی‌ها در محیط‌های واجد رسوبات، به‌علت تأثیرات سمی و قابلیت تجمع زیستی فلزات در نمونه‌های بیولوژیکی موجود در رسوبات، منجر به تأثیرات اکولوژیکی زیاد می‌شوند. تجمع فلزات سنگین در آب، هوا و خاک، یک مشکل زیست‌محیطی بسیار مهم می‌باشد. سرب، کادمیوم و دیگر فلزات سنگین سمی که بقایای فرایندهای صنعتی گذشته هستند به‌عنوان خطری در شهرها به‌خصوص در نزدیکی خانه‌ها یا در زمین‌هایی که برای احیا و آبادسازی اختصاص یافته‌اند، محسوب می‌شوند. این فلزات ممکن است به منابع آب منتقل شوند یا از طریق بلعیدن و تنفس خاک مستقیماً جذب شوند. بنابراین خطری که آن‌ها ایجاد می‌کنند به راهی که از طریق آن منتقل شده‌اند و غلظتشان بستگی دارد.

فلزات سنگین باتوجه به توسعه شهرنشینی و صنایع که منجر به افزایش میزان فاضلاب و پساب تولید گردیده است، عمدتاً از طریق دفع نادرست و غیربهداشتی فاضلاب شهری و پساب صنعتی وارد محیط زیست می گردد. مرگومیرهای آبیان در اثر تخلیه پسابهای محتوی فلزات سنگین در دنیا و ایران بی سابقه نیست.

### ۲- روش های حذف فلزات سنگین

روش های مختلفی برای حذف فلزات سنگین و خارج نمودن آنها از محیط از جمله پساب های صنعتی وجود دارد که به طور عمده شامل روش های شیمیایی و بیولوژیک می باشد. از جمله روش های شیمیایی می توان به خنثی سازی ترکیبی به کمک سود، آهک یا کربنات سدیم اشاره کرد (۲). چنین مشکلاتی سبب شده است که روش حذف بیولوژیکی به عنوان گزینه ای که هم اقتصادی بوده و هم سازگار با محیط زیست است مورد توجه قرار گیرد. در بحث روش های بیولوژیکی مدل های مختلفی ارائه شده است. یکی از مدل ها، روش احیای باکتریائی سولفات می باشد به این ترتیب که باکتری های احیا کننده سولفات ترکیبات آلی مانند متانول و اتانول را با استفاده از سولفات اکسید نموده و بی کربنات و سولفید هیدروژن ایجاد می نماید. در مرحله بعد سولفید هیدروژن با یون های فلزات سنگین ترکیب و سولفیدهای نامحلول به شکل لجن متراکم رسوب می نماید. در حال حاضر تصفیه خانه های متعددی در نقاط مختلف جهان با استفاده از انواع میکروارگانیسم ها عمل حذف فلزات سنگین را انجام می دهند. اکثر فلزات سنگین عناصر واسطه هستند که کاتیون های فلزی سنگین را تشکیل می دهند. این یون ها به خاطر داشتن توانایی تشکیل ترکیبات پیچیده، نقش اساسی در واکنش های بیوشیمیایی گوناگون ایفا می کنند و در غلظت های بالا برای سلول سمی هستند. از این رو مطالعه انتقال، ژنتیک و مکانیسم های مقاومت به فلزات سنگین در باکتری ها ممکن است در درک عملکرد و فیزیولوژی این سلول ها سودمند باشد.

مکانیسم های اتصال فلز به جدار خارجی سلول را می توان به سه دسته تقسیم کرد:

- جذب الکتریکی؛ در این مکانیسم بار الکتریکی منفی جدار باعث کشش و جذب بارهای مثبت الکتریکی می شود.
- جذب فیزیکی یا جذب با دخالت نیروهای واندرالس؛ در این نوع اتصال، مولکول های فلزی دارای حرکت موازی با سطح جذب کننده هستند. در این اتصال درعین حال که مولکول های فلزی دارای حرکت هستند، ولی نمی توانند از سطح خارجی سلول فاصله گرفته و دور شوند.
- جذب شیمیایی؛ در این اتصال عامل آنیونی موجود در جدار سلول با کاتیون فلزی وارد واکنش شیمیایی شده و با تشکیل یک ترکیب پایدار به آن اتصال می یابد.
- متیله کردن فلز؛ باکتری ها بعضی از فلزات و به خصوص فلز جیوه را به صورت ترکیبات فرار متیلات جیوه درآورده و مجدداً به محیط خارج منتقل می کنند.
- سولفور کردن؛ بعضی از باکتری ها ترکیب فلزدار را پس از احیا و تبدیل فلز به صورت عنصر آن را سولفور کرده و ذخیره می کنند. به عنوان مثال تیوباسیلوس ها ترکیبات نقره دار را به صورت سولفور درآورده و سپس در جدار خود ذخیره می کنند، به طوری که جدار خشک این باکتری ها تا ۲۵ درصد حاوی سولفور نقره است.

### ۳- نتیجه گیری

از جمله راه های جلوگیری از ورود این مواد به محیط زیست تصفیه و حذف آنها از پساب، روش رسوب دهی شیمیایی و روش حذف بیولوژیکی است که روش رسوب دهی شیمیایی به دلیل داشتن هزینه بالا و تولید لجن شیمیایی مسئله ساز می باشد. روش حذف بیولوژیکی به عنوان گزینه ای که هم اقتصادی بوده و هم سازگار با محیط زیست می باشد مورد توجه قرار گرفته است. تصفیه بیولوژیکی دارای مکانیسم های جذب و تعویض یونی است و دارای مزایایی از قبیل پایین بودن هزینه راهبری و پایین بودن حجم لجن بیولوژیکی است.



۴- مراجع

1. Appel, C., and Ma. L. (2002). Concentration, pH, and surface charge effects on cadmium and lead sorption in three tropical soils, *Journal of Environmental Quality*, 31: 581-589.
2. Botkin, D., and E. Keller. (1995). *Environmental science*, John Wiley and Sons, New York.
3. Khajeh, M., Shamohammadi Heidari, Z., and E. Sanchooli. (2011). Synthesis, characterization and removal of lead from water samples using lead-ion imprinted polymer. *Chemical Engineering Journal*, 166, 1158-1163.





### (تصفیه آب‌های نامتعارف با استفاده از جاذب‌های گیاهی)

احمدرضا بای<sup>۱\*</sup>، معصومه فراستی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی مقطع کارشناسی رشته مهندسی آب، دانشگاه گنبد کاووس، <sup>۲</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه گنبد کاووس  
<sup>۱\*</sup> (bay.ramiran76@gmail.com)

### چکیده

در این تحقیق از گیاه نی که ماده‌ای ارزان و در دسترس می‌باشد، به‌عنوان کربن فعال استفاده گردید. با اعمال فعالسازی فیزیکی (با گاز نیتروژن) بر این ماده، کربن فعال تولید شد و سپس خواص جذبی آن بر کاهش جامدات محلول آب آبیاری مورد بررسی قرار گرفت. بدین ترتیب نمونه‌هایی از کربن و کربن فعال این گیاه با استفاده از کوره در آزمایشگاه و مقیاس پایلوت تولید شد. علاوه بر این اثر هر یک از متغیرهای فرایند نظیر نوع ماده جاذب (کربن، کربن فعال و ترکیب آن‌ها)، جرم جاذب و غلظت نهایی جامدات محلول بر ظرفیت جذب، خواص جذبی و بازده تولید کربن و کربن فعال مورد بررسی قرار گرفت و شرایط عملیاتی بهینه تولید، تعیین گردید. همچنین باتوجه به نتایج مشخص شد که گیاه نی ماده ارزان‌قیمت با خواص فیزیکی مناسب برای تولید کربن فعال بوده و کربن فعال نسبت به کربن نی دارای قدرت جذب بیشتری می‌باشد.

**واژگان کلیدی:** کربن فعال، فعال‌سازی فیزیکی، گیاه نی، کربن

### ۱- مقدمه

یکی از بهترین روش‌های حذف ناخالصی‌ها، حذف آن‌ها به‌شیوه جذب سطحی می‌باشد، حتی در بسیاری مواقع تنها شیوه مؤثر نیز می‌باشد. جذب به‌وسیله کربن فعال یکی از عملی‌ترین روش‌های قابل‌دسترس برای حذف مواد آلاینده و به‌ویژه ترکیبات آلی است که تاکنون شناخته شده‌اند. کربن‌های فعال به‌دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد (مساحت سطح داخلی بالا، تخلخل و قابلیت جذب گازها و مایعات شیمیایی) و همچنین قیمت پایین در مقایسه با جاذب‌های غیر آلی مانند زئولیت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند (۳ و ۲). باتوجه به اینکه کربن فعال ماده‌ای گران به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه‌ای مانند ایران می‌باشد و باتوجه به تحقیقات گسترده‌ای که در سال‌های اخیر برای به‌دست‌آوردن مواد جاذب جایگزین ارزان و موجود در محیط، انجام گرفته تا استفاده از کربن فعال به حداقل برسد (۴)، لذا در این تحقیق نیز سعی گردید که از کربن تهیه شده از گیاه نی در کنار کربن فعال آن، جهت حذف جامدات محلول (*TDS*) آب بهره گرفته شود تا در صورت مناسب بودن میزان جذب، بتوان جایگزین مناسبی برای کربن فعال نیز معرفی نمود، چراکه منابع این جاذب‌ها در کشور فراوان است و در مقیاس بالا تولید کربن از آن‌ها چندان گران و هزینه‌بر نخواهد بود. لذا آزمایشاتی براساس کاهش جامدات محلول (*TDS*) از آب با کربن فعال و کربن تهیه شده از گیاه نی انجام گردید. سپس نتایج آزمایش، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### ۲- مواد و روش‌ها

برای رسیدن به اهداف این تحقیق، آزمایش‌ها در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گردید. برای آماده سازی ماده اولیه، گیاه نی تهیه شده و پس از شستشو در هوای آزاد خشک گردید. به‌منظور تعیین دمای مناسب، نمونه‌هایی از نی خشک شده را وزن نموده، سپس در کوره حرارتی (در مقیاس آزمایشگاهی) در دماهای مختلف ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و

۶۰۰ درجه سلسیوس به مدت سه ساعت گذاشته شد. پس از مدت زمان طی شده و سرد شدن، خاکستر به دست آمده وزن گردید. اختلاف وزن اولیه و نهایی درصد کربن آلی موجود در مواد مورد نظر را به دست داد. پس از تعیین دمای بهینه کربن آلی (دمای ۴۰۰ درجه سانتی گراد)، به منظور تهیه مقادیر بیشتر کربن آلی در دمای ۴۰۰ درجه، گیاه نی را در کوره در مقیاس پایلوت سوزانده و مقدار مورد نیاز تهیه گردید. به منظور تعیین دما و زمان بهینه تولید کربن فعال در مقیاس آزمایشگاهی، مقداری از نمونه‌ها را در کوره حرارتی افقی تحت اتمسفر خنثی (به دلیل دسترسی به گاز  $N_2$  و عملکرد مشابه با  $H_2O$  و  $CO_2$  از این گاز استفاده گردید) قرار داده و در مدت زمان‌های نیم ساعت و یک ساعت و دماهای ۷۰۰، ۸۰۰، ۹۰۰ و ۱۰۰۰ درجه سلسیوس سوزانده شد. در این تحقیق دمای ۷۰۰ درجه و زمان نیم ساعت به عنوان بهترین دما و زمان کربن فعال به دست آمد. سپس نمونه‌ها در مقیاس پایلوت با استفاده از کوره و گاز نیتروژن سوزانده شد. پس از تهیه نمونه‌های زغال فعال، با توجه به اهداف در نظر گرفته، آزمایش‌های متعددی به منظور بررسی اثر غلظت نهایی جامدات محلول، یافتن غلظت بهینه جاذب و تعیین ظرفیت جذب انجام گردید. به منظور تعیین میزان غلظت بهینه جاذب، آزمایش‌ها بر روی محلول با  $TDS$  اولیه  $320/64$  میلی گرم در لیتر، و جاذب با غلظت‌های  $0/1$ ،  $0/2$ ،  $0/3$ ،  $0/4$ ،  $0/6$  و  $0/8$  گرم انجام گردیده و میزان جذب جامدات محلول در هر حالت به دست آمد. ظرف‌های حاوی نمونه به مدت دو ساعت (زمان بهینه) روی شیکر با سرعت  $150$  دور بر دقیقه، قرار داده شدند. کلیه نمونه‌ها قبل از هرگونه اندازه‌گیری از صافی واتمن ۴۲ عبور داده شدند. پس از آن شوری محلول خروجی با  $EC$  متر اندازه‌گیری گردید و با استفاده از رابطه (۱)، جامدات محلول تعیین گردیده و میزان کاهش  $TDS$  توسط غلظت‌های مختلف جاذب مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین ظرفیت جذب جامدات محلول توسط جاذب ( $q_e$ ) از رابطه (۲) استفاده شد. تمامی آزمایش‌ها در دمای محیط آزمایشگاه و حدود  $25$  درجه سلسیوس انجام شد و در نهایت برای تحلیل داده‌ها از روابط زیر و نرم افزار *excel* استفاده گردید:

$$TDS = EC \times 640 \quad (1)$$

که در این رابطه:  $TDS$  کل جامدات محلول بر حسب میلی گرم بر لیتر،  $EC$  هدایت الکتریکی بر حسب میلی موس بر سانتی متر می‌باشد.

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m} \quad (2)$$

در این رابطه:  $q_e$  میلی گرم جرم جذب شده کل جامدات محلول در یک گرم جاذب،  $C_0$  غلظت اولیه جذب شونده بر حسب میلی گرم در لیتر،  $C_e$  غلظت ثانویه جذب شونده بر حسب میلی گرم در لیتر،  $V$  حجم محلول بر حسب لیتر،  $m$  جرم جاذب بر حسب گرم است.

