



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان



حفظ و بهره‌وری آب

مجله ترویجی

جلد اول، دوره پنجم، شماره ۹، بهار و تابستان ۱۴۰۳

ارزیابی باغات پسته مجهز به سیستم آبیاری تحت فشار تحت شرایط تنش آبی (مطالعه موردی)

شهرستان رفسنجان

مطالعه اثر آبیاری با پساب بر میزان عناصر در عمق‌های مختلف خاک و خصوصیات ذرت علوفه‌ای در

منطقه لرستان

استفاده از منطق بولین در شناسایی اولیه محدوده‌های مناسب احداث سدهای زیر زمینی (مطالعه

موردی: حوزه آبخیز سامون جهر استان کرمان)

حفظ و بهره‌وری آب در مناطق کوهستانی اشکورات با استحصال آب باران

مدیریت تلفیقی نماتد ساقه و پیاز در سیر بر اساس ضد عفونی بذر و خاک و اصلاح روش آبیاری

بررسی تغییرات عملکرد صفات زراعی و بهره‌وری مصرف آب کاکتوس تحت تاثیر تنش خشکی

بررسی وضعیت گیاهان دارویی و ادویه‌ای کشت شده در استان کرمان (به غیر از جنوب)

معرفی گندم دوروم ماهان (متحمل به تنش خشکی آخر فصل) جهت کاشت در مناطق گرم و کم آب

شهرستان ارزوئیه

افزایش بهره‌وری مصرف آب با کاربرد نیتروژن در کشت سویا

تحلیل بیلان آب زیرزمینی در دشت لاش (زراবাদ)

مجله " حفظ و بهره وری آب "

با درجه علمی- ترویجی مطابق ابلاغ مجوز شماره ۸۸۸۳۷/۲۲۱ مورخه ۱۳۹۸/۵/۱۳ سازمان
تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

صاحب امتیاز: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان

مدیر مسئول: هادی زهدی

سر دبیر: علیجان آبکار

اعضای هیات تحریریه (به ترتیب حروف الفبا)

دکتری آبیاری مدیر عامل موسسه پژوهشی آب و توسعه پایدار فلات	شهریار باستانی
دکتری ترویج کشاورزی استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی فارس	آرمان بخشی جهرمی
دکتری مهندسی آب استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان	نوید جلال کمالی
دکتری طراحی سیستمهای آبیاری تحت فشار دانشیار، موسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی	حسین دهقانی سانچ
دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشیار، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور	ناصر دوات گر
دکتری بیولوژی دریا استادیار، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی ایران	منصور شریفیان
دکتری آبیاری و زهکشی استادیار، پژوهشکده پسته	ناصر صداقتی
دکتری منابع آب استادیار، دانشگاه تحصیلات تکمیلی و پیشرفته کرمان	احمد صادق غضنفری مقدم
مهندسی آبیاری و زهکشی مدیر آب و خاک و امور فنی مهندسی استان کرمان	محمد کهنوجی
دکتری آبیاری و زهکشی استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی کرمان	نادر کوهی چله کران
دکتری ژنتیک و اصلاح نباتات دانشیار، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده کشاورزی	قاسم محمدی نژاد

مدیر داخلی : لاله یزدانپناه گوه‌ریزی

ویراستار علمی : حمید نجفی نژاد

ویراستار ادبی : سیدذبیح الله راوری

کارشناس نشریه : مریم روزبه

صفحه آرا و طراح جلد : امین دهقان

پست الکترونیکی مجله: jwcp@areeo.ac.ir

آدرس سایت مجله: <http://jwcp.areeo.ac.ir>

راهنمای نگارش و شرایط پذیرش مقاله

الف. روش نگارش:

مقاله‌ها باید در ابعاد ۲۹×۲۱ سانتیمتر (A4) با حفظ ۲/۵ سانتیمتر حاشیه از هر طرف و یک سانتیمتر فاصله بین سطرها، به صورت تایپ رایانه‌ای و به زبان فارسی تهیه و ارسال شوند. محتوای مقاله نباید از ۱۰ صفحه تجاوز کند. مقالات باید با نرم افزار Word 2007 به بالا، با قلم B-Lotus با اندازه ۱۲ برای متن فارسی و با قلم Roman New Time با اندازه ۱۰ برای متن انگلیسی نگارش شوند و از طریق سامانه بصورت الکترونیکی ارسال شوند.

ب. ساختار مقالات

- ❖ عنوان مقاله: عنوان مقاله باید کوتاه (حداکثر ۱۵ کلمه)، ترویجی و جذاب برای مخاطبین باشند و منعکس کننده محتوای کامل مقاله باشد. قلم نگارش عنوان، B-Titr به اندازه ۱۴ است.
- ❖ نام پدیدآورنده(گان) و وابستگی سازمانی(بر اساس شیوه‌نامه "درج نام سازمان در انتشارات علمی"). قلم نگارش نویسندگان و آدرس آنها، B-Lotus به اندازه ۱۲ و ایتالیک است.
- ❖ چکیده فارسی(حداکثر ۲۵۰ کلمه): در این قسمت بطور خلاصه بیان مسئله و معرفی دستاورد و نحوه استفاده از آن در سطح میدانی توضیح داده شود. از اصطلاحات علمی و تخصصی استفاده نشود. قلم نگارش چکیده، B-Lotus 11 است.
- ❖ واژگان کلیدی: تعداد ۶ واژه کلیدی مرتبط با موضوع آورده شود .
- ❖ متن اصلی مقاله
- ❖ بیان مسئله(حداکثر ۵۰۰ کلمه): در این قسمت مشکل موجود و اهمیت آن توضیح داده شود
- ❖ معرفی دستاورد یا راهکار(حداکثر ۲۰۰۰ کلمه): در این قسمت به معرفی دستاورد، اهمیت آن و دستورالعمل پیاده سازی آن به شکل گام به گام و با جزئیات به زبان ساده و به شکل مصور پرداخته می‌شود.
- ❖ توصیه ترویجی (جمع‌بندی)(حداکثر ۲۵۰ کلمه)
- ❖ فهرست منابع: حداکثر ۱۰ منبع و آن هم منابع کاملاً مرتبط که دستاورد حاضر نتیجه آن مستندات علمی (گزارشات نهایی پروژه‌ها و طرح‌های تحقیقاتی، مقالات علمی و ...) است، آورده شود.

پ. ویژگی‌های الزامی در نگارش مقاله

- ❖ حتما موضوع مقاله از موضوعات روز و مهم مرتبط با دامنه موضوعی مجله باشد.
- ❖ به هیچ وجه مقالات با فرمت مجلات علمی پژوهشی که حاوی مواد و روشها، مرور منابع، نتایج و بحث، چکیده انگلیسی و فرمول‌های علمی هستند، تهیه نشوند.

- ❖ متن به نحوی نگارش شود که دستاورد مربوطه قابلیت عملیاتی‌سازی و پیاده‌سازی در سطح میدانی داشته باشد.
- ❖ حتماً از عکس‌ها و تصاویر جذاب و مرتبط برای بیان موضوع استفاده شود (عکس‌ها با کیفیت بالاتر از ۳۰۰ dpi باشند)
- ❖ مطالب تا حد ممکن کوتاه تهیه شده و از ارائه عبارات نامرتبط یا فرمول‌های علمی پرهیز شود؛
- ❖ از به کارگیری اصطلاحات فنی و تخصصی که برای جامعه بهره‌برداران نامفهوم است، خودداری شود؛
- ❖ از جملات کوتاه، ساده و روان در نوشتار استفاده شود؛
- ❖ بر جنبه‌های کاربردی و موردنیاز بهره‌برداران تأکید شود؛
- ❖ از آوردن منابع و رفرنس‌های طولانی برای مقاله خودداری شود؛
- ❖ مقاله‌ها فاقد چکیده انگلیسی باشند؛
- ❖ مسئولیت صحت و سقم محتوای علمی مقاله و ترتیب نام نویسنده (نویسندگان) بر عهده شخصی است که مقاله را به مجله ارسال می‌کند (نویسنده مسئول)



فهرست

- ارزیابی باغات پسته مجهز به سیستم آبیاری تحت فشار تحت شرایط تنش آبی
(مطالعه موردی شهرستان رفسنجان)
رضا پورواعظی
- مطالعه اثر آبیاری با پساب بر میزان عناصر در عمق‌های مختلف خاک و خصوصیات
ذرت علوفه‌ای در منطقه لرستان
اسفندیار حسنی مقدم
- استفاده از منطق بولین در شناسایی اولیه محدوده‌های مناسب احداث سدهای زیر
زمینی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سامون جهر استان کرمان)
نجمه حاج سیدعلی خانی
- حفظ و بهره‌وری آب در مناطق کوهستانی اشکورات با استحصال آب باران
مدیریت تلفیقی نماتد ساقه و پیاز در سیر براساس ضدعفونی بذر و خاک و اصلاح
روش آبیاری
غلامرضا برادران
- بررسی تغییرات عملکرد، صفات زراعی و بهره‌وری مصرف آب کاکتوس تحت تاثیر
تنش خشکی
حمید نجفی‌نژاد
- بررسی وضعیت گیاهان دارویی و ادویه‌ای کشت شده در استان کرمان (به غیر از
جنوب)
منصوره تشکری‌زاده
- معرفی گندم دوروم ماهان (متحمل به تنش خشکی آخر فصل) جهت کاشت در
مناطق گرم و کم آب شهرستان ارزوئیه
محمدعلی جواهری
- افزایش بهره‌وری مصرف آب با کاربرد نیتروژن در کشت سویا
تحلیل بیلان آب زیرزمینی در دشت لاش (زرآباد)
جهانشاه صالح
پریشان طاهریان

سخن سردبیر

بخش اعظمی از کشورمان ایران در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده است. متوسط بارش سالانه کشور حدود یک سوم میزان بارش جهان است. با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر بخشی اعظمی از کشور میزان تبخیر و تعرق در کشور ما چندین برابر متوسط میزان تبخیر و تعرق در کره زمین است. حدود ۷۰ درصد بارش‌ها سالانه از طریق تبخیر و تعرق از دسترس خارج می‌شود. بطور طبیعی خشکسالی و کم‌آبی از ویژگی‌های اصلی مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شوند. از طرفی، در دهه‌های اخیر چالش تغییر اقلیم بعنوان یکی از بزرگترین چالش‌های قرن بیست و یکم بحران آب را در مقیاس جهانی، منطقه و محلی بیش از پیش تحت تاثیر قرار داده است. اگر چه بحران تغییر اقلیم در عرض‌های جغرافیایی بالا بدلیل ذوب یخچال‌ها قطبی و کوهستانی و در عرض‌های جغرافیایی پایین به دلیل افزایش رطوبت و ایجاد باران‌های سیل‌آسا در مقاطعی از زمان باعث افزایش رواناب و یا تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی می‌شود (البته این خود باعث ناهنجاری‌های متعددی از جمله سیل و خشک سالی و پدیده ای نوظهور می‌گردد). اما بر اساس تحقیقات انجام شده در عرض‌های جغرافیایی میانی (مناطق بین حاره‌ای) به دلیل حاکم بودن شرایط خاص اقلیمی قطعاً شدت خشکسالی‌ها افزایش می‌یابد. از آنجا که در این گونه مناطق مانند کشور ایران میزان وابستگی آب مصرفی در بخش کشاورزی سهم قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با سایر منابع مصرف دارد لذا برنامه‌ریزی، تحقیق، آموزش و ترویج در بهینه سازی مصرف آب کشاورزی یکی از مهم‌ترین اصول و استراتژی مقابله و سازگاری با چالش بحران آب و تغییر اقلیم است. در این راستا شناسایی و تعیین شاخص‌های مصرف بهینه آب به منظور حفظ و بهره‌وری از منابع از اهمیت خاصی برخوردار است. این مهم تنها با تلاش و کوشش محققان، کارشناسان، مروجان و برنامه‌ریزان حوزه آب مبتنی بر اصول علمی و توسعه پایدار منابع طبیعی قابل تحقق است.

علیجان آبکار

تابستان ۱۴۰۳

ارزیابی باغات پسته مجهز به سیستم آبیاری تحت فشار تحت شرایط تنش آبی (مطالعه موردی شهرستان رفسنجان)

نادر کوهی^۱، رضا پورواعظی^{۲*}، هادی کریمی^۱



۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی

و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۲- کارشناس پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی

و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

* Email: Poorvaezi.66@gmail.com

چکیده

از آنجایی که منابع آب موجود محدود است برای برآوردن نیازهای غذایی آینده عملکرد بیش‌تر با مصرف آب بهینه و مدیریت کارآمد آب موجود با بهبود بهره‌وری آب به‌شدت مورد نیاز است. روش‌های آبیاری قطره‌ای به لحاظ پتانسیل ایده‌آل در توزیع آب با راندمان بالا یک راه حل مناسب جهت استفاده بهینه از منابع آب می‌باشد. در این پژوهش به مطالعه موردی برنامه آبیاری مرسوم در دو باغ پسته واقع در شهرستان رفسنجان پرداخته شده است. به‌گونه‌ای که یک باغ (A) به‌صورت یکنواخت در طول فصل رشد کم آبیاری و در باغ دیگر (B) بر اساس میزان نیاز آبی در ماه پیک مصرف آب، آبیاری صورت گرفت. نتایج بیان‌گر آن بود که میزان عملکرد در باغ A نسبت به باغ B کاهش ۶۰ درصدی در تولید محصول خشک در واحد هکتار داشت. هم‌چنین میزان بهره‌وری در واحد هکتار برای باغ B، ۰/۲۷ کیلوگرم بر متر مکعب و برای باغ A، ۰/۲۲ کیلوگرم بر متر مکعب در واحد هکتار برآورد شد که نشان دهنده کاهش ۲۰ درصدی بهره‌وری آب باغ A نسبت به باغ B می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش آبی، بهره‌وری، کم آبیاری، عملکرد

بیان مسئله

پسته مهم‌ترین محصول صادراتی بخش کشاورزی ایران است. این محصول به دلیل ارزآوری، ایجاد اشتغال، ایجاد ارزش افزوده و همچنین تحمل در مقابل شوری و خشکی، بسیار با اهمیت است. با توجه به روند توسعه باغات پسته در بسیاری از استان‌های کشور و با توجه به کمبود شدید منابع آب در این مناطق امکان تأمین آب مورد نیاز درختان پسته در بسیاری از مواقع فراهم نیست. با توجه به روند توسعه باغات پسته در استان‌های کشور و به ویژه در مناطق جدید، مصرف بهینه آب برای این گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

کالیفرنیا با دارا بودن سطح ۹۷ هزار هکتار سطح بارور پسته در مقایسه با ایران که دارای ۳۵۹ هزار هکتار باغ می‌باشد دارای تولید پسته ای برابر با تولید پسته ایران است. به گونه‌ای که میانگین تولید در کالیفرنیا برابر ۳۱۳۰ کیلوگرم و در ایران برابر ۸۴۷ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (USDA, 2017 و آمار نامه کشاورزی ایران، ۱۳۹۶). این میزان تولید به دلیل خشک‌سالی، سرمازدگی، گرمزدگی، کاهش بارندگی، کمبود منابع آبی، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش کیفیت آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر با کاهش چشم‌گیری رو به رو بوده است به طوری که در سال ۱۴۰۱ از ۴۵۰ هزار هکتار باغات کشور تنها ۱۰۰ هزار تن محصول تولید گردید (ماهنامه انجمن پسته ایران، ۱۴۰۱). در استان کرمان که به عنوان قطب اصلی تولید پسته در سطح کشور می‌باشد بازده پایین آبیاری و توسعه سطح باغات پسته باعث کاهش سطح آب‌های زیر زمینی گردیده است (محمد آبادی و همکاران، ۱۳۸۷).

عبداللهی عزت آبادی و محمدی محمد آبادی (۱۳۹۳) به منظور تعیین وضع آبیاری در ۲۰۰ باغ پسته در شهرستان‌های انار و رفسنجان میزان آب مصرفی برای این گیاه را برآورد کردند. در این تحقیق میزان آب مصرفی برای درخت پسته در تمامی روش‌های آبیاری به طور متوسط ۹۳۷۴ متر مکعب در هکتار برآورد شد. کوهی (۱۳۹۵) با ارزیابی سیستم‌های زیر سطحی باغات پسته استان کرمان بیان کرد که میزان آب مصرفی سالانه در باغات پسته در طیف وسیعی از ۶۷۰ تا ۱۰۵۶۰ متر مکعب در هکتار قرار دارد. این تحقیق نشان می‌دهد که مقدار آب مورد نیاز پسته در مناطق مختلف و شرایط مدیریتی مختلف متفاوت می‌باشد.

پیری (۱۳۹۰) بیان داشت، مشکلات عمده سامانه‌های آبیاری قطره‌ای کم بودن سطح خیس شده، نامناسب بودن عمق آب آبیاری، نامناسب بودن مقدار فشار و توزیع غیریکنواخت آن و پایین بودن دانش و مهارت کاربران سامانه‌های آبیاری قطره‌ای بوده است. با توجه به گسترش روز افزون سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، بایستی نحوه عملکرد این سامانه‌ها نیز مورد ارزیابی قرار گرفته تا با رفع نواقص احتمالی در سامانه‌های موجود، بتوان از حداکثر پتانسیل آن‌ها بهره‌برداری نمود و از طرفی راهبردهایی جهت توسعه اصولی آبیاری قطره‌ای در منطقه معرفی گردد. مطالعه و ارزیابی سامانه آبیاری برای مدیریت آن روشن می‌سازد که آیا بهره‌برداری از سامانه کنونی را ادامه دهد یا آن را بهبود بخشد. از روی نتایج ارزیابی می‌توان به این نکته پی برد که چگونه می‌توان بازده آبیاری در مزرعه را افزایش داده و منشاء مشکلات موجود سامانه آبیاری را پیدا نمود.

در حال حاضر با توجه به کمبود آب، استفاده بهینه از آب موجود و افزایش بهره‌وری از منابع موجود در کشاورزی یک اولویت می‌باشد. در این تحقیق به بررسی روند آبیاری دو باغ پسته تحت شرایط کم آبیاری پرداخته شده است. جهت حذف متغیرهای مدیریتی از باغی با مدیریت واحد جهت ارزیابی استفاده گردید.

معرفی دستاورد

به منظور بررسی برنامه آبیاری مرسوم در باغات پسته تحت تنش آبی، ۲۵۰ هکتار از اراضی روستای رستم آباد شهرستان رفسنجان که مجهز به سیستم آبیاری تحت فشار می‌باشد مورد ارزیابی و مطالعه قرار گرفت. در ۱۳۰ هکتار از اراضی فوق با توجه به اطلاعات به دست آمده از باغدار دور آبیاری ۵۰ روز و به مدت ۲۴ ساعت بوده است که در هر نوبت آبیاری ۲ هکتار باغ آبیاری می‌گردید (باغ A). در ۱۲۰ هکتار از اراضی نیز آبیاری هر ۲۴ روز و به مدت ۲۴ ساعت صورت می‌گرفت (باغ B). فواصل کاشت درختان در هر دو قسمت ۱/۵×۵ متر و متوسط سن درختان ۳۰ سال بود. نوع قطره چکان مورد استفاده برای هر دو باغ تنظیم شونده و خود شوینده با دبی چهار لیتر بر ساعت که با فواصل ۷۰ سانتی‌متری در آرایش دو ردیفه بر روی لترال‌ها نصب شده بودند. هم‌چنین مشخص گردید که کشاورز دستورالعمل‌های مربوط به تغذیه درختان پسته را تحت نظر کارشناسان کشاورزی به صورت کامل و اصولی برای تمامی اراضی خود به صورت یکسان رعایت می‌کند. حجم آب مصرف شده در هر باغ و در حالت ایده آل در جدول (۱) نشان داده شده است. با توجه به جدول (۱) در باغ A تقریباً بیش از ۵۰ درصد کم آبیاری صورت گرفته است. هم‌چنین در باغ B که دور آبیاری در آن با حالت ایده‌آل فاصله چهار روز را دارد میزان ۲۰ درصد کم آبیاری صورت گرفته است.

جدول ۱: میزان حجم آب مصرف شده بر حسب متر مکعب در هکتار

مزرعه	میزان مصرف آب (متر مکعب در هکتار)
ایده آل (بدون تنش آبی)	۳۳۷۳
مزرعه A	۱۳۵۰
مزرعه B	۲۸۱۰

در ابتدای ارزیابی از سه عمق ۰ تا ۳۰، ۳۰ تا ۶۰ و ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر جهت تعیین بافت خاک نمونه برداری صورت گرفت. نتایج مربوط به بافت خاک، اسیدیته و هدایت الکتریکی در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲: مشخصات خاک مزرعه مورد ارزیابی

مشخصات نمونه						
عمق (cm)	هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته گل اشباع	درصد شن	درصد لای	درصد رس	بافت خاک
۰ - ۳۰	۱/۲	۸	۷۰	۱۴	۱۶	سندی لوم
۳۰ - ۶۰	۱/۲	۸	۶۰	۲۰	۲۰	سندی لوم
۶۰ - ۹۰	۱/۶	۷/۵	۷۴	۱۲	۱۴	سندی لوم

جهت برآورد مدت زمان آبیاری و دور آبیاری احتیاج به برآورد نیاز آبی روزانه درخت پسته بود که برای تحقق این امر از نرم افزار نت وات (NETWAT) استفاده گردید. با توجه به میزان تبخیر و تعرق به دست آمده برای درخت پسته در ماه پیک مصرف آب (مرداد ماه) و اختصاص سطح سایه انداز ۶۰ درصد برای درختان پسته در سال رشد نهایی، میزان نیاز خالص آب آبیاری محاسبه گردید. به منظور برآورد نیاز ناخالص آبیاری با توجه به استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای، راندمان ۹۰ درصد در نظر گرفته شد و هم‌چنین از میزان آبشویی در فصل آبیاری با توجه به کیفیت آب آبیاری و خاک در هر دو باغ صرف‌نظر گردید.

جدول ۳: مشخصات کیفی آب آبیاری

پارامتر	PH	EC	TDS
چاه A	۷/۵	(ds/m)۲/۴۵	۱۵۶۸(mg/l)
چاه B	۷/۳	(ds/m)۲/۰۸	۱۳۴۰(mg/l)

با توجه به فواصل درختان پسته (۱/۵×۵) حجم آب مورد نیاز هر درخت در حالت آبیاری کامل محاسبه گردید. محاسبات نشان می‌دهد که جهت آبیاری ۲۴ ساعته و با توجه به استفاده از چهار عدد قطره چکان چهار لیتر بر ساعت، دور آبیاری مناسب جهت آبیاری کامل (بدون تنش آبی) هر ۲۰ روز یک بار برآورد شده است (جدول ۴).

جدول ۴: محاسبات مربوط به پارامترهای اندازه گیری دور آبیاری و زمان آبیاری

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	
دهه	3	3	3	3	3	3	3	3	
Etc	۰/۹	۱/۷	۲/۳	۲/۹	۳/۵	۲/۶	۲	۱	(mm/day)
Etc	۹	۱۷	۲۳	۲۹	۳۵	۲۶	۲۰	۱۰	(mm/dec)
Re	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	(mm/dec)
Ps	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	%
Tc	۰/۶	۱/۱	۱/۵	۱/۹	۲/۳	۱/۷	۱/۳	۰/۷	(mm/day)
NIR	۰/۶	۱/۱	۱/۵	۱/۹	۲/۳	۱/۷	۱/۳	۰/۷	(mm)
GIR	۰/۷	۱/۲	۱/۷	۲/۱	۲/۶	۱/۹	۱/۵	۰/۷	(mm)
G	۵	۹/۴	۱۲/۷	۱۶	۱۹/۳	۱۴/۳	۱۱	۵/۵	L/d/p
Hy	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۱	lit/s/ha
F	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	day
T	۶/۲	۱۱/۷	۱۵/۸	۱۹/۹	۲۴/۱	۱۷/۹	۱۳/۸	۶/۹	Hr

جدول ۵: محاسبات مربوط به درخت پسته با توجه به نوع بافت خاک در ماه مرداد

ردیف	شرح پارامترها	علامت	واحد	گیاه
۱	ظرفیت ذخیره آب در خاک	Aw	mm/m	۱۷۰
۲	در صد تخلیه مجاز رطوبت خاک	MAD	%	۵۵
۳	عمق موثر توسعه ریشه گیاه	Z	m	۱/۲
۴	سرعت نفوذ نهائی خاک	i	mm/hr	۱۶
۵	بیشینه عمق آب آبیاری	Ix	mm	۵۰/۵
۶	بیشینه دور آبیاری قابل انتخاب در بیشینه مصرف	Fx	Day	۲۱/۹

اطلاعات جدول (۵) بیان گر آن است که با توجه به بافت خاک و خصوصیات گیاه بیشترین مدت دور آبیاری قابل انتخاب در بیشینه مصرف ۲۲ روز می باشد. این در حالی است که دور آبیاری مورد استفاده کشاورز، در باغ A، ۵۰ روز است. در واقع این امر نشان می دهد که درختان پسته در این باغ ۳۰ روز را در تنش شدید کم آبی به سر می برند. این میزان کاهش آبیاری بدون در نظر گرفتن ملاحظات آبیاری مانند قطعی برق، خرابی پمپ و.... می باشد. هم چنین با نمونه برداری از سه عمق خاک (۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتی متر) و تعیین درصد رطوبت خاک بعد از گذشت ۳۸ روز از آبیاری مشخص شد که رطوبت خاک در هر دو عمق ابتدایی کم تر از درصد رطوبت نسبی در نقطه پژمردگی است. تنها در عمق ۶۰-۹۰ درصد رطوبت به میزان ناچیزی بیش تر از درصد رطوبت در نقطه پژمردگی می باشد که بیان گر صحت محاسبات بالا است.

جدول ۶: اندازه گیری درصد رطوبت خاک در سه عمق

تاریخ آبیاری	تاریخ داده برداری	عمق (cm)	رطوبت (درصد)	درصد رطوبت در نقطه پژمردگی
		۳۰-۰	۴/۹	۵/۶
۱۴۰۲/۰۴/۰۳	۱۴۰۲/۰۵/۱۰	۶۰-۳۰	۵/۲	۵/۶
		۹۰-۶۰	۵/۸	۵/۶

هم چنین مشاهده میدانی از محصول باغ A مورد مطالعه بیانگر میزان بالای آفتاب سوختگی و سرخشیدگی شاخه می باشد که می تواند در نتیجه تنش آبی شدیدی که به درختان اعمال شده است باشد به گونه ای که در باغ B که آبیاری تا حد زیادی مطابق برنامه آبیاری جدول (۴) می باشد، بسیار کم تر بود. هم چنین میزان تولید محصول در باغ B ۷۵۰ کیلوگرم محصول خشک در هکتار بود که این مقدار در باغ A برابر ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد با توجه به میزان آب مصرفی، میزان بهره وری آب در هر باغ در جدول (۷) نمایش داده شده است.

جدول ۷: میزان بهره وری آب در باغ های مورد بررسی

باغ	میزان بهره وری آب (کیلوگرم بر متر مکعب در هر هکتار)
باغ A	۰/۲۲
باغ B	۰/۲۷



شکل ۱: آفتاب سوختگی محصول پسته باغ مورد مطالعه

توصیه ترویجی

۱- با توجه به مشاهدات صورت گرفته در دو باغ A و B و با توجه به جدول (۳) در مورد میزان آب آبیاری و اطلاعات کشاورز از میزان آب داده شده به اراضی در طول فصل رشد می‌توان بیان داشت که میزان حق آبه کشاورز در باغ A بسیار کم‌تر از نیاز آبی کل زمین‌های تحت شرب (۱۳۰ هکتار) می‌باشد و این امر باعث شده دور آبیاری افزایش یافته و کاهش شدید بهره‌وری را داشته باشیم. این در حالی است که در باغ B، با مدیریت یکسان و آبیاری نزدیک‌تر به برنامه آبیاری مندرج در جدول (۳)، نسبت به باغ A میزان تولید بیش از دو برابر افزایش یافته است. این امر بیانگر این مطلب است که در آبیاری تحت فشار با توجه به این که میزان آب لازم برای آبیاری بر اساس تعرق واقعی گیاه می‌باشد و در واقع میزان تبخیر و تعرق (ETc) بر اساس درصد سطح سایه‌انداز تقلیل پیدا کرده است، در نتیجه کاهش زمان آبیاری یا افزایش دور آبیاری اثرات نامطلوب و سوء خود را سریع‌تر نشان می‌دهد به گونه‌ای که در مزرعه A شاهد آفتاب سوختگی شدید و خشکیدگی سرشاخه‌ها و دیگر علائم مربوط به تنش آبی بودیم.

۲- معمولاً در برنامه ریزی‌های آبیاری زمان آبیاری بر اساس نیاز گیاه در پیک مصرف محاسبه می‌گردد و کشاورزان نیز ساعات آبیاری در ماه‌های مختلف را بر همین منوال و به صورت ثابت انجام می‌دهند این در حالی است که میزان آب آبیاری در ماه‌های اول فصل رشد (اوایل فروردین تا اوایل تیر) به مراتب کم‌تر از میزان آب مورد نیاز گیاه در مرداد ماه می‌باشد (جدول ۳). پیشنهاد می‌شود کشاورزان در ماه‌های مختلف سال متناسب با میزان نیاز گیاه ساعت و دور آبیاری را تنظیم کنند تا بتوانند در ماه‌هایی که گیاه به آب بیشتری نیاز دارد با کاهش دور آبیاری یا افزایش زمان آبیاری نیاز آبی گیاه را تأمین کنند. این روش آبیاری به روش کم آبیاری تنظیم شده (RDI) معروف است. در این روش اعمال تنش خشکی در طول دوره‌های مشخصی از رشد درخت جهت کاهش مصرف آب به گونه‌ای اعمال می‌گردد که اثرات منفی تنش آبی بر تولید میوه و کیفیت آن حداقل گردیده و یا کاملاً حذف شود. این روش کم آبیاری با روش قبلی یعنی کم آبیاری یکنواخت در طول فصل متفاوت است. چرا که در این روش، کم آبیاری به دوره های مقاوم درخت به کم آبی، محدود می‌گردد. اولین بار این روش بر روی میوه‌های هسته‌دار در استرالیا و نیوزیلند استفاده شد. موفقیت RDI در مورد این گیاهان شامل اعمال تنش در دوره‌ای است که رشد رویشی و زایشی کند می‌باشد.

تنش آبی شدید باعث پایین آمدن کمی و کیفی محصول پسته می‌شود. هم‌چنین با توجه به تغییرات آب و هوایی عوامل تنش‌زا مانند کم آبیاری بیش از اندازه باعث بروز مشکلاتی مانند آفتاب سوختگی محصول تولید شده می‌شود و در نتیجه محصول ناچیز تولید شده را هم از بازار فروش حذف می‌کند. کشاورزان باید با اثرات مخرب و بیماری‌های درختان، که در اثر کم آبیاری بیش از حد به گیاه تحمیل می‌شود و می‌تواند به تدریج کل باغ را از بین ببرد مانند سرخشکیدگی پسته آشنا شوند. اگر این بیماری درمان و کنترل نشود خشک شدن شاخه‌ها از سرشاخه‌ها و بالای درخت آغاز گشته و تا تنه درخت ادامه می‌یابد و در نهایت تنها یک تنه ضعیف و خشک باقی می‌ماند.

فهرست منابع

- ۱- عبداللهی عزت آبادی، م. و محمدی محمد آبادی، ا. ۱۳۷۳. بررسی اقتصادی نسبت بهینه اقتصادی آب به زمین در مناطق پسته‌کاری شهرستان‌های انار و رفسنجان. گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات پسته کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، شماره فروست ۴۵۶۷۲.
- ۲- کوهی، ن. ۱۳۷۵. ارزیابی سامانه‌های اجرا شده زیر سطحی در باغات پسته استان کرمان (منطقه سیرجان) (گزارش نهایی طرح تحقیقاتی)، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان. وزارت جهاد کشاورزی، شماره فروست ۴۸۶۶۱.
- ۳- محمدی محمد آبادی، ا.، حسینی فرد، س. ج. و صداقتی، ن. ۱۳۷۹. اثرات تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیرسطحی (تراوا) بر درختان بارور پسته. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه اصفهان. ۱۲(۳۳): ۳۱-۲.
- ۴- آمارنامه کشاورزی ایران سال ۱۳۷۵-۱۳۷۱، محصولات باغی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت امور برنامه‌ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی، ایران، <http://maj.ir>
- ۵- ماهنامه انجمن پسته ایران، سال هفتم، تیر ۱۴۰۱، شماره ۷۰.
6. USDA. 2017. California agricultural statistics reviews 2016 crop year.

مطالعه اثر آبیاری با پساب بر میزان عناصر در عمق‌های مختلف خاک و خصوصیات ذرت علوفه‌ای در منطقه لرستان

اسفندیار حسینی مقدم^{۱*}، رضا کرمیان^{۱*}، افشین محمدیان^۲، مهدی شعبان^۳



۱- استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۲- استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی لرستان، لرستان، ایران

۳- محقق بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی لرستان، لرستان، ایران

*Email: Es_hassani@yahoo.com

چکیده

پساب‌ها و فاضلاب‌های صنعتی یکی از عوامل مهم آلودگی محیط زیست هستند که بایستی به طریق بهداشتی جمع‌آوری، تصفیه و مجدد به گردش آب در طبیعت برگردانده شوند تا در راستای اجرای تدابیر توسعه و بهره‌برداری از منابع آبی جدید به خصوص در بخش کشاورزی استفاده شوند. در راستای استفاده مجدد از پساب‌های صنعتی در کشاورزی این طرح تحقیقاتی در استان لرستان در کارخانه الکل سازی نصر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار و چهار تکرار تحت کشت ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ انجام شد. روش آبیاری در این طرح بصورت کرتی و تیمارها شامل (پساب تصفیه نشده، پساب تصفیه شده ۵۰ درصد خالص و آب معمولی) تعیین گردید. نتایج نشان داد بالاترین میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آرسنیک، نیکل، کرم، کلر، کلسیم، منیزیم و سدیم در دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری خاک در تیمار آبیاری با پساب ۱۰۰ درصد خالص حاصل شد. هم‌چنین نتایج مربوط به خصوصیات زراعی گیاه ذرت نشان داد که از نظر ارتفاع، تعداد بوته در واحد سطح، عملکرد بلال، عملکرد علوفه، وزن دانه هم‌چنین تعداد دانه در ردیف بلال گیاه ذرت در تیمار پساب ۵۰ درصد در مقایسه با سایر تیمارها برتر می‌باشد که بیان‌گر اثرات مثبت کاربرد پساب ۵۰ درصد حتی در مقایسه با تیمار آبیاری با پساب ۱۰۰ درصد خالص می‌باشد. هدایت پساب کارخانه الکل‌سازی به زمین‌های زراعی منجر به تجمع فلزات سنگین در خاک شده و اثر منفی بر گیاهان زراعی دارند ولی با تصفیه و رقیق‌سازی این پساب می‌توان این مشکل را حل نمود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، پساب، ذرت، عملکرد دانه

بیان مسئله

افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی سالانه باعث تولید حجم زیادی فاضلاب می‌شود. بر اساس آمار موجود در ایران، سالانه ۵ میلیارد متر مکعب (حدود پنج درصد از آبی که استحصال می‌شود) به مصارف شرب و بهداشت می‌رسد و نزدیک به یک میلیارد متر مکعب (حدود یک درصد) در بخش صنعت مصرف می‌شود (۱). ایران از جمله کشورهایی است که با محدودیت منابع آب شیرین مواجه است و در عین حال، برداشت آب از منابع آب زیرزمینی به مقدار زیادی صورت می‌گیرد (۲). پساب تصفیه شده یکی از منابع آب برای کشاورزی در اکثر مناطق خشک و نیمه خشک جهان مثل ایران به شمار می‌رود و یکی از بهترین شیوه‌های دفع پساب فاضلاب، تصفیه و استفاده از آن در کشاورزی است. پساب شهری دارای مقادیر زیادی از عناصر غذایی است که در حالت معمول و در صورت ورود به آب‌های جاری باعث آلودگی آن می‌شود، درحالی‌که این مواد را می‌توان به صورت کود محلول جهت کشت و زرع و جنگل‌کاری مورد استفاده قرار داد (۳).

مواد غذایی موجود در آب فاضلاب شرایطی را برای رشد گیاهان فراهم می‌کند که بدون مصرف کودهای شیمیایی، باعث افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه می‌شود (۴). مطالعات زیادی بر روی تأثیرات بلند مدت استفاده از این منابع بر محیط زیست در دنیا انجام گرفته که از آن جمله می‌توان به مطالعات: تجمع فلزات سنگین با فراهمی زیستی بالا در خاک، سرنوشت مواد آلی افزوده شده به خاک‌های آبیاری شده با پساب، تأثیر روش‌های استفاده مجدد بر خصوصیات هیدرولوژیکی حوزه هم‌چون نرخ انتقال نمک‌ها، مدل‌های خطرات بیماری‌های انگلی، خطرات آلودگی میکروبیولوژیکی سفره‌های زیرزمینی و آب‌های سطحی، نرخ انتقال آلاینده‌های شیمیایی از خاک به گیاه، بررسی زمانی آلودگی‌های شیمیایی بر سلامت و استراتژی به منظور تعامل با عموم مردم اشاره کرد (۵). از جمله مطالعات انجام گرفته در ایران، می‌توان به تحقیقی در مورد تجمع فلزات سنگین روی، سرب و مس در اراضی آبیاری شده با پساب در اراضی جنوب شهر تهران و نیز دو برابر شدن غلظت نیکل خاک در بخش‌های مرکزی مازندران نام برد (۶). با توجه به کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران، در راستای توسعه و بهره‌برداری از منابع آبی جدید به‌خصوص در بخش کشاورزی، استفاده از پساب‌های کشاورزی، فاضلاب‌های صنعتی، شهری و روستایی می‌تواند به عنوان منابع آب مطمئن مورد توجه قرار گیرند (۷). در واقع می‌توان گفت هدف کلی استفاده مجدد از فاضلاب‌های تصفیه شده در کشاورزی، بهینه‌سازی و حفظ موجودیت منابع آب از طریق برگشت دادن جریان‌های فاضلاب به زمین و استفاده منطقی از منابع آب شیرین می‌باشد (۱). از این رو هدف از اجرای این تحقیق بررسی اثر آبیاری با پساب کارخانه الکل‌سازی بر خصوصیات خاک، تغییرات میزان عناصر خاک و خصوصیات زراعی گیاه ذرت می‌باشد.

معرفی دستاورد

این مطالعه به منظور بررسی اثر آبیاری با پساب شهری بر خصوصیات خاک، میزان تجمع عناصر در خاک و هم‌چنین خصوصیات زراعی گیاه ذرت و میزان تجمع برخی عناصر در برگ و دانه ذرت اجرا شد. این تحقیق در کیلومتر ده جاده کمربندی خرم‌آباد- کوه‌دشت، در اراضی وابسته به کارخانه الکل‌سازی نصر اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری با پساب تصفیه نشده ۱۰۰ درصد خالص کارخانه الکل‌سازی، آبیاری با پساب تصفیه شده ۵۰ درصد خالص کارخانه الکل‌سازی و آبیاری

با آب معمولی به عنوان تیمار شاهد بودند. میزان کود مورد استفاده در پاییز شامل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفاته، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسه و در بهار همگام با کشت ذرت مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار مصرف گردید. کود سرک نیز در دو نوبت به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. پس از اعمال تیمارها خصوصیات خاک از قبیل هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد مواد آلی، درصد عناصری از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آرسنیک، نیکل، کرم، کلر، کلسیم، منیزیم و سدیم انجام شد. اندازه‌گیری محتوای فلزات سنگین به روش چهار اسید، انجام شد (Agilent series 450, AGILENT, USA) (ICP-MS). خصوصیات زراعی و اجزای عملکرد ذرت از قبیل ارتفاع بوته، میزان LAI، عملکرد بلال، عملکرد علوفه، وزن صد دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، طول بلال، وزن بلال با پوشال و وزن بلال بدون پوشال اندازه‌گیری شد. برای سنجش میزان نیترات برگ و دانه و میزان آرسنیک دانه مقادیری از برگ و دانه‌ها جهت اندازه‌گیری آرسنیک به روش هضم با اسید هیدروکلریک، اسید نیتریک، اسید پرکلریک و پراکسید هیدروژن و تهیه عصاره استفاده شد (۸). پس از آماربرداری و ثبت اطلاعات، داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS تجزیه شدند و برای مقایسه میانگین داده‌ها از روش دانکن استفاده گردید.

براساس دستاوردهای این مطالعه مشخص شد در دو عمق ۰-۳۰ (جدول ۱) و ۳۰-۶۰ (جدول ۲) سانتی‌متر بیش‌ترین میزان pH، EC، درصد مواد آلی، درصد عناصری از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آرسنیک، نیکل، کرم، کلر، کلسیم، منیزیم و سدیم در تیمار آبیاری با پساب ۱۰۰ درصد خالص حاصل شد در حالی‌که در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر بالاترین میزان pH در تیمار شاهد به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد ارتفاع گیاه با میانگین ۲۲۴/۲۵ سانتی‌متر، عملکرد وزن خشک علوفه با ۸۴۶/۷۸ گرم در متر مربع طول بلال با میانگین ۲۲/۴۱ سانتی‌متر، وزن بلال با پوشال با میانگین ۳۲۹/۳۳ گرم و وزن بلال بدون پوشال با میانگین ۲۶۸/۳۳ گرم مربوط به تیمار آبیاری با پساب ۵۰٪ بود. البته این نتایج نشان داد که بین ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، طول بلال، وزن بلال با پوشال و بدون پوشال در تیمار شاهد (آب چاه) و پساب ۵۰٪ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. این در حالی بود که بالاترین میزان LAI (۵/۸) در تیمار آبیاری با آب چاه حاصل شد. نتایج هم‌چنین نشان داد آبیاری با پساب ۵۰ درصد میزان عملکرد بلال و عملکرد علوفه را نسبت به دو تیمار دیگر افزایش داد (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد میزان نیترات موجود در برگ ذرت به میزان ۲۰۴۴/۰۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در تیمار پساب ۱۰۰ درصد خالص بیش‌تر از دو تیمار پساب ۵۰ درصد خالص و تیمار شاهد بود به‌طوری‌که نسبت به تیمار شاهد حدود ۱۵ برابر بیش‌تر بود (جدول ۲). هم‌چنین نتایج در مورد میزان نیترات موجود در دانه گیاه ذرت نشان داد آبیاری با پساب ۱۰۰ درصد خالص سبب شد که میزان نیترات بیش‌تری در دانه گیاه ذرت (۹۸/۹۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) که نسبت به تیمار شاهد حدود پنج برابر بود و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). در مورد میزان آرسنیک تجمع یافته در دانه نیز نتایج نشان داد که تیمار آبیاری با پساب ۱۰۰ درصد خالص سبب شد که بیش‌ترین میزان آرسنیک در دانه گیاه ذرت تجمع یافته و این تیمار نسبت به دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). طبق بررسی‌های به عمل آمده و با توجه به نتایج آنالیز برگ گیاه ذرت مقدار نیترات قابل جذب در پساب خالص با میانگین ۲۰۴۴/۰۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم نسبت به دو تیمار ۵۰٪ و آب چاه با تفاوت فاحشی مقدار بیش‌تری را به خود اختصاص داد. این مقدار با توجه به استانداردهای تعریف شده خیلی بیش‌تر از حد

مجاز می‌باشد و مصرف آن می‌تواند باعث بروز خطراتی برای مصرف‌کننده باشد. از طرفی مقدار نیترات قابل جذب در تیمار ۵۰٪ با میانگین ۳۵۰/۹۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم مقدار بسیار کم‌تری نسبت به تیمار پساب خالص جذب برگ شده است. نتایج حاصل از اثر تیمارها بر مقدار نیترات قابل جذب و مقدار آرسینک در دانه گیاه ذرت نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار تجمع نیترات در پساب خالص با میانگین ۹۸/۹۳۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. این مقدار در پساب ۵۰٪ به کم‌تر از نصف با مقدار ۴۰/۳۴۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم کاهش داشته است. هم‌چنین مقدار آرسینک فقط در پساب خالص به میزان ۰/۰۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در دانه ذرت تجمع یافته است و این مقدار این عنصر در پساب ۵۰٪ و آب چاه مشاهده نشده است. بنابراین کاربرد پساب ۵۰٪ بدون داشتن آلودگی توسط فلزات سنگین قابل پیشنهاد و استفاده است. البته بایستی در نظر داشت که استفاده مداوم از پساب برای آبیاری می‌تواند خطر تجمع فلزات سنگین را به همراه داشته باشد. جهت پیش‌گیری از این تجمع می‌توان پایش خاک منطقه را با آزمون خاک در سال‌های متوالی و بررسی میزان عناصر سنگین در خاک منطقه را انجام داد. در صورت افزایش فلزات سنگین می‌توان از آبیاری با پساب به عنوان تکمیل در کنار آبیاری با آب معمولی استفاده نمود. هم‌چنین در صورت تجمع بیش از حد فلزات سنگین می‌توان به عنوان تناوب از گیاهانی که خاصیت گیاه پالایی دارند در تناوب با ذرت استفاده نمود تا بخش اعظم این فلزات را از خاک پاکسازی نمود.

افزایش میزان عناصر موجود در خاک در اثر آبیاری با پساب به دلیل وجود مقادیر بالایی از این عناصر در پساب شهری می‌باشد. برخی از این فلزات مانند آهن، مس، روی و منگنز برای جانداران لازم بوده و از عناصر کم مصرف و ضروری برای تغذیه و رشد گیاهان، حیوانات و انسان محسوب می‌شوند و وجود غلظت‌های مناسبی از آن‌ها در بافت‌های گیاهان نه تنها برای رشد و عملکرد مطلوب آن‌ها، بلکه در زنجیره غذایی برای رشد و سلامتی حیوانات و انسان ضروری است. در این مطالعه نیز مشاهده شد که با کاربرد تیمار آبیاری با پساب ۱۰۰ درصد خالص درصد مواد آلی، درصد عناصری از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آرسینک، نیکل، کرم، کلر، کلسیم، منیزیم و سدیم در دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ افزایش یافته که به طبع آن میزان هدایت الکتریکی خاک نیز افزایش یافته است. افزایش هدایت الکتریکی خاک در اثر آبیاری با پساب شهری به دلیل افزایش میزان آنیون‌ها و کاتیون‌های خاک می‌باشد که در تیمار پساب ۱۰۰ درصد خالص نسبت به دو تیمار دیگر افزایش بیش‌تری داشته است. به هر حال نتایج نشان داد که به دلیل افزایش املاح خاک مقدار EC به شدت افزایش داشته است به‌طوری که درصد بالایی از بوته‌های ذرت کشت شده با آبیاری این پساب تحت تاثیر تنش شوری از بین رفت. طبق بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که مقدار EC خاک به‌طور کلی افزایش داشته است که این افزایش در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر با مقدار ۱۴/۵۴ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌تر بوده است. مقدار EC در عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متر با مقدار ۱/۷۶ دسی‌زیمنس بر متر افزایش بسیار کم‌تری داشته است که این بیانگر تاثیر پساب خالص بر لایه سطحی خاک در مزرعه آزمایشی می‌باشد. در این مطالعه آبیاری با پساب ۱۰۰ درصد خالص میزان عناصر را در خاک افزایش داده است که برخی دیگر از محققین به نتایج مشابهی در این زمینه دست یافتند. بالا بودن غلظت عناصر غذایی در پساب نسبت به آب چاه، سبب افزایش غلظت این عناصر در خاک می‌شود. در واقع پساب محتوی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه چون نیتروژن، فسفر، پتاس و عناصر کم مصرف مانند آهن، روی، منگنز است که

در حالت معمولی آلوده‌کننده بالقوه آب‌های جاری محسوب می‌شوند ولیکن این عناصر را می‌توان به عنوان کود محلول جهت کشت و زرع به کار برد.

جدول ۱-مقایسه میانگین اثر آبیاری با پساب بر خصوصیات و میزان عناصر خاک در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر

نیمار	EC (ds/cm)	PH	OC (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	As (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cl (meq/l)	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	Na (meq/l)	Cr (mg/kg)
پساب ۱۰۰٪ خالص	۱۴/۵۴ ^a	۷/۸۱ ^c	۱/۲ ^a	۰/۱۳ ^a	۱۱۷/۹۳ ^a	۴۱۴/۰۰ ^a	۰/۰۱۳ ^a	۹/۷۲۰ ^a	۱۲۴/۹۵ ^a	۶۶/۶۷ ^a	۳۰/۰۰ ^a	۵۷/۹۰۳ ^a	۶۷/۱۵ ^a
پساب رقیق شده با ۵۰٪ آب	۱/۹۷ ^b	۷/۰۱ ^b	۰/۸۴ ^b	۰/۰۹۰ ^b	۲۱/۲۵ ^b	۱۷۳/۸۰۰ ^b	۰/۰۰۵ ^b	۹۳/۳۰ ^b	۷/۱۴ ^b	۸/۰۰ ^b	۳/۰۰ ^b	۱۱/۰۵ ^b	۵۱/۵۸ ^b
شاهد (آب خالص)	۰/۹۶ ^c	۷/۷۰ ^a	۰/۸۳ ^b	۰/۷۰ ^c	۱۹/۳۵ ^c	۱۵/۳۷ ^c	۰/۰۰۰ ^c	۰/۰۰۰ ^c	۵/۳۰۰ ^c	۸/۰۰ ^b	۳/۰۰ ^b	۹/۴۰ ^c	۰/۰۰۰ ^c

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند فاقد تفاوت معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۲-مقایسه میانگین اثر آبیاری با پساب بر خصوصیات و میزان عناصر خاک در عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متر

نیمار	EC (ds/cm)	PH	OC (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	As (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cl (meq/l)	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	Na (meq/l)	Cr (mg/kg)
پساب ۱۰۰٪ خالص	۱/۷۶ ^a	۷/۹ ^a	۰/۸۹ ^a	۰/۰۹ ^a	۲۳/۹۳ ^a	۱۹۷۵ ^a	۰/۰۱۳ ^a	۱۱۱/۰۰ ^a	۱۲۴/۹۵	۵ ^a	۵ ^a	۶/۴۳ ^a	۶۷/۱۵ ^a
پساب رقیق شده با ۵۰٪ آب	۰/۹۰۴ ^b	۷/۸۰۳۳ ^b	۰/۸۷ ^b	۰/۰۶۶ ^b	۱۱/۰۸ ^b	۱۸۱۷ ^b	۰/۰۰۸ ^b	۱۰۰/۰۰ ^b	۲/۳۸ ^b	۳ ^b	۳ ^b	۳/۴۷ ^b	۵۱/۵۸ ^b
شاهد (آب خالص)	۰/۶۴ ^c	۷/۸۰۰۰ ^b	۰/۸۳ ^c	۰/۰۱۳ ^c	۱۰/۰۳ ^c	۱۳۲۴ ^c	۰/۰۰۰ ^c	۰/۰۰۰ ^c	۳/۰۳ ^c	۳ ^b	۳ ^b	۱/۵۵ ^c	۰/۰۰۰ ^c

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند فاقد تفاوت معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات زراعی و اجزای عملکرد ذرت در شرایط آبیاری با تیمارهای پساب

نیمار	ارتفاع گیاه (cm)	شاخص سطح برگ (LAI)	وزن خشک صد دانه پال (g)	تعداد ردیف در پال	تعداد دانه در ردیف	طول پال (cm)	وزن پال با پوئال (g)	وزن پال بدون پوئال (g)	عملکرد پال (وزن خشک) در متر مربع (g)	عملکرد علف (وزن خشک) در متر مربع (g)
پساب ۱۰۰٪ خالص	۱۸۴ ^b	۴/۴۰ ^b	۱/۶۰ ^c	۱۳/۳۳ ^c	۱۵/۵۸ ^b	۱۶/۵۰ ^b	۱۸۶/۵۰ ^b	۱۳۵/۴۲ ^b	۲۸۲ ^c	۸۵/۱۳ ^c
پساب رقیق شده با ۵۰٪ آب	۲۲۴/۲۵ ^a	۵/۶۷ ^a	۲۰ ^a	۱۴/۸۳ ^a	۲۹/۵۰ ^a	۲۲/۴۱ ^a	۳۲۹/۳۳ ^a	۲۶۷/۳۳ ^a	۵۳۸ ^a	۸۴۶/۷۸ ^a
شاهد (آب خالص)	۲۳۳/۵ ^a	۵/۸۰ ^a	۱/۶۷ ^b	۱۵/۳۳ ^a	۳۱/۳۳ ^a	۲۱/۰۸ ^a	۳۰۳/۰۰ ^a	۲۴۶/۵۰ ^a	۵۰۵ ^b	۵۷۳/۳۴ ^b

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند فاقد تفاوت معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۴- مقایسه میانگین میزان نیترات برگ و میزان نیترات و آرسنیک دانه ذرت در شرایط آبیاری با تیمارهای پساب

تیمار	نیترات قابل جذب در برگ (mg/kg)	نیترات قابل جذب در دانه دانه (mg/kg)	آرسنیک در دانه (mg/kg)
پساب ۱۰۰٪ خالص	۲۰۴۴/۰۷۱ ^a	۹۸/۹۳۱ ^a	۰/۰۰۵ ^a
پساب رقیق شده با ۵۰٪ آب	۳۵۰/۹۷۴ ^b	۴۰/۳۴۷ ^b	۰/۰۰۰ ^b
شاهد (آب خالص)	۱۳۶/۶۳۵ ^c	۱۹/۳۹۵ ^c	۰/۰۰۰ ^b

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند فاقد تفاوت معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشند

برخی از اجزای عملکرد در ذرت با تیمار آبیاری با پساب ۱۰۰ درصد خالص و ۵۰ درصد پساب نسبت به تیمار شاهد کاهش یافته است که این کاهش به دلیل وجود اثرات سمی ناشی از وجود عناصر سنگین موجود در پساب می‌باشد. البته بایستی در نظر داشت که کاهش ارتفاع بوته می‌تواند به دلیل افزایش شوری سطح خاک نیز باشد. همچنین در پژوهشی دیگر عنوان شده است که آبیاری گندم با آب فاضلاب باعث افزایش تعداد پنجه‌های بارور و تعداد سنبله در واحد سطح شده است ولی ارتفاع بوته کاهش یافت آن‌ها نیز دلیل این امر را وجود برخی عناصر سنگین در پساب دانستند که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت. ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد بوته در متر مربع، عملکرد وزن بلال، عملکرد علوفه، وزن هزار دانه، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، طول بلال، وزن بلال با پوشال و بدون پوشال بیش‌ترین تاثیر را از تیمار پساب ۵۰ درصد دریافت نموده‌اند. به عنوان مثال برخی از مهم‌ترین خصوصیات گیاه ذرت از جمله عملکرد علوفه خشک پساب ۵۰ درصد با میانگین ۸۴۶/۷۸ گرم در متر مربع نسبت به تیمار شاهد (آب چاه) و پساب خالص برتر می‌باشد که نشان دهنده تاثیر مثبت پساب ۵۰٪ افزایش عملکرد علوفه خشک ذرت می‌باشد. همچنین عملکرد وزن خشک بلال در تیمار پساب ۵۰٪ با میانگین ۵۰۵ گرم در متر مربع نسبت به تیمار شاهد با میانگین ۵۳۸ گرم دارای اختلافی ناچیز می‌باشد. لازم به ذکر است وزن هزار دانه در تیمار پساب ۵۰٪ با میانگین ۲۰۰ گرم نسبت به سایر تیمارها برتر می‌باشد. لازم به ذکر است که خصوصیات مورد بررسی از قبیل ارتفاع گیاه، تعداد بوته، طول بلال، وزن بلال با پوشال و بدون پوشال و بدون پوشال به ترتیب در تیمار پساب ۵۰٪ با مقادیر میانگین ۲۲۴/۲۵ سانتی‌متر، ۲/۳۲ بوته در متر مربع، ۱۰ بوته، ۲۲/۴۱ سانتی‌متر، ۳۲۹/۳۳ گرم، ۲۶۸/۲۲ گرم در مقایسه با سایر تیمارها برتر می‌باشند. در این مطالعه تعداد دانه در بلال نیز در تیمار آبیاری با پساب ۱۰۰ درصد خالص نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری داشت.

افزایش میزان عملکرد بلال و عملکرد علوفه در تیمار آبیاری با پساب ۵۰ درصد به دلیل وجود مواد مغذی در این تیمار بوده که با رقیق‌سازی به حد تعادل رسیده است. در حالی‌که در تیمار آبیاری با آب خالص به دلیل کمبود عناصر ریز مغذی و در تیمار آبیاری با پساب خالص به دلیل بیش از حد بودن عناصر سنگین و اثرات سمیت بیش از حد سبب کاهش میزان عملکرد بلال و عملکرد علوفه شد. به هر حال بالاتر بودن عناصر غذایی مهم همچون نیتروژن در تیمار پساب ۵۰ درصد در این پژوهش باعث تغذیه مناسب گیاه در مراحل مختلف رشد و افزایش طول دوره رشد رویشی شده و در نهایت، افزایش سطح فعال فتوسنتزی

در مرحله پر شدن دانه و به تبع آن، افزایش طول سنبله را به همراه داشته است. بایستی در نظر داشت که افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه، وجود عناصر غذایی کافی در مرحله رشد زایشی گیاه نقش مثبتی در پر کردن دانه‌های گیاه ذرت داشته و با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی در طی دوره رشد باعث افزایش تعداد و وزن دانه‌ها می‌شود زیرا کاهش سطح برگ از یک سو با کاهش میزان فتوسنتز و از سویی دیگر با کاهش میزان جذب آب و عناصر غذایی زمینه کاهش معنی‌دار میزان محصول را فراهم می‌آورد. شاخص سطح برگ متأثر از میزان جذب عناصر غذایی مهم به ویژه نیتروژن می‌باشد. وجود نیتروژن کافی در خاک می‌تواند زمینه جذب کارآتر به وسیله گیاه را فراهم آورده و منتج به افزایش شاخص سطح برگ شود. آبیاری با پساب ۵۰ درصد رقیق شده اثر مثبت بر افزایش عملکرد بلال و عملکرد غلوفه ذرت داشته در حالی که در آبیاری با پساب ۱۰۰ خالص میزان عملکرد و اجزای عملکرد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت که نشانه اثر منفی افزایش فلزات سنگین به دلیل سمیت آن‌ها است. افزایش عناصر موجود در برگ و دانه گیاه ذرت در تیمار کاربرد پساب به دلیل وجود مقادیر بالای این عناصر در پساب و جذب آن‌ها توسط گیاه می‌باشد.

توصیه ترویجی

بنابر تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده از این پژوهش و با توجه به معضل خشکسالی و کمبود منابع آب جهت توسعه فعالیت‌های کشاورزی و منابع طبیعی هم‌چنین مدیریت منابع آب و نقش کاربرد پساب‌ها در کاهش این بحران‌ها پیشنهاد می‌شود که :

- ۱- پساب ۵۰٪ با توجه به افزایش عملکرد علوفه، ارتفاع بوته، تعداد بوته در واحد سطح، وزن بلال، شاخص سطح برگ، طول بلال و هم‌چنین داشتن اثرات مفید در افزایش حاصلخیزی خاک نظیر افزایش N.P.K و مواد آلی خاک و متعادل ساختن pH خاک و محسوس نبودن آلودگی‌های زیست محیطی با این تیمار در زراعت آبی منطقه در محصولات زراعی مورد استفاده قرار گیرد. در نهایت هدایت پساب کارخانه الکل‌سازی به زمین‌های زراعی منجر به تجمع فلزات سنگین در خاک شده و اثر منفی بر گیاهان زراعی دارند ولی با رقیق‌سازی این پساب و استفاده از آن در آبیاری گیاه ذرت شاهد افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در مقایسه با گیاه شاهد و استفاده بهینه از این پساب خواهیم بود. در اینجا بایستی به این نکته توجه نمود که قبل از اینکه اقدام به آبیاری با پساب شود ابتدا پساب را از نظر وجود و میزان عناصر سنگین مورد آزمایش قرار داد و در صورت وجود مقادیر بیشتر از استاندارد از این عناصر ابتدا آب پساب را تصفیه نمود و سپس اقدام به آبیاری نماییم در غیر این صورت خطر تجمع عناصر سنگین و آلودگی خاک به عناصر سنگین وجود خواهد داشت.

فهرست منابع

1. Nasseri S. Methods, hygienic criteria and management of wastewater reuse plans. Scientific, technical, social and cultural journal of water and environment, special issue of wastewater reuse 1999;34(1):13-22. (In Pearsian).
2. Lazarova V, Levine, B., Sack, J., Cirelli ,P., Jeffrey, H., Muntau, M., Salgot, M., and Brissaud, F. Role of water reuse for enhancing integrated water management in Europe and Mediterranean countries. Water Science and Technology 2001;43: 9-25. (In Pearsian).
3. Madejon P, Maranon, T., and Murillo, J. M. . Biomonitoring of trace elements in the leaves and fruits of wild olive and holm oak trees. . Science and Total Environment 2006;335:17-29.
4. Esmailian Y, Heidari, M., and Ghanbari, A. . Effect of municipal wastewater with manure and chemical fertilizer on grain yield and yield components in corn (KoSc704). . Journal of Agronomy. 2008;7(13): 13-19. (In Pearsian).
5. Hamilton AJ, Boland, D., Stevens, J., Kelly, J., Radcliffe, A., Ziehl, P.J., Dillon, P., and Paulin, R. Position of the Australian horticultural industry with respect to the use of reclaimed water. Agricultural Water Management 2007;71:29-41.
6. Bahmanyar MA, Shahabi, M., and Bahr al-Ulumi, M. J, editor The effect of irrigation with urban and industrial effluents of Mazandaran province on the accumulation of some heavy elements in rice and spinach plants. Iranian Soil Science Congress 2005; Iran. (In Pearsian).
7. Erfani A, and Haq Nia, A. . The effect of irrigation with domestic wastewater on the yield and quality of tomatoes. Journal of Agricultural Sciences and Industries ,Ferdowsi University of Mashhad 2001;1(4):13-23.
8. Mihaylova V, Lyubomirova, V., and Djingova, R. Optimization of sample preparation and ICP-MS analysis for determination of 60 elements for characterization of the plant ionome. International Journal of Environtal and Analytical Chemistry. 2013;93:13-19.

استفاده از منطق بولین در شناسایی اولیه محدوده های مناسب احداث سدهای زیر زمینی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سامون جهر استان کرمان)
نجمه حاج سیدعلی خانی^{۱*} حمزه سعیدیان^۲



- ۱- محقق بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران .
- ۲- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
- *Email: n.sedalikhani@areeo.ac.ir

چکیده

تعیین محدوده های مناسب و نامناسب احداث بندهای زیرزمینی در همه حوزه های آبخیز سراسر دنیا می تواند کمک شایانی در ایجاد و توسعه بندهای زیرزمینی با صرفه جویی در زمان و هزینه های انجام این پروژه ها داشته باشد به طوری که تاثیر به سزایی نیز در کارایی و اثربخشی این سازه ها بعد از ساخت دارد. در این پژوهش از منطق بولین برای تشخیص محدوده های مناسب و نامناسب احداث بند زیرزمینی در حوزه آبخیز سامون جهر استان کرمان استفاده شد. بدین منظور ابتداء نقشه های پایه زمین شناسی، کاربری اراضی و شیب تهیه و در محیط نرم افزاری Arc GIS از طریق منطق بولین باهم تلفیق شدند. نتایج تحقیق نشان داد که در استفاده از منطق بولین و تلفیق همه نقشه های کاربری اراضی، شیب و زمین شناسی و با توجه به افزایش دقت، محدوده هایی در جنوب و جنوب شرقی و شمال شرقی حوزه آبخیز سامون جهر مناسب برای احداث بندهای زیرزمینی تشخیص داده شد. بنابراین توصیه می شود از تلفیق نقشه های بیش تری با استفاده از منطق بولین استفاده شود تا نتایجی با دقت بسیار بالاتر به دست آید.

واژه های کلیدی: بند زیرزمینی، حوزه آبخیز سامون جهر، کویر، منطق بولین

بیان مسئله

امروزه استفاده از بندهای زیرزمینی به دلیل ویژگی‌های بارزی که دارند در مناطق مختلف سراسر دنیا در حال گسترش می‌باشد و این مهم در مناطق کویری به دلیل تبخیر بسیار زیاد از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد (۱۰). جهت استفاده از منابع آب زیرزمینی و در دسترس قرار گرفتن آب در تمام فصول، بند زیرزمینی راه‌حل مناسبی به نظر می‌رسد. برای این‌که یک بند زیرزمینی از بازدهی مناسب برخوردار باشد تلفیقی از تناسب محل قرارگیری بند و نوع و اندازه سازه آن لازم می‌باشد. نقصان و اشتباه در تخمین هر یک از دو عامل فوق کارایی و اثر بخشی بند زیرزمینی را به شکل چشم‌گیری کاهش می‌دهد. تاریخچه استفاده از بندهای زیرزمینی در ایران و جهان به تمدن‌های قدیمی بر می‌گردد. به عنوان مثال در زمان رومیان در جزیره ساردینیا و در عصر صفویه در ایران برای افزایش آب مادر چاه قنوات وزوان در میمه اصفهان، آب دیگر قنات‌ها توسط این بندها را به مادر چاه منحرف می‌کردند (۳). بندهای زیرزمینی در اروپا و شمال غربی آفریقا در مقیاس‌های بزرگ و در مناطقی از اتیوپی و آفریقای شرقی و نامیبیا به عنوان منابع ذخیره برای تامین آب در مقیاس‌های کوچک ساخته می‌شوند. بندهای زیرزمینی متداول در مناطق خشک جنوب غربی آمریکا و شمال مکزیک، افغانستان، هند و ژاپن وجود دارند (شکل ۱).



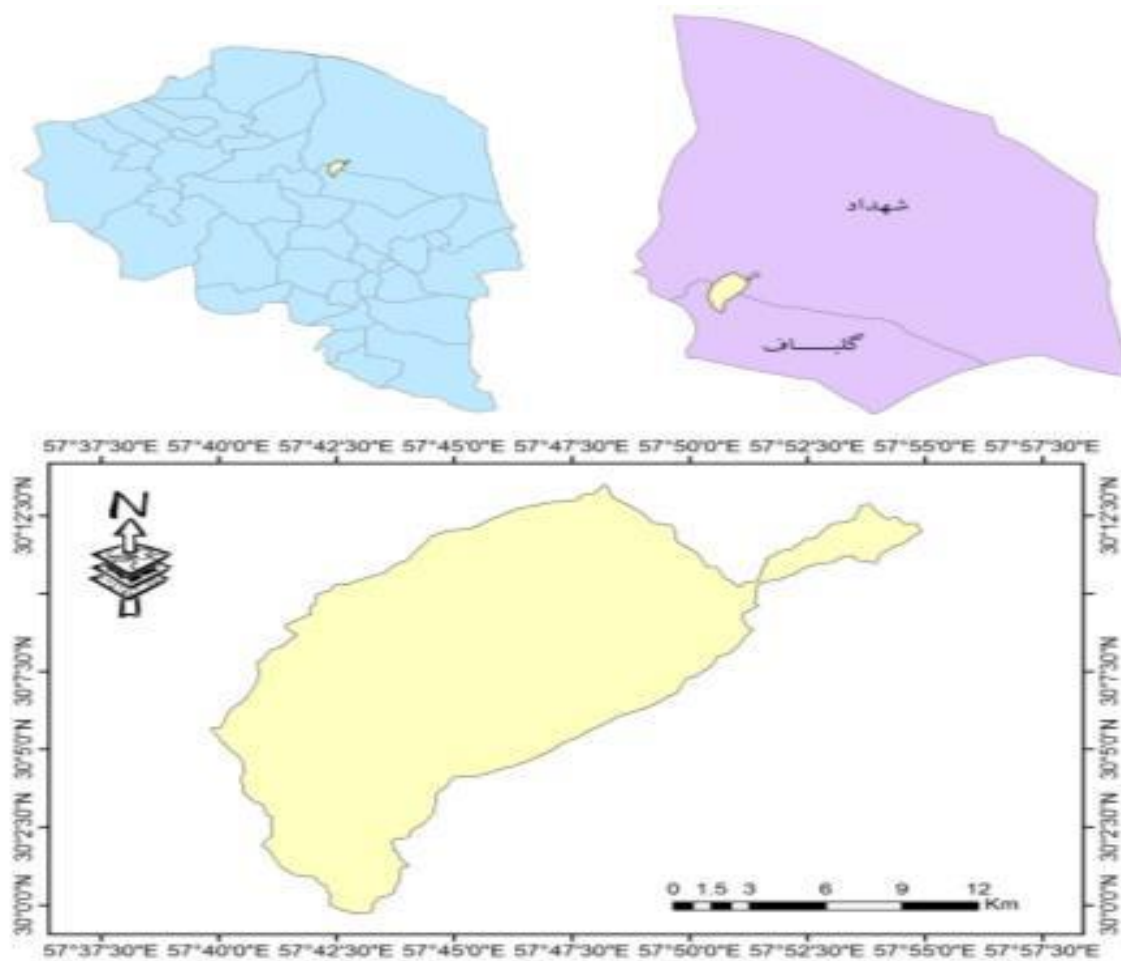
شکل ۱- نقاطی از جهان که بندهای زیرزمینی در آن ساخته شده است (۵)

تفاوت کلی بندهای زیرزمینی و سطحی در این است که بندهای سطحی موانعی هستند که در عرض رودخانه‌ها احداث شده و هدف از آن ذخیره‌سازی آب سطحی بالادست و جمع‌آوری آن‌ها در مخزن روباز است. درحالی‌که بند زیرزمینی با هدف ذخیره‌سازی آب در سطوح زیرین زمین ایجاد می‌شود و در قالب موانعی، عمل جمع‌آوری آب و انحراف مسیر آن به نقاط دلخواه را به انجام می‌رساند (۲). برای احداث یک بند زیرزمینی وجود یک سنگ بستر نفوذناپذیر مثل سنگ‌های سخت و یا یک لایه رسی و همچنین یک مخزن مناسب با ضریب ذخیره بالا نیاز می‌باشد (۱۱). پیترو و همکاران (۸) برای تعیین بهترین مکان برای تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی در حاشیه غربی بیابان دلتای نیل در شمال غرب مصر از مدل هم‌پوشانی وزنی و منطق بولین استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داد که هر دو روش هم‌پوشانی و منطق بولین، بیش‌تر قسمت‌های شمالی منطقه را برای تغذیه مصنوعی پیشنهاد می‌کنند. این مطالعه منطق بولین را به عنوان یک برآوردگر اولیه برای مکان‌یابی بهترین مکان ایجاد بند توصیه می‌کند. این روش نسبت به روش هم‌پوشانی ساده‌تر است و همچنین زمان کم‌تری صرف انجام آن می‌شود. مدل هم‌پوشانی وزنی برای تهیه نتایج دقیق‌تر توصیه می‌شود. ایمران آلی و همکاران (۶) در تحقیقی به مکان‌یابی مناطق مناسب احداث بند

زیرزمینی با استفاده از (GIS) در منطقه بودا کال سوئد پرداختند. این تحقیق یک روش جدید با استفاده از نرم افزار (GIS) که به وسیله روش های مدل سازی تعادل آب زیرزمینی پشتیبانی شده است برای مکان یابی بند زیرزمینی به حساب می آید. منابع آب زیرزمینی با استفاده از اطلاعات رقومی زمین شناسی و هم چنین لایه های چینه شناسی برگرفته از مطالعات زمین شناسی محاسبه گردید. از ۳۴ زیرحوزه این منطقه، از ۱۰ منطقه بیش از اندازه مجاز از آب زیرزمینی استفاده شده است و تنها ۱۴ مورد دارای ذخایر منابع آبی قابل اطمینان است. در نهایت شش منطقه جهت احداث بند زیرزمینی مناسب تشخیص داده شد. بنابراین هدف تحقیق حاضر تشخیص محدوده های مناسب و نامناسب احداث بند زیر زمینی در حوزه آبخیز سامون جهر می باشد.

معرفی دستاورد

حوزه آبخیز سامون جهر به مساحت ۲۴۴/۱ کیلومترمربع در جنوب شرقی شهرستان کرمان واقع شده است. منطقه مورد مطالعه در محدوده ۵۷° ۴۰' تا ۵۷° ۵۵' شمالی و ۲۹° ۵۹' تا ۳۰° ۱۳' شرقی قرار دارد. بیش ترین ارتفاع منطقه ۲۷۲۱ متر از سطح دریا و کم ترین ارتفاع آن معادل ۴۶۳ متر از سطح دریا می باشد. متوسط بارندگی سالانه حوزه ناچیز بوده و مقدار آن در ارتفاع متوسط حوزه برابر ۸۸ میلی متر می باشد. دمای منطقه دارای نوسانات زیاد بوده و مقدار متوسط سالانه آن ۲۱ درجه سانتی گراد می باشد.

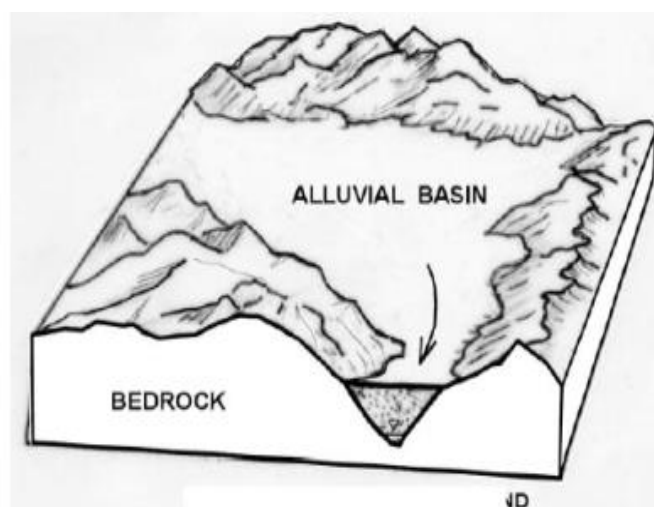


شکل ۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کرمان

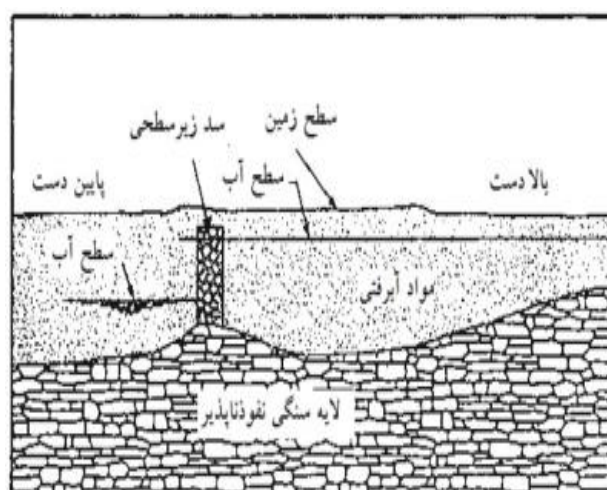
در این پژوهش ابتدا عوامل تأثیرگذار در شناسایی محدوده‌های مناسب احداث بند زیرزمینی بررسی گردید. به‌طوری که در آغاز نقشه‌های پایه شامل زمین شناسی، کاربری اراضی و شیب تهیه و در محیط نرم افزاری Arc GIS از طریق منطق بولین باهم تلفیق گردید. برای تسریع در امر تصمیم‌گیری و همچنین پرهیز از جمع‌آوری اطلاعات مازاد بر نیاز درباره مسئله مورد بررسی ابتدا لازم است که با در نظر گرفتن تعدادی از معیارها و عوامل کلیدی، نقاط نامناسب حذف گردد. به‌طور نمونه یکی از این معیارها برای انتخاب مناطق مناسب احداث بند زیرزمینی، شیب بستر آبراهه می‌باشد. طبق بررسی‌ها و مطالعاتی که در سایر کشورها توسط محققین و کارشناسان صاحب‌نظر در مورد بندهای زیرزمینی به‌عمل آمده است (۷ و ۱۳). شیب مناسب بستر آبراهه به جهت این که بتوان مخزن مناسب آب زیرسطحی را با احداث بند زیرزمینی در آن ایجاد کرد نباید بیشتر از ۵٪ باشد البته با این فرض که شیب سنگ کف رودخانه از شیب بستر تبعیت می‌نماید (۱). در نتیجه مناطقی از رودخانه که شیب بستر آن بیش از ۵٪ باشد جهت احداث بند زیرزمینی مناسب نمی‌باشند. در گام بعدی با توجه به نقشه‌های زمین‌شناسی پادگانه‌های آبرفتی قدیمی مرتفع موجود در کرانه‌های رودخانه‌ها از جمله مناطقی می‌باشند که دیواره بند را به دلیل نشت آب از تکیه‌گاه‌ها نمی‌توان بر روی آن‌ها بنا نهاد. در این تحقیق با استفاده از نقشه زمین شناسی و بازدید صحرایی مناطق با پادگانه‌های آبرفتی قدیمی مرتفع شناسایی که این مناطق دارای ارزش عددی صفر و به مناطق خارج از این محدوده‌ها ارزش عددی ۱ تعلق گرفت. در گام سوم با استفاده از نقشه‌های پایه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و همچنین نقشه‌های تهیه شده در سایر مطالعات و با بازدید صحرایی از منطقه، نقشه کاربری اراضی حوزه، محدوده‌های دارای کاربری اراضی باغی، مراتع با پوشش گیاهی فقیر، متوسط و خوب جهت احداث بند زیرزمینی مناسبند که دارای ارزش عددی یک می‌باشند و سایر مناطق دارای ارزش عددی صفر می‌باشند. در این تحقیق برای حذف نقاط نامناسب از منطق بولین استفاده گردید. منطق بولین یا منطق صفر و یک، برگرفته از نام ریاضیدان مطرح (جورج بولی) بوده که در آن وزندهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی براساس امتیاز صفر و یک می‌باشد (۴). روش بولین دارای محدوده‌ای صریح است و ماهیتی قطعی و دقیق دارد. در منطق بولین عدد صفر نشان دهنده آن‌است که عنصر مورد بررسی به مجموعه تعلق ندارد و عدد یک یعنی عنصر به مجموعه تعلق دارد. از نظر منطق بولین مکان انتخاب شده خوب یا بد خواهد بود نه نسبتاً خوب یا بد. به هر حال از آنجایی که اکثر پدیده‌های جغرافیایی به تدریج در زمان و فضا تغییر می‌کنند، اعمال حدود صریح بین طبقات نامناسب است (۱۲). با استفاده از این منطق کاربر هیچ ایده‌ای در مورد بهترین و بدترین مکانی که کلیه محدودیت‌ها را در نظر بگیرد نخواهد داشت زیرا نتایج حاصل از آنالیز بولین صفر و یک است که تنها نشان می‌دهد آیا مناطق مناسب هستند یا نه (۱۴).