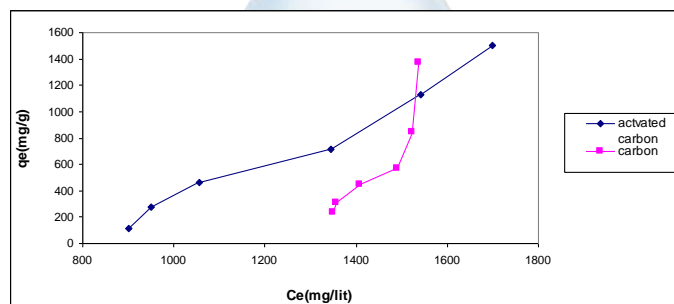
### ۳- نتایج و بحث

نمودار (۱) جذب جامدات محلول را روی کربن فعال و کربن نی نشان می‌دهد. همانطور که نمودار (۱) نشان می‌دهد هر دو منحنی از روند صعودی تبعیت نموده‌اند. مقایسه دو منحنی نشان می‌دهد که ظرفیت جذب کربن فعال با افزایش غلظت تعادلی جامدات محلول نسبت به کربن، تغییرات گسترده تری داشته و در محدوده  $150/57 - 113/6$  میلی گرم بر گرم بوده در حالی که میزان جذب  $TDS$  در کربن در محدوده  $1370/4 - 232$  میلی گرم بر گرم بوده است. میزان جذب کربن فعال بیشتر از کربن نی بوده و دارای قدرت جذب بیشتری بوده که ناشی از سطح ویژه زیادتر نسبت به کربن می‌باشد. این نتیجه از نتایج سایر محققان (۵ و ۱) تبعیت نموده است.

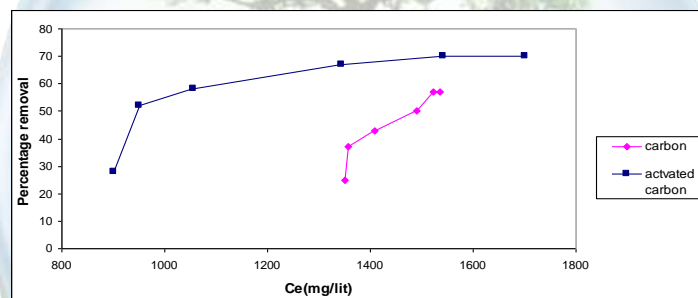
نمودار (۲) تغییرات راندمان حذف  $TDS$  آب را با غلظت نهایی محلول نشان می‌دهد. همانطور که از نمودار (۲) پیداست وابستگی جامدات محلول به کربن فعال بیشتر بوده و راندمان حذف افزایش یافته است. همانطور که مشاهده می‌شود راندمان حذف با افزایش میزان جاذب از  $200$  تا  $1600$  میلی گرم در هر دو منحنی افزایش یافته و در پایان ثابت گردیده است، که این

ناشی از پرشدن سایت‌های جاذب با افزایش میزان جاذب تا ۱۶۰۰ میلی‌گرم می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که میزان بهینه غلظت نهایی برای حذف جامدات محلول ۱۵۴۲/۴ و ۱۵۲۳/۲ میلی‌گرم بر لیتر با راندمان حذف ۷۰ و ۵۷ درصد برای جاذب‌های کربن فعال و کربن به ترتیب می‌باشد.

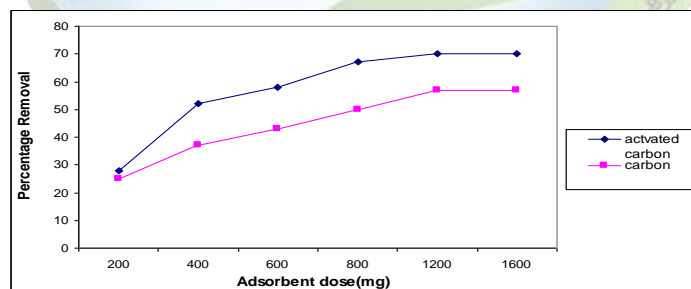
اثر میزان جاذب روی حذف  $TDS$  آب با تغییر میزان جاذب مورد بررسی قرار گرفت که نتیجه آن در نمودار (۳) نشان داده شده است. همانطور که نمودار (۳) نشان می‌دهد با افزایش جرم جاذب، راندمان حذف افزایش یافته است. همانطور که مشاهده می‌شود راندمان حذف با افزایش میزان جاذب از ۲۰۰ تا ۱۶۰۰ میلی‌گرم در هر دو منحنی افزایش یافته و در پایان ثابت گردیده است، که این ناشی از پرشدن سایت‌های جاذب با افزایش میزان جاذب تا ۱۶۰۰ میلی‌گرم می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که میزان بهینه جاذب برای حذف جامدات محلول ۱۶۰۰ میلی‌گرم با راندمان حذف ۷۰ و ۵۷ درصد برای جاذب‌های کربن فعال و کربن می‌باشد.



نمودار (۱): تغییرات ظرفیت جذب کربن فعال و کربن نی با غلظت نهایی محلول



نمودار (۲): تغییرات راندمان حذف  $TDS$  آب با غلظت نهایی محلول



نمودار (۳): مقایسه راندمان حذف  $EC$  آب توسط جاذب‌ها با افزایش جرم جاذب

باتوجه به نتایج آزمایشات بهترین جاذب، کربن فعال با غلظت ۱۵۴۲/۴ میلی گرم بر لیتر به دست آمد. میزان جذب کربن فعال به غلظت نهایی TDS محلول وابسته بوده و بیشترین مقدار آن ۱۱۲۸ میلی گرم بر گرم در کربن فعال با غلظت ۱۷۰۰/۲ میلی گرم بر لیتر گردید. همچنین بازدهی حذف TDS در هردو جاذب به غلظت نهایی جامدات محلول و جرم جاذب بستگی دارد. تغییرات راندمان حذف با غلظت نهایی محلول روند نزولی داشته و با جرم جاذب روند صعودی داشته است. افزایش جرم جاذب، یکی از پارامترهای مؤثر در افزایش راندمان جذب است، چراکه با افزایش میزان جاذب، سطح موجود برای جذب تبدالی که در اختیار ماده جذب شونده است، افزایش می یابد که در تحقیق حاضر این مطلب به خوبی مشخص گردید. بهترین راندمان حذف زمانی اتفاق می افتد که غلظت نهایی ۱۵۴۲/۴ میلی گرم بر لیتر و جرم جاذب ۱۶۰۰ میلی گرم باشد. راندمان حذف در کربن فعال و کربن نی به ترتیب ۷۰ درصد و ۵۷ درصد می باشد. لذا می توان نتیجه گرفت استفاده از کربن فعال تهیه شده نی می تواند جایگزین مناسبی برای کاهش جامدات محلول به جای کربن فعال تجاری باشد.

### ۵- منابع و مراجع

۴. عسگری، ع.، ناصری، س.، محوی، ا.، خیری، ا.، قصری، آ. و واعظی، ف. (۱۳۸۸). کارایی براده آهن در حذف آرسنات و آرسنیت از آب آشامیدنی، مجله آب و فاضلاب، شماره ۳.
5. Brotrant, W. D. and Gary, R. V. (1994). The biological activated carbon process for water purification. *Water Engineering Management*, Vol. 141, No.12, PP. 22-25.
6. Egbers, G., Ehler, P., Balczyk, G. and Janitza, J. (1983). Treatment textile effluent. *Melliand Tex. Berichte*, Vol. 12, No.5, 6, PP.350-360, 420-481.
7. Khanna, P., and Malhotra, S.K. (1977). Kinetics and mechanism of phenol adsorption of fly Ash. *Indian J. Environ. Health*, 19 (3): 224-237.
8. Qing-Song, Liu., Tong Zheng, P.W. and Ji-Ping Jiang, Nan Li. (2010). Adsorption isotherm, kinetic and mechanism studies of some substituted phenols on activated carbon. *Chemical Engineering Journal*, 157: 348-356.



برآورد دبی اوج سیل در دوره بازگشت‌های مختلف (حوزه آبخیز بانرحمان، استان ایلام)

نگار ابراهیمی، حاجی کریمی

دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشگاه ایلام

*NegarEbrahimi.2013@gmail.com*

دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

*Haji.karimi@gmail.com*

### چکیده

با توجه به اینکه اکثر حوزه‌های آبخیز کوچک به طور معمول فاقد ایستگاه هیدرومتری یا دارای نواقص آماری می‌باشند، نیاز به انتخاب روش‌های مناسب با توجه به شرایط و خصوصیات حوزه‌هاست. بدین منظور روش‌های متعددی از جمله روش‌های مبتنی بر سطح حوزه توسط محققین ارائه شده است. این فرمول‌ها معمولاً به صورت روابطی هستند که از مساحت حوزه به عنوان متغیر استفاده می‌کنند. تحقیق حاضر در حوزه آبخیز بانرحمان با هدف بررسی چندین روش تجربی برآورد دبی اوج سیل و انتخاب مناسب‌ترین روش برای منطقه انجام گرفت. در این تحقیق برای برآورد دبی اوج سیل از روش مانینگ با استفاده از بازدها و اندازه‌گیری‌هایی در منطقه و جداول مربوطه بدست آمده و با روش‌های تجربی فولر، مک مت مقایسه گردید. دبی مناسب که با روش تجربی به دست آمده است از بین روش‌های مورد استفاده با روش مک مت نزدیک‌تر است. بنابراین از بین روش‌های مذکور، روش مک مت برای برآورد دبی اوج سیل در حوزه‌های مشابه پیشنهاد می‌گردد.

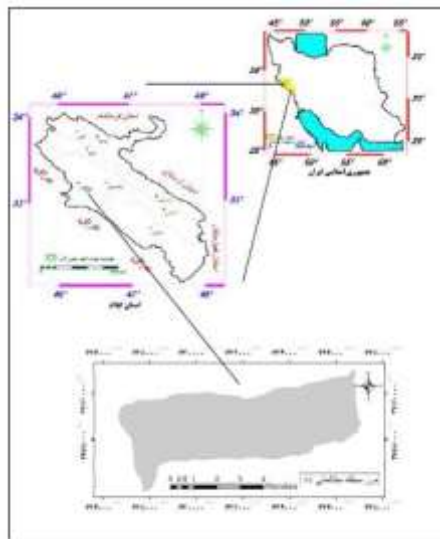
**کلمات کلیدی:** دبی حداکثر سیلاب، روش مانینگ، روش فولر، روش مک مت

### مقدمه

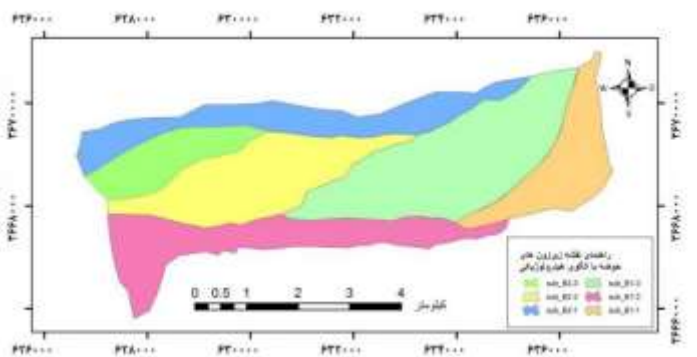
بررسی و برآورد دبی می‌تواند نقش مهمی در مدیریت و جلوگیری از خسارات بعدی آن ایفا کند. دبی حداکثر سیل یکی از مهم‌ترین مواردی است که در طراحی سازه‌های مهندسی و برنامه‌ریزی و مدیریت منابع طبیعی باید به آن توجه داشت. در حوزه‌های فاقد آمار می‌توان برای برآورد دبی پیک سیل از روابط تجربی استفاده کرد. این نوع معادلات، فرمول‌های ساده‌ای هستند که بر مبنای عوامل مؤثر بر ایجاد سیل بدست آمده‌اند. ساده‌ترین این فرمول‌ها بر مبنای سطح حوزه می‌باشند و بطور کلی این روابط بر اساس خصوصیات و ویژگی‌های حوزه آبخیز و جریان ارائه گردیده‌اند.

### مشخصات منطقه

حوضه آبخیز بانرحمان با مساحت حدود ۲۶۸۰ هکتار در استان ایلام و در شهرستان مهران قرار گرفته و از نظر موقعیت جغرافیایی بین ۲۴' ۲۲" تا ۴۶' ۴۴" طول شرقی و ۳۰' ۳۰" تا ۳۳' ۰۹" عرض شمالی واقع شده است. شکل ۱. حداکثر ارتفاع حوزه ۴۶۰ متر و حداقل ارتفاع برابر ۲۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد. میانگین درجه حرارت سالانه ۲۴/۱ سانتی‌گراد و میزان متوسط بارندگی سالانه دراز مدت برابر ۲۰۷ میلیمتر می‌باشد. این حوضه آبخیز به ۲ واحد هیدرولوژیک اصلی بنام‌های Sub\_B1 و Sub\_B2 تقسیم می‌شوند شکل ۲.



نقشه ۱: موقعیت منطقه جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲: نقشه زیرحوزه‌های هیدرولوژیکی منطق

### مواد و روش‌ها

به منظور برآورد دبی پیک در حوزه آبخیز بانرحمان که فاقد ایستگاه هیدرومتری می‌باشد، روش‌های تجربی فولر، مانینگ، مک‌مت، آنالیز منطقه‌ای سیلاب برای زیرحوزه‌های منطقه مورد مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت. برای بدست آوردن ضرایب منطقه‌ای در این فرمول‌ها با توجه به همگن بودن منطقه از نظر شرایط اقلیمی، زمین‌شناسی و ... با حوزه آبخیز دشت مهران (که منطقه مورد مطالعه بخشی از آن می‌باشد)، از آمار و اطلاعات آن حوزه استفاده گردید. آبراهه‌های حوزه مورد مطالعه در شکل ۳ نشان داده شده است. دبی‌های حوضه‌ها با استفاده از اندازه‌گیری‌های شیب و سطح محیط خیس شده و عمق رودخانه‌ها در منطقه مورد مطالعه انجام گردید و روابط حاکم به شرح زیر می‌باشد رابطه ۱ و ۲:

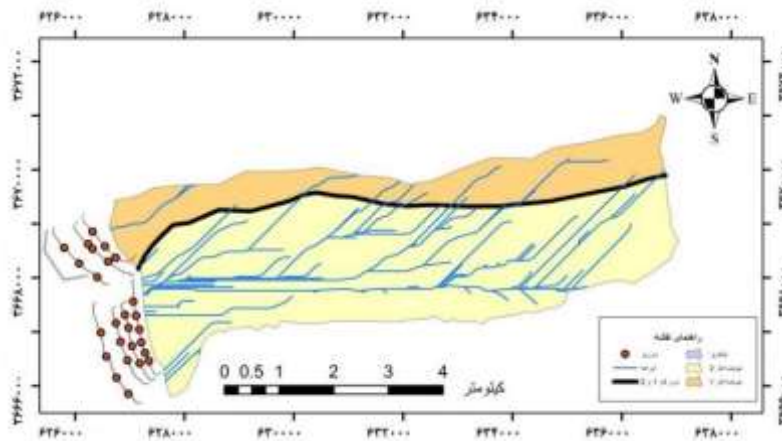
$$v = \frac{1}{n} s^{\frac{1}{2}} R^{\frac{2}{3}} \quad (1)$$

R=شعاع هیدرولیکی

S=شیب

P=سطح محیط خیس شده

C=ضریب رواناب سطحی که از جداول به دست می‌آید.



شکل ۳: نقشه آبراهه‌های موجود در منطقه

حداکثر شدت بارندگی در زمان تمرکز است که از روی دسته منحنی‌های شدت مدت فراوانی و یا با استفاده از فرمول تجربی در دوره بازگشت دلخواه به دست می‌آید. در روش مانینگ بهترین محل برای تعیین مقطع قسمتی مستقیم رودخانه است که بدنه‌ی سنگی بوده و فرسایش، با رسوبگذاری، سطح آن را در جریان سیل تغییر نداده باشد. سرعت آب در قسمت‌های مستقیم رودخانه، که مقطع و شیب آن یکسان باشد، تقریباً یکنواخت است. در چنین مکانی بالاترین داغ آب مشخص، و مقطع بستر با کاربرد دوربین نقشه‌برداری، یا عمق‌یابی تعیین و ترسیم گردید و محیط خیس شده به وسیله متر نواری که بین دو داغ آب در بستر رودخانه انجام گرفت. محیط خیس شده، شیب و عمق رودخانه در منطقه مطالعاتی بدست آمد؛ جدول ۱ دبی به روش مانینگ را برای هر دو فاز نشان می‌دهد.

جدول ۱: دبی با روش مانینگ

دبی به روش مانینگ با ضریب زبری حداکثر $M^3/S$	دبی به روش مانینگ با ضریب زبری حداقل $M^3/S$	
۴۴,۴۷	۵۵,۷۱	آبراهه اصلی فاز ۱
۴۵,۴۴	۵۶,۸۵	آبراهه اصلی کوچک فاز ۲
۳۲,۵۹	۴۰,۷۰	آبراهه اصلی فاز ۲

## روش فولر

در رابطه تجربی فولر دبی حداکثر لحظه‌ای در هر یک از واحدهای هیدرولوژیکی از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$q_{\max} = C.A^{0.8}(1+0.8\log T) \quad (2)$$

$$Q_p = Q_{\max}(1+2.66A^{-0.3})$$

در روابط فوق:

$Q_{\max}$ : دبی حداکثر ۲۴ ساعته (CMS)،  $Q_p$ : دبی حداکثر لحظه‌ای (CMS)،  $T$ : دوره بازگشت (سال)،  $A$ : مساحت حوزه  $(\text{Km}^2)$ .  
 $C$ : ضریبی است که بستگی به شرایط اقلیمی، جغرافیایی و خصوصیات حوزه داشته و با استفاده از آمار ایستگاه‌های یک منطقه محاسبه شده و در حوزه‌های فاقد آمار همان منطقه استفاده می‌شود. در مطالعه حاضر ابتدا مقدار ضریب  $C$  وزنی برای دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه گردید و سپس مقدار دبی حداکثر لحظه‌ای هر کدام از واحدها محاسبه گردید که نتایج این محاسبات در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: برآورد دبی اوج لحظه‌ای در حوزه آبخیز مورد مطالعه به روش فولر

واحد هیدرولوژیکی	مساحت (کیلومتر مربع)	دوره بازگشت (سال)					
		۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
Sub_B1.1	۳/۶	۱/۴۲	۳/۵۴	۶/۲۵	۱۳/۱۲	۲۸/۱۱	۶۳/۲۵
Sub_B1.2	۳/۶	۱/۴۰	۳/۵۰	۶/۲۴	۱۳/۰۱	۲۸/۰۲	۶۲/۴۵
Sub_B1.3	۸/۳	۳/۱۱	۶/۴۲	۱۲/۱۳	۲۸/۱۲	۶۴/۴۰	۱۱۸/۴۸
Sub_B2.1	۴/۲	۲/۲۵	۴/۰۸	۹/۲۶	۱۶/۷۵	۲۵/۰۲	۵۲/۴۶
Sub_B2.2	۵/۳	۲/۲۰	۴/۲۵	۹/۲۵	۱۶/۴۶	۳۵/۵۴	۵۲/۷۸
Sub_B2.3	۱/۸	۰/۱۸	۱/۴۵	۴/۱۲	۱۰/۴۲	۲۲/۴۵	۴۵/۴۶

روش مک مت

$$Q = 0.091CIS^{0.2}A^{0.8}$$

(۳)

$Q =$  شدت بارندگی طرح  $i, mm/hr$  دبی حداکثر رواناب  $M^3/S$ ،  $C =$  ضریب رواناب در روش مک مت،  
 $S =$  شیب طولی آبراهه اصلی  $\frac{m}{km}$ ،  $A =$  مساحت حوضه آبریز  $km^2$

جدول ۳: دبی حداکثر رواناب برای هر زیر حوضه با روش مک مت

واحد‌های هیدرولوژیکی	شیب طولی آبراهه اصلی $\frac{m}{km}$	مساحت حوضه آبریز $km^2$	دوره بازگشت $M^3/S$					
			۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
			قنبرپور	قنبرپور	قنبرپور	وزیری	وزیری	وزیری
Sub-1-1	۴,۳۸	۳,۶	۲,۴۲	۲,۷۰	۲,۸۴	۵,۸۳	۷,۱۱	۸,۲۵
Sub-1-2	۷,۳۳	۳,۶	۲,۵۹	۲,۷	۳,۰۵	۶,۱	۶,۸۷	۷,۳۶
Sub-1-3	۴,۰۹	۸,۳	۵,۵۰	۶,۰۲	۶,۸۴	۱۰,۹۵	۱۳,۶۹	۱۴,۲۴
Sub-2-1	۶,۶۵	۴,۲	۳,۱۱	۳,۴۵	۳,۶۳	۷,۰۹	۸,۵۵	۸,۹۹
Sub-2-2	۳,۷۸	۵,۳	۳,۷۶	۴,۱۴	۴,۷۰	۷,۵۳	۹,۲۲	۹,۶۰
Sub-2-3	۳,۷۰	۱,۸	۱,۴۹	۱,۵۷	۱,۷۳	۳,۱۵	۳,۹۴	۴,۱۰



### نتیجه گیری

با توجه به محاسبه پارامترهای مربوط به رواناب از طریق روش‌های مختلف لازم است بهترین و صحیح‌ترین آنها انتخاب گردد. با مقایسه روش‌های فوق‌الذکر به اضافه مجموع نتایج حاصل از بازدید منطقه و اندازه‌گیری‌ها و با استفاده از جدول‌ها و نظرات کارشناسی روش مک مت به نتایج روش مانینگ نزدیک‌تر و به عنوان ضریب جریان مناسب شرایط منطقه انتخاب گردید و برای برآورد دبی متوسط سالانه از آن استفاده شد.

### منابع

ابراهیمی، ن، ۱۳۹۶، پایان نامه ارزیابی طراحی اجرای پخش سیلاب بانرحمان مهران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام.





## Estimation of peak flood discharge in different return periods (BanRahman Basin, Ilam Province)

Negar Ebrahimi , Haji Karimi

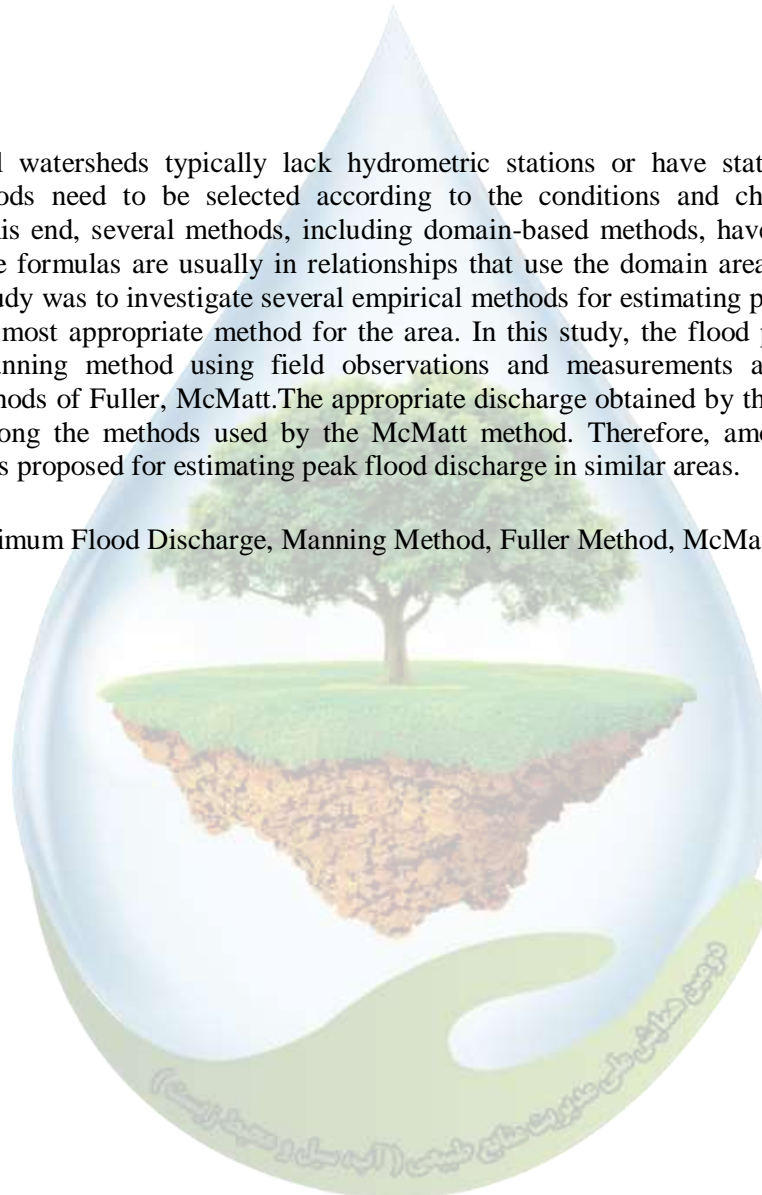
*M.Sc. Student of Desertification, University of IlamNegarEbrahimi.2013@gmail.com, Associate Professor of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture, Ilam University*

*Haji.karimi@gmail.com*

### Abstract

Since most small watersheds typically lack hydrometric stations or have statistical deficiencies, appropriate methods need to be selected according to the conditions and characteristics of the watersheds. To this end, several methods, including domain-based methods, have been proposed by researchers. These formulas are usually in relationships that use the domain area as a variable. The purpose of this study was to investigate several empirical methods for estimating peak flood discharge and selecting the most appropriate method for the area. In this study, the flood peak discharge was estimated by Manning method using field observations and measurements and compared with experimental methods of Fuller, McMann. The appropriate discharge obtained by the empirical method is the closest among the methods used by the McMann method. Therefore, among these methods, McMann method is proposed for estimating peak flood discharge in similar areas.

**Keywords:** Maximum Flood Discharge, Manning Method, Fuller Method, McMann Method.



### نگاهی به وضعیت خشکسالی ایران و بررسی روش‌های مقابله و سازگاری با کم‌آبی

یوسف رجبی‌زاده<sup>۱\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه سازه‌های آبی دانشگاه تربیت مدرس،

۱ و \* رایانامه (Email) نویسنده مسوول: [Yousef.rajabizadeh@yahoo.com](mailto:Yousef.rajabizadeh@yahoo.com)

#### چکیده

خشکسالی یکی از مهمترین مخاطرات جوی است که به طور گسترده در سطح جهان و به ویژه در آفریقا و خاورمیانه شکل گرفته و به صورت منطقه‌ای عمل می‌کند. با توجه به وضعیت و شرایط اقلیمی کشور ایران، در سالیان اخیر خشکسالی و کمبود آب به یک مشکل اساسی و جدی تبدیل شده است که برای آینده کشور تهدید بزرگی محسوب می‌شود. در این تحقیق پس از مروری بر وضعیت آب و خشکسالی کشور روش‌هایی برای مقابله و سازگاری با کم‌آبی و بحران خشکسالی شرح داده شده است. همچنین برخی اقدامات انجام شده در کشور در مبحث مقابله با کم‌آبی مختصراً توضیح داده شده است. مشخص شد که باید به راهکارهای مقابله با خشکسالی توجه ویژه‌ای شود و متناسب با شرایط منطقه و اقلیم کشور مناسب‌ترین راه‌حل‌ها انتخاب و در جهت حفظ و نگهداری بیشتر منابع آبی موجود کشور به کار برده شود.

واژگان کلیدی: خشکسالی، کمبود آب، سازگاری با کم‌آبی، مدیریت بحران.