شکل ۳- نمودار عوامل استفاده شده در منطق بولین در منطقه مورد مطالعه



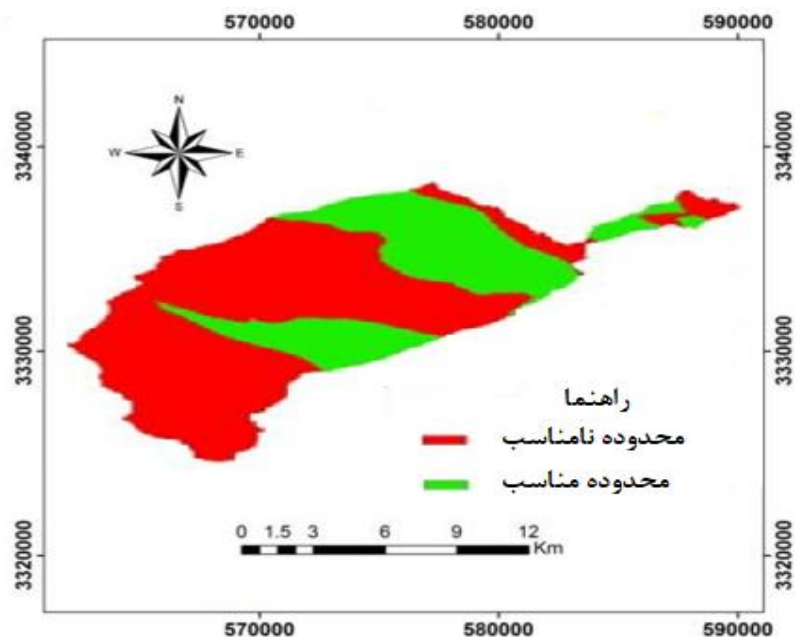
شکل ۴- نمایش سه بعدی از شرایط برای ساخت بند زیرزمینی در دره های آبرفتی (۹)



شکل ۵- نمای کلی از یک بند زیرزمینی (۱۰)

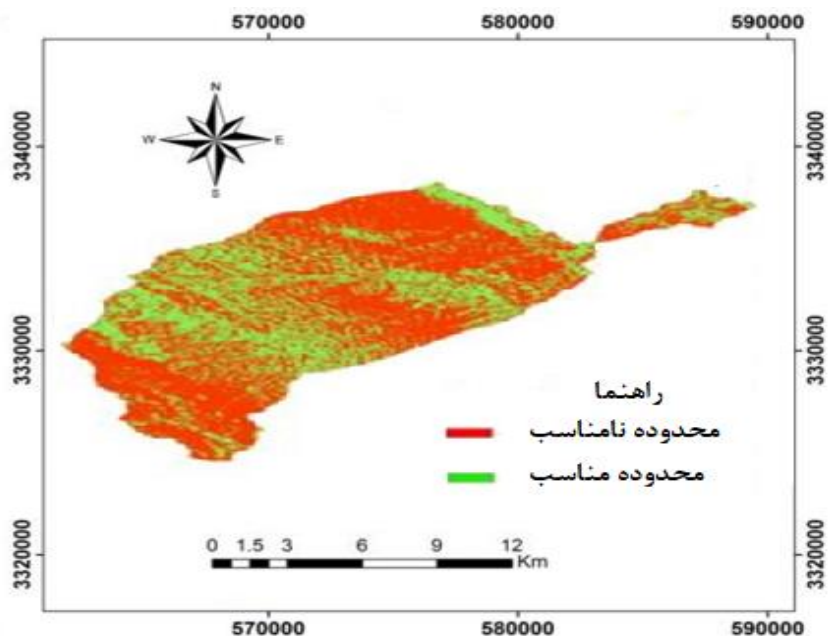
تهیه نقشه زمین شناسی

بدین صورت که در نقشه زمین شناسی حوزه آبخیز سامون جهر، سازندهای کواترنری دارای ارزش یک می باشند که این مناطق مناسب برای احداث بند زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه می باشند (شکل ۶).



شکل ۶- نقشه محدوده‌های مناسب و نامناسب زمین‌شناسی جهت احداث بند زیرزمینی در حوزه آبخیز سامون جهر
 نتایج تحقیق نشان داد که در استفاده از منطق بولین در نقشه زمین‌شناسی، محدوده‌هایی در شمال، شمال شرقی و جنوب حوزه آبخیز سامون جهر مناسب برای احداث بندهای زیر زمینی تشخیص داده شد (شکل ۶).
 تهیه نقشه شیب:

در نقشه شیب حوزه آبخیز سامون جهر، شیب‌های ۴- ۲ و ۶-۴ مناسب برای احداث بند زیرزمینی است که با استفاده از منطق بولین ترسیم گردیده است.

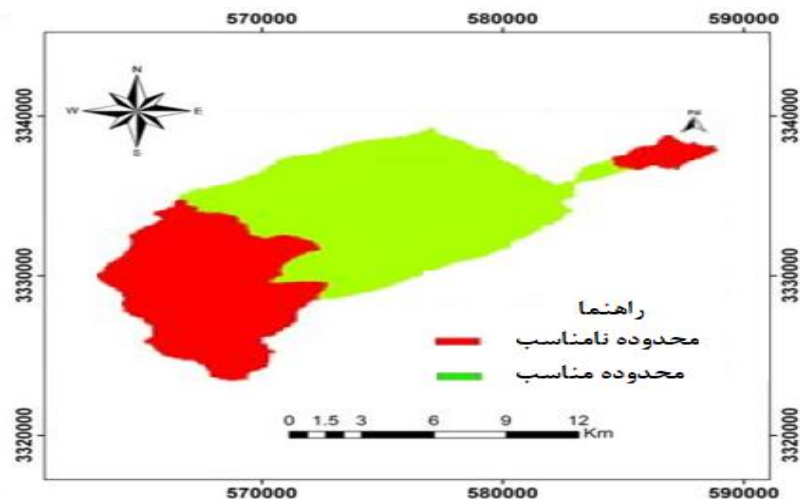


شکل ۷- نقشه محدوده‌های مناسب و نامناسب شیب جهت احداث بند زیرزمینی در حوزه آبخیز سامون جهر

نتایج تحقیق نشان داد که در استفاده از منطق بولین در نقشه شیب، بیش تر محدوده هایی در مرکز، شمال غربی و شمال شرقی و اندکی در سایر قسمت های حوزه آبخیز سامون جهر برای احداث بندهای زیرزمینی مناسب می باشند (شکل ۷).

تهیه نقشه کاربری اراضی

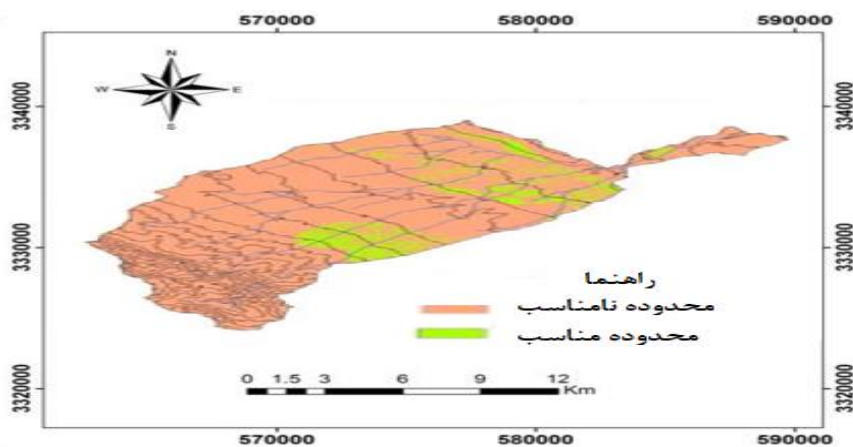
اراضی از نوع اراضی باغی، مراتع با پوشش فقیر، متوسط و خوب نیز برای احداث بند زیرزمینی مناسب است که در حوزه آبخیز سامون جهر به قرار ذیل می باشند.



شکل ۸- نقشه محدوده های مناسب و نامناسب کاربری اراضی جهت احداث بند زیرزمینی در حوزه آبخیز سامون جهر
نتایج تحقیق نشان داد که در استفاده از منطق بولین در نقشه کاربری اراضی، بیش تر محدوده هایی در مرکز، شمال و شمال شرقی، جنوب و جنوب شرقی حوزه آبخیز سامون جهر برای احداث بندهای زیر زمینی مناسب می باشند (شکل ۸).

تهیه نقشه تلفیق همراه با آبراهه و توپوگرافی

در حوزه آبخیز سامون جهر پس از تهیه نقشه های زمین شناسی، شیب و کاربری اراضی و تلفیق آنها در نرم افزار Arc GIS، مناطقی که از نظر زمین شناسی، شیب و کاربری اراضی مناسب احداث بند زیرزمینی می باشند در یک نقشه تلفیق، با ارزش عددی یک و موارد غیر مناسب با ارزش عددی صفر مشخص گردید که در نهایت نقشه کلی با نقشه های توپوگرافی و آبراهه تلفیق داده شده است.



شکل ۹- نقشه تلفیق محدوده های مناسب و نامناسب با خطوط آبراهه و توپوگرافی احداث بند زیرزمینی سامون جهر

نتایج تحقیق نشان داد که در استفاده از منطق بولین و تلفیق همه نقشه‌های کاربری اراضی، شیب و زمین‌شناسی و با توجه به افزایش دقت، بیش‌تر محدوده‌هایی در جنوب و جنوب شرقی و شمال شرقی حوزه آبخیز سامون جهر مناسب برای احداث بندهای زیرزمینی تشخیص داده شد (شکل ۹).

توصیه ترویجی

- ۱- تعیین محدوده‌های مناسب و نامناسب احداث بندهای زیرزمینی با استفاده از منطق بولین می‌تواند اطلاعات کلی و ارزشمندی برای احداث بندهای زیرزمینی ایجاد کند.
- ۲- توصیه می‌شود از تلفیق نقشه‌های بیش‌تری با استفاده از منطق بولین استفاده شود تا نتایجی با دقت بسیار بالاتری برای احداث بندهای زیرزمینی به‌دست آید.
- ۳- منطق بولین ساده‌ترین و شناخته شده‌ترین روش تصمیم‌گیری اولیه است که امکان انجام آن به‌راحتی از طریق سامانه GIS امکان‌پذیر است. بنابراین استفاده بیش‌تر از آن برای مکان‌یابی اولیه بندهای زیرزمینی در حوزه‌های آبخیز سراسر کشور به خصوص مناطق خشک و نیمه خشک توصیه می‌شود.

فهرست منابع

- ۱- سلامی، ه. ۱۳۸۵. تعیین مناطق مناسب جهت احداث بندهای زیرزمینی در دشت نطنز با استفاده از دورسنجی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.
- ۲- سلیمانی، س. ۱۳۸۶. بررسی ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی دشت مشهد به منظور پهنه‌بندی پتانسیل احداث بندهای زیرزمینی با استفاده از روش‌های GIS و RS (مطالعه موردی: دشت مشهد)، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۲ ص.
- ۳- صفی‌نژاد، ج. دادرس، ب. ۱۳۷۹. بند زیرزمینی قنات وزوان-میمه اصفهان، موسسه گنجیه ملی آب ایران، ۲۴۰ ص.
- ۴- فرهودی، ر. حبیبی، ک. زندی بختیاری، پ. ۱۳۸۴. مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر سندرگ)، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۲۳، پاییز ۱۳۸۴، صص ۲۴-۱۵.
- 5- Hanson, G., Nilsson, A. 1986. Ground-water dams for rural-water supplies in developing countries. vol 24 .
- 6- Imran Ali, J., Bo, O., Ulla, M. 2013. Locating suitable sites for the construction of subsurface dams using GIS. Environ Earth Sci. DOI 10.1007/s12665-013-2295-1.
- 7- Nilsson, A. 1988. Groundwater Dams for Small-Scale Water Supply, Intermediate Technology Publications, London. 78 pp.
- 8- Peter, H.S., Riad, Max Billib, Ahmed A. Hassan, Maha Abdel Salam, Mohamed Nour El Din. 2011. Application of The Overlay Weighted Model and Boolean Logic to Determine the Best Locations for Artificial Recharge of Groundwater. Journal of Urban and Environmental Engineering, 5:(2). p.57-66.
- 9- Sehat, M., Kamanbedast, A.A., Asadilour, M. 2013. Zonning underground dams using GIS in Halayjan valley, Izeh-Iran. Journal of Engineering and Applied Sciences.
- 10- Haj Seyed Alikhani, N., Saeedian, H., Abkar, A., 2024. Investigating the sensitivity of geoelectric method in suitable locating of underground dams in desert areas (Case study: Samon Jahr watershed in Kerman province), Iranian Journal of Irrigation and Water, 14(54): 181-196. (In Persian)

- 11- Silva, D.A., and. Rego Neto., j. 1992. Araliaceous de Barrages Subversives Para Fins de Explores Areola no Semi- arid, In Congress National de Irrigacao e Derange Natal, Vol.9. PP. 335.
- 12- Tang, Z. 2006. Selecting optimal residential locations using fuzzy GIS modeling. University of north Texas.
- 13- Wipplinger, O.1982.Water storage in semi-arid regions,Unpublished paper.30pp.
- 14-Yanar, T., Akyurek, Z. 2004. The Enhancement of ArcGIS with Fuzzy Set Theory, ESRI International User Conference.

حفظ و بهره‌وری آب در مناطق کوهستانی اشکورات با استحصال آب باران کوروش کمالی



استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

*Email: kamali_kourosh@yahoo.com

چکیده

استحصال آب باران یکی از شاخص‌ترین فنون مدیریت بهره‌برداری از آب باران برای مقابله با کم‌آبی است که در نقاط مختلف جهان به سرعت در حال توسعه می‌باشد. مناطق کوهستانی اشکورات شهرستان رودسر در استان گیلان که به عنوان قطب توسعه فندق و گیاهان دارویی کشور شناخته می‌شوند، ضرورت تامین آب مورد نیاز باغات و مزارع و همچنین تامین آب شرب به‌ویژه در ماه‌های بحرانی، با بهره‌گیری از موهبت خدادادی باران و مه دو چندان است. ساکنان این مناطق از تمام ظرفیت‌های محیطی به منظور تامین آب مورد نیاز برای مصارف گوناگون بهره می‌برند. استحصال آب باران از پشت بام ساختمان‌های احداثی، سکوبندی و جوی تراز، احداث پشته‌های هلالی، بهره‌گیری از سطوح کوچک آب‌گیر روزمینی و استحصال آب از مه نمونه‌ای از این موارد است. به عنوان نمونه با ثبت ۶۹ واقعه مه‌آلود در طول یک سال در روستای سراورسو، ۵۰۰ لیتر آب از هر جمع‌کننده پرده‌ای یک مترمربعی استحصال شد. در این وقایع متوسط عملکرد جمع‌کننده‌ها ۷/۳ لیتر در مترمربع در روز بدست آمد. استفاده مناسب از روان‌آب‌های سطحی و مدیریت آب سبز با هدف افزایش بهره‌وری در باغ‌ها و مزارع، ضمن تولید بهینه محصول، حفاظت توامان آب و خاک را در بر دارد. لذا لازم است در این مناطق با تلفیق دانش بومی و نوین، بهترین و کارآمدترین شیوه‌ها را به منظور مدیریت رواناب، حفظ رطوبت خاک و کنترل تبخیر مورد توجه قرار داد. در این خصوص می‌بایست به آموزش کشاورزان و باغداران به عنوان کاربران هدف، اهتمام خاصی مبذول داشت. در این مقاله کاربرست برخی از سامانه‌های سطوح آب‌گیر باران و مه به منظور تامین آب سبز و افزایش رطوبت خاک در باغ‌ها و مزارع با تکیه بر دانش بومی ساکنان مناطق کوهستانی اشکورات شهرستان رودسر، مورد توجه قرار گرفته است.

واژه های کلیدی: اشکورات، دانش بومی، ذخیره رطوبت خاک، سازگاری با کم آبی

بیان مسئله

استحصال آب به جمع‌آوری آب‌هایی با منشاء بارش‌های جوی و رواناب‌های ناشی از آن‌ها در اولین مراحل تشکیل و قبل از پیوستن به رودخانه‌های دائمی و ذخیره آن در مخزن و یا خاک برای مصارف مختلف اطلاق می‌شود. سامانه‌های جمع‌آوری آب باران روشی برای استفاده مطلوب‌تر از منابع نزولات آسمانی با هدف افزایش کیفیت و کمیت ذخیره آب در مخازن و یا ناحیه گسترش ریشه گیاه است (۶). معمولاً به مجموعه اجزاء به کار رفته در هر شیوه استحصال آب، یک سامانه سطوح آبگیر اطلاق می‌شود. سامانه‌های آبگیر پشت‌بام‌ها، سامانه‌های جمع‌آوری رواناب در دامنه‌ها نظیر ایجاد شیار بر روی خطوط تراز، بانکت‌ها، سکو‌ها، کرت‌های لوزی شکل، سطوح آبگیر روزمینی به صورت سطوح آبگیر درون مزرعه‌ای، بندهای ذخیره آب در آبراهه‌ها، شبکه‌های پخش سیلاب، آب‌بندان‌ها و بندهای کوتاه قابل احداث در آبراهه‌ها نمونه‌هایی از چنین سامانه‌هایی هستند. در مبحث سامانه‌های سطوح آبگیر باران سه بخش اصلی سامانه‌ها شامل سطح آبگیر، انتقال و هدایت آب‌های جمع‌آوری شده به مخزن ذخیره آب و ذخیره‌سازی یا محل انبارش آب مطرح هستند. لذا سامانه‌های جمع‌آوری آب باران بر اساس سطح آبگیر، نوع مخزن ذخیره آب، استفاده از آب‌های استحصال شده و منشاء جمع‌آوری آب قابلیت طبقه‌بندی دارند.

برای طراحی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، تعیین شیوه و یا الگوی واحد امری غیرمنطقی است؛ بلکه کار طراحی هر روش باید بر اساس اصول علمی و فنی و متناسب با هدف و شرایط محلی و اجتماعی و امکانات موجود صورت گیرد. در طراحی یک سامانه برای بهره‌برداری از آب باران و یا رواناب‌های حاصل از آن اصولی باید مورد توجه قرار گیرد. شیب زمین، بافت خاک، برآورد سطح رواناب، انتخاب ابعاد مناسب سامانه و ... از نکات قابل توجه در احداث سامانه‌های سطوح آبگیر باران کوچک مقیاس است. بی‌تردید بررسی نیازهای مردم منطقه و شناخت ویژگی‌های فرهنگی و اجتماعی آنان در پذیرش یا عدم پذیرش شیوه‌های تهیه، انبارش و مصرف آب از اطلاعات ضروری و اولیه است. به هر ترتیب سامانه‌های سطوح آبگیر و استحصال آب باران در صورتی پایدار خواهند بود که علاوه بر رعایت معیارهای اجتماعی و اقتصادی، بر ضوابط و معیارهای فنی نیز انطباق کافی داشته باشد.

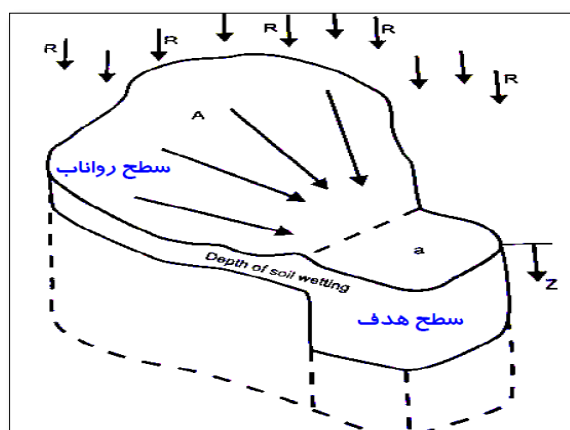
معرفی دستاورد

در بسیاری از مناطق کوهستانی و مرتفع اشکورات شهرستان رودسر در استان گیلان که در امتداد رشته کوه البرز واقع شده‌اند، به دلیل ویژگی‌های فیزیوگرافی و توپوگرافی امکان دسترسی به منابع آب زیرزمینی و آب سطحی رودخانه‌ها و یا چشمه‌های طبیعی فراهم نیست. لذا ساکنان این مناطق از تمام ظرفیتهای محیطی موجود به منظور تامین آب مورد نیاز برای مصارف خانگی، شرب و آبیاری باغات و مزارع خود بهره می‌برند. لازم به ذکر است معیشت مردم منطقه وابسته به فندق‌کاری است، که سطح زیرکشت آن بیش از ۱۲ هزار هکتار می‌باشد. علاوه بر فندق، انواع گیاهان دارویی هم‌چون گل گاوزبان، گل بنفشه، کنگر، گلپر، گزنه، گون، گل همیشه بهار، قارچ‌های خوراکی و دیگر گیاهان دارویی در اشکورات رشد و پرورش می‌یابند. از آنجا که رطوبت خاک غیرقابل اعتماد ترین و کمیاب ترین منبع تامین آب برای گیاه محسوب می‌شود (۷)، لذا مدیریت رطوبت خاک و بهره‌گیری از آب سبز به ویژه در احداث باغ‌های فندق از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. به‌طوری‌که مدیریت آب سبز می‌تواند فقدان یا کمبود آب آبی در این اراضی را جبران نماید. ذکر این نکته ضروری است که اساس مدیریت باغ دیم بر مبنای تطابق و حفظ رطوبت با توسل به شیوه‌های کاهش تبخیر سطوح اطراف درخت، شخم و سله‌شکنی، کاهش تبخیر از اندام‌های گیاه و حذف تعرق علف‌های هرز استوار است. در این مقاله به برخی از سامانه‌های سطوح آبگیر باران به منظور افزایش ذخیره رطوبتی خاک با تکیه بر مطالعات میدانی و توجه به دانش بومی ساکنان این مناطق اشاره می‌شود.

پشته‌های هلالی

باغداران منطقه اشکورات با ایجاد یک پشته هلالی یا ابرویی در شیب بالایی درختان فندق، با جمع‌آوری و تمرکز رواناب ناشی از باران از سطحی بزرگ‌تر (سطح رواناب)، آن را برای استفاده مفید و مطلوب در سطحی کوچک‌تر (سطح هدف) و در محدوده توسعه ریشه درختان ذخیره می‌کنند (شکل ۱). با ایجاد چاله و پشته هلالی در اطراف درخت فندق، استحصال مستقیم باران و جمع‌آوری رواناب در چاله‌ها صورت گرفته و رطوبت در پروفیل خاک محدوده توسعه ریشه درخت فندق ذخیره می‌شود (شکل ۲).

حجم رواناب جمع‌آوری شده، از یک سطح بزرگ‌تر و تمرکز آن در یک سطح کوچک‌تر سبب می‌شود تا یک ذخیره رطوبتی مناسب برای ادامه رشد درخت فندق ایجاد شود و از بروز تنش رطوبتی در زمانی که بارش وجود ندارد، جلوگیری کند. در سامانه جمع‌آوری رواناب با آرایش نیم‌دایره‌ای، عمق چاله حدود ۲۰-۱۵ سانتی‌متر و قطر چاله متناسب با سن و تعداد پایه یا تنه درخت فندق، بین دو تا چهار متر متغیر است. در این سامانه، سطح آب‌گیر باران متداول در منطقه برای هر درخت فندق حدود ۳۶ مترمربع است. معمولاً سامانه جمع‌آوری رواناب با آرایش نیم‌دایره‌ای در مناطقی با میزان بارندگی سالانه ۶۰۰-۳۰۰ میلی‌متر و شیب اراضی پنج درصد، با سطح حوزه آب‌گیر ۵۰-۲۵ مترمربع و سطح ناحیه کشت ۱۰-۵ مترمربع با نسبت سطح ناحیه کشت به سطح حوزه آب‌گیر ۱:۸ تا ۱:۴ توصیه می‌شود (۴). همچنین کاربرد بقایای گیاهی در بستر کاشت و در محدوده سایه‌انداز درخت فندق، به منظور بهبود کیفیت خاک و افزایش ظرفیت آب در خاک توصیه می‌شود.



شکل ۱- فرایند جمع‌آوری و تمرکز رواناب ناشی از باران از سطحی بزرگ‌تر (سطح رواناب) و ذخیره آن برای استفاده مفید و مطلوب در سطحی کوچک‌تر (سطح هدف)



شکل ۲- ایجاد چاله در سایه‌انداز درختان فندق، به منظور بهبود بهره‌وری آب و ذخیره رطوبت در خاک

سکوبندی و جوی‌تراز

هدف اصلی از سکوبندی، ایجاد بستر مناسب کشت و افزایش بازدهی اقتصادی در اراضی شیب‌دار است. در این روش با خاک‌برداری و خاک‌ریزی در اراضی شیب‌دار و تبدیل آن به تعدادی پله با سطح تقریباً افقی و با دیواره‌های تقریباً عمودی، شرایط برای توسعه بهینه باغ‌ها فراهم می‌شود. درخت کاری روی خطوط تراز نیز یک روش بسیار مناسب برای اراضی با شیب ۱۵-۲۰ درصد بوده که مستلزم مخارج زیاد تسطیح زمین نیست؛ ضمن آن‌که باعث جابجا شدن لایه حاصلخیز سطح‌الارض نیز نمی‌شود. در این روش درخت ۱۵ روی خطوط تراز کاشته می‌شوند. معمولاً در اراضی با شیب ۲۰-۱۵ درصد از جوی‌های تراز و در اراضی با شیب بیش از ۲۰ درصد از سیستم سکوبندی استفاده می‌شود.

در کاشت درختان بر روی خطوط تراز، درختان روی ردیف‌هایی قرار می‌گیرند که نقاط روی هر ردیف دارای ارتفاع یکسان می‌باشند (شکل ۳). فاصله ردیف‌ها در این روش یکسان نبوده و بستگی به شیب زمین دارد. در قسمت‌هایی که شیب تند وجود دارد، فاصله ردیف‌ها کم‌تر و در قسمت‌هایی که شیب ملایم وجود دارد فاصله ردیف‌ها بیش‌تر می‌شود. نکته قابل توجه در این رابطه توجه به دانش بومی باغداران منطقه اشکورات است. این باغداران بر اساس دانش بومی خود مبادرت به احداث سامانه سطوح آبگیر باران به منظور افزایش ذخیره رطوبت خاک نموده‌اند. دانش بومی چون در بطن محیط طبیعی و اجتماعی محلی تکامل یافته است با شرایط بومی نیز کاملاً سازگار است.



شکل ۳- احداث باغ فندق در اراضی شیب‌دار بر روی جوی‌های تراز

جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها

جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها برای مصارف شرب و خانگی دارای پیشینه زیاد در بسیاری از نواحی نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب جهان است. این روش امکان جمع‌آوری آب باران در فصول مرطوب سال و ذخیره‌سازی آن برای مصرف در فصول خشک را فراهم می‌آورد. در نواحی شمال شرقی ایران به‌ویژه در مناطق گمیشان، مراوه تپه، آق قلا و بندر ترکمن به دلیل پایین بودن جریان پایه رودخانه‌ها و همچنین کیفیت پایین آب‌های سطحی و شور بودن منابع آب زیرزمینی، جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها برای مصارف شرب و خانگی رایج است (۲). مبنای فنی - اجرایی و زیست محیطی سامانه جمع‌آوری آب باران در ساختمان‌ها و منازل مسکونی توسط محققان مورد توجه قرار گرفته است (۵). با مقایسه کل حجم آب استحصال از سطوح پشت بام و کل حجم آب دریافت‌شده شهری خانوار در طول یکسال در مشهد، مشخص شد که حجم آب استحصال از سطوح پشت بام ۲۷/۱ درصد از آب مورد نیاز یک خانوار چهار نفری را در طول سال تأمین مینماید (۱). در برخی از روستاهای اشکورات جمع‌آوری آب باران از پشت بام راه‌کار مناسبی برای فایز آمدن بر معضل کم‌آبی است. آب باران جمع‌آوری شده از سقف، از طریق یک یا دو ناودان به مخزن موجود در کنار خانه هدایت و در آن ذخیره می‌شود. آنچه در زمینه جمع‌آوری آب از پشت بام‌ها قابل ذکر است امکان‌پذیری بهینه‌سازی استفاده از منابع آب قابل دسترس برای برطرف کردن قسمتی از نیازهای انسان به آب به‌ویژه در مناطق روستایی برای مصارف مختلف است. اکنون جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها در مناطق کوهستانی اشکورات شهرستان رودسر به یکی از متداول‌ترین روش‌های تأمین آب برای مصارف خانگی و تأمین بخشی از نیاز آبی باغ‌های فندق تبدیل شده است (شکل ۴).



شکل ۴- نمایی از استحصال آب باران از سقف شیروانی ساختمان در روستای کوهستانی سراورسو اشکورات رودسر

سطوح آبگیر روزمینی

روان آب‌های سطحی و ورقه‌ای تولیدی از سطوح آب‌گیر تیمار شده (از طریق شکل‌دهی، کوبیدن و فشردن خاک پس از پاک‌سازی سطح خاک از سنگریزه و خار و خاشاک) و هدایت آن به داخل مخزن، امکان آبیاری تکمیلی مزارع گیاهان دارویی و باغ‌های فندق منطقه اشکورات را فراهم آورده است. اراضی با طول دامنه کم‌تر از ۵۰ متر به صورت سطوح آب‌گیر کوچک مقیاس درون مزرعه‌ای، تولیدکننده روان آب‌های سطحی ورقه‌ای بوده که به داخل مخزن هدایت می‌شوند (شکل ۵).



شکل ۵- جمع‌آوری آب باران از سطح کوچک آب‌گیر و ذخیره آن در مخزن

کاربرد مالچ به منظور کنترل تبخیر

پس از جمع‌آوری و هدایت بارش، حجم قابل ملاحظه‌ای آب در بستر خاک و پیرامون درختان ذخیره شده که صرف تعرق محصول و استمرار رشد می‌گردد. اما فضای پیرامونی درخت به‌طور طبیعی مستعد تبخیر و از بین رفتن رطوبت ذخیره شده است. مالچ، به‌عنوان یک حائل مابین رطوبت داخل خاک و هوای بیرون، با هدف کاهش تبخیر استفاده می‌شود. مالچ عبارت است از هرگونه موادی است که با قرار گرفتن بر سطح خاک، ضمن حفاظت از رطوبت آن، مانع افزایش دما در سطح خاک و اطراف گیاه شده و از طرف دیگر با کاهش رشد علف‌های هرز موجب جلوگیری از فرسایش خاک نیز می‌شود (شکل ۶).



شکل ۶- استفاده از مالچ گیاهی به منظور کنترل تبخیر و کاهش رشد علف‌های هرز

استحصال آب از مه

شیوه‌ی استحصال آب از مه، یکی از منابع آبی در مناطق کوهستانی اشکورات محسوب می‌شود. وجود مناطقی با بیش از ۵۰ روز مه آلودگی در این مناطق کوهستانی (۸)، فرصت مناسبی را برای جمع‌آوری آن برای مصارف شرب و باغداری فراهم آورده است. رطوبت موجود در هوا یکی از منابع آبی است. برای برداشت آب از مه باید قطره‌های ریزی که قابلیت بارش ندارند به تله بیفتند. این کار به شیوه‌های مختلف از جمله استفاده از تورهای مشبک و به‌هنگام عبور مه از آن‌ها میسر است. مواد این تورها به همراه عوامل محیطی مانند فراوانی وقوع مه و سرعت باد بر حجم آب جمع‌آوری شده تأثیر قابل توجهی دارند. بررسی میانگین میزان رطوبت نسبی (۶۳/۷ درصد) در مناطق کوهستانی اشکورات رودسر نشان دهنده بالا بودن این ویژگی است. لذا با ساخت و کارگذاری سامانه‌های استاندارد جمع‌آوری آب از مه به ابعاد ۱*۱ متر در یک مزرعه گیاهان دارویی و باغ فندق و اندازه‌گیری روزانه آب جمع‌آوری شده (شکل ۷)، کارایی استحصال آب از مه در روستای سراورسو ارزیابی و نتایج

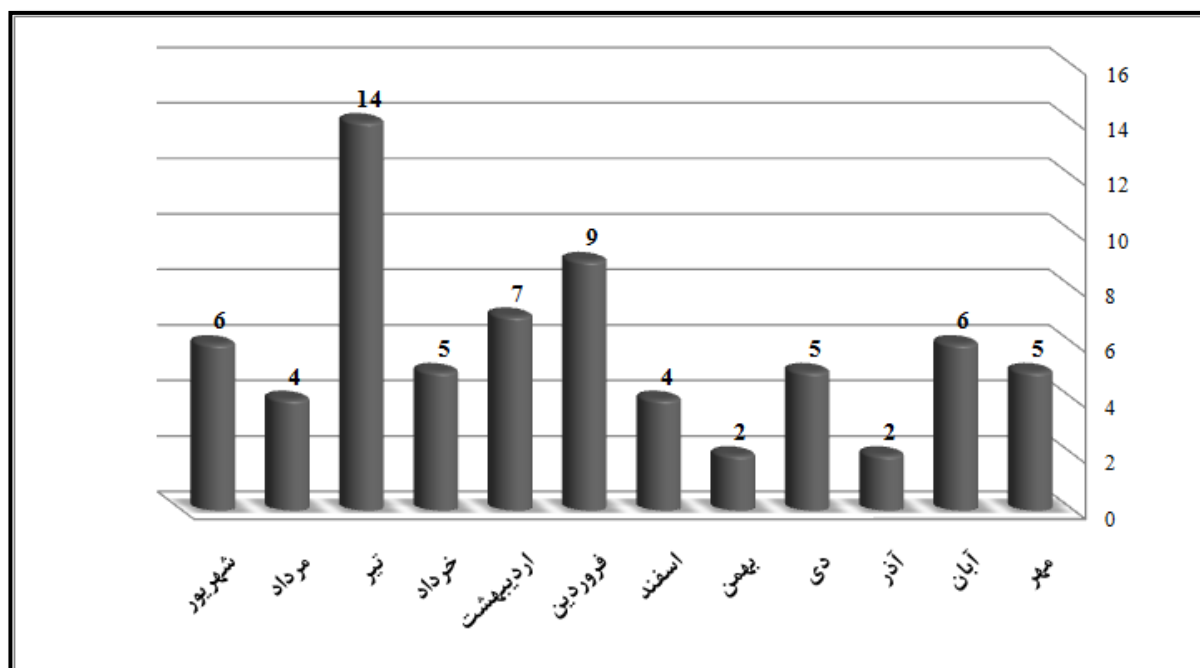
حاصله تحلیل شد (۳). لازم به ذکر است استفاده از جمع‌کننده‌های عمودی شکل پرده‌ای در جمع‌آوری حجم قابل توجهی از آب تاثیر به‌سزایی دارند. زیرا ساخت آن‌ها به مراتب راحت‌تر بوده و می‌توان با هر تعداد لایه، این جمع‌کننده‌ها را ساخت.