#### ۱- مقدمه

کشور ما همواره به علت شرایط آب و هوایی و اقلیمی خاص خود دچار کمبود آب و خشکسالی است. کم‌آبی و خشکسالی دوره‌ی ممتدی است که در طی آن یک منطقه با کمبود در منابع و ذخیره آبی مواجه است و می‌تواند باعث عدم توازن در میزان آب و در نتیجه آن کمبود آب، نابودی گیاهان، کم شدن شدت جریان آب (برای نیروگاه‌های برق‌آبی)، کاهش عمق آب‌های سطحی و خاک مرطوب و بسیاری از مشکلات دیگر شود. استمرار کم‌آبی و خشکسالی و کاهش بی‌سابقه بارندگی‌ها، موجب افت شدید ذخایر سفره‌های زیرزمینی و به تبع آن افزایش تنش آبی در شهرها و منازل منطقه‌ای و استانی شده است که نشان‌دهنده‌ی بحران تأمین آب و یکی از مهمترین چالش‌های اخیر کشور است (۵). در گذشته ایرانیان باستان، با اقداماتی توانسته‌اند در این سرزمین خشک و نیمه‌خشک، منابع آبی خود را به بهترین شیوه مدیریت کنند و در این زمینه سرآمد بقیه کشورها و سرزمین‌های دیگر بوده‌اند؛ اما بسیاری از این شیوه و روش‌ها امروزه منسوخ شده و نیاز به احیا شدن دارد. طی سالیان اخیر، تغییر شیوه زندگی، افزایش سطح رفاه و مدرن شدن سبک زندگی مردم سبب شده است که این سازگاری و مدیریت صحیح منابع آبی دستخوش دگرگونی شود. بر طبق گزارشات هواشناسی، ۹۸/۱ درصد مساحت کشور دچار درجات مختلف خشکسالی است و در این بازه زمانی، تنها ۱/۶ درصد مساحت کشور در وضعیت نرمال و سه دهم درصد مساحت ایران در شرایط ترسالی قرار دارد. با این حال برای مقابله با کم‌آبی و خشکسالی‌های به وجود آمده، راهکارهایی ارائه شده است که اصلی‌ترین و جدیدترین آن، سازگاری با کم‌آبی می‌باشد. هدف این تحقیق بررسی روش‌های سازگاری با کم‌آبی با توجه به شرایط اجتماعی، اقتصادی و اقلیمی در کشور است.

#### ۲- روش‌های مقابله با کم‌آبی و خشکسالی در بعد سازگاری با آن

در طی سالیان اخیر، در زمینه مقابله با کم‌آبی و تهدید خشکسالی روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که برای هدف ذخیره و حفظ منابع آبی موجود و استفاده بهینه از آن‌ها می‌تواند بسیار مؤثر و کاربردی باشد و نه تنها در ایران بلکه در دیگر کشورهای خاورمیانه و کشورهای واقع در قاره آفریقا قابل استفاده است. بنابراین باید با سازگار شدن و همزاد شدن با اقلیم خشک کشور در پی انجام اقدامات مناسب برای مقابله با کم‌آبی و استفاده درست از منابع آب موجود باشیم.

### ۱-۲- شفاف‌سازی وضعیت خشکسالی برای مردم و اصلاح نگرش، رفتار و فرهنگ مصرف آب

اهمیت و توجه به وضعیت کم‌آبی و اصلاح فرهنگ استفاده از آب نیازمند توجه بیشتری در زمینه آموزش و اطلاع‌رسانی است. باید از طریق تمامی جوامع فرهنگی، آموزشی و رسانه‌ای به نوعی فرهنگ‌سازی مصرف صحیح آب و آشنایی مردم اقشار مختلف با عواقب خشکسالی و شناخت ابعاد مختلف آن صورت گیرد (۵). در چنین شرایطی همراهی، همبستگی و ارتباط جمعی می‌تواند نقش مؤثری در مدیریت مصرف آب داشته باشد. با کمک دستگاه‌های ارتباط جمعی و با فرهنگ‌سازی و یادآوری نقش مردم در مصرف صحیح آب و تغییرات در شیوه و سبک زندگی، می‌توان مدیریت و کنترل بیشتری در این حوزه داشت و آثار زیان‌بار این وضعیت را تا حد مطلوبی کاهش داد.

### ۲-۲- توجه بیشتر به اصلاح الگوی مصرف آب و صرفه جویی

صرفه جویی یا به عبارتی درست مصرف کردن آب، که یک اصل همیشگی از سیاست‌های الگوی مصرف است باید در مقطع کنونی با شدت و دقت بیشتری مورد توجه مردم قرار گیرد. گرچه تنها درصد اندکی از میزان مصرف سالانه آب در کشور در حوزه شرب مصرف می‌شود و بیشترین مصرف سالانه متعلق به حوزه کشاورزی است، اما باید توان و ظرفیت تاسیسات تأمین و توزیع آب شرب شهری را نیز در نظر داشت (۱). مصرف نادرست آب شرب این تاسیسات را با محدودیت‌های فراوانی مواجه می‌کند که مواردی مانند قطع‌های مکرر آب، فرسودگی و استهلاک شبکه‌های انتقال و توزیع آب از جمله پیامدهای آن است. بنابراین باید روش‌های صرفه جویی و الگوی صحیح مصرف آب را برای مقابله با بحران کم‌آبی در بخش‌های مصارف خانگی، صنعت و کشاورزی را نیز نهادینه کرد.

### ۴-۲- استفاده از اقدامات آبخیزداری

آبخیزداری مطالعه و ویژگی‌های یک حوضه آبخیز و فرآیند بررسی و اجرای طرح‌ها با هدف توزیع پایدار منابع حوضه آبخیز باتوجه به تأثیری است که بر جوامع گیاهی و جانوری و انسانی آن حوضه دارد (۳). برخی از اقدامات آبخیزداری که برای مدیریت منابع آبی در جهت مقابله با کم‌آبی انجام می‌گیرد استفاده از عملیات مکانیکی و احداث سازه‌های سازگار با محیط زیست است. کنترل سیلاب و رواناب، نفوذ آب به سفره زیرزمینی و کاهش فرسایش خاک از جمله مزیت‌های این سازه‌ها می‌باشد. با وقوع سیلاب، سالانه میلیاردها مترمکعب آب کشور تلف می‌شود که عملیات آبخیزداری در مبحث مدیریت و کنترل سیل و به دنبال آن مدیریت منابع آب کمک شایانی در این زمینه می‌کند. آبخیزداری در بالادست منابع آبی به ویژه در مناطق آبخیز می‌تواند آب پایداری برای قنات باشد و تأثیر بسزایی در آبدهی قنات خواهد داشت. همچنین با انجام اقدامات آبخیزداری می‌توان از روش‌های بیولوژیکی پوشش گیاهی را تقویت، از زیان‌های سیلاب‌های ویرانگر جلوگیری و سفره‌های آب زیرزمینی را تغذیه کرد. در مناطقی که سطوح بستر غیرقابل نفوذ هستند رواناب زیادی تولید می‌شود و با هر بارش رواناب بیشتری ایجاد می‌شود، این رواناب در بالادست همان حوزه‌های آبریز قابل بهره‌وری است که با اقدامات آبخیزداری مناسب می‌توان به آن دست یافت. در انجام طرح‌های آبخیزداری باید با توجه به چرخه هیدرولوژیکی آب و وضعیت اقلیم و با نگاه جامع‌نگری موضوع آبخیزداری و آبخوانداری، نه تنها از ساخت سازه‌های متناسب با شرایط و روش‌های مکانیکی استفاده کرد بلکه با نگاه مدیریت جامع از کشت گیاه و گسترش پوشش گیاهی طبق ضوابط آبخیزداری و ترکیب آن‌ها با روش‌های مکانیکی و سازه‌ای به عنوان اقدامات مدیریتی و بیولوژیکی بهره برد.

### ۶-۲- بهینه‌سازی و اصلاح مصرف آب در صنایع

مطابق آمار بانک جهانی، مقادیر متوسط درصد مصرف بخش صنعت را از کل میزان آب مصرفی در جهان ۱۸/۲٪ است که البته با توجه میزان توسعه یافتگی کشورها، آمار به شدت متفاوت است. در جدول ۱ درصد سهم بخش صنایع از کل میزان کل آب مصرفی کشور در مقایسه با کشورهای ترکیه، چین، کانادا و آلمان را در سال‌های اخیر نشان می‌دهد. توزیع جغرافیایی و مکان‌یابی صنایع در کشور ما با محوریت آب صورت نگرفته است و همین امر موجب شده است که برخلاف پایین بودن سهم این بخش نسبت به متوسط جهانی، باز هم مشکلات و موانع بسیاری در تأمین منابع آبی لازم برای بخش صنعت مشاهده شود (۴).

جدول (۱) مقایسه میزان مصرف بخش صنایع از کل آب مصرفی دو کشور ایران و کانادا

کشور	درصد سهم بخش صنایع از کل آب مصرفی کشور
ایران	۱/۲
ترکیه	۱۰/۷
چین	۲۳/۲
کانادا	۶۸/۷
آلمان	۸۳/۹

مقدار مصرف آب با توجه به فرآیند تولید و سطح فناوری‌های مورد استفاده در هر واحد صنعتی متفاوت می‌باشد. جدول ۲ سهم سه بخش پرمصرف آب در صنایع کشور را در طی سال‌های اخیر نشان می‌دهد.

جدول (۲) درصد مصرف آب صنایع مختلف از کل آب مصرفی بخش صنایع کشور

نوع صنایع	درصد سهم بخش صنعتی از کل میزان آب مصرفی صنایع کشور
صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۴۰
صنایع مواد غذایی	۲۰
صنایع معدن و تولید فلزات اساسی	۱۲/۸

بنابراین لازم است تا بیشتر از صناعی استفاده شود که بر مبنای حداقل نیاز به آب طراحی شده‌اند و نگاه جدی به انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح کشور شود. همچنین باید از صنایع با توجه به اقلیم و وضعیت آب منطقه استفاده کرد مثلاً صنایع باید از فلات مرکزی که بی‌آب است جابه‌جا شوند و در مناطقی متناسب با مصرف آب آن بخش صنعتی استفاده شود. بنابراین کاهش مصرف آب در صنایع از هر طریقی که امکان‌پذیر باشد منافع فراوانی را هم برای خود صنعت و هم برای جامعه و اقتصاد کشور دربرخواهد داشت. اما از طرفی افزایش سهم بخش صنعت و کاهش سهم بخش کشاورزی در سطح بین‌المللی به‌عنوان شاخصی از توسعه محسوب می‌شود. در نتیجه لازم است تا در بخش فعالیت‌های صنعتی یک تعادل مناسب برقرار باشد تا پیشرفت و توسعه در این بخش متناسب با شرایط کم‌آبی کشور و هم تراز با آن باشد که البته نیاز به مطالعات و تحقیقات گسترده و برنامه‌ریزی دقیق دارد. بنابراین بهینه‌سازی، اصلاح و بازنگری در مصرف آب صنایع امری لازم در جهت مدیریت منابع آب کشور در راستای توسعه صنعت است.

### ۸-۲- بازیافت آب فاضلاب و استفاده از پساب‌ها (آب‌های نامتعارف)

استفاده از آب‌های نامتعارف امروزه یک راهکار جدید و مؤثر در مدیریت و ذخیره منابع آبی و مصرف بهینه از منابع آب غیرمعمول است که در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته اجرا شده و مورد تأیید بوده است. بیشتر استفاده پساب‌ها در بخش صنعت می‌باشد که بسیار برای کاهش مصرف آب در بخش صنایع مفید و به‌صرفه است. با جمع‌آوری فاضلاب و تبدیل آن به پساب نه تنها از آلودگی محیط زیست جلوگیری می‌شود بلکه می‌توان با بکارگیری پساب در حوزه‌های مختلفی از جمله آبیاری محصولات کشاورزی و گلخانه‌ای، تغذیه سفره‌های زیرزمینی، مصارف صنعتی، کاربردهای تفریحی از جمله دریاچه‌های

مصنوعی، پرورش آبزیان، آب شرب حیوانات اهلی و وحشی، آتش‌نشانی و ... گامی بلند در چارچوب تطبیق و سازگاری با کم‌آبی و خشکسالی کشور برداشت (۲). بنابراین لازم است تا در این بخش سرمایه‌گذاری‌هایی در جهت اقدامات بازیافت و تصفیه فاضلاب‌ها و احیای آن‌ها انجام گیرد.

### ۹-۲- استفاده از روش‌های نوین آبیاری و توقف کشت محصولات آب‌بر

لازم است که متناسب با وضعیت منابع آبی موجود، الگوی کشت در مزارع و باغات تنظیم شود. کشت محصولات آب‌بر در مناطق فاقد پتانسیل اکولوژیک پایدار یکی از مشکلات اساسی امروزه کشور است. کشت محصولاتی که آب زیادی مصرف می‌کنند باید متناسب با نیاز منطقه و کشور و به صورت محدود انجام شود و تا حد امکان از روش‌های آبیاری با هدررفت آب کم به جای روش‌های سنتی با مصرف آب بالا نظیر آبیاری غرقایی استفاده شود و در فضاها سبز و پارک‌ها گونه‌های گیاهی مقاوم به کم‌آبی و متناسب با اقلیم کشور کشت شود. استفاده از روش‌های آبیاری نوین هوشمند و سیستم‌های مکانیزه آبیاری از جمله استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار (قطره‌ای و بارانی) برای تحقق هدف بهره‌برداری بهینه از منابع آب کشور سهم بسیاری دارد که باید در آبیاری پروژه‌های کشاورزی متناسب با شرایط منطقه و محیط و با توجه به نوع محصول انجام گیرد (۶).

### ۳- اقدامات اخیر ایران در رابطه با کم‌آبی و خشکسالی

در سال‌های اخیر معضل کمبود آب و خشکسالی مورد توجه بیشتری در سطح کشور قرار گرفته مسئولین در نهادهای مربوطه به مدیریت منابع آب اقداماتی را انجام داده‌اند. در برخی استان‌های کشور برای سازگاری با کم‌آبی برنامه‌های مدیریت تقاضا و مصرف، فرهنگ‌سازی در مصرف بهینه آب، بهبود کیفیت آب شرب، تداوم خدمت‌رسانی و افزایش ظرفیت تأمین و انتقال آب تدوین شده و به مرحله اجرا درآمده است. همچنین در بعضی مناطق تعدادی حلقه چاه جدید در مناطقی مناسب برای بهره‌برداری حفر و تجهیز شده و تعدادی از چاه‌های حفر شده در گذشته نیز مورد اصلاح، بازنگری و مهندسی مجدد واقع شده‌اند. شبکه‌های توزیع آب در مناطقی که بحران تلفات آب بیشتری داشتند اصلاح و بازسازی شده‌اند و ظرفیت آب‌شیرین‌کن‌های موجود را افزایش داده‌اند. در برخی استان‌ها شیوه‌هایی برای کاهش هدررفت آب و جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در پیش گرفته شده است. بحث مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز به صورت جدی در سطح وزارت جهاد کشاورزی، دانشگاه و شورای عالی آب کشور مطرح و سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری به طور مشخص متولی آن شده‌اند و بسیاری از طرح‌های آبخیزداری و آبخوانداری در استان‌های مختلف اجرا شده است. همچنین اکنون از ۸/۵ میلیون هکتار زمین‌های زراعی و باغات کشور، ۱/۷ میلیون هکتار مجهز به آبیاری تحت فشار شده‌اند. حدود ۴/۵ میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی قابلیت تجهیز به آبیاری تحت فشار را دارد بنابراین با توجه مصرف زیاد بخش کشاورزی از کل میزان مصرف آب کشور، بایستی سرمایه‌گذاری لازم در تجهیز زمین‌هایی که قابلیت استفاده از سیستم‌های هوشمند و مدرن آبیاری را دارند تا حد امکان انجام گیرد.

### ۴- نتیجه‌گیری کلی

لازم است تا به روش‌های سازگاری با کم‌آبی و خشکسالی کشور و حفظ و ذخایر منابع آبی کشور بیشتر توجه شود. اگر خشکسالی به درستی مدیریت نشود و برای حفظ منابع آب موجود بین مردم و مسئولان نوعی همگرایی و وحدت رویه شکل نگیرد این موضوع می‌تواند آسیب‌زا شود. باید از بین راهکارهای موجود، راه‌حلی را متناسب با شرایط و اقلیم کشور انتخاب نمود و با جدیت بیشتر پروژه‌های منطقی و باصرفه اقتصادی را اجرایی کرد. با مدیریت تأمین، توزیع و مصرف آب، توجه به الگوهای جهانی، استفاده از فناوری‌های نوین و نیز بهره‌گیری از شیوه‌های نوین برای بازچرخانی و استفاده مجدد از فاضلاب، می‌توان از تهدید کم‌آبی و خشکسالی به عنوان فرصتی بزرگ برای یادگیری شیوه‌های آگاهانه و درست مصرف منابع محدود

آبی کشور بهره برد. استفاده از آب شیرین کن ها به صورت موضعی در برخی مناطق برای تامین آب شرب، خصوصا با انرژی های تجدیدپذیر و بهره جستن از انرژی خورشیدی در این زمینه می تواند راهکاری نوین برای مقابله با کمبود آب باشد. توجه و برنامه ریزی های بیشتر در طرح های آبخیزداری، بهینه سازی مصرف آب در صنعت و استفاده ی بیشتر از روش های آبیاری نوین در بخش کشاورزی از مجموعه اقداماتی است که می تواند کمک شایانی در حفظ و حراست منابع آبی کشور با توجه به وضعیت کم آبی و بحرانی بودن آن کند. خوشبختانه در عمده مواردی که اشاره شد، تخصص و دانش فنی مورد نیاز در کشور وجود داشته و صرفا نیاز به اراده، عزم جدی و تخصیص اعتبار و بودجه لازم می باشد تا بتوان این روش ها را اجرایی و مشکل بحران کم آبی و خشکسالی را در کشور با تدبیر حل نمود.

### ۵- منابع و مراجع

۱۸. دهمرده، ن. اوحدی، ن. و دهمرده قلعه نو، ز. ۱۳۸۹. اصلاح الگوی مصرف آب در بخش های کشاورزی و شهری. همایش علمی چالش آب در استان قم، قم.
۱۹. رضائی، محمد. ۱۳۹۵. کاهش تبعات خشکسالی با کاربرد پساب تصفیه خانه فاضلاب جهت مصارف کشاورزی. هشتمین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران. تهران.
۲۰. شفقتی، م.، قادری، ک.، شجاعی، م. و گرشاسبی، پ. ۱۳۹۰. آبخیزداری و رویکرد آن به کاهش پدیده خشکسالی در کشور. یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان.
۲۱. صرافزاده، م. و اصغرزاد، ه. ۱۳۹۵. مقایسه مدیریت مصرف آب صنایع در ایران و جهان و نقش آن در توسعه پایدار. ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران. کردستان.
۲۲. قبادپور، م. ۱۳۹۳. فرهنگ سازی مصرف بهینه آب و راهکارهای آن. دومین همایش ملی بحران آب (تغییر اقلیم، آب و محیط زیست). شهرکرد.
۲۳. قربانی، ب. و زمانیان، م. ۱۳۹۳. آبیاری تحت فشار، راه برون رفت از بحران خشکسالی کشاورزی (مطالعه موردی: آبیاری قطره ای). دومین همایش ملی بحران آب (تغییر اقلیم، آب و محیط زیست). شهرکرد.



## An Overview of Iran's Drought Situation and Evaluation of Coping Methods and Adaptations with Dehydration

Yousef Rajabizadeh<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> M.Sc Student of Water Structures Engineering Department, Tarbiat Modares University  
Email : Yousef.rajabizadeh@yahoo.com

### Abstract

Drought is one of the most important atmospheric hazards and is widespread worldwide and especially in Africa and the Middle East and operates regionally. Due to Iran's climatic conditions, drought and water shortage has become a major problem in recent years, which is a major threat to the country's future. In this study, after reviewing the water and drought situation in the country, methods for coping with and adaptation to drought and drought crisis are described. Some of the actions taken in the country to coping dehydration are also briefly described. It was found that drought prevention strategies should be given special attention and that the most appropriate solutions should be selected according to the regional and climatic conditions of the country and used to conserve more of the existing water resources of the country.

**Keywords:** Drought, water shortage, adaptations with dehydration, crisis management.





### بررسی تغییرات افت آب زیرزمینی آبخوان فهلیان

ابوذر نصیری<sup>۱\*</sup>، نجمه شفیعی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور مرکز آموزش عالی فیروز آباد، <sup>۲</sup> دانشجوی ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری

۱ نویسنده مسوول: abuzarnasiri@gmail.com

### چکیده

کمبود منابع آب و عدم مدیریت صحیح منابع آب قابل دسترس، بحران آبی را ایجاد می‌کند که سبب خسارت های جبران ناپذیری می شود و دارای ابعاد مختلف زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی است. هدف این تحقیق، بررسی افت آب زیرزمینی دشت فهلیان از زیر حوضه های نورآباد ممسنی در شمال غرب استان فارس می باشد، به این منظور از آمار ۱۱ چاه مشاهده ای در یک دوره ۱۴ ساله (۱۳۹۶-۱۳۸۴) با استفاده از روش درونیابی جهت تهیه نقشه های مربوط به سطح و افت در سطح آبخوان استفاده شده است و نتایج حاصل از پژوهش نشان می دهد که بخش غربی آبخوان ۱۰ متر افت داشته که مربوط به چاه جنجان می باشد. حفر چاه های غیر مجاز در منطقه کشت محصولات آب بر نقشه بسیاری مهمی در افت سطح آب زیرزمینی داشته است.

**کلیدواژه:** افت آب زیرزمینی، درونیابی، آبخوان فهلیان.

### مقدمه

آب زیرزمینی یک منبع تأمین آب با ارزش در سرتاسر جهان محسوب می‌شود. استخراج آب زیرزمینی منجر به تغییر ذخیره (و در صورت برداشت محیط متخلخل گردیده) افت شدید آب زیرزمینی را، بی‌رویه از ذخیره آب زیرزمینی به دنبال خواهد داشت. کاهش شدید ذخیره آب زیرزمینی به عنوان یک مشکل جهانی جدی و فزاینده شناخته شده که اکوسیستم های حساس و تأمین پایدار آب را مورد تهدید قرار داده است (تیس ۱۹۴۰) و (تیسکا ۱۹۴۳). واسطه (۱۳۹۲)، افت سطح آب زیرزمینی در دشت اسفراین پرداخت نتایج نشان داد محدوده مطالعاتی اسفراین یکی از یازده محدوده مطالعاتی استان خراسان شمالی است که در سالهای اخیر با کسری مخزن مواجه بوده و یکی از آبخوان های ممنوعه - بحرانی استان می باشد. تمامی روش های سنتی مقابله با بحران آب در منطقه در گذشته به دلایل گوناگون از جمله عدم برنامه ریزی پایه ای و کامل نبودن زنجیره های مدیریتی با شکست مواجه شده بود. با توجه به این موضوع از ابتدای سال ۱۳۸۸ با انجام یک سری اقدامات مدیریتی، کسری مخزن آبخوان منطقه به مقدار قابل توجهی کاهش پیدا کرده و افت سطح آب در آبخوان منطقه تا حدودی کنترل شده است. در این مقاله سعی بر این بوده است که با مقایسه وضعیت آبخوان منطقه قبل از انجام اقدامات مدیریتی و بعد از آن به شرح چگونگی بهبود وضعیت آبخوان پرداخته شود. یاراحمدی و کرمی (۱۳۹۴)، به بررسی افت سطح آب زیرزمینی دشت های ازنا - الیگودرز پرداختند نقشه افت سطح آب های زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد که دشت ازنا دارای افت شدیدتری نسبت به دشت الیگودرز می باشد که به دلیل خشکسالی اخیر و برداشت بی رویه از منابع آب زیرزمینی می باشد. کریمی و همکاران (۱۳۹۵)، علل افت سطح آب زیرزمینی دشت مهران، استان ایلام پرداختند و نتایج نقشه‌ی هم افت بیانگر این بود که بخش‌های مختلف دشت افتی بین ۱ تا ۳۲ متر داشته‌اند و

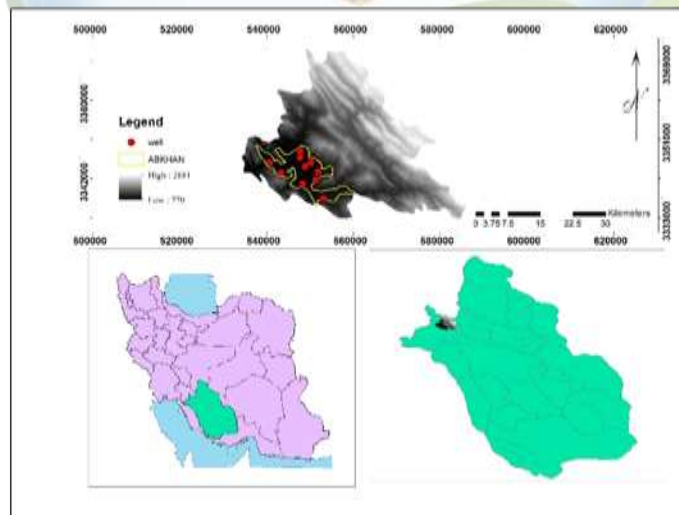
مناطق با افت بیشتر منطبق بر منطقه‌ی تمرکز چاه‌های بهره‌برداری است. هیدروگراف تراز آب زیرزمینی نیز نشان داد که در طی ۱۸ سال به میزان ۱۶/۲ متر یعنی به طور متوسط هر ساله ۹۰ سانتیمتر سطح آب کاهش یافته است. مهم‌ترین عوامل مؤثر بر افت آب زیرزمینی در دشت مهران افزایش تعداد چاه‌های بهره‌برداری (برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی) و تأثیر خشک سالی‌های متوالی و در نتیجه کاهش تغذیه آبخوان تعیین گردید. صادقی و همکاران، (۱۳۹۷)، افت شدید سطح آب زیرزمینی و اندرکنش رودخانه- آبخوان (مطالعه موردی: آبخوان نجف‌آباد در حوضه زاینده‌رود) براساس نتایج این تحقیق پیش‌بینی می‌شود که روند افزایشی میزان نشت آب رودخانه به سمت آبخوان مداوم بوده و ضروری است تا روند برداشت آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی کاهش یافته و متوسط ورودی آب سطحی به محدوده آبخوان به شرایط دهه هفتاد بازگردد.

### داده‌ها و روش تحقیق

در تهیه گزارشات علمی و تحقیقاتی داشتن روش تحقیق برای انجام پژوهش امری واجب و ضروری می‌باشد. از این رو انتخاب یک روش مناسب بدنه اصلی یک تحقیق را شکل می‌دهد و جز ارکان اصلی آن می‌باشد. در این قسمت از تحقیق حاضر روش‌های انجام تحقیق و داده‌هایی که برای رسیدن به اهداف پیش‌بینی شده مورد استفاده قرار گرفته‌اند، جهت بررسی منابع آب زیرزمینی حوضه از آمار چاه‌های پیژومتر که شامل عمق آب زیرزمینی پیژومترها، و لوگ چاه‌های پیژومتری طی ۱۴ سال آماری ۱۳۹۶-۱۳۸۲ استفاده شده است. با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰ زمین مرجع داده‌های رستری به وکتوری تبدیل و اقدام به ترسیم نقشه محدوده مطالعاتی گردید. برای تهیه لایه‌های مربوط به عمق آب در دوره‌های حداقل و حداکثر و میران افت آب زیرزمینی از طریق interpolation و انتخاب روش kriging نقشه‌های درونیایی تهیه گردید.