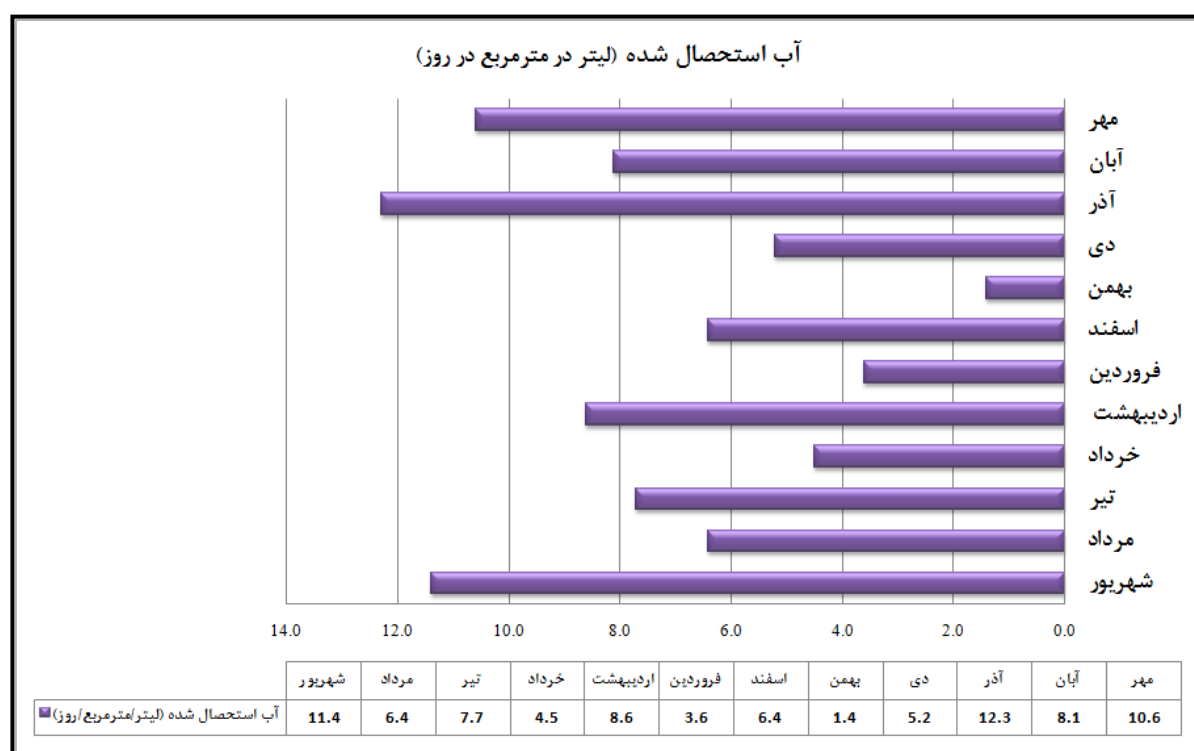
شکل ۷- نمایی از استقرار سامانه‌های جمع‌کننده آب از مه در روستای کوهستانی سراورسو اشکورات رودسر

بررسی و پایش یک‌ساله جمع‌آوری آب در این روستا از سامانه‌های استحصال آب از مه، ۶۹ واقعه مه‌آلود را ثبت نمود (شکل ۸). مقدار کل آب جمع‌آوری‌شده برای هر مترمربع از این جمع‌کننده‌ها به طور میانگین ۵۰۰ لیتر در سال بود. در این وقایع متوسط عملکرد جمع‌کننده‌ها ۷/۳ لیتر در مترمربع در روز به‌دست آمد. بررسی متوسط عملکرد جمع‌کننده‌ها نشان داد که حداکثر مقدار برداشت ماهانه در آذرماه با ۱۲/۳ (لیتر/ مترمربع/ روز) و حداقل آن ۱/۴ (لیتر/ مترمربع/ روز) در بهمن‌ماه بوده است (شکل ۹).

ذکر این نکته ضروری است که فرایند استحصال آب از مه و رطوبت هوا یک منبع جایگزین برای تهیه آب شرب و یا آبیاری باغات و مزارع نیست، لیکن می‌تواند مکمل بسیار مناسبی برای جبران کمبودها باشد. رونق کشاورزی و باغبانی در مقیاس کوچک و بهبود شرایط زندگی از اثرات مثبت جمع‌آوری مه است.



شکل ۸- تعداد وقایع مه‌آلود ثبت شده در هر ماه طی دوره یک‌ساله اندازه‌گیری



شکل ۹- نمودار میانگین ماهانه آب استحصال از سامانه جمع‌کننده پرده‌ای (لیتر/مترمربع/روز)

توصیه ترویجی

استحصال آب باران یک اقدام محلی برای تامین معیشت و توانمندسازی جوامع روستایی با مشارکت مردم است. در مناطق کوهستانی اشکورات، ایجاد سامانه‌های جمع‌آوری آب باران متناسب با شرایط خاص هر منطقه، با هدف افزایش ذخیره رطوبت خاک در باغ‌های فندق و کاهش تنش آبی انجام می‌گیرد. باغداران منطقه اشکورات با پشتوانه دانش بومی تا حد ممکن نیازهای توسعه باغ‌ها را مرتفع نموده‌اند؛ لیکن دانش بومی به تنهایی قادر به برآوردن این نیاز نیست. لذا لازم است:

۱- با تلفیق دانش بومی و نوین بهترین و کارآمدترین شیوه را به منظور مدیریت روان‌آب، حفظ رطوبت و کنترل تبخیر مورد توجه قرار داد.

۲- توجه به مسائل طراحی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران با در نظر گرفتن بافت خاک، عمق خاک، شیب زمین و میزان سایه‌اندازی، الگو و فواصل مناسب کاشت درختان و سطح جمع‌آوری روان‌آب حائز اهمیت است. لذا می‌بایست با توجه به شرایط اقتصادی و اجتماعی مناطق مختلف، به آموزش کشاورزان و باغداران به عنوان کاربران هدف، اهتمام خاصی مبذول داشت.

در پروژه استحصال آب از مه نیز توجه به الزامات فنی و اجتماعی هم‌چون فراوانی وقوع مه، سرعت و جهت باد، محتوای رطوبتی مه، ویژگی‌های توپوگرافی، نیاز مردم به آب و مشارکت مردم در اجرا، پایش و نگهداری سامانه‌ها حائز اهمیت فراوان است. با استحصال آب از مه در مناطق مستعد، منبع آبی جدیدی در کنار سایر منابع آبی و شیوه‌های استحصال آب باران، به جامعه بهره‌برداران و آبخیزنشینان مناطق کوهستانی مستعد معرفی می‌شود.

فهرست منابع

۱. دستورانی، م.ت. (۱۳۹۷). بررسی کمی و کیفی آب قابل استحصال در منازل مسکونی، هفتمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آب‌گیر باران، تهران.
۲. عرب‌خدری، م.، کمالی، ک. (۱۳۸۷). روش‌های سنتی حفاظت خاک و آب در ایران، انتشارات سبحان با همکاری انجمن آبخیزداری ایران، چاپ سلام، ۱۱۰ صفحه.
۳. کمالی، ک.، نیک‌کامی، د.، کاظمی، ح.، پورقاسم، ا.، جوادی، د.، کرمی، ح.، کریمی، ب.، زند، م.، خیرخواه زرکش، م.، داودی، ح.، لاهیجی، ع.، عبده کلاهچی، ع.ن.، اسلامی، م. (۱۴۰۲) ارزیابی کارایی استحصال آب از مه به منظور آبیاری تکمیلی باغ‌های فندق در مناطق کوهستانی اشکورات، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، شماره فروست: ۶۴۸۳۳.
۴. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور. (۱۳۸۸). دستورالعمل احداث باغ در اراضی شیب‌دار، نشریه شماره ۵۱۰، ۲۰۸ صفحه.
۵. معماریان، ه.، تاج‌بخش، س.م.، عباسی، ع.ا.، توسلی، ا.، کومه، ز.، و پارسایی، ل. (۱۳۹۸). مبانی فنی-اجرایی و زیست محیطی سامانه جمع‌آوری آب باران در ساختمان‌ها، ستاد توسعه فن‌آوری‌های آب، خشک‌سالی، فرسایش و محیط زیست و انجمن سیستم‌های سطوح آبگیر باران.
6. Brooks K.N., Folliott, P.F., Gregersen, H.M., Thames, J.L. (1991). Hydrology and the Management of Watersheds. Iowa State Univ. Press, Ames.

7. Di-Dono, P. (2009). Managing green water: Soil moisture management. International Fund for Agricultural Development, Rome, Italy.
8. Rahimi, M. (2012). Analyzing the Temporal and Spatial Variation of Fog Days in Iran. Pure and Applied Geophysics. Volume 169, Issue 5-6, pp 1165-1172.

مدیریت تلفیقی نماتد ساقه و پیاز در سیر براساس

ضدعفونی بذر و خاک و اصلاح روش آبیاری

غلامرضا برادران^{۱*}، فاطمه منگلی^۲، زهره لری^۳، مریم روزبه^۴ و فریبا کامیاب^۲



۱- مربی پژوهش بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۲- واحد حفظ نباتات مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان کرمان، ایران

۳- مدیریت حفظ نباتات سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان، ایران

۴- محقق بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

*Email: ghbaradaran@yahoo.com

چکیده

سطح زیر کشت سیر در شهداد به عنوان منطقه اصلی کاشت سیر در استان کرمان بین ۴۰۰ تا ۶۰۰ هکتار است. در چند سال اخیر نماتد ساقه و پیاز در مزارع سیر شهداد شایع شده است و خسارت این بیماری در برخی مزارع تا ۱۰۰٪ می‌رسد. ضدعفونی بذر، خاک و اصلاح روش آبیاری باعث کاهش خسارت بیماری می‌شود. مبارزه شیمیایی با نماتد در خاک و ضدعفونی بذر با سموم شیمیایی برای محیط زیست مضر بوده و در مزارع غیر اقتصادی است. به منظور ارزیابی روش‌های مدیریتی نماتد ساقه و پیاز در مزارع سیر منطقه شهداد استان کرمان، طرحی تحقیقاتی از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ اجرا شد. روش‌های مختلف ضدعفونی خاک شامل استفاده از متام سدیم، آفتاب‌دهی، یک‌بار شخم و دوبار شخم و تیمار شاهد (بدون هرگونه عملیات) در یک مزرعه آلوده انجام شد و تیمار آفتاب‌دهی با ۹۹/۵ درصد بیش‌ترین و تیمار دوبار شخم با ۴۶/۵ درصد کم‌ترین تأثیر را در کاهش جمعیت نماتد در خاک داشتند. ضدعفونی بذر با غوطه‌ورسازی حبه‌های سیر بذری در آب داغ ۴۹ درجه سانتی گراد حاوی آبامکتین دو در هزار و هیپوکلریت سدیم ۱/۵ در هزار ماده تجاری انجام شد. پس از کاشت بذرها در خاک سالم و آلوده، بهترین نتایج مربوط به تیمار ضدعفونی بذر با آبامکتین و کاشت در زمین سالم با ۹۰ درصد بوته‌های سالم بود. هم‌چنین با توجه به امکان انتقال نماتد با آب آبیاری، مزارع آبیاری شده به روش کرتی ارزیابی شدند نتایج نشان داد در روش کرتی گسترش آلودگی در مزارع به سرعت اتفاق افتاده و تا ۱۰۰٪ نیز می‌رسد.

واژه های کلیدی: آبامکتین، آفتاب‌دهی، بذر سالم، کرمان، هیپوکلریت سدیم

بیان مسئله

شهرستان شهداد در استان کرمان یکی از مناطق کشاورزی بوده و کشاورزی تنها منبع درآمد ساکنان این منطقه است. سطح زیر کشت سیر در منطقه شهداد استان کرمان در سال‌های اخیر گسترش زیادی یافته و یکی از راه‌های ایجاد درآمد کشاورزان این منطقه است، به‌طوری‌که سطح زیر کشت این محصول بین ۴۰۰ تا ۶۰۰ هکتار برآورد شده است (مدیریت باغبانی سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان. منتشرنشده). در سال ۱۳۹۵ تعدادی از مزارع سیر در این منطقه، علائمی از قبیل کاهش رشد و مرگ گیاهچه‌ها (شکل ۱)، زردی، بدشکلی و خشکیدگی برگ‌ها (شکل ۲)، اسفنجی شدن اندام‌های زیرزمینی (شکل ۳) را نشان دادند. با بررسی نمونه‌ها نماتد ساقه و پیاز (*Ditylenchus dipsaci*) به عنوان عامل بیماری جداسازی و شناسایی شد. به‌نظر می‌رسد این نماتد با کاشت بذور آلوده همه‌گیر و تشدید شده است.



شکل ۲- زردی، بدشکلی و خشکیدگی برگ‌ها



شکل ۱- کاهش رشد و مرگ گیاهچه‌ها



شکل ۳- اسفنجی شدن اندام‌های زیرزمینی

با توجه به هزینه‌بر و غیراقتصادی بودن و خطرات زیست‌محیطی مبارزه شیمیایی در سطح مزارع و وجود آفتاب مناسب در دوره‌های طولانی در شهداد، بکارگیری روش آفتاب‌دهی برای ضدعفونی خاک بستر کشت در نقاط آلوده همراه با ضدعفونی بذور قبل از کاشت و اصلاح روش آبیاری، می‌تواند جایگزین مناسبی در مقایسه با سایر روش‌ها باشد (۱).

معرفی دستاورد

از بین پنج مزرعه سیر در شهداد که آلودگی شدید به نماتد ساقه و پیاز داشتند پس ارزیابی آلودگی خاک به نماتد ساقه و پیاز، آلوده‌ترین مزرعه انتخاب شد و در اردیبهشت ماه پس از برداشت سیر جهت اجرای آزمایش در نظر گرفته شد. در این زمین پنج قطعه، هر کدام به ابعاد تقریبی ۶×۵ انتخاب شده و تیمارهای پنج‌گانه ضدعفونی خاک شامل متام سدیم، آفتاب‌دهی، یک‌بار شخم، دو بار شخم و شاهد در آن اعمال شد. تغییرات جمعیت نماتد در خاک هر قطعه مربوط به هر تیمار خاک، قبل و بعد از اعمال هر تیمار با نمونه‌برداری از خاک هر قطعه آزمایشی مشخص گردید (۵).

۱- در تیمار واپام (متام سدیم ۳۷٪ EC) جهت ضدعفونی خاک، در اوایل اردیبهشت ماه ابتدا زمین به عمق تقریبی ۳۰ سانتی‌متر شخم زده و تسطیح شد. سپس به ازاء هر مترمربع ۱۰۰ میلی‌لیتر متام سدیم را در ۱۰ لیتر آب حل کرده و این محلول در سطح خاک پاشیده شد (۲). زمین بلافاصله پس از این اقدام آبیاری گردید به نحوی که رطوبت حداقل تا عمق ۳۰ سانتی‌متری نفوذ نمود و بر روی ناحیه تیمار شده پلاستیک کشیده شد. پوشش پلاستیک به مدت یک هفته روی خاک حفظ شده و سپس برداشته شد. با توجه به گرمای شدید هوا در منطقه و ضرورت کاربرد این سم در درجه حرارت حدود ۲۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد، این عملیات در اوایل اردیبهشت ماه انجام شد. پس از گذشت ۳۰ روز خاک به‌خوبی مخلوط و به هم زده شد و جمعیت نماتد ساقه و پیاز در خاک ارزیابی گردید.

۲- در تیمار آفتاب‌دهی ناحیه آلوده، ابتدا زمین به عمق تقریبی ۳۰ سانتی‌متر شخم زده و تسطیح شد. کلیه بقایای گیاهی و علف‌های هرز از سطح مزرعه جمع‌آوری گردید. سپس نسبت به آبیاری مزرعه اقدام شد و از نفوذ آب تا عمق حداقل ۳۰ سانتی‌متری با برداشتن خاک اطمینان حاصل شد. در آخرین مرحله با پلاستیک شفاف به ضخامت تقریبی ۰/۱ میلی‌متر سطح ناحیه آلوده با در نظر گرفتن حاشیه‌ای نیم متری پوشانده شد. لبه پلاستیک به طول نیم متر در کانالی به همین عمق در حاشیه ناحیه آلوده مدفون گردید. پلاستیک تا حد امکان روی سطح خاک محکم شد تا گرمای بیش‌تری جذب و حفظ شود. و وزش بادهای تابستانی در منطقه موجب خسارت به پلاستیک نشود. آفتاب‌دهی از آغاز تیرماه تا آخر مردادماه به مدت دو ماه ادامه داشت. هم‌زمان با شهریور ماه و آغاز فصل کاشت سیر در منطقه، از خاک نمونه‌برداری انجام شد و جمعیت نماتد ساقه و پیاز در خاک ارزیابی گردید (۳).

۳- در روش یک‌بار شخم زدن با توجه به آفتاب شدید و داغ منطقه شهداد به‌منظور کاهش هزینه و سهولت کار کشاورزان ابتدا نواحی آلوده در آغاز تیرماه به عمق تقریبی ۳۰ سانتی‌متر شخم زده شد تا لایه‌های زیرین خاک در معرض آفتاب قرار گیرند. سپس نسبت به آبیاری مزرعه اقدام شده و در پایان مردادماه از خاک نمونه‌برداری انجام شد و جمعیت نماتد در خاک ارزیابی گردید.

۴- در تیمار دو بار شخم زدن ابتدا نواحی آلوده در آغاز تیرماه به عمق تقریبی ۳۰ سانتی‌متر شخم زده شد تا لایه‌های زیرین خاک در معرض آفتاب قرار گیرند. سپس نسبت به آبیاری مزرعه اقدام شد. پس از آن در پایان تیرماه مجدداً به شخم و آبیاری خاک اقدام و در پایان مردادماه از خاک نمونه‌برداری انجام شد و جمعیت نماتد در خاک ارزیابی گردید.

۵- در تیمار شاهد با توجه به عرف منطقه بدون هیچ‌گونه کاشت و اقدامی در قطعات شاهد، در پایان مردادماه از خاک نمونه‌برداری انجام شد و جمعیت نماتد در خاک ارزیابی گردید.

به منظور مقایسه روش‌های مختلف ضد عفونی بذر، این بررسی طی سال‌های ۹۶-۹۷ و ۹۷-۹۸ انجام شد. کشت در دو قطعه زمین سالم و آلوده انجام گردید. زمین مورد نظر قبل از کاشت از نظر میزان آلودگی به نماتد مورد ارزیابی قرار گرفت. حبه‌های سیر لازم برای هر تیمار از سیرهای برداشت شده از یک مزرعه آلوده تهیه شد. سپس تیمارهای زیر روی بذر اعمال شد.

۱- غوطه‌ور کردن حبه‌های سیر در محلول حاوی سم آبامکتین به نسبت دو در هزار به مدت ۲۰ دقیقه در درجه حرارت ۴۹ درجه سانتی‌گراد

۲- غوطه‌ور کردن حبه‌های سیر در محلول حاوی هیپوکلریت سدیم به نسبت ۱/۵ در هزار ماده تجاری به مدت ۲۰ دقیقه در درجه حرارت ۴۹ درجه سانتی‌گراد (۴).

۳- حبه‌های سیر بدون هیچ‌گونه اقدامی برای کشت به عنوان تیمار شاهد از توده بذر مورد استفاده جهت کاشت انتخاب شد.

پس از تیمار حبه‌ها با هر یک از این محلول‌ها، حبه‌ها در هوای آزاد خشک شد و با توجه به وجود بیماری‌های قارچی در منطقه براساس عرف رایج کلیه حبه‌های هر تیمار قبل از کاشت در محلول ۱/۵ در هزار اپرودیون + کاربندازیم فروبرده شد.

تاریخ و نحوه کاشت بر اساس عرف منطقه که به صورت کرتی است انجام شد.

به منظور ارزیابی نقش روش آبیاری کرتی به عنوان روش مرسوم در مناطق سیرکاری شهداد در گسترش نماتد در یک مزرعه، تعداد بوته‌های آلوده به نماتد و گسترش آلودگی در چند مزرعه کرتی در ابتدای فصل و پس از سبز شدن بوته‌ها مقایسه شد. تفاوت مزارع مورد بررسی در نحوه حرکت آب در کرت‌ها بود. در یکی از مزارع انتقال آب بصورت متوالی از یک کرت به کرت دیگر انجام می‌شد و در مزرعه دیگر هر کرت بطور جداگانه آبیاری گردید.

در طول فصل رشد مزرعه بازدید و از علائم تورم ساقه، زردی برگ‌ها و پژمردگی آماربرداری انجام شد. براساس نتایج حاصل تیمار آفتاب دهی با ۹۹/۵ درصد بیش‌ترین و تیمار دوبار شخم با ۴۶/۵ درصد کم‌ترین تأثیر را در کاهش جمعیت نماتد در خاک داشتند (جدول ۱). هم‌چنین پس از کاشت بذرها در خاک سالم و آلوده، بهترین نتایج مربوط به تیمار ضد عفونی بذر با آبامکتین و کاشت در زمین سالم با ۹۰ درصد بوته‌های سالم بود.

جدول ۱: درصد کاهش جمعیت نماتد در خاک پس از اعمال تیمارهای مختلف

تیمار	ضد عفونی	آفتابدهی	یکبارشخم	دوبارشخم	شاهد
خاک با واپام					
درصد کاهش	۹۸/۴	۹۹/۵	۵۶	۴۶/۳	۶۱/۸
جمعیت نماتد					

همچنین با توجه به انتقال نماتد با آب آبیاری، در یک کرت که به دلیل کاشت بذر آلوده، بوته‌های آلوده به نماتد در آن وجود داشت آلودگی به سرعت در همان ابتدای فصل به سایر بوته‌های یک کرت منتقل می‌شد. به‌طوریکه عملاً هیچ‌گونه محصولی از آن کرت قابل برداشت نبود. هم‌چنین در مزارعی که آبیاری کرتی به‌صورت متوالی با انتقال آب از یک کرت به کرت دیگر انجام می‌شد، کرت‌هایی که آب ورودی به آن‌ها از کرت آلوده عبور کرده بود به سرعت آلوده شدند و میزان خسارت در کل مزرعه تا اواسط فصل رشد به ۱۰۰٪ رسید (شکل ۴).



شکل ۴- آلودگی کل مزرعه بر اثر آبیاری متوالی کرت‌ها

در حالی‌که در مزارعی که کرت‌ها بصورت جداگانه آبیاری می‌شدند حتی در صورت وجود بوته‌های آلوده و گسترش سریع بیماری در یک کرت، بیماری از کرت آلوده به سایر کرت‌ها گسترش نمی‌یافت.

توصیه ترویجی

الف) بذر

- ۱- استفاده از بذر سالم
- ۲- تولید بذر در مزارع سالم و تحت کنترل
- ۳- جلوگیری از ورود بدون کنترل بذر به استان
- ۴- جلوگیری از انتقال بذر در سطح استان
- ۵- عدم استفاده از بذرهایی با ظاهر ناسالم
- ۶- ضدعفونی بذر در محلول آبامکتین دو در هزار یا محلول هیپوکلریت سدیم ۱/۵ در هزار ماده تجاری به مدت ۲۰ دقیقه در درجه حرارت ۴۹ درجه سانتی‌گراد

ب) مزارع

- ۱- اطمینان از سلامت خاک مزارع قبل از کاشت
- ۲- کاشت در خاک بستر فاقد آلودگی به نماتد
- ۲- ضد عفونی خاک با متام سدیم و یا آفتاب‌دهی تحت نظر کارشناسان
- ۳- عدم کاشت متوالی سیر در یک مزرعه و رعایت تناوب حداقل سه‌ساله با غلات در مزارع آلوده
- ۴- رعایت بهداشت زراعی در انتقال خاک، ادوات و آب از مزارع آلوده به سالم

ج) آبیاری

- ۱- اصلاح روش کاشت سیر از کرتی به ردیفی
- ۲- استفاده از آبیاری نواری به جای غرقابی
- ۳- با توجه به انتقال نماتد با آب آبیاری، از آبیاری متوالی کرت‌ها و انتقال آب از یک کرت به کرت دیگر اجتناب شود.

فهرست منابع

- ۱- برادران، غ. ۱۳۹۴. ارزیابی روش‌های مدیریتی نماتد ساقه و پیاز *Ditylenchus dipsaci* در مزارع سیر منطقه شهداد استان کرمان. گزارش نهائی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان. شماره فروست ۵۶۸۷۵.
- ۲ - نوربخش، س. صحرائیان، ح. سروش، م. رضایی، و. و فتوحی، ا. ۱۳۹۰. فهرست آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مهم محصولات عمده کشاورزی، سموم و روش‌های توصیه‌شده جهت کنترل آن‌ها. وزارت جهاد کشاورزی. ۱۹۷ صفحه.
3. Damicone, J. 2013. Soil solarization for control of soilborne diseases. Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets are also available on our website at: <http://osufacts.okstate.edu>.
4. Roberts, P.A. and Matthew, W.C. 1995. Disinfection alternatives for control of *Ditylenchus dipsaci* in garlic seed cloves. Journal of Nematology 27: 448-456.
5. Whitehead, A.G. and Hemming, J.R. 1965. Comparison of some quantitative methods of extracting small vermiform nematodes from soil. Annals of Applied Biology 55: 25-38.

بررسی تغییرات عملکرد، صفات زراعی و بهره‌وری مصرف آب کاکتوس تحت تأثیر تنش خشکی

حمید نجفی نژاد^{۱*}، محمد علی جواهری^۲، سید ذبیح الله راوری^۳



۱ - دانشیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان

۲ - دانشیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان

۳ - استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان

*Email: hnajafinezhad@yahoo.com

چکیده

معرفی گیاهان علوفه‌ای مقاوم به خشکی و دارای پتانسیل تولید علوفه با حداقل نیاز آبی در شرایط خشک‌سالی و بحران کم آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌منظور بررسی عملکرد، صفات زراعی و بهره‌وری مصرف آب کاکتوس علوفه‌ای تحت تأثیر تنش خشکی، آزمایشی در سال ۱۳۹۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بر روی بوته‌های دو ساله کاکتوس در منطقه ارزوئیه استان کرمان اجرا شد. تیمارهای تنش خشکی در سه سطح شامل تنش کم، متوسط و شدید به ترتیب بر اساس ۱۴۰، ۱۹۰ و ۲۴۰ میلی‌متر تبخیر جمعی از سطح طشتک تبخیر کلاس A در نظر گرفته شد. حجم آب مصرف شده در تیمارهای تنش خشکی کم، متوسط و شدید در طول مدت زمان آزمایش به ترتیب برابر با ۱۴۶۸، ۱۳۹۹/۲ و ۱۳۰۰/۴ متر مکعب در هکتار بود. با افزایش سطح تنش خشکی ضخامت پد، طول و عرض پد و وزن تر پد به طور معنی‌داری کاهش یافت. عملکرد علوفه تر در تیمارهای تنش خشکی کم، متوسط و شدید به ترتیب ۵۷/۳، ۴۶/۸۵ و ۲۷/۹ تن در هکتار و عملکرد علوفه خشک به ترتیب ۴/۵، ۴/۲۳ و ۳/۲۹ تن در هکتار بود. بیش‌ترین بهره‌وری مصرف آب برای علوفه تر و خشک به ترتیب به تیمارهای تنش خشکی کم و متوسط تعلق داشت. کم‌ترین فیبر علوفه و پروتئین خام علوفه در تیمار تنش شدید خشکی مشاهده شد. با توجه به عملکرد علوفه تولید شده در شرایط آزمایش و حجم آب مصرف شده، کشت کاکتوس برای تولید علوفه در منطقه گرم ارزوئیه و اقلیم‌های مشابه برای اراضی حاشیه‌ای و کم بازده توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی: کم آبی، کاکتوس، کارایی مصرف آب، کمیت و کیفیت علوفه

بیان مسئله

یکی از راه‌کارهای افزایش تولید علوفه با منابع آب محدود، استفاده از گیاهان علوفه‌ای مقاوم به خشکی با بهره‌وری مصرف آب بالا است. بررسی توسعه کشت گیاهان علوفه‌ای جدید مانند کاکتوس علوفه‌ای به دلیل ویژگی‌های مناسبی از جمله نیاز آبی کم، بهره‌وری مصرف آب بالا و کم توقع بودن به حاصل خیزی خاک یکی از راه‌کارها برای کمک به تولید علوفه در شرایط سخت و کم آب است. کاکتوس علوفه‌ای گیاهی چند ساله است که در تمام قاره‌ها و در بسیاری از کشورها به منظور تولید علوفه و میوه کشت می‌شود، اما بیش‌ترین سطح زیر کشت کاکتوس (بالغ بر ۲۲۰۰۰۰۰ هکتار) به کشورهای برزیل، مکزیک، تونس، آفریقای جنوبی و اتیوپی تعلق دارد (۴). علوفه این گیاه از لحاظ کربوهیدرات، آسکوربیک اسید و املاح معدنی بخصوص کلسیم غنی بوده و می‌توان در جیره غذایی انواع دام (گاو، گوسفند و بز)، با مخلوط ۲۰ الی ۳۰ درصد علوفه کاکتوس و ۷۰ الی ۸۰ درصد سایر علوفه‌ها، نیاز غذایی دام را تامین کرد (۱). کاکتوس گیاهی مقاوم به خشکی و دارای ارزش اقتصادی و اکولوژیک است که میوه و پد آن به عنوان منبع غذایی برای انسان و حیوانات مصرف دارد (۳). کاکتوس علوفه‌ای (*Opuntia ficus-indica*) با مقاومت ویژه‌ای که به وضعیت نامساعد محیطی از جمله درجه حرارت‌های بالا، خشکی‌های طولانی مدت و خاک‌های فقیر دارد می‌تواند راه حل مناسبی برای تامین بخشی از کمبود علوفه و جایگزینی با محصولات با نیاز آبی بالا باشد. قابلیت این گیاه در ذخیره کردن مقدار قابل توجهی آب در اندام‌ها امکان مقاومت بیش‌تر آن را در شرایط خشکی فراهم کرده به نحوی که با توجه به شرایط در هر سال پتانسیل تولید چهار تا ۱۰۰ علوفه را دارد، ضمن این‌که علاوه بر تولید علوفه، قابلیت تولید میوه خوراکی را نیز دارا می‌باشد (۶،۷). از لحاظ کارآیی مصرف آب کاکتوس (*Opuntia spp.*) با مصرف ۲۶۷ لیتر آب یک کیلوگرم ماده خشک تولید می‌نماید درحالی‌که برای تولید یک کیلوگرم ماده خشک ارزن ۴۰۰ لیتر، سورگوم ۶۶۶ لیتر و یونجه ۱۰۰۰ لیتر آب مصرف می‌شود (۲).

با توجه به کمبود علوفه، بحران کم آبی، فقر مرتع و ادامه خشک‌سالی‌ها در استان کرمان ضرورت دارد پتانسیل تولید گیاهان علوفه‌ای جدید، مقاوم به خشکی و هم‌چنین سازگار به شرایط آب و هوایی استان شناسایی و معرفی شوند. بنابراین با توجه به فقدان اطلاعات علمی در خصوص سازگاری و عملکرد این گیاه در استان، مطالعه مذکور در اقلیم گرم استان (شهرستان ارزوئیه) در سال ۱۳۹۸ بر روی بوته‌های دو ساله کاکتوس انجام شده است.

جدول ۱- آمار میانگین ماهیانه دمای حداکثر، دمای حداقل، بارندگی و تبخیر در سال اجرای آزمایش در شهرستان ارزوئیه کرمان

ماه	بارندگی (میلی متر)	تبخیر (میلی متر)	دمای حداقل (سانتی گراد)	دمای حداکثر (سانتی گراد)
فروردین	۵/۴	۲۸۵/۶	۱۶	۲۸/۵
اردیبهشت	۱	۳۲۲/۳	۲۱/۴	۳۲/۶
خرداد	۰/۷	۴۰۸/۶	۲۵	۴۰/۶
تیر	۰/۴	۴۳۳	۲۹	۴۳/۶
مرداد	۲/۵	۴۲۸	۲۷/۳	۴۱
شهریور	۰/۴	۳۲۷	۲۴	۳۹/۸
مهر	۰	۲۶۸/۱	۲۰/۵	۳۳/۶
آبان	۰	۱۵۵/۴	۱۲/۴	۲۸/۵
آذر	۰	۱۱۵	۴/۸	۲۳/۵
دی	۲۳/۳	۹۸	۴/۵	۱۸/۷
بهمن	۶۸/۲	۹۴	۷/۸	۱۷/۳
اسفند	۱۰/۶	۱۲۳	۱۳	۲۵/۳

معرفی دستاورد

تاثیر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر تغییرات عملکرد، بهره‌وری مصرف آب و برخی صفات زراعی کاکتوس در سال ۱۳۹۸ در شهرستان ارزوئیه مورد مطالعه قرار گرفت. منطقه ارزوئیه دارای اقلیم نیمه گرمسیری با مختصات جغرافیایی ۲۸ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی با ارتفاع متوسط ۱۲۱۰ متر از سطح دریا در فاصله ۲۶۰ کیلومتری جنوب غربی شهر کرمان واقع شده است. آمار میانگین دمای حداکثر و حداقل، بارندگی و تبخیر ماهیانه در جدول (۱) نشان داده شده است. آزمایش بر روی بوته های کاکتوس دو ساله در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و سه تیمار تنش خشکی اجرا شد. تیمارهای تنش خشکی شامل آبیاری نرمال، تنش متوسط و تنش شدید به ترتیب بر اساس ۱۴۰، ۱۹۰ و ۲۴۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از سطح طشتک تبخیر کلاس A بود. منشاء کاکتوس مورد مطالعه کشور تونس بود که از طریق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی ایلام دریافت گردید. خاک محل اجرای آزمایش مورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت که نتایج تجزیه در جدول (۲) آورده شده است. برای هر کرت تعداد ۱۶ بوته دو ساله با فاصله $۱/۵ \times ۲$ متر در نظر گرفته شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک (عمق ۰-۳۰ سانتی متر)

اسیدیته خاک pH	هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹)	پتاسیم K (mg kg ⁻¹)	فسفر P (mg kg ⁻¹)	کربن آلی O.C (%)	وزن مخصوص ظاهری B.D (g cm ⁻³)	رطوبت وزنی در نقطه پژمردگی دائم P.W.P (%)	رطوبت وزنی در ظرفیت مزرعه F.C(%)	بافت خاک (سانتی متر)	عمق خاک
۷/۹	۳	۲۶۴	۱۲	۰/۵۴	۱/۴۳	۱۰/۱	۲۱/۲	لومی رسی	۰-۳۰
۷/۷	۲/۴	۲۲۷	۷/۸	۰/۲۶	۱/۴۶	۹/۶	۲۰/۱	لومی رسی	۳۰-۶۰

در زمان آبیاری هر تیمار، حجم آب آبیاری به اندازه‌ای بود که رطوبت خاک را تا عمق موثر توسعه ریشه به ظرفیت زراعی برساند. گسترش افقی و نفوذ عمودی موثر توسعه ریشه با حفر پروفیل برای بوته‌های کاکتوس در طول فصل رشد گیاه تعیین شد. اندازه‌گیری رطوبت حجمی خاک در عمق فعال توسعه ریشه و در زمان آبیاری هر تیمار با استفاده از دستگاه Time- Domain Reflectometry مدل (Trime-FM, IMKO, Ettlingen, Germany) کالیبره شده انجام شد. میزان آب مورد نیاز هر کرت در هر مرحله آبیاری بر اساس کسر رطوبت موجود خاک از ظرفیت زراعی تعیین شده است. از سیستم آبیاری قطره‌ای برای آبیاری هر کرت استفاده شد. در جدول (۳) حجم آب مصرف شده و متوسط رطوبت حجمی خاک در زمان آبیاری برای هر تیمار آمده است. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد علوفه، بهره‌وری مصرف آب و برخی صفات زراعی و کیفی بود. صفات مذکور با استفاده از نرم‌افزار SAS.9.2 مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

جدول ۳- درصد رطوبت حجمی خاک در زمان آبیاری و حجم آب مصرف شده در تیمارهای مختلف تنش خشکی

تنش خشکی بر مبنای تبخیر تجمعی از سطح پوششک تبخیر	رطوبت حجمی خاک در زمان آبیاری	آب مصرف شده (مترمکعب در هکتار)
(%)		
۱۴۰ میلی‌متر (تنش کم)	۱۳/۷	۱۴۶۸
۱۹۰ میلی‌متر (تنش متوسط)	۱۲/۱	۱۳۹۹/۲
۲۴۰ میلی‌متر (تنش شدید)	۹/۷	۱۳۰۰/۴

مجموع عملکرد علوفه تر در تیمارهای تنش خشکی کم، متوسط و شدید به ترتیب ۵۷/۳، ۴۶/۸۵ و ۲۷/۹ تن در هکتار و عملکرد علوفه خشک به ترتیب ۴/۵، ۴/۲۳ و ۳/۲۹ تن در هکتار بود که بیانگر تاثیر معنی‌دار تنش خشکی در کاهش عملکرد علوفه کاکتوس بوده است (جدول ۴). بیش‌ترین بهره‌وری مصرف آب برای علوفه تر و خشک به ترتیب به تیمارهای تنش خشکی کم و متوسط و کم‌ترین آن به تیمار تنش خشکی شدید تعلق داشته است (جدول ۴). هم‌چنین تاثیر شدت تنش خشکی در کاهش ضخامت پد، طول و عرض پد و وزن تر پد معنی‌داری بود (جدول‌های ۴ و ۵). کم‌ترین فیبر علوفه و پروتئین خام علوفه و بیش‌ترین محتوی سدیم در علوفه در تیمار تنش شدید خشکی مشاهده شد (جدول ۶). حجم آب مصرف شده در تیمارهای تنش خشکی کم، متوسط و شدید به ترتیب برابر با ۱۴۶۸، ۱۳۹۹/۲ و ۱۳۰۰/۴ متر مکعب در هکتار به دست

آمد. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق کشت و توسعه کاکتوس در منطقه گرم ارزوئیه و مناطق با اقلیم مشابه با مصرف حداقل آب و تحت شرایط آبیاری قطره‌ای به منظور تامین بخشی از علوفه مورد نیاز دام امکان‌پذیر است.