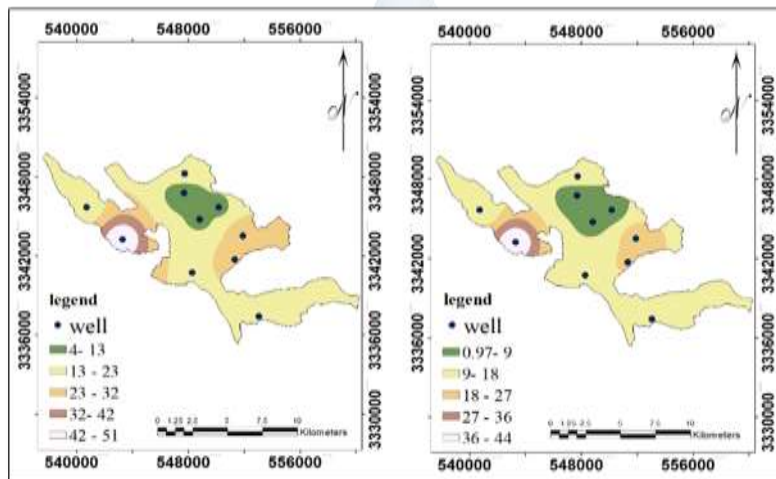
### محدوده مورد مطالعه

آبخوان مورد مطالعه در زون زاگرس چین خورده شمال غربی استان فارس و جنوب کشور می‌باشد. حداکثر ارتفاع منطقه ۲۸۸۳ متر و وسعت آن برابر با ۱۰۴۰ کیلومتر مربع که با روند شمال غربی جنوب شرقی بین عرض جغرافیایی ۳۰°۰۷ تا ۲۸°۳۰ شمالی و طول جغرافیایی ۵۱°۲۱ تا ۵۱°۴۹ شرقی واقع شده است. محدوده مورد مطالعه از شمال به محدوده سپیدان از جنوب به محدوده سرانجیلک از غرب به نورآباد از شرق به منطقه یاسوج محدوده شده است. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی آبخوان فهلیان را نشان می‌دهد. آبخوان در بخش جنوبی آبخوان و مساحتی ۱۰۳ کیلومتر مربع دارد و حدود ۱۲ حلقه چاه پیژومتری در سطح آبخوان قرار دارد.



شکل (۱): موقعیت محدوده دشت فهلیان

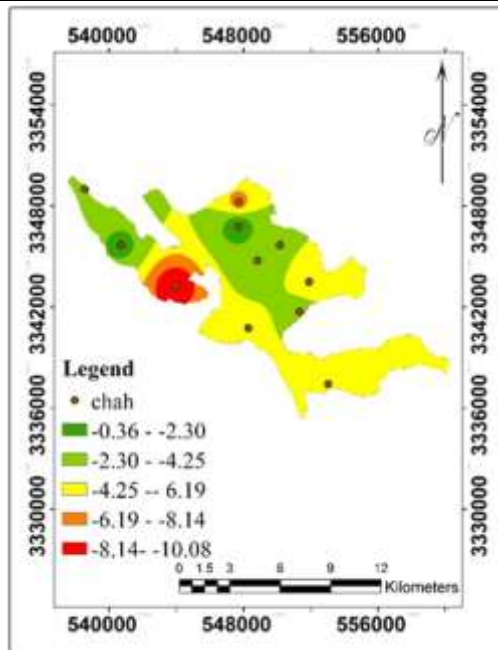
سطح چاه های پیژومتری منطقه از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۶ و همچنین مقادیر میانگین، حداکثر و حداقل سطح آب زیرزمینی در سال های مختلف به ترتیب ارائه شده است. همچنین نقشه درونیابی سطح آبهای زیرزمینی با استفاده از روش kriging با مقدار خطای ۰/۱ جهت نمایش تغییرات آبهای زیرزمینی شکل (۲)، نمایش داده شده است. تغییرات سطح آب در دو دوره حداقل و حداکثر نشان می دهد که بخش شرقی آبخوان دشت واقع در منطقه جنجان بیشترین میزان عمق را به خود اختصاص داده است.



شکل (۲): نقشه عمق آب سال ۸۷ (ب) عمق آب سال ۹۴

### بررسی افت آب زیرزمینی

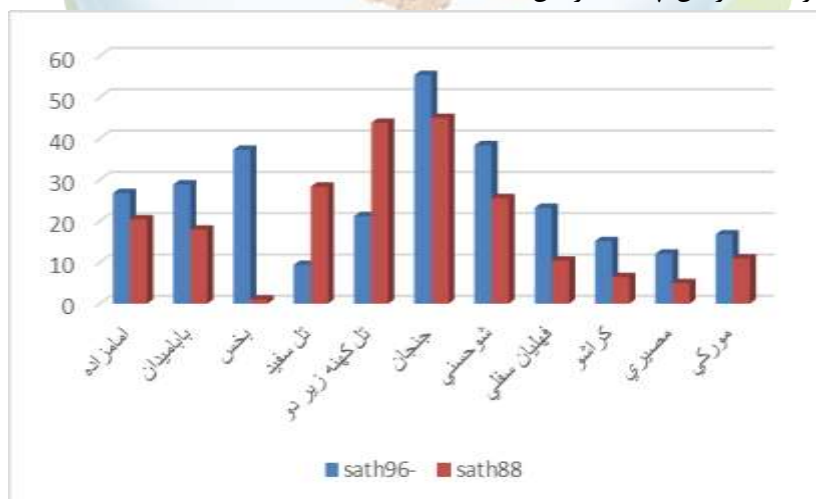
به منظور بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی دشت فهلیان طی سال های آماری ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۶ مشخص گردید که سطح آب زیرزمینی در کل دشت افت داشته؛ ولی این افت در غرب دشت با ۱۰- متر تفاوت کاملاً محسوسی را نشان داده است. با توجه به وضعیت زمین شناسی و اطلاعات حاصل از لوگ چاه های اکتشافی بافت رسوبات در حاشیه های شمالی و مرکزی مخلوطی از سیلت، رس و ماسه می باشد. به علت ضخامت متفاوت رسوبات در دشت میزان آبدهی چاه ها نیز با هم متفاوت می باشد. با بررسی وضعیت سطح آب چاه های پیژومتری در طی سال های حداقل و حداکثر نقشه افت آنها به دست آمد و نتایج نشان داد که میزان افت به مراتب افزایش یافته است و این افت در بخش جنوبی، آبخوان واقع در چاه جنجان بیشترین میزان افت را داشته است که مقدار آن برابر ۱۱- متر طی این بازه زمانی بوده است. افزایش افت سطح آب در این منطقه باعث شده که تعدادی از چاه ها که مصارف شرب داشته خشک و با چند متر فاصله به حفاری چاه های جدیدتری در این منطقه شده است. فعالیت های کشاورزی هم در این منطقه نقش بسیار زیادی در افزایش عمق چاه ها و حفر چاه ها داشته است.



شکل (۳): نقشه افت آب زیرزمینی آبخوان فهلیمان

#### بررسی سطح آب زیرزمینی دشت فهلیمان

تغییرات زمانی تراز سطح آب زیرزمینی نقاط مختلف آبخوان از جمله مشخصات هیدرودینامیکی است که معمولاً از طریق رسم و ترسیم نمودار و نقشه های درونیاپی میانگین تغییرات سطح چاه های مشاهده ای تعیین میگردد تغییرات سطح آب زیرزمینی به موقعیت محل نسبت به مناطق تغذیه و تخلیه و هم چنین مقادیر تغذیه و تخلیه ی این محل ها بستگی دارد و به همین دلیل روند تغییرات سطح آب بخشهای مختلف آبخوان با یکدیگر متفاوت است. نتایج حاصل از نقشه ها و نمودارهای روند تغییرات سطح آب چاههای پیژومتری در آبخوان نورآباد را می توان به صورت زیر بیان نمود. با توجه به اینکه بررسی سال به سال روند تغییرات با توجه به بارش و منابع تغذیه و ورودی و خروجی آبخوان متفاوت است. نمودار (۴) وضعیت سطح آب چاه های پیژومتری در سطح دشت را در دو سال ۸۷ و ۹۶ نشان می دهد که در این سال ها میزان برداشت در سطح آب به مرور افزایش و میزان برداشت در این چاه ها افزایش یافته است.



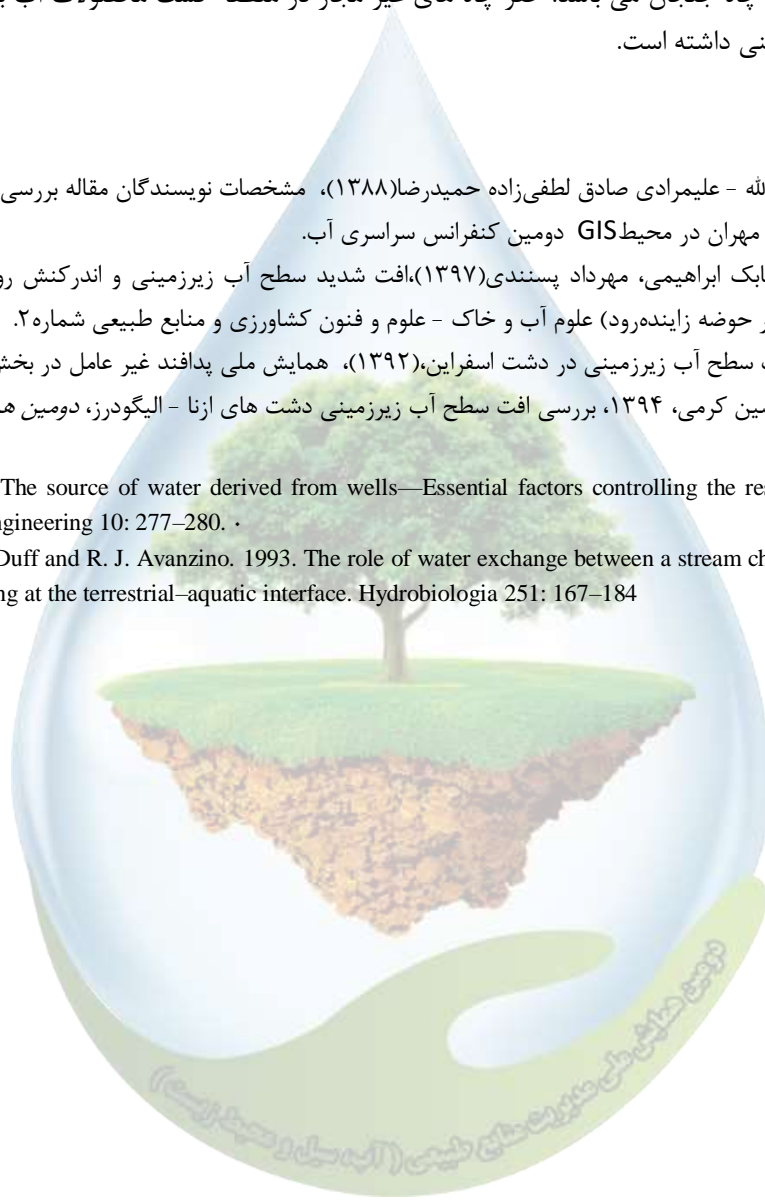
شکل (۴): سطح آب زیرزمینی در سطح آبخوان

### نتیجه گیری

افزایش نیازهای آبی و محدودیت منابع آب های سطحی، بهره برداری بیش از اندازه از سفره های آب زیرزمینی، باعث به بار آمدن خسارات جبران ناپذیری به منابع طبیعی کشور در سال های گذشته شده است تراکم جمعیت سبب حفر چاه های متعدد جهت شرب و هم بهره برداری بی رویه از منابع آب زیرزمینی و فراهم آوری امکان فشردگی لایه های زیرین و همچنین نشست سطح است. کانون های حداکثری افت بخش غربی آبخوان واقع در منطقه جنجان می باشد بخش غربی آبخوان ۱۰ متر افت داشته که مربوط به چاه جنجان می باشد. حفر چاه های غیر مجاز در منطقه کشت محصولات آب بر نقش بسیاری مهمی در افت سطح آب زیرزمینی داشته است.

### منابع

- حاجی کریمی نادری فتح الله - علیمرادی صادق لطفی زاده حمیدرضا(۱۳۸۸)، مشخصات نویسندگان مقاله بررسی سطح افت آب زیرزمینی در آبخوان دشت مهران در محیط GIS دومین کنفرانس سراسری آب.
- مسعود میرمحمدصادقی، بابک ابراهیمی، مهرداد پسنددی(۱۳۹۷)، افت شدید سطح آب زیرزمینی و اندرکنش رودخانه- آبخوان (مطالعه موردی: آبخوان نجف آباد در حوضه زاینده رود) علوم آب و خاک - علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی شماره ۲.
- واسطه وحید(۱۳۹۲)، افت سطح آب زیرزمینی در دشت اسفراین،(۱۳۹۲)، همایش ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی
- یاراحمدی بهاره و غلامحسین کرمی، ۱۳۹۴، بررسی افت سطح آب زیرزمینی دشت های ازنا - الیگودرز، دومین همایش ملی آب، انسان و زمین، اصفهان،
- Theis, C. V. 1940. The source of water derived from wells—Essential factors controlling the response of an aquifer to development. *Civil Engineering* 10: 277–280. •
- . Triska, F. J., J. H. Duff and R. J. Avanzino. 1993. The role of water exchange between a stream channel and its hyporheic zone in nitrogen cycling at the terrestrial–aquatic interface. *Hydrobiologia* 251: 167–184





## Investigation of changes in groundwater loss in the Fahlian aquifer

Abouzar Nasiri\*, Najmeh Shafiei

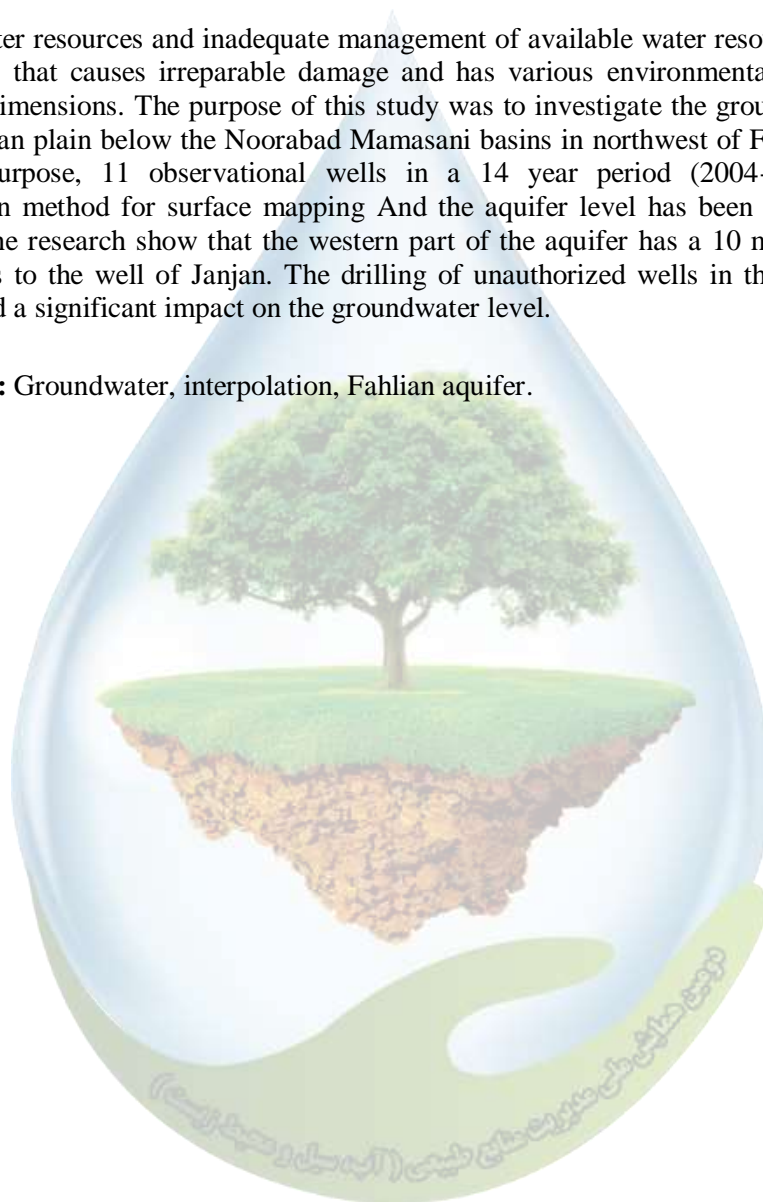
1-Assistant Professor of Geographical Information Systems and Remote Sensing Center of Firouz Abad Higher Education Center, 2- Student of Geomorphology of Hakim Sabzevari University

Responsible author (Email: abuzarnasiri@gmail.com)

### Abstract

Lack of water resources and inadequate management of available water resources cause a water crisis that causes irreparable damage and has various environmental, social and economic dimensions. The purpose of this study was to investigate the groundwater loss in the Fahlian plain below the Noorabad Mamasani basins in northwest of Fars province. For this purpose, 11 observational wells in a 14 year period (2004-2006) using interpolation method for surface mapping And the aquifer level has been used and the results of the research show that the western part of the aquifer has a 10 m drop which corresponds to the well of Janjan. The drilling of unauthorized wells in the water crop area has had a significant impact on the groundwater level.

**Keywords:** Groundwater, interpolation, Fahlian aquifer.



## مطالعه زیست تجزیه پذیری علف کش گرانستار توسط باکتری *Escherichia coli* در شرایط آزمایشگاهی

سکینه زینالی دیزج<sup>۱</sup>، زینب اورسجی<sup>۲\*</sup>، ابراهیم غلامعلی پور علمداری<sup>۲</sup>، فاخترک طلیعی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم علف های هرز، گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس

۲- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس

\*avarseji@gonbad.ac.ir

### چکیده

این آزمایش با هدف بررسی کارایی باکتری *اشرشیا کلای* در زیست تجزیه پذیری علف کش گرانستار در شرایط آزمایشگاهی در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در آزمایشگاه دانشگاه گنبد کاووس بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل چهار نوع محیط کشت واجد کربن + نیتروژن، واجد نیتروژن، واجد کربن و بدون نیتروژن + کربن بودند که توسط باکتری *اشرشیا کلای* مایه زنی شدند. سطوح غلظت علف کش توسط روش حداقل غلظت بازدارنده تعیین شد. نتایج نشان داد که بیشترین جمعیت باکتری به ترتیب در محیط کشت حاوی کربن و نیتروژن، محیط کشت واجد نیتروژن پس از آن محیط کشت حاوی کربن و در نهایت محیط کشت فاقد کربن + نیتروژن به دست آمد. پس از ۴۸ ساعت و به همراه باکتری مقدار غلظت علف کش گرانستار، در محیط کشت واجد کربن از همه کمتر بود. در مجموع می توان اظهار داشت که با توجه به نتایج HPLC باکتری *اشرشیا کلای* توانایی تجزیه زیستی علف کش گرانستار را دارا می باشد.

واژه های کلیدی: گرانستار، *اشرشیا کلای*، HPLC

### ۱- مقدمه

تری بنورون متیل با نام تجاری گرانستار یکی از مهم ترین علف کش های سولفونیل اوره ها می باشد که در کنترل علف های هرز مزارع گندم ایران کاربرد بسیاری دارد. پایداری نسبتاً زیاد این علف کش ها در خاک از مهم ترین مشکلات زیست محیطی و زراعی مرتبط با کاربرد آن ها می باشد. باکتری *اشرشیا کلای*، نوعی باسیل گرم منفی، متحرک، و بدون اسپور است. باکتری *اشرشیا کلای* هم در شرایط هوایی و هم بی هوایی می تواند رشد کند، مخلوطی از اسیدها مانند لاکتات، سوکسینات، اتانول، استات و دی اکسید کربن را تولید می کند. (۴) رشد بهینه باکتری در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد است اما تا دمای ۴۹ درجه را نیز تحمل کرده و به رشد خود ادامه می دهند. با توجه به این که در اکثر خاک ها باکتری ها ۶۵ درصد کل بیوماس میکروبی خاک را تشکیل می دهد، به نظر می رسد نقش این دسته از ریز جانداران در متابولیسم میکروبی علف کش ها پررنگ تر باشد (۳)

### ۲- مواد و روش ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل تأثیر باکتری *اشرشیا کلای* و محیط کشت نمک های معدنی شامل محیط کشت MSM کامل، محیط کشت MSM بدون نیتروژن، محیط کشت MSM بدون کربن و محیط کشت MSM بدون نیتروژن و کربن مورد بررسی قرار گرفتند. سطح غلظت علف کش که توسط روش حداقل غلظت بازدارنده تعیین شد. محیط کشت نمک های

معدنی اصلاح شده شامل ۱/۰۴۸ گرم  $KH_2PO_4$ ، ۰/۹۲۸ گرم  $K_2HPO_4$ ، ۰/۶۰۸ گرم  $(NH_4)_2SO_4$ ، ۰/۰۳۶ گرم  $NaCl$ ، ۰/۰۳۶ گرم  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ، ۰/۱۲۴ گرم  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ، ۰/۰۱۳ گرم  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  و ۰/۱ گرم گلوکز در لیتر آب مقطر با PH ۶/۹ بود (۲) و آگار نیز به مقدار ۱۵ گرم در لیتر برای تهیه محیط کشت جامد به محیط کشت نمک‌های معدنی اضافه شد. انتخاب غلظت علف‌کش با استفاده از روش تست حداقل غلظت بازدارنده انجام شد (۳). صفات مربوط به جمعیت و HPLC مورد بررسی قرار گرفت.

### ۳- نتایج و بحث:

#### ۳-۱- تغییرات جمعیت باکتری *Escherichia coli* ها

همان‌طور که در جدول یک مشاهده می‌شود اثر تیمارهای محیط کشت بر جمعیت باکتری *اشرشیا کلای* در هر زمان پس از شروع مایه‌زنی معنی‌دار بود ( $P < 0/01$ ). با توجه به شکل (۱) بیشترین جمعیت باکتری در تمام زمان‌ها در محیط کشت حاوی کربن و نیتروژن به دست آمد. به‌طور کلی مقدار جمعیت باکتری *اشرشیا کلای* پس از مایه‌زنی به ترتیب در محیط کشت حاوی کربن و نیتروژن، محیط کشت واجد نیتروژن پس از آن محیط کشت حاوی کربن و در نهایت محیط کشت فاقد کربن و نیتروژن به دست آمد. جمعیت باکتری *اشرشیا کلای* پس از گذشت ۷۲ ساعت از مایه‌زنی، افزایش یافته است و از آنجایی که باکتری برای رشد خود نیاز به کربن و نیتروژن دارد و محیط کشت مورد نظر این عناصر وجود نداشتند، به نظر می‌رسد که باکتری برای رشد خود، پس از تجزیه علف‌کش گرانستار توانسته مواد مورد نیاز خود را تهیه و جهت افزایش تعداد خود به مصرف برساند.

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تغییرات جمعیت باکتری *E. coli* در محیط کشت‌های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	۲۴ ساعت پس از شروع آزمایش	۴۸ ساعت پس از شروع آزمایش	۷۲ ساعت پس از شروع آزمایش
تیمار	۳	$7/367 \times 10^{12}$ *	$1/765 \times 10^{14}$ **	$2/532 \times 10^{14}$ **
<i>E. coli</i> خطا	۸	$1/164 \times 10^{12}$	$6/413 \times 10^{12}$	$2/901 \times 10^{12}$

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد



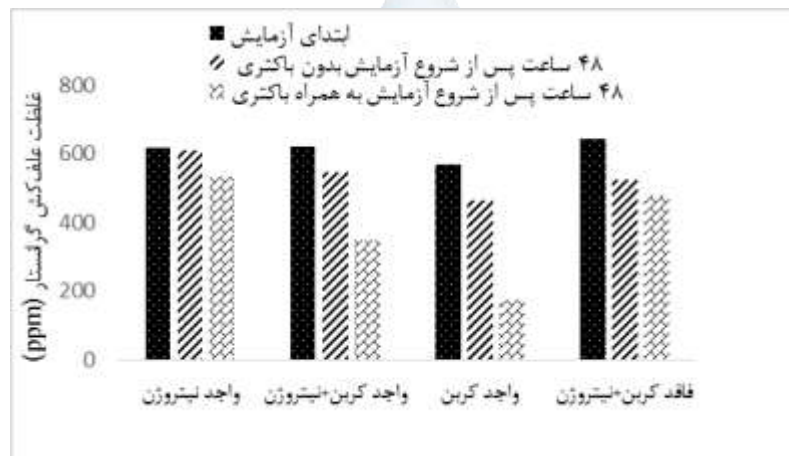
میزان تغییرات جمعیت باکتری *Escherichia coli* موجود در انواع محیط کشت، در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از شروع آزمایش

#### ۳-۲- HPLC

پس از گذشت ۴۸ ساعت از شروع آزمایش مقدار HPLC در تیمار محیط کشت واجد کربن که فاقد باکتری بود نسبت به شروع آزمایش با ۱۸٪ کاهش به ۴۶۳ ppm رسید. در تیمار فاقد کربن و نیتروژن نیز درصد کاهش غلظت تری بنورون متیل ۱۸٪ بدست آمد. اما این مقدار در تیمار واجد کربن و نیتروژن ۱۲٪ حاصل شد. و در تیمار واجد نیتروژن درصد کاهش



گرانستار در ۴۸ ساعت پس از آزمایش و بدون باکتری کاهش ویژه ای بروز نداد. در واقع می توان این درصد کاهش بدست آمده از تیمارهای مختلف را به دلیل تجزیه شیمیایی گرانستار نسبت داد. به عبارت دیگر اگر درصد علف کش را در ۴۸ ساعت پس از آزمایش بدون باکتری نسبت به زمان اولیه محاسبه کنیم، به دلیل اینکه عامل باکتری هنوز دخالتی ندارد، سهم تجزیه بیولوژیکی صفر می شود و در واقع نقش عوامل دیگری که از همه مهمتر، مسیر تجزیه بیوشیمیایی است، پررنگ می گردد. پس از ۴۸ ساعت و به همراه باکتری مقدار غلظت علف کش گرانستار، در محیط کشت واجد کربن از همه کمتر بود. درصد کاهش این علف کش نسبت به تیمار ۴۸ ساعت پس از آزمایش ولی بدون باکتری، سهم تجزیه بیولوژیکی که ناشی از فعالیت اشرشیا کلای می باشد، را نشان می دهد.



شکل ۲- غلظت علف کش گرانستار در محیط کشت های مختلف تحت تاثیر باکتری *E. coli*

#### ۴- نتیجه گیری

با توجه به نتایج HPLC به نظر می رسد که باکتری اشرشیا کلای توانایی تجزیه زیستی علف کش گرانستار را دارا می باشد. به طوری که حتی در محیط فاقد کربن و نیتروژن و با توجه به رشد جمعیت اندک این باکتری، تجزیه زیستی پس از ۴۸ ساعت اتفاق افتاده است. بر اساس این نتایج باکتری مورد نظر توانایی سازگاری با محیط فاقد مواد غذایی و شکستن پیوندهای علفکش و استفاده از آن به عنوان منبع انرژی را داراست اما نیاز به زمان بیشتری داشت.