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی صفات زراعی کاکتوس تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی

تنش خشکی بر مبنای تبخیر تجمعی از سطح طشتک تبخیر	قطر پد (سانتی‌متر)	نسبت طول پد به عرض	عرض پد (سانتی‌متر)	طول پد (سانتی‌متر)	تعداد پد در بوته
۱۴۰ میلی‌متر (تنش کم)	۲/۱a	۱/۹a	۱۶/۵a	۳۰/۵a	۲۲/۵ a
۱۹۰ میلی‌متر (تنش متوسط)	۱/۹a	۱/۷a	۱۵/۶a	۲۶b	۲۰/۶ b
۲۴۰ میلی‌متر (تنش شدید)	۱/۶c	۱/۶a	۱۳/۹b	۲۱/۸c	۱۶ c

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد علوفه، بهره‌وری مصرف آب و ماده خشک کاکتوس تحت تاثیر تیمارهای مختلف تنش خشکی

در منطقه ارزوئیه کرمان

تنش خشکی بر مبنای تبخیر تجمعی از سطح طشتک تبخیر	عملکرد خشک (تن در هکتار)	عملکرد تر (تن در هکتار)	وزت تر پد (گرم)	بهره‌وری مصرف آب علوفه خشک (کیلوگرم بر متر مکعب آب)	بهره‌وری مصرف آب علوفه تر (کیلوگرم بر متر مکعب آب)	درصد ماده خشک
۱۴۰ میلی‌متر (تنش کم)	۴/۵a	۵۷/۶a	۷۹۹/۲a	۳/۱a	۳۹/۲a	۷/۸c
۱۹۰ میلی‌متر (تنش متوسط)	۴/۲a	۴۶/۸b	۶۷۶/۷b	۳a	۳۳/۵b	۹b
۲۴۰ میلی‌متر (تنش شدید)	۳/۳b	۲۷/۹c	۵۵۴/۷c	۲/۵b	۲۱/۵c	۱۱/۸a

جدول ۶- مقایسه میانگین برخی صفات کیفی علوفه کاکتوس تحت تاثیر تیمارهای مختلف تنش خشکی

تنش خشکی بر مبنای تبخیر تجمعی از سطح طشتک تبخیر	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ADF (%)	فیبر نامحلول در شوینده خنثی NDF (%)	سدیم (%)	پروتئین خام (%)
۱۴۰ میلی‌متر (تنش کم)	۱۸/۷b	۲۹a	۰/۰۷b	۷/۵b
۱۹۰ میلی‌متر (تنش متوسط)	۱۹/۲a	۲۹/۶a	۰/۰۶۹b	۸/۳a
۲۴۰ میلی‌متر (تنش شدید)	۱۶/۹c	۲۵/۷b	۰/۱۴a	۶/۳c



شکل ۱: نمونه کرت های آزمایشی با شرایط آبیاری قطره‌ای (شهرستان ارزوئیه)



شکل ۲: وضعیت ظاهری بوته‌های دو ساله کاکتوس



شکل ۳: تصویر میوه کاکتوس (سمت راست)، گل کاکتوس (سمت چپ)

توصیه ترویجی

با توجه به کم آبی و خشک‌سالی‌های دهه‌های اخیر در استان کرمان تامین علوفه مورد نیاز دام با استفاده از گیاهان علوفه‌ای مقاوم به خشکی با عملکرد قابل قبول و با حداقل مصرف آب ضرورت دارد. بر اساس نتایج این تحقیق و تحت شرایط آبیاری قطره‌ای، با مصرف ۱۴۶۸ متر مکعب آب در هکتار ۵۷/۶ تن علوفه تر تولید شد. حداکثر بهره‌وری مصرف آب برای علوفه تر ۳۹/۱۵ و برای علوفه خشک کاکتوس ۳/۰۸ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب مصرفی بود. با توجه به مصرف حداقل آب در هکتار و همچنین بهره‌وری مصرف آب بالای کاکتوس در مقایسه با اغلب گیاهان علوفه‌ای رایج، توسعه کشت کاکتوس در شرایط بحران کم آبی توجیه اقتصادی دارد. با در نظر گرفتن موارد فوق توسعه کشت کاکتوس علوفه‌ای در مناطق گرم و

معتدل استان و در اراضی حاشیه‌ای به منظور تامین بخشی از علوفه تازه و سبز مورد نیاز دام به خصوص برای فصل زمستان توصیه می‌شود.

کاکتوس گیاه جدیدی می‌باشد که برای کشت و استقرار آن رعایت موارد زیر توصیه می‌گردد:

- ۱- جداسازی پد بالغ یک‌ساله از گیاه مادری در اواخر بهمن ماه
- ۲- نگهداری پدهای جدا شده در محیط سایه به مدت دو الی سه هفته برای این‌که در زمان کاشت ضمن جلوگیری از پوسیدگی، ریشه‌زایی آن‌ها تسریع گردد.
- ۳- آماده سازی زمین شامل عملیات خاک‌ورزی (شخم عمیق، دیسک و تسطیح) و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر به صورت سوپر فسفات تریپل در عمق ۲۰-۳۰ سانتی‌متری خاک.
- ۴- کشت پدها با فاصله ۱/۵ متر از یک‌دیگر در روی ردیف و فاصله ۲ متر بین ردیف.
- ۵- در زمان کاشت (دهه اول اسفندماه) بایستی یک سوم طول پدها در داخل خاک قرار گیرد.
- ۶- کاکتوس به آبیاری سنگین و زیاد حساس بوده و به خصوص در سال اول آبیاری سنگین می‌تواند منجر به پوسیدن و نابودی پد شود. بنابراین لازم است پس از کاشت پد، آبیاری بسیار سبک صورت گیرد به نحوی که آب ایستادگی در اطراف پد ایجاد نشود.
- ۷- بهتر است هر سال در شروع فصل بهار مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در اواخر اسفند ماه مصرف شود.
- ۸- برای کشت و توسعه کاکتوس در مناطق گرم و با اقلیم مشابه به شهرستان ارزوئیه در سال اول و در فصول گرم دور آبیاری به طور متوسط ۱۴ روز و از سال دوم به بعد دور آبیاری ۲۰ تا ۲۵ روز در محدوده زمانی ۱۵ اردیبهشت لغایت پایان آبان ماه توصیه می‌گردد.
- ۹- از آذرماه تا پایان فروردین ماه با توجه به بارندگی و خنک بودن هوا و دوره استراحت کاکتوس در فصل زمستان به آبیاری نیازی نیست. در صورتی که شرایط خشک‌سالی شدید داشته باشیم در طول فصل زمستان بهتر است یک نوبت آبیاری انجام شود.
- ۱۰- برداشت علوفه کاکتوس برای تغلیف دام بهتر است در فصل زمستان که کمبود علوفه تازه وجود دارد انجام شود.

فهرست منابع

1. Chiteva, R., Wairagau, N., 2013. Chemical and nutritional content of *Opuntia ficus indica* (L.). African Journal of Biotechnology. 12, 3309-3312.
2. Dekock, G.C., 1998. The use of cactus pear (*Opuntia spp.*) as a fodder source in the arid areas in Southern Africa. p.83-95, in Proceedings of International Symposium on Cactus Pear and Nopalitos Processing and Uses. Universidad de Chile, Santiago, and FAO International Cooperation Network on Cactus Pear.
3. Dubeux, J.C.B., Jr., dos Santos, M.V.F., da Cunha, M.V., dos Santos, D.C., de Almeida Souza, R.T., de Mello, A.C.L., de Souza, T.C. 2021. Cactus (*Opuntia* and *Nopalea*) nutritive value: a review. Animal Feed Science and Technology. 275: 114890.
4. Grunwaldt, J.M., Guevara, J.C., Grunwaldt, E.G., 2015. Review of scientific and technical bibliography on the use of *Opuntia spp.* as forage and its animal validation. Journal of Professional Association for Cactus Development. 17, 13-32.
5. Gregory, R.A., Felker, P., 1992. Crude protein and phosphorus contents of 8 contrasting *Opuntia* forage clones. Journal of Arid Environments. 22, 323-331.
6. Liguori, G., Inglese, G., Pernice, F., Sortino, G., Inglese, P., 2013. CO₂ uptake of *Opuntia ficus indica* (L.) Mill.

whole trees and single cladodes, in relation to plant water status and cladode age. Italian Journal of Agronomy. 8.3, 14-20.

7. Nobel, P.S., 2001. Ecophysiology of *Opuntia ficus-indica*, in: Mondragón-Jacobo, C., Perez-Gonzalez, S. (Eds.), *Cactus (Opuntia spp.) as forage*, FAO Plant. FAO, Rome, IT, pp. 13-20.

بررسی وضعیت گیاهان داروئی و ادویه ای کشت شده در

استان کرمان (به غیر از جنوب)

محمدرضا کدوری^۱، بهلول عباس زاده^۲، منصوره تشکری زاده^{۳*}، فاطمه دریجانی^۴،

هوشنگ سالارمحمدی^۵



- ۱- عضو هیئت علمی، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
 - ۲- دانشیار، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
 - ۳- ^{*}ستادیار، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.
 - ۴- محقق، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.
 - ۵- کارشناس، سازمان جهاد کشاورزی کرمان، ایران.
- *Email: mtshaakorizadeh1981@gmail.com

چکیده

گیاهان داروئی در درمان و پیش گیری از بیماری ها استفاده می شوند ولی به ندرت در یک بخش سازماندهی شده و تحت نظارت مورد استفاده قرار می گیرند. در این مطالعه وضعیت برداشت از طبیعت، تولید، سطح زیر کشت، عملکرد در واحد سطح و نوع مصرف گیاهان داروئی استان کرمان از طریق بازدید عرصه ها، اطلاعات کارشناسان پهنه های کشاورزی و مطالعات کتابخانه ای بررسی شد. نتایج حاصل از تحقیق طی سال های ۱۳۹۸-۱۴۰۰ نشان داد که در مجموع ۲۵ گونه گیاه داروئی متعلق به ۱۳ خانواده در این استان مورد کشت و بهره برداری قرار می گیرد. مهم ترین گیاهان در بخش زراعت شامل گل محمدی، زعفران و ترخون و با ارزش ترین گونه های برداشت شده از عرصه های طبیعی، آنگوزه تلخ و شیرین، شیرین بیان و آویشن شیرازی بود. بیش ترین تعداد گونه های داروئی مرتعی و کشت شده متعلق به شهرستان کرمان (راین، گلباف و شهداد) و کم ترین تعداد متعلق به شهرستان انار بود. بیش تر گیاهان داروئی تولید شده از استان کرمان به صورت فله ای و خام به بازار روانه می شوند. ۱۹ گیاه داروئی، بیش ترین صادرات از استان کرمان را به خود اختصاص داده اند و ۲۵ کشور، مقصد صادرات گیاهان داروئی بودند. استفاده گسترده از گیاهان داروئی، موجب فراهم آمدن زمینه ای برای اشتغال و درآمدزایی در استان کرمان شده که با توجه به محدودیت منابع طبیعی جهت تولید این گیاهان، کشت و توسعه گیاهان سازگار با شرایط اکولوژیکی استان می تواند راهکاری مناسب جهت حفظ، عرصه های این منابع باشد. ایجاد یک بانک اطلاعاتی به روز از گیاهان داروئی منجر به برنامه ریزی مناسب مدیران جهت کشت و بهره برداری بهینه گیاهان داروئی با ارزش در استان کرمان خواهد شد.

واژه های کلیدی: تجارت، تولید، عملکرد، فله

بیان مسئله

یکی از آسیب‌های وارده به اقتصاد ایران، متکی بودن به درآمدهای نفتی است و یک راه مقابله با این مشکل، توسعه تولیدات غیر نفتی نظیر گیاهان دارویی، جهت بهبود اوضاع اقتصاد داخلی و بالا رفتن میزان صادرات غیر نفتی است. اهمیت صادرات غیر نفتی و نقش آن در توسعه کشورهای در حال توسعه، به عنوان یک موضوع مهم مورد توجه است (۷). بخش کشاورزی و منابع طبیعی، به جهت تولید محصولات غذایی و ایجاد اشتغال، مورد حمایت دولت‌ها در کشورهای مختلف قرار گرفته است (۶). در پهنه وسیع منابع طبیعی ایران، گیاهان دارویی از منابع ارزشمند محسوب شده که در صورت بهره‌برداری صحیح ضمن توسعه پایدار این منابع، اشتغال‌زایی و صادرات غیرنفتی را به دنبال خواهند داشت. با پیشرفت تکنولوژی و افزایش آگاهی بشر، استفاده‌های جدیدی به جنبه سنتی گیاهان دارویی اضافه شده است و در عرصه پزشکی به صورت جایگزینی مناسب برای داروهای شیمیایی درآمده‌اند (۱۰). از علل جایگزینی می‌توان به عوارض جانبی کم‌تر آن‌ها اشاره کرد که این امر، سبب استثمار سودجویان از رویشگاه‌ها و تخریب عرصه‌های طبیعی شده است (۳). درصد مصرف گیاهان دارویی به جای داروهای شیمیایی در آلمان ۷۱ درصد، در سوئیس ۳۵ درصد، در آمریکا و انگلیس ۲۵ درصد، در ژاپن ۴۰ درصد و بیش از ۵۰ درصد در چین و هند می‌باشد و در ایران این نسبت به حدود چهار درصد می‌رسد (۵). در حال حاضر بازار جهانی داروهای گیاهی به ۶۲ میلیارد دلار رسیده است و پیش‌بینی می‌شود این مقدار در سال ۲۰۵۰ به ۵ تریلیون دلار برسد (۸). در کشورهای در حال توسعه نیز، گیاهان دارویی در درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند و در حال حاضر، در نتیجه افزایش جمعیت، بسیاری از گونه‌های مهم دارویی در حال کمیاب شدن و در برخی عرصه‌ها در حال انقراض هستند (۹). کشور ما نیز به لحاظ تنوع اقلیمی بالا، دارای یکی از غنی‌ترین منابع گیاهان دارویی بوده که در نقاط مختلف ایران پراکنده شده‌اند. بر اساس نظر گیاه‌شناسان و پژوهش‌گران، تعداد گونه‌های گیاهی ایران در حدود ۸۰۰۰ گونه است که بیش از ۲۳۰۰ گونه دارای خواص دارویی، عطری، ادویه‌ای و آرایشی-بهداشتی هستند. به علاوه ۱۷۲۸ گونه از این گیاهان به عنوان گیاهان انحصاری ایران می‌باشند (۲). استان کرمان به دلیل تنوع اکولوژیکی بالا و گیاهان دارویی متعدد (بیش از ۲۸۵ گونه) در بین سایر استان‌ها رتبه بالایی را از نظر تنوع گونه‌های دارویی به خود اختصاص داده است (۲). بیش‌ترین گونه‌ها در استان کرمان به ترتیب مربوط به خانواده‌های نعنائیان، چتریان و کاسنی می‌باشند (۲). گیاهان خودرو دارای عملکرد و مواد موثره کم‌تری، در مقایسه با ارقام اصلاحی هستند. بنابراین وارد کردن گیاهان دارویی به سیستم‌های زراعی به تنهایی جوابگوی نیازهای دارویی نخواهد بود و در کنار زراعی کردن آن‌ها باید برنامه‌های اصلاحی در جهت تولید ارقام یکنواخت با خصوصیات مطلوب و مواد موثره بیش‌تر نیز طراحی شود. رجعت دوباره به استفاده از گیاهان دارویی و برداشت‌های بی‌رویه و مستقیم از طبیعت در دهه‌های اخیر از یک طرف و وقوع تنش‌های محیطی طبیعی از طرف دیگر موجب اختلال شدید ژنتیکی در گونه‌های دارویی با ارزش شده است (۱). از این رو با توجه به رویکرد جهانی به استفاده از گیاهان دارویی و ترکیبات طبیعی در صنایع دارویی، آرایشی-بهداشتی و غذایی و به دنبال آن توجه مردم، مسئولین و صنایع داخلی به استفاده از گیاهان دارویی و معطر، نیاز مبرم به تحقیقات پایه‌ای و کاربردی را در این زمینه نمایان می‌سازد. این تحقیق به منظور دستیابی به اطلاعات مربوط به میزان بهره‌برداری از طبیعت، میزان کاشت، داشت، برداشت و صادرات گیاهان دارویی استان کرمان برای تشکیل بانک جامع اطلاعات گیاهان دارویی انجام شد.

معرفی دستاورد

استان کرمان در جنوب شرقی ایران واقع شده است و با وسعتی معادل ۱۷۱۹۹۳ کیلومترمربع، ۱۱ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است. موقعیت جغرافیایی این استان بین ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۳ درجه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی از نصف النهار مبدا می باشد. سطح بسیار وسیعی از استان، کوهستانی است و رشته کوه های جبال بارز در مرکز استان، آن را به چهار بخش کویری، ۱- شرقی شامل: کویر بم و کلوت های شهداد ۲- غربی شامل: کویر سیرجان ۳- شمالی شامل: کویر کرمان و رفسنجان و ۴- جنوبی شامل: هامون جازموریان تقسیم می کنند (۲). این تحقیق در سال های ۱۳۹۸-۱۴۰۰ در استان کرمان (به غیر از جنوب استان) انجام گرفت. در این مطالعه از همکاری کارشناسان سامانه جامع پهنه بندی در سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان به عنوان افراد مطلع از کشت گیاهان دارویی در سطح استان کرمان استفاده گردید. هم چنین جهت یافتن موقعیت محل مورد مطالعه و نزدیک ترین مناطق مسکونی، از نقشه های توپوگرافی و نقشه های موقعیت شهری، مناطق مسکونی و آبادی ها استفاده شد. سپس راه های دستیابی به نقاط مختلف هر منطقه، عوارض طبیعی و وضعیت پوشش گیاهی ارزیابی و در نهایت با مراجعه به مناطق مختلف استان و بازدیدهای میدانی، اطلاعات مورد نیاز از وضعیت برداشت از طبیعت، نوع محصولات، سطح زیر کشت، میزان تولید، عملکرد در واحد سطح، بازار، نوع مصرف و سایر اطلاعات گیاهان دارویی جمع آوری شد.

در این مطالعه آمار فعالان، اطلاعات بهره برداران و تولیدکنندگان شامل: جنسیت، تحصیلات، سابقه فعالیت، اطلاعات عمومی فرد از گیاهان دارویی ثبت شد. اطلاعات گیاهان دارویی شناسایی و در فرم های صحرایی مربوط به هر گیاه (شامل: تاریخ، محل جمع آوری، شماره نمونه، شرایط زیستگاه و ارتفاع از سطح دریا) آورده شد و گونه های گیاهی جمع آوری شده از منطقه به هرباریوم بخش جنگل و مرتع مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان منتقل شد و پس از آماده سازی نمونه های گیاهی و هرباریومی شدن با استفاده از فلورهای مختلف مثل فلور ایران، فلور ایرانیکا، فلور ترکیه، فلور عراق و کتاب های معتبر گیاه شناسی، شناسایی علمی و نام گذاری صورت گرفت و در نهایت مشخصات گونه گیاهی (اسم علمی، اسم عمومی، اسم محلی)، محل برداشت/تولید گیاه (استان، شهرستان، بخش، روستا)، شرایط کشت (عرصه، دیم، آبی)، سطح برداشت/تولید (هکتار)، میزان بهره برداری/تولید (کل تولید به کیلوگرم)، عملکرد در واحد سطح (کیلوگرم)، نحوه برداشت (سستی/نیمه مکانیزه/مکانیزه)، محل فروش (محل تولید/خارج از محل تولید داخل استان/خارج از محل تولید خارج استان)، خام فروشی، فله/خارج کشور)، نوع خریدار (مصرف کننده/خرده فروش/واسطه/کارخانه داخلی/صادرکننده)، نوع عرضه (خام فروشی، فله/برند)، نحوه بازاریابی در شهرستان های استان کرمان به جز جنوب استان ثبت گردید. لازم به توضیح است آمار سطح زیر کشت مربوط به سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ می باشد.

به منظور بررسی اطلاعات گیاهان دارویی استان کرمان در ابتدا با مراجعه به اطلاعات موجود در کتابخانه و متخصصین گیاهان دارویی، لیست گونه های دارویی که در سطح وسیعی از استان کشت و برداشت می شد تهیه گردید. سپس با مراجعه به هر شهرستان و توجیه همکاران بخش کشاورزی و مسئولین پهنه های هر شهرستان، فرم های مربوطه تکمیل و در بعضی از شهرستان ها راستی آزمایی انجام شد. با توجه به اطلاعات بررسی شده نتایج ذیل از این تحقیق حاصل شد (به دلیل عدم وجود آمار برداشت گیاه زیره کوهی کرمانی، از عرصه های منابع طبیعی استان کرمان، آمار مربوط به این گیاه ذکر نشده است).

وضعیت آب و هوایی مناطق مورد مطالعه

استان کرمان به دلیل شرایط خاص اقلیمی دارای تنوع آب و هوایی زیادی می‌باشد. در نواحی شمال، شمال غربی و مرکزی آب و هوا خشک و در جنوب و جنوب شرقی گرم و مرطوب است. رژیم بارندگی اغلب به صورت باران و در محدوده آبان تا اردیبهشت اتفاق می‌افتد و از بادهای غربی و شمال‌غربی منطقه تغذیه می‌شود که اغلب موسمی و خشک است و به دلیل در برداشتن انبوه خاک و شن، رطوبت نسبی هوا را تقلیل می‌دهد. میانگین حداکثر درجه حرارت سالانه در بخش شهداد است که از ۳۲ درجه سانتی‌گراد تجاوز می‌کند. میزان تبخیر در استان بین ۱۵۰۰ تا ۴۵۰۰ میلی‌متر در سال نوسان دارد که حداکثر آن مربوط به حاشیه کویر لوت (دشت شهداد، دشت بم و نورماشیر) است. از نظر بارندگی، توده‌های هوای باران‌زا از سمت غرب و شمال‌غرب به این استان می‌رسند و به علت پیمایش مسیری طولانی بر روی خشکی‌ها آورد آبی اندکی دارند. بیش‌ترین میزان بارندگی در ایستگاه‌های سینوپتیک استان کرمان مربوط به ایستگاه لاله زار با ۲۲۲/۸ میلی‌متر و کم‌ترین آن متعلق به ایستگاه شهداد با ۳۱/۱ میلی‌متر گزارش شده است. بیش‌ترین میانگین دمای سالانه در منطقه شهداد با میانگین ۲۷ درجه سانتی‌گراد و کم‌ترین آن مربوط به ایستگاه لاله زار با میانگین ۱۶/۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی محل تولید و بهره‌برداری گیاهان دارویی

(آمار میانگین بلند مدت ایستگاه‌های استان کرمان تا سال ۲۰۱۹)

شهرستان	میانگین حداکثر دمای سالانه	میانگین حداقل دمای سالانه	میانگین دمای سالانه	میزان بارندگی سالانه
کرمان	۲۴/۹	۷	۱۶	۱۳۴/۴
بم	۲۹/۵	۱۷	۲۳/۲	۵۹/۲
سیرجان	۲۵/۴	۹/۴	۱۷/۴	۱۳۵/۹
بافت	۲۱/۴	۸/۹	۱۵/۲	۲۴۷/۸
شهربابک	۲۳/۸	۶/۹	۱۵/۳	۱۴۶/۲
رفسنجان	۲۶/۹	۱۱/۷	۱۹/۳	۸۵
انار	۲۶/۸	۹/۹	۱۸/۴	۷۰/۲
لاله زار	۱۶/۶	۳	۹/۸	۲۰۹/۴
شهداد	۳۲/۹	۲۱/۷	۲۷/۳	۳۲/۱
زرنند	۲۵/۸	۹/۳	۱۷/۸	۱۰۰/۳

نوع گونه‌های دارویی کشت شده و پراکنش آن‌ها در استان کرمان

نتایج به دست آمده نشان داد که ۲۵ گونه دارویی متعلق به ۱۳ خانواده در استان کرمان کشت می‌گردد که هر گونه حداقل سطحی بیش از ۵۰۰ مترمربع را به خود اختصاص می‌دهد. بیش‌ترین سطح زیر کشت و برداشت گیاهان دارویی به ترتیب مربوط به گیاه شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra*) از خانواده نخود (*Fabaceae*) با ۲۹۰۰ هکتار (برداشت از عرصه‌های منابع طبیعی

استان کرمان)، گل محمدی (*Rosa damascena*) از خانواده گل سرخیان (*Rosaceae*) با ۲۵۰۰ هکتار، آنغوزه تلخ و شیرین (*Ferula assa foetida*) از خانواده چتریان (*Apiaceae*) با ۲۰۰۰ هکتار (برداشت از عرصه‌های منابع طبیعی استان کرمان)، زعفران (*Crocus Sativus*) از خانواده زنبق (*Iridaceae*) با ۲۹۰ هکتار و گیاه ترخون (*Artemisia dracunculus*) از خانواده کاسنی (*Asteraceae*) با ۷۰/۷ هکتار و کم‌ترین سطح زیر کشت متعلق به گونه‌های بادرنجویه (*Melissa officinalis*) از خانواده نعنائیان (*Lamiaceae*) با ۰/۲۵ هکتار و زوفا (*Hyssopus officinalis*) از خانواده نعنائیان (*Lamiaceae*) با ۰/۲۵ هکتار بود (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد گونه‌های دارویی مرتعی و کشت شده متعلق به شهرستان کرمان (راین، گلباف و شهداد) و کم‌ترین تعداد متعلق به شهرستان‌های رفسنجان و انار بود (جدول ۲، شکل‌های ۱-۶).

جدول ۲- پراکنش، سطح زیر کشت، عملکرد، شرایط تولید و دفعات برداشت گیاهان دارویی در استان کرمان

ردیف	نام علمی	خانواده	نام فارسی	نام محلی	پراکنش	سطح زیر کشت (هکتار)	عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار)	تولید کل (تن)	شرایط تولید	دفعات برداشت
۱	<i>Rosa damascena</i>	<i>Rosaceae</i>	گل محمدی	گل محمدی، گل	کرمان، بم، سیرجان، بافت	۲۵۰۰	۸۰۰-۱۰۰۰	۲۲۵۰	مزرعه	۱
۲	<i>Artemisia dracunculus</i>	<i>Asteraceae</i>	ترخون ایرانی	ترخون	کرمان، راور	۷۰/۷	۲۵۰۰-۱۵۰۰	۱۴/۷۴	مزرعه	۳-۴
۳	<i>Cuminum cyminum</i>	<i>Apiaceae</i>	زیره سبز	زیره	کرمان، بافت، کوهپنا، کرمان، بم	۹۰	۵۰۰-۸۰۰	۵/۷۰	مزرعه	۱
۴	<i>Crocus Sativus</i>	<i>Iridaceae</i>	زعفران	زعفران	سیرجان، بافت، شهرابک، انار، بردسیر، ریگان	۲۹۰	۴-۸	۱/۷۴	مزرعه	۱
۵	<i>Lawsonia inermis</i>	<i>Lythraceae</i>	حناء	حناء	کرمان، ریگان	۷/۵	۵۰۰-۶۰۰۰	۴۱/۲۵	مزرعه	۲
۶	<i>Carthamus Tinctorius</i>	<i>Asteraceae</i>	گلرنگ	گل خشت	کرمان، زرنده	۳۰	۱۰۰-۳۰۰	۶	مزرعه	۱
۷	<i>Mentha piperita</i>	<i>Lamiaceae</i>	نعناع فلفلی	نعناع	بردسیر، ارزوئیه	۱۶	۳۰۰-۳۵۰۰	۴۴	مزرعه	۳-۴
۸	<i>Indigofera tinctoria</i>	<i>Fabaceae</i>	وسمه	وسمه	کرمان، ریگان	۳	۵۰۰-۶۰۰۰	۱۶/۵	مزرعه	۲
۹	<i>Berberis vulgaris</i>	<i>berberidaceae</i>	زرشک	زرشک	سیرجان، زرنده	۲۹	۴۰۰-۵۰۰	۱۳/۰۵	مزرعه	۱
۱۰	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Lamiaceae</i>	روزماری	روزماری	کرمان، سیرجان	۱	۴۰۰	۰/۴	مزرعه	۱
۱۱	<i>Lavandula angustifolia</i>	<i>Lamiaceae</i>	اسطوخودوس	اسطوخودوس	کرمان، سیرجان	۱۱	۲۰۰	۲/۲	مزرعه	۱
۱۲	<i>Ziziphus jujuba</i>	<i>Rhamnaceae</i>	عناب	عناب	سیرجان	۰/۵	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۰/۸۷۵	مزرعه	۱

۱۳	<i>Linna citriodora</i>	Verbenaceae	به لیمو	به لیمو	بافت، اروزویه، کوهپنان	۶	۱۳۰۰-۱۰۰۰	۶/۹	مزرعه	۴-۳
۱۴	<i>Echium amoenum</i>	Boraginaceae	گل گاوزیان ایرانی	گل گاوزیان	سیرجان، بافت، زرنده، رابر،	۲۳	۵۰۰-۳۰۰	۹/۲	مزرعه	۱
۱۵	<i>Origanum vulgare</i>	Lamiaceae	مرزنجوش	مرزنجوش	کرمان، بردسیر، زرنده، اروزویه	۷	۴۰۰۰-۳۵۰۰	۲۶/۲۵	مزرعه	۲
۱۵	<i>Thymus vulgaris</i>	Lamiaceae	آویشن باغی	آویشن	کرمان، سیرجان،	۹	۲۰۰۰-۱۵۰۰	۱۵/۷۵	مزرعه	۲
۱۷	<i>Ferula asa foetida</i>	Apiaceae	آنگوزه شیرین و تلخ	آنگوزه، هنگو	رفسنجان، بردسیر، زرنده	۲۰۰۰	۳۰۰-۱۵۰	۴۵۰	رویشگاه	۱
۱۸	<i>Zataria multiflora</i>	Lamiaceae	آویشن شیرازی	آویشن،	بافت، بردسیر، ریگان	۱۶۳۰	۳۰۰	۴۸۹	رویشگاه	۱
۱۹	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Malvaceae	چای ترش	چای ترش	سیرجان	۰/۵	۶۰۰-۵۰۰	۰/۲۷۵	مزرعه	۱
۲۰	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	Fabaceae	شیرین بیان	شیرین بیان	کرمان، بم، بافت، بردسیر، اروزویه	۲۹۰۰	۲۰۰۰-۱۵۰۰	۵۰۷۵	رویشگاه	۱
۲۱	<i>Malva sylvestris</i>	Malvaceae	پنیرک	ختمی	کرمان	۳	۵۰۰-۳۰۰	۱/۲	مزرعه	۱
۲۲	<i>Rubia tinctorum</i>	Rubiaceae	روناس	روناس	کوهپنان	۸	۳۰۰۰	۲/۴	مزرعه	۱
۲۳	<i>Melissa officinalis</i>	Lamiaceae	بادرنجبویه	بادرنجبویه	کرمان	۰/۲۵	۳۰۰۰-۲۰۰۰	۰/۶۵	مزرعه	۲
۲۴	<i>Cynara scolymus</i>	Asteraceae	آرتیشو	آرتیشو	کرمان	۱	۴۵۰۰-۴۰۰۰	۴/۲۵	مزرعه	۱
۲۵	<i>Hyssopus officinalis</i>	Lamiaceae	زوفا	زوفا	کرمان	۰/۲۵	۵۰۰۰-۳۰۰۰	۱	مزرعه	۱



شکل ۲- مزرعه کشت به لیمو



شکل ۱- مزرعه کشت گاو زبان ایرانی



شکل ۴- مزرعه کشت ترخون



شکل ۳- مزرعه کشت گل محمدی



شکل ۶- عرصه‌های رویش آنغوزه



شکل ۵- مزرعه کشت زعفران

محدوده ارتفاعی، نحوه‌ی آبیاری، تاریخ کاشت و برداشت گیاهان کاشت شده

طبق نتایج مشخص گردید که محدوده ارتفاعی گونه‌های زراعی و مرتعی در استان کرمان بسیار متفاوت بوده و از سطح ۲۰۰ متر از سطح دریا مربوط به گونه حنا شروع و در ارتفاع بالای ۳۳۳۰ متر از سطح دریا مربوط به گونه گل محمدی خاتمه می‌یابد. در استان کرمان با توجه به اقلیم، کاشت گونه‌های زراعی در پاییز و اواخر زمستان و تعداد اندکی از گونه‌ها در بهار صورت می‌گیرد. حدود ۸۳ درصد از مزارع با روش جوی پشته و کرتی و ۱۷ درصد با روش تحت فشار آبیاری می‌شوند. برداشت گونه‌های دارویی با توجه به اقلیم از اردیبهشت تا آبان ماه اتفاق می‌افتد و نحوه برداشت به صورت غیر مکانیزه و توسط کارگر است (جدول ۳).

جدول ۳- محدوده ارتفاعی، نوع آبیاری، زمان کاشت، زمان و نحوه برداشت گیاهان دارویی در استان کرمان

ردیف	نام فارسی	محدوده ارتفاعی از سطح دریا (m)	آبیاری	زمان کاشت	زمان برداشت	نحوه برداشت
۱	گل محمدی	۱۷۰۰-۳۳۳۰	قطره ای-جوی پشته	پاییز	اردیبهشت-خرداد	ستی
۲	ترخون ایرانی	۱۵۰۰-۲۰۰۰	جوی پشته	اسفند	اردیبهشت-مهر	ستی
۳	زیره سبز	۱۷۵۰-۲۳۰۰	بارانی-دیم-کرتی	پاییز	خرداد	ستی
۴	زعفران	۸۵۰-۳۳۰۰	کرتی	تابستان	آبان-آذر	ستی
۵	حنا	۲۰۰-۸۰۰	کرتی	پاییز	اردیبهشت-آبان	ستی
۶	گلرنگ	۴۰۰-۲۵۰۰	جوی پشته	پاییز	اردیبهشت-تیر	ستی
۷	نعناع فلفلی	۱۱۰۰-۲۸۰۰	جوی پشته	پاییز	اردیبهشت-مهر	ستی
۸	وسمه	۴۰۰-۹۰۰	جوی پشته	فروردین	شهریور-آبان	ستی
۹	زرشک	۱۷۰۰-۲۶۰۰	جوی پشته	پاییز	مهر	ستی
۱۰	رزماری	۱۷۰۰-۲۴۰۰	جوی پشته	اسفند	تابستان	ستی
۱۱	اسطوخودوس	۱۷۰۰-۲۴۰۰	جوی پشته	اسفند	تابستان	ستی
۱۲	عناب	۱۷۰۰-۲۰۰۰	جوی پشته	پاییز	مرداد-شهریور	ستی

۱۳	به لیمو	۱۰۰۰-۲۰۰۰	جوی پشته	فروردین	اردیبهشت-مهر	سنتی
۱۴	گل گاوزبان	۱۷۰۰-۲۸۰۰	جوی پشته	اسفند	اردیبهشت-تیر	سنتی
۱۵	مرزنجوش	۱۰۰۰-۲۲۰۰	جوی پشته	اسفند	اردیبهشت-آبان	سنتی
۱۵	آویشن باغی	۱۷۰۰-۲۵۰۰	جوی پشته	اسفند	اردیبهشت-آبان	سنتی
۱۷	آنگوزه شیرین و تلخ	۱۸۰۰-۳۴۰۰	دیم	پاییز	تیر-شهریور	سنتی
۱۸	آویشن شیرازی	۲۰۰۰-۲۴۰۰	دیم	فروردین	اردیبهشت	سنتی
۱۹	چای ترش	۴۰۰-۲۰۰۰	جوی پشته	اردیبهشت	پاییز	سنتی
۲۰	شیرین بیان	۸۲۰-۲۸۰۰	دیم	پاییز	پاییز سال سوم	سنتی
۲۱	پنیرک	۱۷۰۰-۲۰۰۰	جوی پشته	اسفند	فروردین-خرداد	سنتی
۲۲	روناس	۱۸۰۰-۱۹۰۰	جوی پشته	فروردین	پاییز سال سوم	سنتی
۲۳	بادرنجبویه	۱۷۵۰-۲۲۰۰	جوی پشته	فروردین	خرداد-آبان	سنتی
۲۴	آرتیشو	۱۵۰۰-۱۷۵۰	جوی پشته	اسفند	خرداد	سنتی
۲۵	زوفا	۱۷۰۰-۲۰۰۰	جوی پشته	اسفند	اوایل بهار-پاییز	سنتی

محل فروش، خریداران و نحوه‌ی عرضه به بازار گیاهان دارویی در استان کرمان

بر اساس اطلاعات به دست آمده محل فروش گونه‌های دارویی در استان کرمان، در محل مزرعه، داخل استان و خارج از استان و تعدادی از گونه‌ها به خارج از کشور صادر می‌شوند. خریداران محصولات دارویی در این استان با توجه به نوع محصول و مقدار تولید متفاوت می‌باشند. مثلاً گل محمدی، بیش‌تر توسط کارخانه‌جات تولید عرق و گلاب خریداری می‌شود. شیرین بیان توسط کارخانه موجود در منطقه دریافت و به محصول نهایی تبدیل می‌شود. آنگوزه تلخ و شیرین به‌طور کامل از استان خارج و صادر می‌گردد. حنا و زعفران با توجه به مقدار تولید در استان و خارج از استان مصرف‌کننده دارد (جدول ۴). طبق نتایج بدست آمده از این تحقیق مشخص گردید بیش‌تر گیاهان دارویی تولیدی از استان کرمان به صورت فله به بازار روانه می‌شوند و فقط تعداد محدودی فرآوری و برند می‌شوند. محصولات فرآوری شده بیشتر مربوط به گل محمدی، شیرین بیان، و عرقیات نعناع و اسطوخودوس می‌باشد (جدول ۴).