#### ۵- منابع و مراجع

1. Andrews, J.M. 2001. Determination of minimum inhibitory concentrations. Journal of Antimicrobial Chemotherapy 48: Suppl. S1, 5-16.
2. Alvaro, A.M.G., Rui, A.R. and Alrrio, E. 2000. Phenol biodegradation by *Pseudomonas putida* DSM 548 in a batch reactor. Biochemical Engineering Journal, 6: 45-49.
3. Lind, C. D. 1994. physico-chemical properties and environmental fate of pesticides. In Environmental Hazards assessment program. California.
4. Madigan MT, Martinko JM (2006). Brock Biology of microorganisms (11th ed.). Pearson. ISBN 0-13-196893-9

## مقایسه انتشار آلودگی صوتی حاشیه جاده جنگلی در ارتفاع نیم و یک‌ونیم

طاهره اکبری خانقاهی<sup>۱</sup>، اکبر نجفی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کاشناسی ارشد جنگلداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، <sup>۲</sup> دانشیار گروه جنگلداری

دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، تهران

و<sup>۲\*</sup> a.najafi@modares.ac.ir

### چکیده

بسیاری از نویسندگان اظهار داشته اند که اثرات منفی جاده ها بر روی حیوانات تا حد زیادی ناشی از سر و صدای ترافیک است. و سرو صدا یکی از مشکلات زیست محیطی مهم محسوب می‌شود. با توجه به اثرات زیان آور آلودگی صوتی و اثر آن بر جانوران جنگل این موضوع از اهمیت بالایی برخوردار است. از این جهت این تحقیق به بررسی انتشار آلودگی صوتی در این دو ارتفاع پرداخته است. این مطالعه در فصل زمستان انجام شد. آلودگی صوتی جاده‌های جنگلی توسط منبع مصنوعی صوت ایجاد شد، و آلودگی صوتی ایجاد شده در فاصله‌های مختلف از حاشیه‌ی جاده عمود بر جنگل به وسیله دستگاه صوت‌سنج اندازه‌گیری شده‌است و نتایج این بررسی نشان داد که انتشار صوت در ارتفاع ۰٫۵ متری از سطح زمین به نسبت ۱٫۵ متری کمتر شده‌است.

واژگان کلیدی: آلودگی صوتی، جاده‌ی جنگلی، انتشار صوت، عوارض جاده‌سازی

### ۱- مقدمه

جاده‌های جنگلی ضروری‌ترین زیر ساخت به‌منظور مدیریت جنگل هستند (۱۲). که دسترسی به منابعی هم‌چون محصولات چوبی و غیرچوبی، مدیریت جنگل، جلوگیری از آتش‌سوزی و کمک به مقابله با حمله‌ی آفات و جنگل‌کاری، توریسم جنگل و غیره را امکان‌پذیر می‌کنند (۳) و (۴). اما افزایش سر و صداهای انسانی تأثیر منفی بر رفتارها در سطح گونه‌های مختلفی دارد و همچنین عناصر ضروری در برقراری ارتباط بین آن‌ها را مختل می‌سازد. با توجه به اینکه شبکه‌های حمل‌ونقل در حال حاضر با سرعت بالایی در حال رشد هستند و وسیع‌ترین منبع سرو صدا نیز محسوب می‌شوند با افزایش جاده‌ها و ترافیک می‌تواند تأثیرات مخربی بر تنوع زیستی را به همراه داشته‌باشند (۱۶) و (۲). یکی از پیامدهای ترافیک و حرکت کامیون‌های پر قدرت روی جاده‌های جنگلی ایجاد سروصدا و آلودگی صوتی در جنگل است، که این در مطالعات پیشین مورد تأکید قرار گرفته‌است (۱۰) صدا های ناهنجار عبارت است از امواج صوتی آزار دهنده و ناخواسته‌ای که در اثر تغییرات متناوب در فشار هوای محیط ایجاد می‌شود. صدای بیش از حد، از تندرستی می‌کاهد و بر کلیه موجودات زنده اثر منفی دارد، و به عنوان یکی از آلودگی‌های زیست محیطی به شمار می‌رود (۱). طبق نظر سازمان بهداشت جهانی، آلودگی صوتی سومین خطر مهم آلودگی محیطی است (۶). دامنه و بزرگی آلودگی صوتی اغلب بسیار بیشتر از سروصدای طبیعی است و پیش‌بینی می‌شود که برای حیات وحش اثرات زیان‌باری داشته‌باشد که شامل استرس و جنبه‌های مختلف فیزیولوژی (سیستم عصبی، سلامت قلب و عروق و سیستم ایمنی) می‌باشد (۷). اما اگر پوشش گیاهی طبیعی، اگر به اندازه کافی بالا، گسترده و متراکم باشد، آلودگی صوتی کاهش می‌یابد (۱۴) و (۹). گزارش‌ها نشان می‌دهد که کاهش سرو صدا در صورتی که کمربند پوشش گیاهی عمیق و متراکم باشد ۱۰-۱۵ دسی بل می‌باشد (۵) و (۱۳). هدف از پژوهش حاضر، با توجه به اهمیت تأثیر آلودگی صوتی به عنوان یکی

از پیامدهای عملیات مهندسی و اثر آن بر جانوران ساکن حاشیه جاده‌های جنگلی اعم از پرنده و خزنده، در نظر دارد میزان انتشار و عمق نفوذ آلودگی صوتی را در حاشیه جاده جنگلی در فصل زمستان در دو ارتفاع بدست آورد.

### ۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق در استان مازندران، شهرستان نور واقع در جنگل‌های چمستان حوزه آبخیز ۴۹ و ارتفاع از سطح دریا ۱۰۰۰-۲۵۰ و عرض جغرافیایی ۲۷°۳۶' - ۲۲°۳۶' و طول جغرافیایی ۵۲°۷' - ۵۲°۲' و میانگین بالاترین و پایین‌ترین دما (درجه سانتی‌گراد) ۲۹/۶ و ۷/۱ و متوسط بارش سالانه (میلی‌متر) ۸۶۶ انجام شده است. تأثیر دو ارتفاع ۰/۵ و ۱/۵ از سطح زمین در فصل زمستان، بررسی شد. میزان سرو صدا (جدول ۴) را در قسمت خاک‌برداری جاده‌ی جنگلی در فاصله‌های ۱۵، ۳۵، ۵۰، ۱۰۰ متری عمود بر جاده با صوت‌سنج *Digital Sound Level Meter AZ8925* اندازه‌گیری شده است. در هر نقطه صوت سنج در دو ارتفاع نیم‌متری و ارتفاع ۱/۵ متری قرار داده‌شد. صوت سنج دارای یک میکروفون، پردازشگر الکترونیکی و صفحه نمایش می‌باشد. میکروفون قادر به تشخیص تغییرات کوچک در فشار هوای ناشی از صوت بوده و تغییر آن را به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می‌کند. این سیگنال‌ها سپس توسط مدار الکترونیکی پردازش شده و نمایشگر میزان سطح صدا را بر حسب دسی‌بل نمایش می‌دهد. قابلیت اندازه‌گیری شدت صدا در دامنه ۴۰ تا ۱۳۰ دسی‌بل را دارد دقت عدد نمایش داده شده بر روی صفحه نمایش ۰/۱ دسی‌بل می‌باشد.

جدول ۵ میزان آلودگی صوتی

فاصله	ارتفاع ۰/۵ متر	ارتفاع ۱/۵ متر
۱۵متر	۸۰/۱۷ db	۸۰/۶۸ db
۳۵متر	۶۲/۶ db	۶۶/۶۴ db
۵۰ متر	۵۸/۱۴ db	۵۸/۶۱ db
۱۰۰متر	۵۰/۳۱ db	۵۱/۱۸ db

### ۳- نتایج و بحث

نتایج مقایسه آماری میانگین تیمارها جدول (۲) با استفاده از آزمون t جفتی در نرم افزار Spss نشان داد که بین ارتفاع ۰/۵ و ۱/۵ متری از سطح زمین در فواصل مشخص از حاشیه‌ی جاده اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در فاصله‌ی ۰/۵ متری از سطح زمین میزان پوشش علفی و گیاهچه‌ها بسیار بیشتر بوده است به همین دلیل میزان انتشار و نفوذ آلودگی صوتی در این ارتفاع کمتر از ۱/۵ متری بوده است. و هم چنین پژوهشگران (۸) به این نتیجه رسیدند که ممکن است وجود پوشش گیاهی متراکم باعث کاهش سر و صدا باشد. همان‌طوری که پایش آلودگی صوتی شهر واراناسی که توسط (۹) انجام شد این واقعیت را آشکار کرد که منطقه بدون پوشش گیاهی به نسبت منطقه‌ی دارای پوشش گیاهی به شدت تحت تأثیر آلودگی صوتی قرار دارند و در فرکانس‌های پایین اوج کاهش ۸ دسی‌بل بوده‌است. زیرا گیاهان باعث جذب امواج صوتی می‌گردند و میزان تضعیف شدت صوت بستگی به ساختار، گستره و تراکم پوشش گیاهی دارد (۱۱). هنگامی که ارتفاع گیرنده و منبع سر و صدا از ارتفاع کمربند گیاهان کمتر باشد، کاهش بیشتری رخ می‌دهد زیرا هنگامی که سر و صدای با یک مانع را برخورد می‌کند، یک منطقه سایه در پشت سد گیاهی ظاهر می‌شود (۱۵).

جدول ۶- نتیجه تحلیل آماری آزمون T جفتی

ارتفاع	f	sig
۰/۵	۳۵	۰/۰۰۰
۱/۵		

### ۴- نتیجه گیری

هدف از این مطالعه تعیین میزان تغییرات آلودگی صوتی در دو ارتفاع یک و یک و نیم متری در حاشیه ی جاده های جنگلی با توجه به عبور و مرور جانوران است. با فاصله گرفتن از جاده بر میزان شدت صدا بر اثر جذب بخشی از آن به وسیله ی هوا، زمین، درختان، پوشش علفی و بوته ها کاسته می شود. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می توان نتیجه گرفت که تراکم پوشش در نیم متری جنگل باعث کاهش شدت صوت به نسبت ارتفاع یک و نیم متری بوده است و حضور پوشش گیاهی در حاشیه ی جاده سبب شکستن امواج صوتی می شود و به عنوان صداگیر عمل کند و عاملی برای کاهش آلودگی صوتی است.

### ۵- منابع و مراجع

۱. اویسی، ا.، یساری، ع. ا.، قاسم پوری، م.، آزادفلاح، پ. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر آلودگی صوتی ناشی از ترافیک بر سلامت عمومی و روانی شهروندان یزد. محیط شناسی، دانشگاه تهران، (۴۳): ۴۱-۵۰.
۲. Barber, J. R., Crooks, K. R., & Fristrup, K. M. (2010). The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends in ecology & evolution*, 25(3), 180-189.
۳. Demir, M., & Hasdemir, M. (2005). Functional planning criterion of forest road network systems according to recent forestry development and suggestion in Turkey. *Am. J. Environ. Sci*, 1(1), 22-28.
۴. Efta, J. A., & Chung, W. (2014). Planning best management practices to reduce sediment delivery from forest roads using WEPP: Road erosion modeling and simulated annealing optimization. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 35(2), 167-178.
۵. Fang, C. F., & Ling, D. L. (2003). Investigation of the noise reduction provided by tree belts. *Landscape and urban planning*, 63(4), 187-195.
۶. Khilman, T. (2004). Noise pollution in cities, Curitiba and Goteborg as examples. In proceedings of the Seminar—Environmental Aspects of Urbanization—Seminar in Honor of Dr. Mostafa Kamal Tolba, Gothenburg, Sweden, in CD.
۷. Kight, C. R., & Swaddle, J. P. (2011). How and why environmental noise impacts animals: an integrative, mechanistic review. *Ecology letters*, 14(10), 1052-1061.
۸. Martínez-Sala, R., Rubio, C., García-Raffi, L. M., Sánchez-Pérez, J. V., Sánchez-Pérez, E. A., & Llinares, J. (2006). Control of noise by trees arranged like sonic crystals. *Journal of sound and vibration*, 291(1-2), 100-106.
۹. Pathak, V., Tripathi, B. D., & Mishra, V. K. (2008). Dynamics of traffic noise in a tropical city Varanasi and its abatement through vegetation. *Environmental monitoring and Assessment*, 146(1-3), 67-75.
۱۰. Peris, S. J., & Pescador, M. (2004). Effects of traffic noise on passerine populations in Mediterranean wooded pastures. *Applied acoustics*, 65(4), 357-366.
۱۱. Pijanowski, B. C., Villanueva-Rivera, L. J., Dumyahn, S. L., Farina, A., Krause, B. L., Napoletano, B. M., ... & Pieretti, N. (2011). Soundscape ecology: the science of sound in the landscape. *BioScience*, 61(3), 203-216.
۱۲. Tunay, M. (2006). The assessment of environmentally sensitive forest road construction in Calabrian pine forest areas of Turkey. *terrain*, 34, 50.
۱۳. Tyagi, V., Kumar, K., & Jain, V. K. (2006). A study of the spectral characteristics of traffic noise attenuation by vegetation belts in Delhi. *Applied Acoustics*, 67(9), 926-935.
۱۴. Viollon, S., Lavandier, C., & Drake, C. (2002). Influence of visual setting on sound ratings in an urban environment. *Applied acoustics*, 63(5), 493-511.
۱۵. Wiener, F. M., & Keast, D. N. (1959). Experimental study of the propagation of sound over ground. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 31(6), 724-733.
۱۶. Yi, Y. Z., & Sheridan, J. A. (2019). Effects of traffic noise on vocalisations of the rhacophorid tree frog *Kurixalus chaseni* (Anura: Rhacophoridae) in Borneo. *RAFFLES BULLETIN OF ZOOLOGY*, 67, 77-82.



## Comparison of noise pollution propagation on forest road margin at half height one and a half

Tahereh Akbari khanghahi<sup>1</sup>, Akbar Najafi<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Master science student, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Nour, Mazandaran, Iran. <sup>2,\*</sup>Associate Professor, Department of Forestry Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Nour, Mazandaran, Iran.

<sup>2,\*</sup> a.najafi@modares.ac.ir

### Abstract

Many authors have suggested that the negative effects of roads on animals are largely owing to traffic noise. And noise is one of the major environmental problems. Due to the harmful effects of noise pollution and its effects on forest animals, this issue is of great importance. Therefore, this study investigated the propagation of noise pollution at these two altitudes. This study was conducted in winter. Noise pollution from forest roads was generated by artificial noise source, and noise pollution was measured at various distances from the forest perpendicular to the road by a sound meter. The meters have been reduced.

**Keywords:** Noise pollution, Forest road, Spread the noise, Road tolls