جدول ۴- محل فروش، خریدارن و نوع عرضه به بازار گیاهان داروئی تولید شده در استان کرمان

ردیف	نام فارسی	محدوده ارتفاعی از سطح دریا (m)	آبیاری	زمان کاشت	زمان برداشت	نحوه برداشت
۱	گل محمدی	۱۷۰۰-۳۳۳۰	قطره ای-جوی پشته	پاییز	اردیبهشت-خرداد	ستی
۲	ترخون ایرانی	۱۵۰۰-۲۰۰۰	جوی پشته	اسفند	اردیبهشت-مهر	ستی
۳	زیره سبز	۱۷۵۰-۲۳۰۰	بارانی-دیم-کرتی	پاییز	خرداد	ستی
۴	زعفران	۸۵۰-۳۳۰۰	کرتی	تابستان	آبان-آذر	ستی
۵	حنا	۲۰۰-۸۰۰	کرتی	پاییز	اردیبهشت-آبان	ستی
۶	گلرنگ	۴۰۰-۲۵۰۰	جوی پشته	پاییز	اردیبهشت-تیر	ستی
۷	نمناع فلنلی	۱۱۰۰-۲۸۰۰	جوی پشته	پاییز	اردیبهشت-مهر	ستی
۸	وسمه	۴۰۰-۹۰۰	جوی پشته	فروردین	شهریور-آبان	ستی
۹	زرشک	۱۷۰۰-۲۶۰۰	جوی پشته	پاییز	مهر	ستی
۱۰	رزماری	۱۷۰۰-۲۴۰۰	جوی پشته	اسفند	تابستان	ستی
۱۱	اسطوخودوس	۱۷۰۰-۲۴۰۰	جوی پشته	اسفند	تابستان	ستی
۱۲	عناّب	۱۷۰۰-۲۰۰۰	جوی پشته	پاییز	مرداد-شهریور	ستی
۱۳	به لیمو	۱۰۰۰-۲۰۰۰	جوی پشته	فروردین	اردیبهشت-مهر	ستی
۱۴	گل گاوزبان	۱۷۰۰-۲۸۰۰	جوی پشته	اسفند	اردیبهشت-تیر	ستی
۱۵	مرزنجوش	۱۰۰۰-۲۲۰۰	جوی پشته	اسفند	اردیبهشت-آبان	ستی
۱۵	آویشن باغی	۱۷۰۰-۲۵۰۰	جوی پشته	اسفند	اردیبهشت-آبان	ستی
۱۷	آمنوز شیرین و تلخ	۱۸۰۰-۳۴۰۰	دیم	پاییز	تیر-شهریور	ستی
۱۸	آویشن شیرازی	۲۰۰۰-۲۴۰۰	دیم	فروردین	اردیبهشت	ستی
۱۹	جای ترش	۴۰۰-۲۰۰۰	جوی پشته	اردیبهشت	پاییز	ستی
۲۰	شیرین بیان	۸۲۰-۲۸۰۰	دیم	پاییز	پاییز سال سوم	ستی
۲۱	پنیرک	۱۷۰۰-۲۰۰۰	جوی پشته	اسفند	فروردین-خرداد	ستی
۲۲	روناس	۱۸۰۰-۱۹۰۰	جوی پشته	فروردین	پاییز سال سوم	ستی
۲۳	بادرنجبویه	۱۷۵۰-۲۲۰۰	جوی پشته	فروردین	خرداد-آبان	ستی
۲۴	آریشو	۱۵۰۰-۱۷۵۰	جوی پشته	اسفند	خرداد	ستی
۲۵	زوفا	۱۷۰۰-۲۰۰۰	جوی پشته	اسفند	اوایل بهار-پاییز	ستی

صادرات، کشورهای وارد کننده و ارزش ریالی و ارزی گیاهان دارویی استان کرمان

طبق اطلاعات دریافتی از گمرک شهرستان کرمان، مشخص گردید که ۱۹ گیاه دارویی شامل آنغوزه تلخ (شیرابه)، آنغوزه شیرین (شیرابه)، گل محمدی (به صورت محصولاتی مانند گل و غنچه خشک، اسانس، گلاب و خشت گل محمدی)، شیرین بیان (به صورت محصولاتی مانند پودر، گرانول و بلوک)، زرشک، زعفران، عناب، ترخون و سبزیجات، گل گلرنگ، حنا، تخم شربتی (به صورت شربت)، عرقیات (مانند نعنای، بهار نارنج، اسطوخودوس) سنجد، تخم کدو، تخم جعفری، تخم خرفه، و کتیرا بیشترین صادرات از استان کرمان را به خود اختصاص داده‌اند (جدول‌های ۵، ۶ و ۷). ۲۵ کشورهای ویتنام، هنگ کنگ، هند، مالزی، لبنان، کانادا، قزاقستان، فرانسه، فدراسیون روسیه، عمان، عراق، سوئیس، ژاپن، جمهوری چک، ترکیه، تایوان، تایلند، پاکستان، آلمان، انگلیس، امارات متحده عربی، افغانستان، استرالیا، اتریش طرف معامله با استان کرمان جهت وارد کردن گیاهان دارویی می‌باشند (جدول ۵، ۶ و ۷). محصولات دارویی تولیدی در استان کرمان در طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۸ به مقدار ۷۰۲۶۸۷ کیلوگرم و به ارزش ۶۱۵۲۷۲۰ دلار، در طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۹ مقدار ۳۵۳۲۵۸ کیلوگرم به ارزش ۱۱۰۴۹۵۲۰ دلار و در طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۰ مقدار ۱۶۴۱۴۸ کیلوگرم و به ارزش ۳۹۹۲۷۸ دلار به کشورهای مختلف جهان صادر گردیده است (جدول ۵، ۶ و ۷).

جدول ۵- نوع محصول، ارزش ریالی و ارزی و کشورهای طرف معامله گیاهان دارویی با استان کرمان (۹۷-۹۸)

نام کالا	وزن خالص (kg)	ارزش ریالی کالا (ریال)	ارزش ارزی کالاها (\$)	کشور طرف معامله
آنغوزه شیرین	۸۰۰۸۶	۸۳۸۰۰۰۰۰۰۰	۱۹۹۷۹۴۹	هند، ویتنام، افغانستان
گلاب	۱۳۵۰۹۲	۱۸۵۰۰۰۰۰۰۰	۴۸۴۳۹۹/۹	فدراسیون روسیه، فرانسه، کانادا، مالزی، هنگ کنگ و انگلستان
روغن گل محمدی	۷۹	۲۷۵۰۰۰۰۰۰۰	۶۵۵۸۰۸/۱	تایوان، آلمان، کانادا، روسیه
گل محمدی غنچه خشک	۴۳۱۱۷	۳۶۵۰۰۰۰۰۰۰	۸۸۷۰۰۷/۵	انگلستان، آلمان، کانادا، ویتنام، تایوان، هنگ کنگ، اتریش
زرشک	۶۳۲۳۹	۲۱۴۰۰۰۰۰۰۰	۵۷۳۱۲۷/۴	کانادا، استرالیا، امارات، آلمان، پاکستان، ترکیه، سوئیس، فرانسه، لبنان
عرق نعنا و بهار نارنج	۵۹۹۴	۵۷۶۰۰۰۰۰۰	۱۳۸۵۹/۹۶	ترکیه، اتریش، پاکستان، هنگ کنگ
پودر، بلوک و گرانول	۱۳۶۷۱۸	۱۷۷۰۰۰۰۰۰۰	۵۳۲۱۲۱/۸	آلمان، هلند
کتیرا	۱۵۰	۸۶۳۱۰۰۰۰	۲۰۵۵	اردن
زعفران	۱۴	۸۱۹۰۰۰۰۰۰	۲۴۰۲۰	لبنان، استرالیا
حنا	۲۰۲۶۴	۱۴۹۰۰۰۰۰۰۰	۳۶۳۲۵/۰۵	فرانسه، امارات
ترخون خشک	۳۵۷۴۹	۱۱۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۸۷۵۹۰/۵	فرانسه، کانادا، آلمان
عرق اسطوخودوس	۱۲۰	۱۲۱۶۸۸۴۰	۲۷۶	کانادا
سنجد	۱۳۷۳	۱۳۲۰۰۰۰۰۰۰	۳۱۳۲/۶۹۶	ترکیه، کانادا، آلمان
تخم خرفه	۴۵۲۰	۴۵۶۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۸۴۸	اردن
تخم جعفری	۳۰۰۰	۱۵۷۰۰۰۰۰۰۰	۳۷۲۹۲/۵	امارات متحده عربی
تخم کدو	۷۸۳۰۶	۱۰۷۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۸۰۷۸۸/۹	آلمان، پاکستان

عراق، پاکستان	۲۶۵۳۸۳/۸	۱۰۶۰۰۰۰۰۰۰	۷۴۹۵۸	شربت دانه ریحان
قزاقستان	۲۴۰۰۰	۷۷۸۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰	گل گلرنگ
کانادا	۳۹۱۴	۱۷۳۰۰۰۰۰۰	۴۹۸	عناب

اداره گمرک استان کرمان

جدول ۶- نوع محصول، ارزش ریالی و ارزی و کشورهای طرف معامله گیاهان داروئی با استان کرمان (۹۸-۹۹)

نام کالا	وزن خالص (kg)	ارزش کالا (ریال)	ارزش کالاها (\$) (\$)	کشور طرف معامله
غنچه و گل خشک گل محمدی	۳۳۰۸۵	۴۶۴۱۹۷۹۲۹۲	۲۱۴۲۷۵	انگلیس، فرانسه، ترکیه،
سماق	۱۹۸	۴۶۶۴۳۴۵۴	۱۹۸	فرانسه
آویشن شیرازی	۱۷۲۸	۳۶۱۶۹۸۰۴۸	۱۷۲۸	عمان
دمنوش (بابونه،)	۶۲۴۰	۱۶۶۳۱۸۲۳۵۶	۶۵۲۳	بحرین
تخم کنان	۳۰۰	۵۵۴۳۵۶۰۰	۴۰۰	عمان
ترخون	۲۹۶۸۸	۲۵۴۲۴۷۸۵۹۳	۱۱۰۸۳	فرانسه، هنگ کنگ
جعفری خشک	۵۰۰	۱۷۰۶۷۷۶۵۰	۶۵۰	عمان
ریحان خشک	۵۰۰	۱۷۰۶۷۷۶۵۰	۶۵۰	عمان
نعنا خشک	۳۲۵۰	۲۰۶۵۱۹۹۵۶۵	۷۸۶۵	عمان
سبزی خشک	۹۹۲	۳۱۳۱۳۶۴۸۴	۱۵۶۷	آلمان
انجیر خشک	۷۱۵۱۸	۶۲۳۷۳۳۸۰۲۶۴	۲۵۰۸۱۱	فرانسه، کویت، پاکستان، استرالیا، سوئیس، چین، عمان،
زرشک	۱۰	۱۰۷۳۶۱۰	۵	امارات متحده عربی، کانادا، لهستان، سوئد، کویت،
عناب	۳۲۵۸۸	۲۶۱۰۴۰۵۶۸۰	۱۶۲۹۳	هند
توت	۲۵۱	۳۹۸۴۷۴۰۵	۱۵۱	سوئیس
زیره سبز	۱۷۲۳۶۰	۱۲۸۶۴۲۵۲۹۷۴۰	۵۲۹۷۲۰	امارات متحده عربی، هند، ژاپن
زعفران	۵۰	۹۶۷۹۷۴۲۶۳۸	۶۳۰۳۳	جمهوری چک، آلمان، کویت

اداره گمرک استان کرمان

جدول ۷- نوع محصول، ارزش ریالی و ارزی و کشورهای طرف معامله گیاهان داروئی با استان کرمان (۱۴۰۰)

نام کالا	وزن خالص (kg)	ارزش کالا (ریال)	ارزش کالاها (\$) (\$)	کشور طرف معامله
شاخه گل رز	۳۲۲	۴۰۱۷۳۸۷۴۰	۱۸۸۵	امارات متحده عربی، تایوان
غنچه گل محمدی	۹۶۹۸	۱۲۷۰۹۵۳۷۶۴۰	۵۷۲۵۵	آلمان، تایوان
انجیر خشک	۲۳۸۹۴	۱۶۹۶۱۲۶۵۰۳۰	۷۳۴۵۲	آلمان، ازبکستان، پاکستان، سوئیس، مالزی
زرشک	۳۱۲۰۱	۱۸۲۹۵۱۰۴۸۵۶	۷۸۲۱۸	آلمان، کانادا، لبنان، بلژیک، امارات، عراق
دمنوش زعفران	۳۰	۱۳۸۸۱۳۲۰	۶۰	عمان
زعفران	۳۶	۴۶۸۳۷۲۹۰۹۰	۲۰۰۵۸	فرانسه، روسیه
آنگوزه تلخ شیرابه	۱۰۱۹	۳۰۳۳۳۷۴۶۲۴	۱۲۹۴۴	هلند
آنگوزه شیرین	۴۰۸۱	۱۶۲۵۷۲۸۵۰۵۸	۶۹۳۷۳	هلند
حنا	۴۷۵۲	۸۸۷۸۳۳۲۶۷	۳۸۰۲	فرانسه
لیموناد	۲۱۶۰	۲۷۷۷۶۶۴۰۰	۱۲۰۰	کویت
نوشابه تخم شربتی	۱۳۴۰۴	۷۴۲۰۳۳۲۲۰	۳۲۱۷	پاکستان، افغانستان، روسیه، کانادا
انواع عرقیات	۱۵۰۰	۳۱۰۵۶۲۱۰۰	۱۳۵۰	قطر
روغن گل	۶	۵۰۰۳۷۴۸۰۷۹	۲۲۱۲۱	آلمان، فرانسه، اتریش
گلاب	۵۷۲۱۹	۸۴۹۲۷۹۸۳۰۲/۱۰	۳۶۵۹۱	اتریش، آلمان، روسیه، انگلیس، قطر
ترخون	۱۴۳۲۶	۳۸۷۶۶۴۵۸۰۴/۶۸	۱۶۶۷۲	فرانسه

انجیر خشک	۳۰۰	۲۱۰۰۱۵۹۰۰	۹۰۰	سوئد
زرشک	۲۰۰	۴۱۰۳۵۳۲۰	۱۸۰	هلند

اداره گمرک استان کرمان

توصیه ترویجی

کاشت گیاهان دارویی به دلیل نیاز آبی کم در شرایط خشکسالی و قابلیت تولید در زمین‌های کم بازده می‌تواند در افزایش بهره‌وری از منابع آب و خاک موثر واقع گردد (۱۱). بر این اساس در شرایط فعلی کشور، تغییر الگوی کشت محصولات زراعی آب‌بر به سمت گیاهان دارویی و در نتیجه حفظ منابع پایه محیطی و ارزش افزوده بالاتر، از اهمیت بالایی برخوردار است (۴). یکی از مشکلات بخش کشاورزی و به‌خصوص گیاهان دارویی وجود نداشتن اطلاعات کافی در زمینه‌هایی نظیر سطح زیر کشت، میزان تولید، میزان مصرف داخلی و صادرات این گیاهان می‌باشد. ایجاد یک بانک اطلاعاتی به روز و صحیح از اطلاعات موجود در زمینه گیاهان دارویی منجر به برنامه ریزی مناسب مدیران در استان کرمان خواهد شد. نتایج این مطالعه نشان داد که:

۱- تعداد بهره‌برداران بخش گیاهان دارویی حدود ۱۹۲۹ نفر بوده که بالای ۹۵٪ مرد و مابقی زن هستند و در حال حاضر

حدود ۹۶۳۷/۰۷ هکتار از اراضی کشاورزی و مرتعی استان کرمان به کشت گیاهان دارویی اختصاص دارد.

۲- تولید محصول از مجموع مزارع کشاورزی و مراتعی که از آن محصولات دارویی برداشت می‌شود حدود ۸۲۷۰/۲۹ تن می‌باشد.

۳- در استان کرمان بالغ بر ۴۰۰ گونه دارویی شناسایی شده است که ۲۵ گونه از آن‌ها کشت و کار می‌گردند. سطح زیر کاشت ۲۲ گونه زراعی در استان کرمان به غیر از جنوب استان حدود ۳۱۰۷/۰۷ هکتار و گونه‌های برداشت شده از طبیعت ۶۵۳۰ هکتار می‌باشد. گیاهان زراعی به صورت آبی و گیاهان برداشت شده از عرصه‌های طبیعی به صورت دیم کشت شده‌اند.

۴- استان کرمان بزرگ‌ترین استان کشور بوده و کشت گونه‌های دارویی در پایین‌ترین ارتفاع در منطقه شهداد با ۲۰۰ متر از سطح دریا با کشت گونه حنا، تا بالاترین ارتفاع در منطقه هرازان شهرستان بردسیر با ۳۳۰۰ متر از سطح دریا با کشت گل محمدی انجام می‌شود.

۵- فروش محصولات اغلب به صورت فله‌ای و خام در داخل و خارج استان و بسیاری از محصولات با توجه به میزان تولید در داخل استان به فروش می‌رسند.

جایگاه گیاهان دارویی در توسعه اقتصادی، به حدی است که کشت و احیای آن‌ها جهت افزایش صادرات غیرنفتی، به عنوان یکی از شاخه‌های اصلی توسعه اقتصاد ملی در ایران مد نظر است (۷). جایگزین شدن مواد شیمیایی با ترکیبات طبیعی توسط سازمان بهداشت جهانی تایید و تاکید شده است به‌همین دلیل کشورهای مختلف از جمله ایران جهت کشت و تولید انبوه گیاهان دارویی به جهت استفاده در سطوح صنعتی، صنایع دارویی، بهداشتی و غذایی سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی کرده‌اند (۱۱). استان پهناور کرمان شرایط بسیار مطلوبی نسبت به بسیاری از استان‌های دیگر ایران برای رشد انواع گیاهان به ویژه گیاهان دارویی دارد. این استان با دارا بودن آب و هوای چهار فصل می‌تواند در تولید و صادرات گیاهان دارویی پیشتاز باشد. نتایجی که در زمینه صادرات گیاهان دارویی استان کرمان به دست آمد بدین شرح است که:

- ۱- ۱۹ گیاه دارویی بیشترین صادرات از استان کرمان را به خود اختصاص داد.
 - ۲- در استان کرمان به دلیل نبود امکانات کافی برای بسته بندی و فناوری های مناسب برای فرآوری گیاهان دارویی، صادرات محصولات عمدتاً به صورت فله ای و خام بوده که منجر به کاهش ارزش افزوده این گیاهان شده است و این در حالی است که کشورهای توسعه یافته با نهایی کردن محصول در بسته بندی های مناسب، آن ها را با قیمت های گزاف به بازارهای بین المللی صادر کرده و درآمدهای قابل توجهی کسب می کنند.
 - ۳- بیست و پنج کشور طرف معامله با استان کرمان بوده و در طی سال های ۱۳۹۸-۱۴۰۰ بالغ بر ۱۲۲۱ تن از محصولات دارویی تولیدی در استان کرمان به ارزش تقریبی ۱۷۶۰۱۵۱۸ دلار به کشورهای مختلف جهان صادر گردیده است که عمده ترین اقلام شامل گل محمدی، آنغوزه و شیرین بیان بوده است.
- علی رغم فعالیت های پژوهشی بسیار در زمینه گیاهان دارویی در کشور، هنوز برای بسیاری از گیاهان دارویی دستورالعمل علمی و فنی جهت کاشت، داشت، انبارداری، فرآوری، بسته بندی و هزینه سنجی ارائه نشده است به همین دلیل محصولات گیاهان دارویی به لحاظ کیفیت، علی رغم هزینه های گزاف تولید، متقاضی کافی نداشته و با کشورهای پیشرو در این زمینه از قدرت رقابت چندانی برخوردار نخواهد بود. اطلاعات موجود در این تحقیق با ارائه اطلاعاتی در زمینه وضعیت تولید، برداشت و تجارت گیاهان دارویی و محصولات فرعی در استان کرمان، امکان مدیریت تولید و بهره برداری از گیاهان دارویی را ممکن ساخته و با تکمیل بانک جامع گیاهان دارویی، ارائه راه کارها و امکان دسترسی آسان به اطلاعات، در جلوگیری از هزینه های مختلف گام موثری برداشته است.

فهرست منابع

- ۱- امیدبگی، ر. (۱۳۷۶). رهیافت های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات طراحان نشر، تهران. ۴۲۴ صفحه.
- ۲- آملی، س.، ناصری، ا.، رحمانی، غ. ح و کالیراد، ع. (۱۳۸۳). گیاهان دارویی استان کرمان. مجله گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۰ (۴)، ۵۳۲-۴۸۷.
- ۳- جعفر زاده، ل.، امیدبگی، ح و بستانی، ع. (۱۳۹۱). بررسی تنش خشکی و کود زیستی نیتروژنه بر برخی ویژگی های بیوشیمیایی گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.). پژوهش های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). ۲۷ (۲)، ۱۹۳-۱۸۰.
- ۴- رضوانی مقدم، پ. (۱۳۹۵). زراعت کم آب در گیاهان دارویی، زراعت کم آب در ایران راهبردها و کاربردها. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۶۰۰ صفحه.
- ۵- عصاره، م. ح و سید اخلاقی، س. ج. (۱۳۸۸). توسعه تحقیقات منابع طبیعی ایران، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. شماره انتشار، ذ ۴۰۸. تعداد صفحات، ۳۷۹.
- ۶- فتحی، ر. (۱۳۹۹). بررسی راهبرد جایگزینی واردات در بخش کشاورزی آرژانتین. بررسی های بازرگانی. ۱۹ (۱۱۱)، ۸۴-۶۹.
- ۷- کشفی بناب، ع. (۱۳۸۹). مزیت نسبی اقتصادی کشت و تجارت گیاهان دارویی در ایران و ارزش آن در بازارهای جهانی. بررسی های بازرگانی. ۴۴، ۶۷-۷۸.
8. Joshi, K., Chavan, P., Warude, D and Patwardhan, B. (2004). Molecular markers in herbal drug technology. Current science. 159-165.
9. Khalid, K. A., Darwesh, O. M and Ahmed, A. M. (2021). Peel essential oils of citrus types and their antimicrobial activities in response to various growth locations. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 24(3), 480-499. DOI: 10.1080/0972060X.2021.1941278.

10. Oreopoulou, A., Tsimogiannis, D and Oreopoulou, V. (2019). Extraction of polyphenols from aromatic and medicinal plants: an overview of the methods and the effect of extraction parameters. Polyphenols in plants. 243-259. DOI: 10.1016/B978-0-12-813768-0.00025-6
11. Rasam, G. H., Dadkhah, A and Khoshnod-yazdy, A. (2014). Assessing the impact of water shortages on morphological and physiological characteristics of medicinal plants hyssop. Journal of Agriculture and food chemistry. 10(1), 12-22.

معرفی گندم دوروم ماهان (متحمل به تنش خشکی آخر فصل) جهت کاشت در مناطق گرم و کم آب شهرستان ارزوئیه

محمدعلی جواهری^{۱*}، حمید نجفی نژاد^۲ و سید ذبیح الله راوری^۳



۱ و ۲: دانشیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
۳: استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
*Email: javaheri310@yahoo.com

چکیده

کاشت گندم دوروم در دشت ارزوئیه استان کرمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ارقام رایج در منطقه ارقام قدیمی یاواروس و شبرنگ هستند. بنابراین ضروری است ارقام و لاین‌های امیدبخش جدید مقاوم به خشکی با پتانسیل عملکرد مطلوب به کشاورزان معرفی گردند. لذا تحقیق حاضر به منظور بررسی عملکرد لاین‌های امیدبخش گندم دوروم DW-96-16 و DW-96-19 با ارقام شاهد شبرنگ و یاواروس، در دو مزرعه و در شرایط زارعین شهرستان ارزوئیه (منطقه گرم استان کرمان) در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ انجام پذیرفت. تیمارها هرکدام در کرت‌هایی به مساحت ۳۰۰۰ مترمربع در مزارع زارعین کشت شدند. یادداشت‌برداری‌های لازم شامل ارتفاع بوته و تاریخ رسیدن فیزیولوژیک در مرحله مناسب صورت پذیرفت. مقایسه میانگین عملکرد ارقام در دو مزرعه نشان داد دو لاین DW-96-16 و DW-96-19 نسبت به شاهد یاواروس زودرس‌تر می‌باشند. هم‌چنین این لاین‌ها به ترتیب با متوسط عملکرد ۷۰۷۱ و ۷۰۸۲/۵ کیلوگرم در هکتار از برتری نسبی نسبت به رقم شبرنگ با عملکرد ۷۰۱۶ کیلوگرم در هکتار برخوردار بوده‌اند. از طرفی برتری زیادی نسبت به رقم یاواروس با متوسط عملکرد ۶۵۵۸ کیلوگرم در هکتار نیز داشتند. درنهایت به دلیل پایداری عملکردی که لاین DW-96-19 در مناطق مختلف کشور داشت به نام رقم ماهان نام‌گذاری و معرفی گردید. رقم جدید دوروم ماهان دارای پتانسیل عملکرد بالا در شرایط تنش خشکی آخر فصل، کارایی مصرف آب بیشتر، زودرسی و مقاومت قابل قبول به بیماری‌های زنگ زرد و زنگ قهوه‌ای است. در مجموع این رقم برتر از ارقام مرسوم منطقه بوده و توصیه می‌گردد در شهرستان ارزوئیه استان کرمان (خصوصاً پهنه‌هایی که با کمبود آب مواجه می‌باشند) جایگزین ارقام رایج گردد. بنابراین با توجه به نتایج تحقیق حاضر و مطالعات در استان‌های دیگر و پایداری عملکرد، پیشنهاد می‌گردد رقم دوروم ماهان در برنامه تولید بذر مادری در استان قرار گیرد. جایگزینی رقم ماهان با ارقام مرسوم باعث افزایش درآمد کشاورزان شده و در شرایط سخت اقتصادی فعلی آثار اجتماعی مثبتی به همراه خواهد داشت.

واژه های کلیدی: گندم دوروم، عملکرد دانه، مناطق گرم

بیان مسئله

گندم غله‌ای است که بالاترین سطح زیر کشت را در جهان در اختیار دارد. مهم‌ترین گونه‌های زراعی گندم عبارتند از گندم نان (*Triticum aestivum*) و گندم دوروم (*T. turgidum var durum*). گندم‌های گونه دوروم که از لحاظ تیپ رشد بهاره و پاییزه هستند تنها در حدود ۸٪ از کل اراضی زیر کشت گندم را در جهان شامل می‌شوند و در مناطقی که شرایط برای تولید گندم نان مناسب نیست از محصولات مهم زراعی محسوب می‌شوند (۶ و ۷). گندم عمده‌ترین غله جهان است که در حدود ۳۱٪ کل مصرف غله در جهان را به خود اختصاص داده است (۱). با توجه به اهمیت و جایگاه گندم در کشور و بهره‌وری بیش‌تر از قابلیت‌های زراعی و محیطی موجود، لزوم استفاده ارقام اصلاح‌شده و پر محصول باکیفیت بهتر که بتوانند جایگزین ارقام فعلی گردند و از قابلیت‌های بالقوه موجود حداکثر استفاده را به عمل آورند، ضروری است. از سوی دیگر با توجه به راهبردی بودن گندم به‌عنوان غذای پایه کشور و لزوم تداوم خودکفایی در تولید این گیاه، افزایش روزافزون نیاز به تولید بیش‌تر این محصول، اهمیت افزایش تنوع در ارقام موجود در کشور که در نهایت سبب بالا بردن توان تولید کشاورزان می‌شود، اهمیت جایگزینی ارقام موجود (به دلیل شکسته شدن تحمل در مقابل امراض) و دست‌یابی به ارقام پرمحصول‌تر و تطبیق هر چه بیش‌تر یافته‌های تحقیقاتی با شرایط زارعی شایان توجه است (۴).

با توجه به نیاز صنایع ماکارونی کشور به حدود ۶۰۰ هزار تن دانه گندم دوروم جهت تولید محصولات ماکارونی برای مصارف داخل کشور، کشت گندم دوروم می‌تواند از خروج میزان قابل‌توجهی از ارز کشور برای واردات سمولینا جلوگیری نماید. از طرفی با توجه به خصوصیات موجود در ارقام گندم دوروم از قبیل تحمل به خشکی، تحمل به گرما، مقاومت به بیماری‌ها به‌ویژه بیماری‌های زنگ و سیاهک‌ها، توانایی تحمل شرایط نامساعد خاک، داشتن میزان پروتئین بالا در دانه (حدود ۱۴٪) و با در نظر گرفتن رشد جمعیت و نیاز روزافزون صنایع غذایی و تبدیلی (ماکارونی سازی، تولید نشاسته، بیسکویت) به گندم دوروم، لزوم دسترسی به ارقام و لاین‌های گندم دارای صفات مطلوب حائز اهمیت است (۲ و ۵). لاین‌های امیدبخش گندم دوروم که از آزمایشات مقایسه عملکرد لاین‌های پیشرفته گندم دوروم اقلیم گرم و خشک جنوب کشور انتخاب شده بودند، در چند منطقه مورد مطالعه قرار گرفتند. در همین راستاست که آزمایشات مقایسه عملکرد وسیعی به‌مورد اجرا گذاشته می‌شوند تا تفاوت بین لاین‌ها و ارقام مشخص و پتانسیل عملکرد آن‌ها معلوم گردد (۳ و ۴). در راستای ادامه پروژه‌های فوق لاین‌های برتر جهت بررسی بیشتر در منطقه ارزویه از مناطق گرم استان کرمان مورد ارزیابی قرار گرفتند.

شهرستان ارزویه در فاصله یک صد کیلومتری جنوب غربی شهرستان بافت واقع شده و از مناطق گرم استان کرمان است. میانگین درجه حرارت حداکثر سالانه آن ۳۱/۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین درجه حرارت حداقل سالانه آن ۱۵/۴۹ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه آن ۱۶۰ میلی‌متر می‌باشد. درجه حرارت حداقل مطلق آن نیز ۱۱/۴- درجه سانتی‌گراد است. این شهرستان به‌عنوان قطب تولید گندم در استان کرمان شناخته می‌شود. گندم یکی از عمده‌ترین محصولات زراعی منطقه می‌باشد که در تأمین خوراک مردم و اقتصاد منطقه نقش به‌سزایی دارد. سطح زیر کشت گندم در این شهرستان ۱۸۰۰۰ هکتار و متوسط عملکرد پنج تن در هکتار است. کاشت گندم مهم‌ترین منبع درآمد کشاورزان است. معرفی ارقام برتر و زودرس و مناسب کاشت در مناطق کم آب استان کرمان که بتوانند جایگزین ارقام قدیمی و رایج منطقه گردند و از قابلیت‌های بالقوه موجود حداکثر استفاده را به عمل آورند و کارایی مصرف آب بیش‌تری داشته باشند از اهداف اصلی این تحقیق می‌باشد.

لذا منطقه ارزویه به‌عنوان یکی از مناطق جهت بررسی لاین‌های جدید از طرف موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در نظر گرفته شد. به‌منظور بررسی عملکرد لاین‌های امیدبخش DW- 96- 16 و DW- 96- 19 با ارقام شاهد شبرنگ و

یاواروس در شرایط زارعین شهرستان ارزوئیه (منطقه گرم استان کرمان)، هرکدام از ارقام و لاین‌های مذکور در کرت‌هایی به مساحت ۳۰۰۰ مترمربع در دو مزرعه از مزارع الگویی شهرستان ارزوئیه در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ کشت گردیدند. در این بررسی نمونه مرکبی از خاک مزرعه محل اجرای طرح از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر تهیه و جهت تعیین عناصر غذایی خاک به آزمایشگاه ارسال گردید. پس از تعیین عناصر غذایی خاک اعم از عناصر اصلی و ریزمغذی‌ها توصیه کودی مطابق نظر کارشناسان ذیربط انجام شد. سپس تهیه زمین شامل شخم، دیسک، لولر طبق معمول انجام گردید. کودهای پایه اعم از فسفات، پتاس، ریزمغذی‌ها و یک‌سوم کود ازته زمان تهیه زمین به زمین آزمایشی اضافه شدند. مابقی کود ازته زمان ساقه رفتن و زمان ظهور خوشه مصرف گردید (جدول ۱). میزان بذر بر اساس ۴۵۰ دانه در مترمربع با توجه به وزن هزار دانه محاسبه شد. زمان کاشت در ۲۸ آبان ماه و کاشت با ردیف‌کار غلات انجام گردید. تمام مراقبت‌های زراعی از طرح و شاهد در منطقه شامل مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ، آفات و بیماری‌ها، دادن کود سرک، آبیاری در زمان مناسب صورت گرفت. در طول فصل رشد یادداشت‌برداری‌های ضروری از جمله تاریخ کاشت، جوانه‌زنی، پنجه‌دهی، ساقه و سنبله رفتن، زمان رسیدگی و ارتفاع بوته به عمل آمد. قبل از برداشت در هرکدام از قطعات ۲ الی ۳ کوادرات یک مترمربعی انداخته شد و در هر کوادرات ده بوته به‌طور تصادفی انتخاب گردید و ارتفاع بوته اندازه‌گیری گردید. درنهایت پس از رسیدن، مزارع شاهد و طرح جداگانه برداشت و توزین شدند و پس از محاسبه عملکرد بر مبنای تن در هکتار عملکرد لاین‌ها و شاهد باهم مقایسه گردیدند.

معرفی دستاورد

نتایج حاصل از مزرعه اول نشان داد که لاین‌های DW-96-16 و DW-96-19 به ترتیب با عملکرد ۷۱۶۰ و ۷۱۸۵ کیلوگرم در هکتار برتری نسبی نسبت به رقم شیرنگ با عملکرد ۷۱۰۸ کیلوگرم در هکتار داشتند. اما نسبت به رقم یاواروس با عملکرد ۶۷۴۰ کیلوگرم در هکتار برتری قابل توجهی را دارا بودند. هم‌چنین این لاین‌ها نسبت به رقم شاهد یاواروس زودرس‌تر بوده‌اند (جدول ۲).

در مزرعه الگویی دوم نیز لاین‌های DW-96-16 و DW-96-19 به ترتیب با عملکرد ۶۹۸۲ و ۶۹۸۰ کیلوگرم در هکتار برتری نسبی نسبت به رقم شیرنگ با عملکرد ۶۹۲۴ کیلوگرم در هکتار داشتند. اما نسبت به رقم یاواروس با عملکرد ۶۳۷۶ کیلوگرم در هکتار برتری قابل توجهی را دارا بودند، هم‌چنین این لاین‌ها نسبت به رقم شاهد یاواروس زودرس‌تر بوده‌اند (جدول ۲).

خوابیدگی (ورس) در هیچ‌کدام از لاین‌ها و ارقام ملاحظه نگردید. بیماری زنگ زرد و قهوه‌ای نیز در هیچ‌کدام از مزارع مشاهده نگردید. متوسط عملکرد آزمایش در دو مکان در منطقه ارزوئیه در جدول (۳) آورده شده است. مقایسه میانگین عملکرد ارقام در دو مزرعه نشان می‌دهد دو لاین DW-96-16 و DW-96-19 به ترتیب با متوسط عملکرد ۷۰۷۱ و ۷۰۸۲/۵ کیلوگرم در هکتار از برتری نسبی نسبت به ارقام شیرنگ با عملکرد ۷۰۱۶ کیلوگرم در هکتار برخوردار بوده‌اند و برتری زیادی نسبت به رقم یاواروس (رقم غالب منطقه) با متوسط عملکرد ۶۵۵۸ کیلوگرم در هکتار داشتند. هم‌چنین این لاین‌ها نسبت به رقم شاهد یاواروس زودرس‌تر بوده‌اند (جدول ۳). به‌طوری‌که میانگین تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک در رقم یاواروس حدود ۱۷۱ روز

و میانگین این صفت برای لاین DW- 96- 19 ۱۶۳ روز بوده است. لاین DW- 96- 19 زودرس‌تر از رقم یاواروس می‌باشد. به دلیل زودرسی مصرف آب کم‌تری داشته و خسارت تنش گرمایی در آخر فصل نیز در آن کاهش می‌یابد.

جدول ۱- میزان کودهای مصرفی در دو مزرعه آزمایشی

مکان	کود اوره (کیلوگرم)	کود فسفات (کیلوگرم)	پتاس (کیلوگرم)	سولفات آهن (کیلوگرم)
مزرعه ۱	۲۹۰	۱۵۰	۱۰۰	۴۰
مزرعه ۲	۳۲۰	۱۶۰	۱۱۰	۴۰

جدول ۲- مقایسه برخی صفات کمی و کیفی لاین‌های امیدبخش گندم دوروم DW- 96- 16 و DW- 96- 19 با ارقام

شبرنگ و یاواروس در دو منطقه ارزوئیه استان کرمان در سال زراعی ۱۳۹۹-۴۰۰

مکان (دشت ارزوئیه)	لاین	روز تا رسیدن فیزیولوژیک	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
وکیل‌آباد موتوری‌مپ آقای احمدی	DW- 96- 16	۱۶۵	۹۰	۷۱۶۰
	DW- 96- 19	۱۶۵	۹۴	۷۱۸۵
	شبرنگ (شاهد)	۱۶۵	۸۸	۷۱۰۸
	یاواروس (شاهد)	۱۷۳	۹۴	۶۷۴۰
	میانگین	۱۶۷	۹۱/۵	۷۰۴۸
دولت‌آباد موتوری‌مپ سوم شعبان	DW- 96- 16	۱۶۱	۹۱	۶۹۸۲
	DW- 96- 19	۱۶۱	۹۲	۶۹۸۰
	شبرنگ (شاهد)	۱۶۱	۹۰	۶۹۲۴
	یاواروس (شاهد)	۱۷۰	۹۴	۶۳۷۶
	میانگین	۱۶۳/۲	۹۱/۵	۶۸۱۶

جدول ۳- میانگین برخی صفات کمی و کیفی لاین‌های امیدبخش گندم دوروم DW- 96- 16 و DW- 96- 19 با ارقام

شبرنگ و یاواروس در دو منطقه ارزوئیه استان کرمان در سال زراعی ۱۳۹۹-۴۰۰

مکان (دشت ارزوئیه)	لاین	روز تا رسیدن فیزیولوژیک	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
میانگین دو مزرعه	DW- 96- 16	۱۶۳	۹۰/۵	۷۰۷۱
	DW- 96- 19	۱۶۳	۹۳	۷۰۸۲/۵
	شبرنگ (شاهد)	۱۶۳	۸۹	۷۰۱۶
	یاواروس (شاهد)	۱۷۱/۵	۹۴	۶۵۵۸
	میانگین	۱۶۵/۱	۹۱/۵	۶۹۳۲

توصیه ترویجی

رقم جدید دوروم ماهان دارای پتانسیل عملکرد بالا در شرایط تنش خشکی آخر فصل، کارایی مصرف آب بیش‌تر، زودرسی و مقاومت قابل قبول به بیماری‌های زنگ زرد و زنگ قهوه‌ای است. درمجموع این رقم برتر از ارقام مرسوم منطقه بوده و توصیه می‌گردد در شهرستان ارزوئیه استان کرمان (خصوصاً پهنه‌هایی که با کمبود آب مواجه می‌باشند) جایگزین ارقام رایج گردد. بنابراین با توجه به نتایج تحقیق حاضر و مطالعات در استان‌های دیگر و پایداری عملکرد این رقم، پیشنهاد می‌گردد رقم دوروم ماهان در برنامه تولید بذر مادری در استان قرار گیرد. جایگزینی رقم ماهان با ارقام مرسوم باعث افزایش درآمد کشاورزان شده و در شرایط سخت اقتصادی فعلی آثار اجتماعی مثبتی به همراه خواهد داشت.



شکل ۱- عکس از طرح اجراشده



شکل ۲- لاین DW- 96-19 (رقم ماهان)

فهرست منابع

- ۱- بخشنده، ع، کشاورز، ع و خلیلی، ی. ۱۳۸۹. چشم‌انداز کشاورزی جهان و تولید غلات در افق ۲۰۵۰ میلادی. مجموعه مقالات کلیدی یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۲-۴ مرداد ۱۳۸۹، تهران. ص. ۴۳-۵۵.
- ۲- بهاری، م. ۱۳۸۳. گزارش نهایی بررسی صفات کمی و کیفی ارقام و لاین‌های گندم دوروم در آزمایش‌های بین‌المللی مشاهده‌ای و مقایسه عملکرد. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، ۱۷ صفحه.
- ۳- نجفی میرک، ت. ۱۳۹۳. بررسی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم دوروم در آزمایش‌های یکنواخت سراسری در مناطق گرمسیر کشور (ERDYT-W91). گزارش نهایی، انتشارات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
- ۴- نجفی میرک، ت. ۱۳۹۵. بررسی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم دوروم در آزمایش‌های یکنواخت سراسری در اقلیم گرم کشور (ERDYT-W93). گزارش نهایی، انتشارات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

۵- صادق زاده اهری، د. ۱۳۷۹. بررسی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام گندم دوروم در آزمایش‌های یکنواخت مناطق گرمسیر دیم. ۳۰. صفحه.

6. Fabriani, G. and Lintas, C. 1988. Durum chemistry and technology. American. Association of cereal chemistry. Minnesota. U.A.A.

7. Srivastava, J.P. 1984. Durum wheat, its word status and potential in the Middle East and North Africa. Rachis 3: 1-8.

افزایش بهره‌وری مصرف آب با کاربرد نیتروژن در کشت

سویا

امیر نیک اختر^۱، جهانشاه صالح^{*}



۱. محقق بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان،

سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران.

۲. ^{*}استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

هرمزگان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

*Email: jsaleh11@yahoo.com

چکیده

دانه‌های روغنی بعد از غلات دومین منبع تأمین انرژی بشر هستند و در صنایع روغن‌کشی و سایر صنایع غذایی نیز ارزش زیادی دارند. سویا یکی از منابع عمده تولید روغن و پروتئین گیاهی است که مثل سایر گیاهان روغنی برای استفاده از نور و تولید روغن نیاز به ذخایر کافی نیتروژن دارد تا بتواند انرژی لازم برای جذب مواد و رشد اندام‌ها را فراهم کند. در مناطقی نظیر استان هرمزگان، تنش آبی می‌تواند جذب عناصر غذایی و بویژه نیتروژن را به شدت تحت تأثیر قرار دهد، لذا لازم است تناسب مطلوب بین مصرف نیتروژن و آب مصرفی تعیین شود. به همین منظور طی سال‌های زراعی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، پژوهشی با هدف بررسی و مقایسه اثر سطوح مختلف آب و نیتروژن در سویا در هرمزگان انجام شد. عامل اصلی شامل شش سطح (شاهد، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه) و عامل فرعی شامل پنج سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بود. نتایج نشان داد مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تیمار بدون آبیاری (تنها با مصرف ۸۵/۵۰ میلی‌متر آب بارندگی) باعث شد بیشترین بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر عملکرد دانه، عملکرد غلاف، عملکرد روغن و عملکرد پروتئین دانه به ترتیب با میانگین ۲/۲۸، ۳/۷۱، ۰/۵۵ و ۰/۸۰ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل گردد. بنابراین توصیه می‌شود در مزارع تحت تنش آبی با شرایط مشابه، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن با هدف بهبود بهره‌وری مصرف آب و افزایش عملکرد دانه، روغن و پروتئین گیاه سویا مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، تغذیه، روغن، عملکرد، کارایی مصرف کود

بیان مسئله

گیاهان روغنی نقش ویژه در تأمین انرژی انسان و دام دارند و بعد از غلات، دومین منبع تأمین انرژی محسوب می‌شوند. این گیاهان به‌عنوان مواد اولیه صنایع روغن‌کشی، تصفیه روغن و سایر صنایع غذایی، از ارزش خاصی در اقتصاد برخوردارند. سویا از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی و یکی از منابع عمده تولید روغن و پروتئین گیاهی است که از نظر تولید روغن در سطح جهان در رتبه نخست جای دارد. این گیاه ریشه اصلی عمیقی دارد که تا عمق ۱۵۰ سانتی‌متری خاک نفوذ می‌کند. ریشه فرعی نیز به صورت حجمی وجود دارد که قادر است نیتروژن موجود در هوا را در گره‌های ریشه تثبیت نماید. سویا می‌تواند در طول دوره رشد خود تا ۲۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تثبیت کند. همانطور که تأثیر نیتروژن مستقیماً به میزان باران بستگی دارد، نیاز به نیتروژن نیز با کاربرد آب آبیاری افزایش می‌یابد (۶). عدم دسترسی به منابع تکمیلی نیتروژن در مراحل حساس رشد منجر به کاهش فتوسنتز و در نهایت، وزن بیولوژیک اندک به خاطر ریزش برگ‌ها می‌شود.

سطح زیرکشت سویا در دنیا حدود ۱۰۲ میلیون هکتار است و حدود ۶۷ درصد پروتئین و ۲۸ درصد روغن مصرفی جهان از سویا تأمین می‌شود (۷). در ایران طی سال‌های اخیر سطح زیر کشت سویا حدود ۶۰ تا ۸۰ هزار هکتار بوده است که ۸۵ درصد آن آبی و ۱۵ درصد، دیم می‌باشد. مهم‌ترین مناطق کشت سویا در استان‌های گلستان، مازندران، لرستان، آذربایجان شرقی و اردبیل است و چون ایران جزو مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود، نیاز رطوبتی گیاهان زراعی در دوره رشد باید از طریق آبیاری تأمین شود. افزایش دما و تلفات آب از طریق تبخیر و تعرق در مراحل حساس رشد می‌تواند منجر به افت قابل ملاحظه تولید کمی و کیفی محصول شود. کمبود آب در بسیاری از مراحل نمو سویا عملکرد محصول را کاهش می‌دهد، اما اثرات منفی تنش در مرحله گل‌دهی و طی تشکیل و پر شدن دانه، به مراتب بیشتر است (۹). با توجه به محدودیت منابع آب در کشور و لزوم افزایش تولید از طریق افزایش عملکرد به ازای واحد آب مصرفی، برنامه‌ریزی آبیاری می‌تواند با تنظیم مقدار مناسب آبیاری بویژه در مراحل حساس رشد گیاه، سبب بهبود بهره‌وری مصرف آب و ارتقای عملکرد و کیفیت محصول گردد (۸).

بهره‌وری آب از نسبت عملکرد محصول به میزان آب آبیاری و بهره‌وری آب کاربردی (مجموع آب آبیاری و بارش) از نسبت عملکرد محصول به مجموع آب آبیاری و بارش به‌دست می‌آید و ارتقای بهره‌وری آب با هدف تولید بیش‌تر به ازای مصرف آب کم‌تر، به‌عنوان یکی از گزینه‌های راهبردی مؤثر در مدیریت آبیاری تحت شرایط کم‌آبی قلمداد می‌گردد. از طرفی برای استفاده گیاه زراعی از نور برای تولید بیوماس و متعاقب آن دانه، گیاه باید ذخیره کافی از نیتروژن را در برگ‌های خود داشته باشد تا قادر به تولید انرژی برای جذب مواد غذایی و رشد باشد. از آن‌جا که تنش آبی، جذب عناصر غذایی و به‌ویژه نیتروژن را تحت تأثیر قرار می‌دهد، برقراری تناسب میان مصرف نیتروژن و میزان آب در خاک، به شدت ضروری است (۳).

معرفی دستاورد

مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر مساحت برگ می‌گذارد بطوریکه با افزایش عرضه نیتروژن، می‌توان کاهش سطح برگ ناشی از افزایش فواصل آبیاری را تا حدی جبران نمود (۸). بنابراین بهتر است در کشت سویا در مناطق خشک، از کوددهی نیتروژن به منظور تعدیل عوارض نامطلوب تنش خشکی بر عملکرد و کیفیت محصول سویا بهره‌گرفت. بررسی اثر کاربرد نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا نشان داد تعداد غلاف در هر گیاه با مصرف نیتروژن افزایش یافت. طبق این گزارش، عملکرد بالاتر ناشی از بیشتر بودن تعداد غلاف تولید شده توسط هر گل آذین و تعداد بیشتر گل آذین بارور بود. نتایج به دست آمده حاکی از افزایش عملکرد سویا در اثر افزایش کاربرد کود نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با

شاهد می‌باشد. چنین استنباط می‌شود که وجود نیتروژن باعث کمتر شدن ریزش گل و غلاف و همچنین موجب افزایش تعداد دانه و در نهایت، افزایش عملکرد دانه می‌شود (۲).

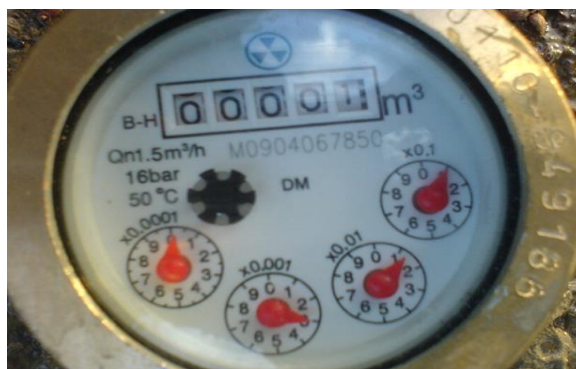
رقم‌های زودرس سویا نسبت به رقم‌های دیررس آن عکس‌العمل کمتری به تنش کمبود آب نشان می‌دهند. بنابراین در مناطقی که محدودیت آب وجود دارد، کشت رقم‌های زودرس توصیه می‌شود. تنش خفیف خشکی در مرحله رویشی، عملکرد دانه سویا را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد (۹) و بنابراین می‌توان جهت کاهش مصرف آب و افزایش راندمان استفاده از آب، فواصل آبیاری را در دوره رویشی تا اندازه‌ای که تنش شدید و غیرقابل جبران به گیاه وارد نشود، افزایش داد.

در سویا، آبیاری زیاد و آبیاری کم هر دو سبب کاهش کارایی مصرف آب و عملکرد دانه می‌شود. در تیمار آبیاری زیاد، علت کاهش کارایی مصرف آب، رشد رویشی زیاد و در نتیجه کاهش شدت نور در قسمت پائین گیاه است که باعث کاهش عملکرد در گره‌های پائین و شاخه‌های فرعی می‌گردد. کم آبیاری یک استراتژی برای تولید محصول تحت شرایط کمبود آب است که ممکن است همراه با کاهش محصول باشد، اما نهایتاً سود و عملکرد حاصل از واحد آب مصرفی افزایش می‌یابد. یکی از شاخص‌های مورد استفاده در مباحث عملکرد گیاه و آب مصرفی، بهره‌وری مصرف آب است که به صورت نسبت عملکرد محصول به مقدار آب مصرفی تعریف می‌شود. پژوهشگران شاخص بهره‌وری آب در ارقام مختلف سویا را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که مصرف آب به مقدار کمتر از آنچه که برای عملکرد بیشینه لازم است، می‌تواند بالاترین بهره‌وری آب را موجب گردد (۵). از این رو، با توجه به اهمیت بهره‌وری آب در کشاورزی، پژوهش حاضر به منظور بررسی اثرات کم آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری آب در سویا انجام شد.



شکل ۱: آماده‌سازی زمین زراعی (تصویر راست) و نحوه آبیاری زمین زراعی (تصویر چپ)

مدیریت آبیاری تکمیلی و تک آبیاری از شیوه‌ها و راهبردهای مؤثر مدیریت فنی زراعی هستند که تعیین رقم مناسب، میزان آب مصرفی، زمان کاشت، زمان آبیاری و میزان افزایش عملکرد با آبیاری تکمیلی و تک آبیاری از جمله مسائل مرتبط با آن است. منظور از آبیاری تکمیلی، انجام آبیاری در زمان کمبود بارندگی است تا آب کافی برای تداوم رشد بوته‌ها تامین شود. کم آبیاری از اوایل قرن نوزدهم به عنوان یک روش فنی و به صورت تنش رطوبتی مورد توجه قرار گرفت و هدف اصلی آن، بهبود راندمان کاربرد آب و افزایش کیفیت برخی از محصولات بود. لذا می‌توان گفت کم آبیاری نوعی مدیریت آبیاری است که در آن گیاه درجه معینی از تنش آبی را تحمل می‌کند و در چنین شرایطی هزینه مصرف آب کاهش یافته و درآمد بالقوه افزایش می‌یابد. بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر ارقام زودرس سویا نشان داد که با کاهش آبیاری از ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به ۴۰ درصد نیاز آبی، عملکرد دانه به شدت تقلیل یافت (۴).



شکل ۲: کنتور جهت ثبت مقدار آب مصرفی

بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر عملکرد دانه

آزمایشی در استان هرمزگان، شهرستان حاجی‌آباد با عرض جغرافیایی ۵۵ درجه و ۵۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۲۸ درجه و ۱۸ دقیقه با ارتفاع متوسط ۱۱۹۶ متر از سطح دریا، طی سال‌های زراعی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ بر روی سویا رقم ویلیامز انجام شد. طرح آزمایشی اسپلیت پلات در قالب بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار در زمین اجرا گردید. هر واحد آزمایشی دارای ابعاد ۵ × ۲۰ متر و دارای ۱۰ ردیف کشت بود. عامل اصلی شامل شش سطح (مصرف صفر، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آب گیاه بر اساس جدول ۱) و عامل فرعی دارای پنج سطح (مصرف صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بود. بیشترین بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر عملکرد دانه با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۰/۹۰ کیلوگرم بر مترمکعب بود که نسبت به شرایط صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۳۲/۳، ۱۲/۵، ۱۱/۱ و ۴/۶ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش داشت. در اثر متقابل آبیاری و کود، بیشترین بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر عملکرد دانه در شرایط بدون آبیاری و مصرف کود به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۲/۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب مشاهده شد (جدول ۲). مقایسه تیمارهای دیم و آبیاری بیانگر آن است که در شرایط دیم، با این که آب کمتری مصرف شده، اما راندمان مصرف آب، بالاتر بوده است. دلیل بالا بودن کارایی مصرف آب در شرایط دیم، مصرف آب کمتر توسط گیاه می‌باشد و علت بالاتر بودن عملکرد غلاف تحت شرایط دیم را نیز می‌توان به تحمل بیشتر گیاه نسبت به تنش آبی ربط داد (۱).

بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر عملکرد غلاف

بیشترین بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر عملکرد غلاف (میانگین ۱/۴۶ کیلوگرم بر مترمکعب)، با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد که نسبت به کاربرد صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب ۳۱/۵، ۱۲/۳، ۹/۸ و ۵/۰ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش داشت (جدول ۲). در اثر متقابل آبیاری و کود، بیشترین بهره‌وری مبتنی بر عملکرد غلاف (میانگین ۳/۷۱ کیلوگرم بر مترمکعب) در شرایط بدون آبیاری و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. با کاهش مصرف نیتروژن، کارایی زیستی مصرف آب کاهش می‌یابد و در شرایط تنش خفیف خشکی، با افزایش کاربرد نیتروژن، بهره‌وری مصرف آب بیشتر می‌شود. مصرف بهینه آب و نیتروژن باعث افزایش عملکرد غلاف و در نتیجه افزایش بهره‌وری مصرف آب می‌شود. مصرف نیتروژن باعث عمیق‌تر شدن نظام ریشه‌ای گیاه و افزایش بهره‌برداری از آب می‌گردد.

بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر عملکرد روغن دانه

بیشترین بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر عملکرد روغن دانه (میانگین ۰/۲۲ کیلوگرم در متر مکعب) در شرایط کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که نسبت به شرایط صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۳۷/۵، ۱۵/۸، ۱۵/۸ و

۴/۸ درصد افزایش داشت. بررسی اثر متقابل آبیاری و کود نیز نشان داد بیشترین بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر عملکرد روغن دانه (با میانگین ۰/۵۵ کیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به شرایط بدون آبیاری و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (شکل ۴). بررسی روند بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر عملکرد روغن نشان داد با افزایش مصرف آب، میزان کارایی کاهش یافت زیرا در شرایط تنش به دلیل بسته شدن روزنه‌ها و تغییر روند مصرف آب، ماده خشک تولیدی و به تبع آن، میزان تولید غلاف، کاهش می‌یابد. تنش خشکی باعث افزایش مقاومت روزنه‌ای شده و بهره‌وری آب بهبود را می‌بخشد. در چنین شرایطی، تلفات آب بر اثر تعرق، بیشتر از میزان فتوسنتز کاهش یافته و در نتیجه بهره‌وری آب افزایش می‌یابد (۵).

جدول ۱- مقدار مصرف آب در سطوح مختلف آبیاری

سطح آبیاری	حجم آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)*	
	سال ۱۴۰۰	سال ۱۴۰۱
صفر	۸۹۴	۸۱۶
۴۰ درصد نیاز آبی	۲۶۴۶	۲۵۹۰
۶۰ درصد نیاز آبی	۳۵۴۱	۲۴۷۰
۸۰ درصد نیاز آبی	۴۴۳۶	۴۳۵۰
۱۰۰ درصد نیاز آبی	۵۳۳۲	۵۴۰۸
۱۲۰ درصد نیاز آبی	۶۲۲۷	۶۳۱۹

* میزان بارندگی ثبت شده در سال‌های زراعی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب برابر با ۸۹/۳۶ و ۸۱/۶۴ میلی‌متر بود.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و مقادیر مصرف نیتروژن بر بهره‌وری مصرف آب در سویا

سطح آبیاری	مصرف نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب) مبتنی بر	
		عملکرد دانه	عملکرد غلاف
صفر	صفر	۱/۵۷ e*	۲/۵۶ e
	۵۰	۲/۰۱ d	۳/۲۸ d
	۱۰۰	۲/۰۶ c	۳/۳۶ c
	۱۵۰	۲/۲۸ a	۳/۷۱ a
	۲۰۰	۲/۱۶ b	۳/۵۲ b
۴۰ درصد نیاز آبی	صفر	۰/۶۳ l	۱/۰۳ b
	۵۰	۰/۷۲ i	۱/۱۷ j
	۱۰۰	۰/۷۴ h	۱/۲۱ h
	۱۵۰	۰/۸۱ f	۱/۳۱ h
	۲۰۰	۰/۷۷ g	۱/۲۵ g
۶۰ درصد نیاز آبی	صفر	۰/۵۴ pq	۰/۸۷ h
	۵۰	۰/۶۱ mn	۰/۹۸ k
	۱۰۰	۰/۶۱ m	۰/۹۹ k

۱/۱۰ i	۰/۶۸ j	150	
۱/۰۶ ij	۰/۶۵ k	200	
۰/۷۷ q	۰/۴۷ t	صفر	
۰/۸۶ o	۰/۵۳ q	50	
۰/۸۸ o	۰/۵۴ p	100	۸۰ درصد نیاز آبی
۰/۹۸ l	۰/۶۰ n	150	
۰/۹۳ m	۰/۵۷ o	200	
۰/۸۲ p	۰/۵۰ s	صفر	
۰/۸۲ p	۰/۵۱ r	50	
۰/۸۴ p	۰/۵۲ r	100	۱۰۰ درصد نیاز آبی
۰/۹۲ n	۰/۵۷ o	150	
۰/۸۹ no	۰/۵۵ p	200	
۰/۶۵ s	۰/۴۰ x	صفر	
۰/۶۷ s	۰/۴۱ wx	50	
۰/۶۷ s	۰/۴۲ w	100	۱۲۰ درصد نیاز آبی
۰/۷۴ r	۰/۴۶ u	150	
۰/۷۱ r	۰/۴۴ v	200	

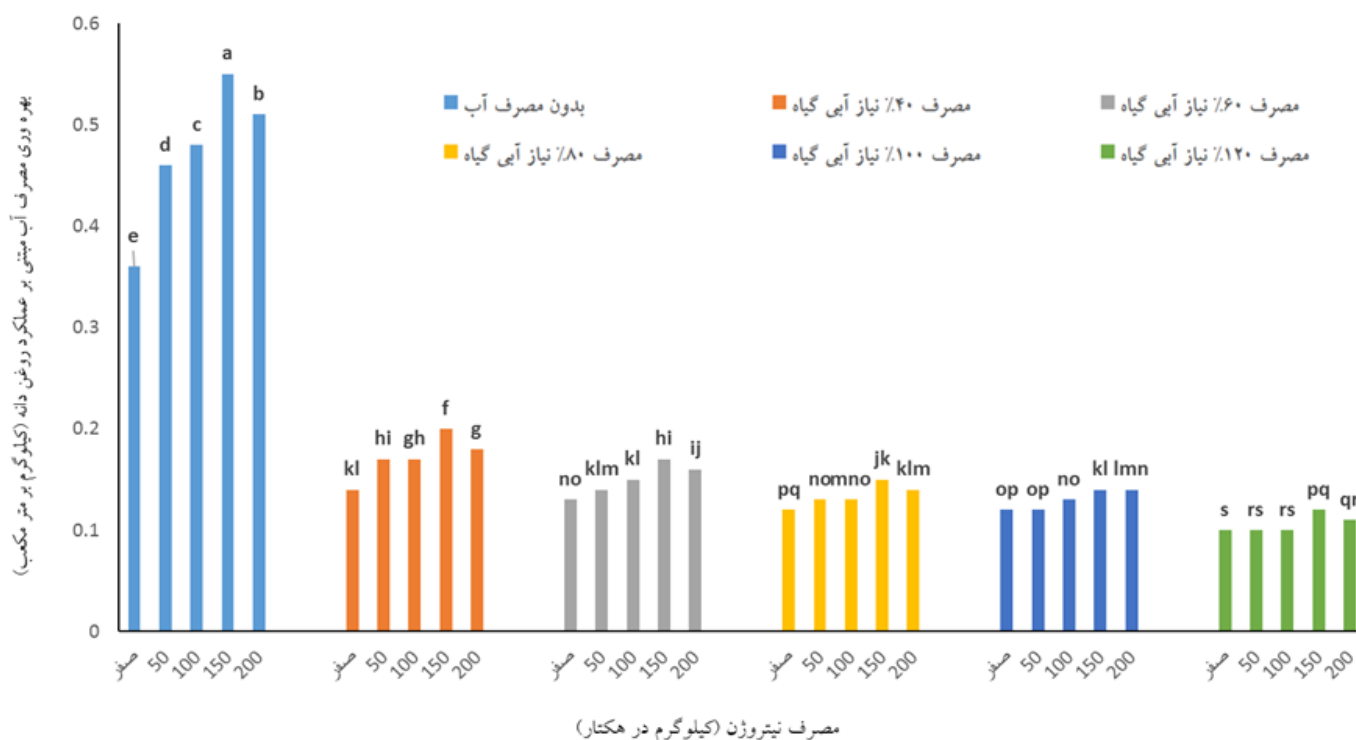
*در هر ستون، اعدادی که در یک حرف لاتین مشترک هستند، در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.



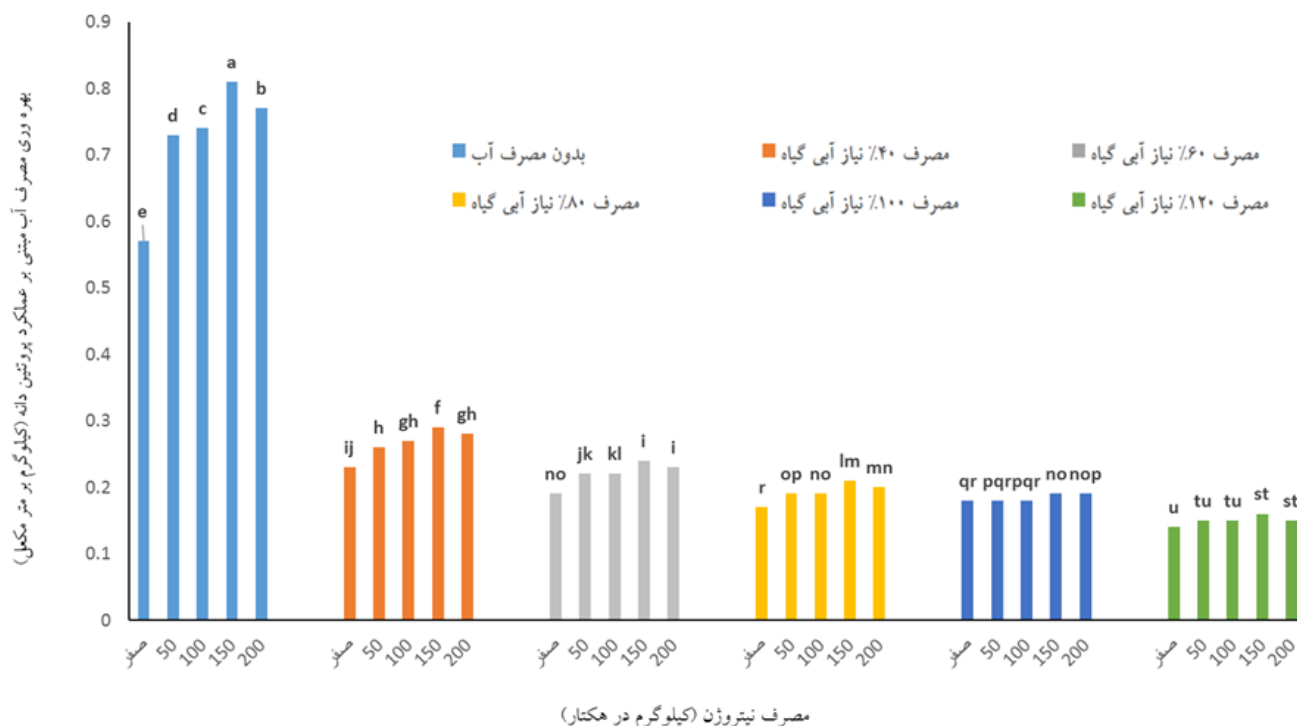
شکل ۳: سویا در زمان رسیدگی کامل

بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر عملکرد پروتئین دانه

بالاترین بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر عملکرد پروتئین دانه در شرایط کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمارهای صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۳۴/۸، ۱۹/۲، ۱۴/۸ و ۱۴/۸ درصد افزایش داشت. بیشترین بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر عملکرد پروتئین در شرایط بدون آبیاری و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیز برابر با ۰/۸۱ کیلوگرم بر متر مکعب بود (شکل ۵). طبق نتایج حاصله، با افزایش شدت تنش خشکی، بهره‌وری آب مبتنی بر عملکرد روغن و پروتئین به ترتیب کاهش و افزایش یافت. در شرایط تنش خشکی، به‌طور معنی‌داری از درصد چربی دانه سویا کاسته شد و درصد پروتئین دانه افزایش پیدا کرد. کم‌آبیاری منجر به کاهش توأمان عملکرد و درصد روغن دانه شد و در نتیجه، روغن تولیدی به شدت کاهش یافت. لذا در اثر متقابل آبیاری و نیتروژن، بهره‌وری مصرف آب آبیاری در عملکرد پروتئین و عملکرد روغن در شرایط تنش آبی و افزایش نیتروژن تا سطح ۹۰ کیلوگرم در هکتار، بیشترین میزان بهره‌وری را نشان داد.



شکل ۴- تأثیر مصرف آب و نیتروژن بر بهره‌وری مصرف آب (مبتنی بر عملکرد روغن دانه) در گیاه سویا



شکل ۵- تأثیر مصرف آب و نیتروژن بر بهره‌وری مصرف آب (مبتنی بر عملکرد پروتئین دانه) در گیاه سویا

توصیه ترویجی

کاربرد هدفمند کودهای حاوی نیتروژن در مقادیر مناسب، یکی از راهکارهای تغذیه‌ای است که می‌تواند باعث افزایش معنی‌دار بهره‌وری مصرف آب در گیاه سویا شده و مقدار آب مورد نیاز در طول فصل رشد را به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد. آنچه که در کم‌آبایی همراه با مقادیر نیتروژن مورد توجه قرار می‌گیرد، استفاده بهینه از آب و نیتروژن به صورت دو جانبه است. نتایج پژوهش در منطقه حاجی آباد هرمزگان نشان داد:

۱- مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث می‌شود بهره‌وری مصرف آب در شرایط دیم (مصرف میانگین ۸۵/۵ میلی‌متر آب بارندگی) به حداکثر رسیده و بالاترین مقادیر بهره‌وری بر مبنای عملکرد دانه (۲/۲۸)، عملکرد غلاف (۳/۷۱)، عملکرد روغن دانه (۰/۵۵) و عملکرد پروتئین دانه (۰/۸۱) حاصل شود. بنابراین قویاً توصیه می‌شود در مزارع سویای مواجه با کمبود آب آبیاری (در شرایط مشابه منطقه)، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در قالب کود اوره یا سولفات آمونیوم در مراحل مختلف رشد گیاه به خاک اضافه گردد.

۲- ۳۰ درصد از این مقدار، به عنوان آغازگر در هنگام کشت به خاک اضافه می‌شود.

۳- ۳۵ درصد کود نیتروژن در مرحله ساقه‌دهی و ۳۵ درصد باقیمانده نیز قبل از گلدهی در اختیار گیاه قرار خواهد گرفت.

فهرست منابع

- ۱- آرزومند، ز. ۱۳۹۱. تأثیر دور آبیاری و مقادیر نیتروژن بر صفات زراعی سویا رقم چرنیکا در منطقه لنگرود. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد قائم‌شهر. ۱۰۲ ص.
- ۲- حاتمی، ح. آینه‌بند، الف. عزیزی، م. و ع.ر. دادخواه. ۱۳۸۸. تأثیر کود نیتروژن بر رشد و عملکرد ارقام سویا. مجله تولیدات گیاهان زراعی، جلد ۳، شماره ۱۱. ۵۴-۷۵.
- ۳- زندپارسا، ش. قاسمی سعادت‌آبادی، ف. مهبد، م. و سپاسخواه، ع.ر. ۱۳۹۹. برآورد بهره‌وری و بازده مصرف آب گندم (رقم شیراز) در مقادیر مختلف کم آبیاری و کمبود نیتروژن. نشریه علوم آب و خاک. سال بیست و چهارم. شماره دوم. ۱۸۱-۱۹۵.
- ۴- شمس بیرانوند، و. برومند نسب، س. و ملکی، ع. ۱۳۹۳. اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد، کارایی مصرف آب و شاخص برداشت ارقام سویا در خرم آباد. فصلنامه علوم و مهندسی آبیاری. سال سی و هفتم. شماره سوم. ۱۳-۲۰.
- ۵- کیانی، ع. و رئیس، س. ۱۳۹۲. بررسی کارایی مصرف آب چند رقم سویا تحت مقادیر مختلف آب آبیاری. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. جلد بیستم، شماره پنجم. ۱۷۹-۱۹۱.
- 6- Asadi, L. Mojtaba Khoshroush, Masoud Pourgholam, Abdolmajid Liaqat, Yuri, M. 2018. Iranian Journal of Soil and Water Research. 94(3): 226-672.
- 7- Erickson, D.R. 2015. Practical handbook of soybean processing and utilization. Elsevier. 23(3): 528-533.
- 8- Silva, A.F., Sedyama, T., Silva, F.C.S., Bezerra, A.R.G., and Ferreira1, L.V. 2015. Correlation and path analysis of soybean yield components. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences. 5(1): 177-179.
- Wu, R., Yang, J. and Wang, L. 2019. Physiological response of flax seedlings with different drought-resistances to drought stress. Acta Agriculturae Boreali-Sinica. 34 (2): 145-153.

تحلیل بیلان آب زیرزمینی در دشت لاش (زرآباد)

پریسان طاهریان^{۱*}، محمد امین خندان بارانی^۲، عابد دهواری^۳



۱. دکتری علوم و مهندسی آب، کارشناس آب منطقه ای استان سیستان و بلوچستان

۲. دکتری علوم و مهندسی آب، مدیر عامل آب منطقه ای استان سیستان و بلوچستان

۳. کارشناس منابع آب، مدیر امور منابع آب خاش، استان سیستان و بلوچستان

*Email: parisantaheri@gmail.com

چکیده

به منظور اعمال مدیریت بهینه منابع آب، مطالعات گوناگونی در سطح حوزه های آبریز و محدوده های مطالعاتی انجام می گیرد که مهمترین آن مطالعات مربوط به تهیه بیلان منابع آب می باشد. طی این مطالعات ضمن بررسی شرایط اقلیمی، وضعیت منابع آب های سطحی و زیرزمینی بررسی شده و سپس با برقراری معادله بیلان و ارزیابی منابع آب، امکانات و محدودیت های توسعه بهره برداری در سطح محدوده های مطالعاتی و حوزه های آبریز برآورد می گردد. با توجه به افزایش تعداد چاه های بهره برداری، با محاسبه پارامترهای موثر در معادله بیلان (ورودی ها و خروجی های دشت) برای سال آبی ۱۴۰۱-۰۲ بیلان هیدروگراف ۴/۶- میلیون متر مکعب و بیلان آب زیرزمین منطقه ۴/۳- میلیون متر مکعب محاسبه گردید که نشانگر کاهش حجم آب آبخوان است همچنین از مقایسه این دو عدد مشخص می شود که مؤلفه های محاسبه شده بیلان با دقت قابل قبولی صحیح بوده و می تواند به عنوان تخمین مناسبی از پارامترهای تخلیه و تغذیه آبخوان در دشت لاش (زرآباد) جهت ساخت مدل ریاضی و مدیریت آبخوان مورد استفاده قرار گیرد. همچنین با توجه به تراکم چاه های بهره برداری و اضافه برداشت از آبخوان به میزان تخلیه ۳۴/۷۸ میلیون متر مکعب و حجم آب قابل برنامه ریزی در استان به میزان ۳۰/۶۹ میلیون متر مکعب و افت قابل توجه چاه ها بخصوص در جنوب و غرب محدوده و احتمال هجوم جبهه آب شور دریا؛ آبخوان را تهدید می نماید. در نهایت وجود واحدهای شیل و مارنی و همچنین وجود تشکیلات زمین شناسی شور کننده بخصوص در غرب منطقه در سال های اخیر موجب تنزل کیفیت آب آبخوان گردیده است.

واژه های کلیدی: آبخوان، بیلان آب زیرزمینی، کسری مخزن، لاش (زرآباد)، هیدروگراف

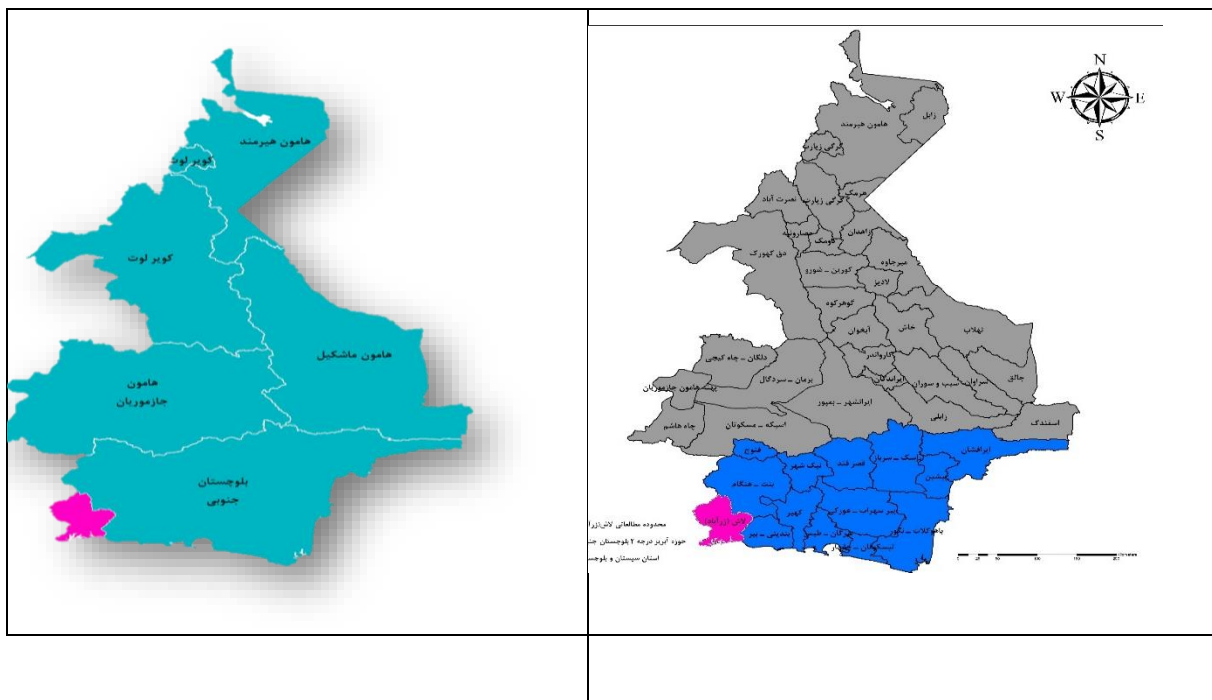
بیان مسئله

با توجه به اهمیت سفره‌های آب زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک به جهت افزایش جمعیت و به دنبال آن افزایش مصرف و بهره‌برداری از این منابع، این مخازن مورد تهدید جدی قرار گرفته است. بطوری که هم اکنون افت و کسری مخزن آبخوان‌های اصلی کشور به دلیل عدم توازن میان برداشت و تغذیه رو به افزایش می‌باشد. بر همین اساس افت حدود ۵/۰ متر در سال، سطح آب‌های زیرزمینی دشت‌های کشور در ۱۵ سال اخیر نشان دهنده مدیریت نادرست منابع آبهای زیرزمینی می‌باشد (۱). همچنین برآورد ویژگی‌های مولفه‌های بیلان آب، به عنوان یک چالش بزرگ در سراسر جهان تعیین شده است. بیلان آب زیرزمینی در واقع اندازه‌گیری پیوسته مقدار جریان آب است که در یک فاصله زمانی مشخص از آبخوان وارد یا خارج می‌شود (۲). پورمحمدی و همکاران (۳) بیان کردند که میزان کسری مخزن به کمک مدل مادفلو به میزان ۱۲/۲- میلیون متر مکعب در آبخوان دشت توپسرکان استان همدان است که این بیلان منفی نشان دهنده افت روز افزون سطح آب زیرزمینی دشت و کسری مخزن آن می‌باشد. عزیزی و همکاران (۴) بیان کردند که افت و کاهش مخزن آبخوان سراب حاصل مدیریت نامناسب و افزایش تعداد چاه‌های بهره‌برداری در منطقه بوده است همچنین بیلان آبخوان دشت سراب را منفی و برابر ۲۸/۹۷- میلیون متر مکعب تعیین کردند. جلیلی و همکاران (۵) بیان کردند که مقدار آب ذخیره شده در بازه هشت ساله ۲۰۱۳-۲۰۰۵ در آبخوان نیشابور به کمک مدل ریاضی حدود ۳۱۱ میلیون متر مکعب می‌باشد. با توجه به پژوهش‌های مختلف انجام گرفته در حوزه بخش‌های مختلف بیلان آب، پژوهش پیرامون بررسی نوسان سطح آبخوان و میزان تغییرات حجم مخزن آبخوان جهت مدیریت مناسب آب‌های زیرزمینی و افزایش دقت در مدل‌های آب زیرزمینی ضروری می‌باشد. لذا در پژوهش حاضر کلیه متغیرهای ورودی و خروجی آبخوان با دقت بالا برآورد شده و میزان تغییرات ذخیره آبخوان تعیین شد. هدف این تحقیق محاسبه بیلان آب زیرزمینی است و برای اولین بار در این تحقیق، در دشت لاش (زرآباد) با مقایسه تغییرات ذخیره آبخوان به شکل دستی و مقایسه با هیدروگراف واحد آبخوان انجام گرفت. بنابراین این تحقیق در مدیریت مناسب آب‌های زیرزمینی این محدوده، تولید و افزایش دقت در مدل‌های آب زیرزمینی به نوبه خود تحقیقی ارزشمند محسوب می‌شود.

معرفی دستاورد

محدوده مطالعاتی لاش (زرآباد) واقع در دو استان سیستان و بلوچستان و هرمزگان بوده و زیر حوضه‌های آبریز درجه ۲ بلوچستان جنوبی در جنوب شرقی ایران می‌باشد، این محدوده با وسعت کلی ۲۸۲۲/۰۵۶ کیلومتر مربع در طول‌های جغرافیایی ۵۸ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۲۶ درجه و ۵ دقیقه شمالی قرار گرفته است. این محدوده از جنوب شرق به محدوده مطالعاتی بیرباندینی، از شمال شرق به محدوده مطالعاتی بنت و هنگام از شمال غرب و غرب به محدوده مطالعاتی سدیچ، از جنوب غرب به محدوده مطالعاتی پیبشک و از جنوب به دریای عمان محدود می‌شود. دشت زرآباد در فاصله ۱۸۰ کیلومتری غرب بندر چابهار و در دامنه سلسله جبال مکران و ساحل دریای عمان قرار دارد (شکل ۱) است. رو ستاهای زیادی در این محدوده قرار دارند، که بر حسب تعداد جمعیت عبارتند از: سودو، کاشی، جوزدر، تنلان، دودر، زرآباد، گمبکی و جهلو. از میان این روستاها، زرآباد بعلت داشتن شرایط ویژه طبیعی (وجود آب زیرزمینی و خاک زراعی مناسب کشاورزی) از یک سو و قرارگیری در محل برخورد راه‌های بندر چابهار، بندر جاسک و نیکشهر از سوی دیگر، نسبت به دیگر روستاها مرکزیت یافته و به شهرکی نوین تبدیل شده است. دشت زرآباد بین طول‌های

جغرافیائی ۵۹ درجه و ۵ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۵ دقیقه و عرض‌های ۲۵ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۲۵ درجه و ۴۰ دقیقه قرار داشته که متوسط ارتفاع آن نسبت به سطح دریا حدود ۱۵ متر می‌باشد. و از سه جهت به ارتفاعات محدود می‌شود. مسیل‌ها و رودخانه‌های فصلی متعددی از این دشت عبور می‌نمایند که در حقیقت دشت مزبور حوزه رسوبگذاری این مسیل‌ها و رودخانه‌ها می‌باشد. بزرگترین رودخانه این حوزه رودخانه فصلی راپچ می‌باشد. که از ارتفاعات فنوج در شمال منطقه سرچشمه گرفته و پس از عبور از تشکیلات زمین‌شناسی مختلف به دشت می‌رسد. از جانب شرق تعدادی مسیل وارد دشت لاش شده که فقط در دوره‌های سیلابی برای مدت کوتاهی دارای جریان آب می‌باشد. رودخانه گیتو و کاروان از ارتفاعات شمال غرب سرچشمه گرفته و پس از طی مسافت کوتاهی وارد دشت می‌گردند. و به رودخانه راپچ می‌پیوندند و در نهایت به دریا می‌ریزند. رودخانه کاشی از ارتفاعات غربی سرچشمه گرفته و پس از طی مسیری از میان سازند ملاس‌های نمکی به دشت می‌رسد که به سمت جنوب منحرف شده و فقط از حاشیه جنوب غربی دشت می‌گذرد. شیب دشت نسبتاً ملایم و در حدود ۱ تا ۱/۵ در هزار است و از دامنه ارتفاعات به سمت مرکز و جنوب دشت می‌باشد. دشت زرآباد در ساحل شمالی دریای عمان قرار داشته و دارای آب و هوای گرم و مرطوب می‌باشد. و رطوبت هوا نسبتاً زیاد بوده و در تابستان‌ها افزایش چشمگیری می‌یابد. این منطقه تا حدودی تحت تأثیر آب و هوای موسمی اقیانوس هند قرار داشته و علاوه بر ماه‌های زمستان در تیر و مرداد نیز احتمال ریزش نزولات جوی در آن وجود دارد. رطوبت هوای منطقه نسبتاً زیاد است و به حدود ۶۲ درصد می‌رسد، میزان بارندگی منطقه کم با توزیع زمانی نامنظم که بعضی مواقع بصورت رگبارهای شدیدی است که به همین لحاظ سیلاب‌های بزرگی ایجاد می‌نماید و گاهی اوقات سیلاب‌ها قسمت اعظم دشت را می‌پوشانند. راه ارتباطی به منطقه مطالعاتی از چابهار به زرآباد از طریق جاده آسفالت چابهار-کنارک-کهیر-زرآباد است. که پس از طی مسافتی حدود ۲۰۰ کیلومتر، جاده آسفالت مذکور، به آبادی زرآباد که در کنار جاده واقع شده است؛ می‌رسد. بطور کلی جهت دستیابی به منطقه مورد مطالعه وجود فرودگاه پایگاه کنارک از عوامل مهم تسهیل کننده می‌باشد.



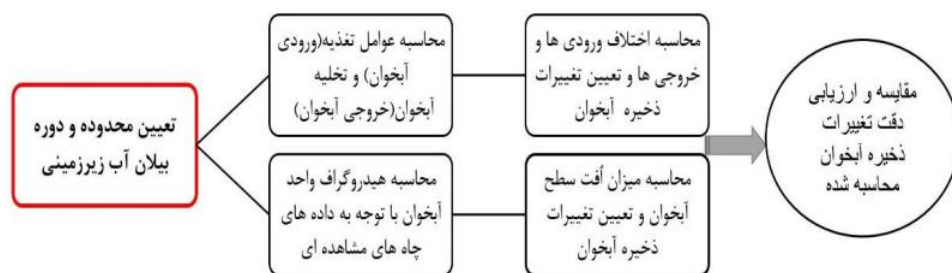
شکل ۱- نقشه موقعیت محدوده مطالعاتی لاش (زرآباد) در استان سیستان و بلوچستان

در پژوهش حاضر جهت برقراری معادله بیلان از آخرین آمار و اطلاعات هواشناسی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژیکی محدوده مورد مطالعه استفاده شده است. براساس بررسی‌های صورت گرفته، کامل‌ترین اطلاعات موجود در محدوده مورد نظر، مربوط به سال آبی ۱۴۰۱-۰۲ می‌باشد. لذا بیلان آبخوان برای این سال آبی تهیه شده است (جدول ۳). تعیین حدود آبخوان آبرفتی یکی دیگر از موارد بسیار مهم در آب زیرزمینی است. معمولاً اطلاعات کافی برای شناخت کامل از آبخوان موجود نیست؛ اما براساس اطلاعات موجود و نظرات کارشناسی محدوده آبخوان تعیین می‌شود. برای تعیین محدوده آبخوان لاش (زرآباد) از اطلاعات زمین‌شناسی و بررسی‌های اکتشافی، ژئومورفولوژی و منابع آب استفاده شده است. بررسی‌های آب زیرزمینی این محدوده مطالعاتی نشان می‌دهد که در این محدوده مطالعاتی وسعت ناحیه دشت و ارتفاعات در آن بترتیب برابر با ۱۱۳۴/۸۸۶ و ۱۶۸۷/۱۷۳ کیلومتر مربع می‌باشد. آبخوان آبرفتی از نوع آزاد در دشت لاش دارای وسعت ۴۱۳/۹ کیلومتر مربع می‌باشد. همچنین لازم به ذکر است چنانچه در محدوده یا آبخوانی مجموع عوامل خروجی از مجموع عوامل ورودی بیشتر باشد، بیلان این محدوده متعادل نبوده و به عبارتی بیلان منفی است. در موارد عکس این حالت نیز بیلان را مثبت می‌نامند. برخی از عوامل مربوط به بیلان را به صورت مستقیم اندازه‌گیری می‌کنند و برخی عوامل باتوجه به معلوم بودن دیگر عوامل محاسبه می‌گردد.

با توجه به مطالب ارائه شده، جهت تهیه بیلان آب زیرزمینی آبخوان دشت لاش (زرآباد) لازم است در یک دوره زمانی مشخص، تغییر حجم آب مخزن (ΔV) که تابعی از جریان‌های ورودی و خروجی از سفره آب زیرزمینی می‌باشد از رابطه ۱ تعیین گردد (۱۰).

$$(1) \quad (\text{تغییرات حجم } \Delta V = \text{میزان جریان خروجی} - \text{میزان جریان ورودی})$$

(مخزن)



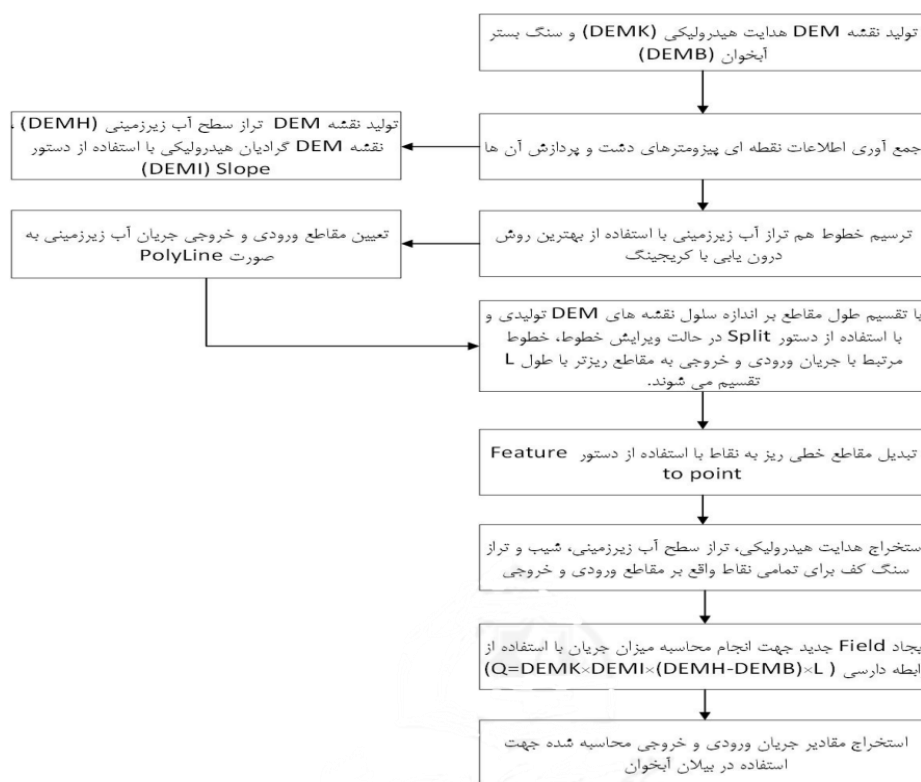
شکل ۲: گام‌های تعیین و مقایسه برآورد حجم ذخیره آبخوان

نزولات جوی از فاکتورهای مهم و مؤثر در محاسبه بیلان آبی هر منطقه می‌باشد. بر مبنای آمار و اطلاعات موجود در سطح دشت لاش (زرآباد)، از متوسط بارش در ایستگاه‌های باران‌سنجی هیان زراآباد، جادوزهی، تیس و باندینی و دمای ایستگاه هواشناسی هیان زراآباد، پیرسهراب و کهیر جهت استخراج اطلاعات ماهانه بارش و دما مرتبط با سال آبی ۱۴۰۱-۰۲ استفاده گردید. بر این اساس مجموع بارندگی در این سال آبی در سطح آبخوان برابر با ۲۹۷ میلی‌متر است که با ضرب آن در مساحت سطح آبخوان (۴۱۳/۹ کیلومتر مربع)، حجم بارندگی سالانه معادل ۱۲۲/۹۲ میلیون متر مکعب می‌گردد.

جریان آب زیرزمینی ممکن است از طریق آبخوان‌های آبرفتی و یا سازندهای سخت از محدوده‌های مطالعاتی مجاور وارد محدوده مطالعاتی گردد. در محدوده مطالعاتی لاش جریان زیرزمینی ورودی به حالت طبیعی و یا انتقالی از محدوده‌های

مطالعاتی مجاور به این محدوده مطالعاتی وجود ندارد. حجم جریان سطحی ورودی به این محدوده مطالعاتی از محدوده مطالعاتی بنت- هنگام برابر با ۱۳۶/۲۷ میلیون متر مکعب در سال است.

برای یک آبخوان آبرفتی لازم است جریان‌های زیرزمینی ورودی از سمت ارتفاعات و یا دشت‌های مجاور آن و جریان‌های خروجی به سمت کویر، دریا و دریاچه با دشت پایین دست را مشخص نمود. میزان جریان‌های ورودی و خروجی آب زیرزمینی پس از تعیین مقاطع ورودی و خروجی که با استفاده از نقشه تراز آب زیرزمینی بدست می‌آید (۸۰۹). لازم به ذکر است جهت محاسبه میزان جریانات ورودی و خروجی از رویکرد تهیه شده در شکل ۳ از نرم افزار GIS استفاده شده است. براساس این ساختار، وجود اطلاعات هدایت هیدرولیکی، تراز سنگ کف آبخوان، متوسط تراز سطح آب زیرزمینی در سال آبی ۱۴۰۱-۰۲ به همراه موقعیت آبخوان جهت تعیین میزان جریانات زیرزمینی ورودی و خروجی از سفره آب زیرزمینی ضروری است.



شکل ۳: نحوه محاسبه میزان جریان ورودی و خروجی از آبخوان با استفاده از GIS

جهت محاسبه میزان تبخیر از سطح سفره لازم است با استفاده از اندازه‌گیری‌های صورت گرفته از چاه‌های مشاهده‌ای محدوده مورد مطالعه، نقشه هم‌عمق تراز سطح آب زیرزمینی ترسیم گردد. سپس با توجه به میزان عمق تراز سطح آب زیرزمینی، سطوحی که امکان تبخیر از آنها وجود دارد مشخص شده و با استفاده از ارتفاع تبخیری در نظر گرفته شده برای هر سطح، حجم تبخیر محاسبه می‌گردد. در این مطالعه ابتدا خطوط متوسط تراز هم‌عمق آب زیرزمینی برای سال آبی ۱۴۰۱-۰۲ ترسیم و براساس آن اقدام به تعیین سطوح با عمق برخورد به آب کمتر از ۵ متر گردید. با توجه به عمق برخورد به آب،

می‌توان دریافت که در محدوده مورد مطالعه به دلیل برداشت‌های مازاد بر ظرفیت آبخوان، عمق کمتر از ۵ متر دیده نمی‌شود، لذا تبخیر از سطح آب زیرزمینی برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.

تخلیه و برداشت از آب زیرزمینی مهمترین عامل خروجی آب از آبخوان‌ها به شمار می‌آید که مشتمل بر برداشت (پمپاژ) توسط چاه و تخلیه توسط قنات و چشمه است. طبق آمار منابع آب مربوط به سال ۱۴۰۲-۰۳ دفتر حفاظت شرکت آب منطقه ای استان سیستان و بلوچستان در محدوده مطالعاتی لاش (زرآباد) در طی سال آبی ۱۴۰۱-۰۲ میزان کل تخلیه از آبخوان آبرفتی توسط چاه برابر با ۳۴/۷۸ میلیون متر مکعب می‌باشد. همچنین در محدوده مطالعاتی مذکور هیچگونه قنات و چشمه‌ای تاکنون شناسایی و آماربرداری نگردیده است. علت این امر می‌تواند به نفوذپذیری کم رسوبات ارتفاعات این محدوده باشد چرا که براساس مطالعات زمین‌شناسی و صحرایی صورت گرفته در منطقه غالب واحدهای زمین‌شناسی منطقه از مارن و شیل تشکیل گردیده‌اند که نفوذپذیری کمی را دارا می‌باشند. مجموع مصارف آب در محدوده مطالعاتی لاش برابر ۳۴/۷۸ میلیون متر مکعب در سال است که ۱۰۰ درصد از آن برای کشاورزی مصرف می‌گردد و در بخش شرب و صنعت مصرف آب شناسایی نشده است. حجم آب برگشتی از مصارف آب ۷/۲۹ میلیون مترمکعب در سال برآورد گردیده است که عمده‌ی آن موجب تغذیه آبخوان آبرفتی شده و مقداری نیز به صورت زه آب به جریان‌های سطحی ملحق می‌گردد.

معرفی دستاورد:

حجم کل بارندگی در سطح محدوده مطالعاتی لاش ۴۲۲/۶ میلیون مترمکعب در سال است. میزان بارندگی در سطح ناحیه کوهستانی ۲۶۳/۷ میلیون مترمکعب بوده که ۲۱۳/۳۱ میلیون مترمکعب آن بصورت تبخیر و تعرق واقعی از دسترس خارج شده و مابقی آن (۵۰/۳۹ میلیون متر مکعب در سال) حجم بارش مفید در سطح دشت برابر با ۲۵/۵۵ میلیون مترمکعب در سال است که از این رقم مذکور میزان نفوذ از بارش در سطح دشت لاش برابر با ۱۰/۰۱ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد و با توجه به وسعت آبخوان آبرفتی ۳/۶۴ میلیون مترمکعب باعث تغذیه سطحی آبخوان آبرفتی گردیده و مابقی دشتی اطراف آبخوان آبرفتی می‌باشد، که می‌تواند باعث تغذیه جانبی آبخوان آبرفتی گردد. خاطر نشان می‌سازد نفوذ در سمت پایین دست آبخوان می‌تواند تبخیر و یا زهکش شده و یا توسط چاه‌های بهره‌برداری محفوره در خارج از ناحیه بیلان آب زیرزمینی برداشت گردد در محدوده مطالعاتی لاش جریان سطحی بحالت انتقالی و جریان زیرزمینی بحالت طبیعی و یا انتقالی از محدوده‌های مطالعاتی مجاور وجود ندارد. حجم جریان سطحی ورودی از محدوده مطالعاتی بنت -هنگام برابر با ۱۳۶/۲۷ میلیون متر مکعب در سال است. براساس مطالب ارائه شده در بخش بیلان آب زیرزمینی جریان زیرزمینی خروجی از محدوده مطالعاتی لاش به محدوده‌های مطالعاتی مجاور وجود ندارد. براساس مطالب ارائه شده در بخشهای قبل، تبخیر از آب زیرزمینی و تبخیر از سطح آزاد آب در سطح محدوده مطالعاتی لاش وجود ندارد. میزان مصرف آب از منابع آبهای سطحی و زیرزمینی در بخش شرب و صنعت وجود ندارد و در بخش کشاورزی ۳۴/۷۸ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد. حجم آب برگشتی از مصارف آب حدود ۷/۲۹ میلیون مترمکعب در سال برآورد گردیده که بخشی از آن موجب تغذیه آبخوان آبرفتی شده و بخشی نیز به صورت زه آب به جریان‌های سطحی ملحق می‌گردد. بنابراین تفاوت ورودی‌ها و خروجی‌های محدوده مطالعاتی لاش ۴/۳- میلیون مترمکعب در سال است که معادل تغییرات حجم مخزن آبخوان آبرفتی دشت لاش می‌باشد. نفوذ بارندگی از سطح آبخوان، جزئی از تغذیه سطحی محسوب میشود.

جدول ۱: محاسبه میزان نفوذ و رواناب ناشی از بارش در دشت لاش (زرآباد)

مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه	مولفه های بیلان
۳۰.۲	۲۵.۸	۲۱.۴	۱۹	۱۹.۴	۲۲.۸	۲۷	۳۲.۲	۳۴.۷	۳۴.۸	۳۳.۴	۳۱.۷	۲۷.۷	دما (درجه سانتی گراد)
		۳۱.۴	۴۰.۳	۴۶.۷		۲۱.۶						۱۴۰	بارندگی
۲۲۰.۹	۱۰۴.۸	۴۷.۷	۲۹.۴	۳۱.۲	۷۰.۳	۱۴۷.۴	۳۴۲.۳	۴۵۷.۴	۴۷۷.۳	۳۸۹.۹	۲۸۰.۴	۲۵۹۹	تبخیر و تعرق ماهانه
۷.۴	۳.۵	۱.۶	۱	۱	۲.۴	۴.۸	۱۱	۱۴.۸	۱۵.۴	۱۲.۶	۹	۷.۱	تبخیر روزانه
		۲.۷	۳.۴	۴		۵							مجموع بارندگی های کمتر از ۲ میلیمتر
		۳	۴	۴		۵							تعداد روزهای بارندگی
		۸	۱۰	۸		۵							تعداد دوره های بارش
		۹	۱۰	۱۰		۵							تعداد روزهای دارای تبخیر و تعرق واقعی (روز)
		۳۱.۴	۳۳.۲	۳۱.۳		۲۱.۶						۱۱۷.۵	تبخیر و تعرق حقیقی
			۷.۱	۱۵.۴		۰						۲۲.۵	مازاد (رواناب+نفوذ)

جدول ۲: محاسبه میزان نفوذ و رواناب ناشی از بارش در ارتفاعات دشت لاش (زرآباد)

مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه	مولفه های بیلان
۲۹.۴	۲۵.۲	۲۰.۸	۱۸.۵	۱۸.۹	۲۲.۲	۲۶.۳	۳۱.۵	۳۳.۹	۳۴	۳۲.۶	۳۰.۹	۲۷	دما (درجه سانتی گراد)
		۳۵.۴	۴۵.۴	۵۱.۸		۲۴.۴						۱۵۷	بارندگی
۱۹۵.۲	۹۲.۶	۴۲.۲	۲۶	۲۷.۵	۶۲.۱	۱۳۰.۲	۳۰۲.۴	۴۰۴.۱	۴۲۱.۷	۳۴۴.۴	۲۴۷.۷	۲۲۹۶.۱	تبخیر و تعرق ماهانه
۶.۵	۳.۱	۱.۴	۰.۹	۰.۹	۲.۱	۴.۲	۹.۸	۱۳	۱۳.۶	۱۱.۱	۸	۶.۳	تبخیر روزانه
		۳.۲	۴.۴	۵		۵							مجموع بارندگی های کمتر از ۲ میلیمتر
		۳	۴	۴		۵							تعداد روزهای بارندگی
		۹	۱۲	۱۲		۵							تعداد دوره های بارش
		۷	۸	۸		۵							تعداد روزهای دارای تبخیر و تعرق واقعی (روز)
		۳۱	۳۵.۳	۳۶.۳		۲۴.۴						۱۲۷	تبخیر و تعرق حقیقی
		۴.۴	۱۰.۱	۱۵.۵		۰						۳۰	مازاد (رواناب+نفوذ)

در محدوده مطالعاتی لاش (زرآباد) محاسبات جریان زیرزمینی ورودی و خروجی طبق جدول شماره ۳ انجام گرفته که براساس آن مقدار جریان ورودی جانبی برابر ۱۲/۸ میلیون متر مکعب در سال و جریان زیرزمینی خروجی برابر ۰/۲۶ میلیون متر مکعب در سال است. جریان زیرزمینی خروجی از دشت لاش وارد اراضی پایین دستی شده و در آنجا توسط رودخانه زهکش شده و یا توسط چاه های بهره برداری محفوره در خارج از ناحیه بیلان آب زیرزمینی برداشت می گردد.

جدول ۳: محاسبه میزان جریان ورودی و خروجی از آبخوان لاش (زرآباد) در سال آبی ۱۴۰۱-۰۲

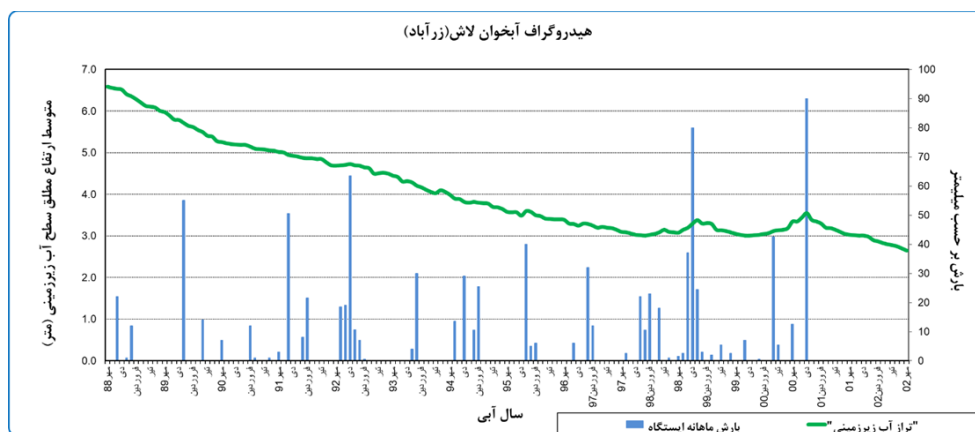
شماره جبهه	شیب هیدرولیکی (در هزار)	طول (متر)	قابلیت انتقال (متر مربع در روز)	حجم جریان (میلیون متر مکعب)
۱	۱.۲۵	۷۴۵	۱۰۰	۰.۰۳
۲	۱.۲۵	۱۲۵۰۰	۱۰۰	۰.۵۷
۳	۱.۶۷	۱۰۰۴	۳۰۰	۰.۱۸
۴	۱.۶۷	۷۷۰	۲۵۰	۰.۱۲
۵	۲.۲۲	۷۲۰۰	۱۵۰	۰.۸۸
۶	۱.۸۲	۱۰۰۰	۱۵۰	۰.۱۰
۷	۱.۸۲	۱۳۰۰	۱۰۰	۰.۰۹
۸	۱.۶۷	۶۵۰	۱۰۰	۰.۰۴
۹	۱.۵۴	۸۵۰	۱۰۰	۰.۰۵
۱۰	۱.۶۷	۱۷۰۰	۱۰۰	۰.۱۰
سایر نواحی فاقد جبهه آب زیرزمینی				۹.۵۰
جمع کل ورودی زیرزمینی				۱۱.۶۶
۱	۱.۲۵	۱۰۱۰	۱۰۰	۰.۰۵
۲	۰.۷۲	۹۵۰	۱۰۰	۰.۰۲
۳	۱.۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰	۰.۱۹
جمع کل خروجی زیرزمینی				۰.۲۶

با قرار دادن پارامترهای مؤثر در تخلیه و تغذیه آبخوان که در بخش قبل مورد محاسبه قرار گرفت، می‌توان مقدار تغییرات حجم مخزن آب زیرزمینی را بدست آورد. با توجه به جدول ۴ مخزن آب زیرزمینی دشت لاش (زرآباد) در سال آبی ۰۲-۱۴۰۱ با کسری معادل ۴/۳ - میلیون متر مکعب مواجه است که این روند منجر به افت تصاعدی آبخوان شده و وضعیت ذخیره منابع آب زیرزمینی دشت را با بحران مواجه نموده است.

جدول ۴: بیلان آبخوان دشت لاش (زرآباد) برای سال آبی ۱۴۰۱-۰۲ (MCM)

تغییرات حجم ذخیره آبخوان	عوامل خروجی					عوامل ورودی					مساحت ناحیه بیلان (کیلومتر مربع)	نام آبخوان آبرفتی	
	جمع	تبخیر از آبخوان	زهکشی آبخوان	جریان زیرزمینی خروجی	تخلیه و برداشت (چاه و قنات، چشمه)	جمع	نفوذ از پساب شرب و صنعت	نفوذ از پساب کشاورزی	نفوذ از جریان‌های سطحی	نفوذ از بارندگی			جریان زیرزمینی ورودی
۴۰۳	۳۴۰۳	-	-	۰۰۲۶	۳۴۰۷	۳۰۰۳	-	۷۰۷۱	۷۰۲	۳۰۶۴	۱۱۰۶۶	۴۱۳۰۹	لاش(زرآباد)

در محاسبه تغییرات حجم ذخیره آبخوان از طریق هیدروگراف ضریب ذخیره در محدوده بیلان برای این منطقه به طور متوسط برابر با ۴ درصد بوده و میزان تغییرات سالانه تراز سطح آب زیرزمینی در سال آبی ۱۴۰۱-۰۲ با توجه به تعیین هیدروگراف تراز سطح آب زیرزمینی دشت لاش (زرآباد) با توجه به اطلاعات چاه‌های مشاهده‌ای در طی یک دوره ۱۴ ساله برابر با ۲۸-سانتی متر می‌باشد (شکل ۴).



شکل ۴: هیدروگراف تراز سطح آب زیرزمینی دشت لاش (زرآباد) در طی یک دوره ۱۴ ساله (۱۳۸۸-۰۲)

همچنین مساحت محدوده بیلان در نظر گرفته شده برابر با ۴۱۳/۹ کیلومترمربع است. با جایگذاری این مقادیر در رابطه (۳)، میانگین تغییرات حجم مخزن محدوده بیلان در سال آبی ۱۴۰۱-۰۲ محاسبه می‌شود:

$$\Delta V = S_y \times \Delta h \times A = 0.04 \times 0.28 \times 413.9 = -4.6 \text{ MCM}$$

در نتیجه در دوره بیلان، محدوده آبخوان لاش (زرآباد) به میزان ۴/۶ میلیون متر مکعب با کاهش حجم مخزن مواجه است. از مقایسه این عدد با کسری حاصل از جدول بیلان (به شکل دستی) مشخص می‌شود که مؤلفه‌های محاسبه شده بیلان با دقت قابل قبولی صحیح بوده و می‌تواند به عنوان تخمین مناسبی از پارامترهای تخلیه و تغذیه آبخوان دشت لاش (زرآباد) جهت مدیریت و یا مدل سازی آبخوان مطرح باشد. هدف اصلی از این مطالعه محاسبه بیلان آب زیرزمینی است و برای اولین بار در این تحقیق، در دشت لاش (زرآباد) با مقایسه تغییرات ذخیره آبخوان به شکل دستی و مقایسه با هیدروگراف واحد آبخوان انجام گرفت. روند افت سطح ایستابی و بیلان منفی دشت، از نتایج تحقیق حاضر می‌باشد، به طوریکه علیرغم کنترل برداشت از سفره، کماکان افت و کسری مخزن در دشت لاش (زرآباد) وجود دارد بطوریکه طبق آبنمود معرف تغییرات سطح آب زیرزمینی بر اساس اطلاعات اندازه گیری چاه‌های مشاهده‌ای از سال آبی ۸۹-۱۳۸۸ الی ۱۴۰۳ طی دوره ۱۴ ساله سطح آب زیرزمینی در مجموع ۳/۹۶ متر افت داشته است یعنی سطح آب زیرزمینی در آبخوان آبرفتی دشت لاش (زرآباد) بطور متوسط سالیانه ۰/۲۸ متر کاهش می‌یابد. همچنین کسری حجم مخزن آبخوان آبرفتی دشت لاش برابر با ۴/۶ میلیون متر مکعب است که با محاسبات بیلان آب زیرزمینی در این دشت تفاوت ناچیزی در ۰/۳ دارد. افزایش تعداد چاه‌های غیر مجاز و همچنین اثر شدید تغییرات اقلیمی بر منابع آب زیرزمینی دشت مذکور، عدم تخصیص بهینه برداشت از منابع آب زیرزمینی می‌تواند نشان دهنده عدم مدیریت صحیح آبخوان باشد. با توجه به شرایط موجود سفره و ادامه روند افت و کسری مخزن دشت، اصلاح الگوی کشت،

اجرای طرح‌های تعادل بخشی، استفاده از روش‌های تغذیه مصنوعی و محدودیت در میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی اجتناب ناپذیر می‌باشد.

توصیه ترویجی

۱- نتایج نشان داد که بیلان هیدروگراف (۶۲/۴-م.م) و بیلان آب زیرزمینی منطقه (۳/۴-م.م) نشانگر کاهش حجم آب آبخوان است که با قرارگیری محدوده در منطقه ساحلی خطری جدی برای آبخوان محسوب می‌شود.

۲- طبق اطلاعات کسب شده از واحد حفاظت آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان مبنی بر اضافه برداشت از آبخوان به میزان تخلیه ۳۴/۷۸ م.م و طبق آخرین وضعیت نتایج تصویب برنامه عملیاتی آب قابل برنامه ریزی در استان محدوده مطالعاتی لاش (زرآباد) به میزان ۳۰/۶۹ م.م و افت قابل توجه چاه‌ها بخصوص در جنوب و غرب محدوده؛ احتمال هجوم جبهه آب شور دریا آبخوان را تهدید می‌نماید. همچنین تراکم چاه‌ها و برداشت بیش از مقدار مجاز؛ وجود واحدهای شیل و مارنی و همچنین وجود تشکیلات زمین شناسی شور کننده بخصوص در غرب منطقه در سال‌های اخیر موجب تنزل کیفیت آب آبخوان گردیده است.

در نهایت افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی خصوصاً موز در منطقه مورد مطالعه که نیاز آبی بالایی دارد و روش آبیاری کرتی که بایستی با ارائه تمهیداتی نسبت به اصلاح الگوی کشت در منطقه و آموزش کشاورزان در جهت تغییر روش‌های آبیاری اقدام نمود.

فهرست منابع

- ۱-افضلی، آ.، شاهدی، ک. ۱۳۹۳. بررسی تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت آمل-بابل. پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، سال پنجم، شماره ۱۰، ص ۱۵۶-۱۴۴.
- ۲- عسگری، ر.، باندیریان، ا.، طهماسبی، ب.، جامی، ا. ۱۳۹۱. ارزیابی پایداری کشاورزی با استفاده از شاخص‌های پایداری، اولین همایش ملی بیابان، خرداد ماه، تهران، ایران، ۱۱ ص.
- ۳-پورمحمدی، س.، دستورانی، م.ت.، جعفری، ه.، رحیمیان، م.ح.، گودرزی، م.، مسماریان، ز.، باقری، ف. ۱۳۹۸. بررسی بیلان آب زیرزمینی دشت تویسرکان همدان به کمک مدل ریاضی مادفلو. اکوهیدرولوژی، دوره ۲، شماره ۴، ص ۳۸۲-۳۷۱.
- ۴-عزیزی، ح.، ابراهیمی، ح.، سامانی، ح.، خاکی، و. ۱۴۰۰. ارزیابی شدت اثر تغییر اقلیم بر منابع آب زیرزمینی دشت ورامین با استفاده از شاخص NISTOR. تحقیقات منابع آب ایران، دوره ۱۶، شماره ۳.
- ۵-جلیلی، ج.، جلیلی، خ.، حصادی، ه.، حدیدی، م. ۱۳۹۳. تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی از طریق کانال‌های زهکشی سطحی با استفاده از روش AHP. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال ۸، شماره ۲۴، ص ۳۷-۲۹.
- ۶- محتشمی، ع.، هاشمی منفرد، آ.، عزیزان، غ. ر.، اکبرپور، ا. ۱۳۹۹. محاسبه بیلان آب زیرزمینی به کمک روش عددی MLPG مطالعه موردی: آبخوان آزاد بیرجند. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، دوره ۱۴، شماره ۴، ص ۱۴۷۴-۱۴۶۰.

7- Abrishamchi, A., Khakbazan Fard, F., & Taghavi, A. 2020. Planning for groundwater sustainable use: A case study in Nishapur Plain, Iran. Agricultural Water Management, 229, 1- 15.

- 8-Todd, D.K., & Mays, L.W. 2004. Groundwater Hydrology. s.l.: John Wiley. Parsad, Y.S., & Rao, B.V. (2018). Groundwater depletion and groundwater balance studies of Kandivalasa River Sub Basin, Vizianagaram District, and Andhra Pradesh, India. Groundwater for Sustainable Development, 6, 71-78.
- 9-Ngongondo, C., CH. Y., Xu, L., Tallaksen, M., & Alemaw, B. (2015). Observed and simulated changes in the water balance components over Malawi, during 1971-2000. Quaternary International, 369, 7-16.204.
- 10-Abrishamchi, A., Khakbazan Fard, F., & Taghavi, A. (2020). Planning for groundwater sustainable use: A case study in Nishapur Plain, Iran. Agricultural Water Management, 229, 1- 15.