



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 سوم، شماره ۶، پاییز و زمستان ۱۴۰۱

کود آبیاری نیتروژن در روش آبیاری قطره‌ای نواری مزرعه پیاز در منطقه جیرفت

بررسی اثر کود آبیاری بر عملکرد گندم در استان خوزستان

مقایسه آبیاری سطحی و زیر سطحی با استفاده از آب نامتعارف بر روند شوری خاک و رشد درختان پسته در یک دهه

مدیریت تلفیقی بیماری آتشک درختان میوه دانه دار با توجه به شیوه آبیاری، هرس، تغذیه بهینه و سم‌پاشی

مروری بر روش‌های مختلف مقابله با فرسایش آبی در دنیا

راهکارهای افزایش بهره‌وری آب در مزارع یونجه مجهز به کنتورهای هوشمند در ارسنجان فارس

انتخاب نوع آبیاری ثقلی قطره‌ای (آب‌چکانی یا شیری) با استفاده از نظرات کارشناسان فنی و اقتصادی در باغ‌های میوه

معرفی گیاه آنگوزه به عنوان گیاهی مقاوم به کم‌آبی و خشکی در احیا مراتع استان کرمان

بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی آب مجازی بادام تخمینی (مبنی بر نیاز آبی) در استان یزد

تأثیر دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی بر کارایی مصرف آب در تولید گل محمدی در استان کرمان

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 باشد و منعکس کننده محتوای کامل مقاله باشد. قلم نگارش عنوان، B-Titr به اندازه ۱۴ است.
- ❖ نام پدیدآورندگان 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 حداکثر 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 می شود.
- ❖ 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

- ❖ حتماً 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 و آنالیزهای آماری 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)

شایان ذکر است مقالات در مرحله اول به داور فنی ارسال می‌گردد و در صورت تایید توسط ایشان مراحل داوری شروع خواهد شد.



فهرست

- کود آبیاری نیتروژن در روش آبیاری قطره‌ای نواری مزرعه پیاز در منطقه جیرفت
آرش صباح
- بررسی اثر کود آبیاری بر عملکرد گندم در استان خوزستان
ابوالفضل آزادی
- مقایسه آبیاری سطحی و زیرسطحی با استفاده از آب نامتعارف بر روند شوری خاک و رشد درختان پسته در یک دهه
مهرنوش اسکندری
- مدیریت تلفیقی بیماری آتشک درختان میوه دانه دار با توجه به شیوه آبیاری، هرس، تغذیه بهینه و سم‌پاشی
غلامرضا برادران
- مروری بر روش‌های مختلف مقابله با فرسایش آبی در دنیا
حمزه سعیدیان
- راهکارهای افزایش بهره‌وری آب در مزارع یونجه مجهز به کتورهای هوشمند در ارسنجان فارس
محمدعلی شاهرخ‌نیا
- انتخاب نوع آبیاری ثقلی قطره‌ای (آب‌چکانی یا شیری) با استفاده از نظرات کارشناسان فنی و اقتصادی در باغ‌های میوه
علی شهنوازی
- معرفی گیاه آنگوزه به عنوان گیاهی مقاوم به کم‌آبی و خشکی در احیا مراتع استان کرمان
محمد رضا کدوری
- بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی آب مجازی بادم تخمینی (مبتنی بر نیاز آبی) در استان یزد
بیتا مروج الاحکامی
- تاثیر دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر کارایی مصرف آب در تولید گل محمدی در استان کرمان
هادی کریمی

سخن سردبیر

سوء مدیریت در بهره برداری از منابع طبیعی از یکطرف و چالش های مهم زیست محیطی در سطح جهانی از سوی دیگر وضعیت منابع طبیعی و محیط زیست کره زمین را در معرض خطر قرار داده است. یکی از چالش های اساسی و اصلی ناشی از اقدامات مذکور بحران آب و پیامدهای ناشی از آن از جمله فرونشست زمین، وجود ریزگردها بعنوان پدیده غالب هواشناسی، کاهش کمیت و کیفیت شدید منابع آبی، از بین رفتن اراضی کشاورزی و تولیدات ناشی از آنها، تخلیه بخش های زیادی از روستاها و شهری مناطق خشک و نیمه خشک از جمعیت و سکنه و هجوم آنها به سمت شهرها و مناطق مرطوب تر و در نتیجه فشار بیش از حد توان اکولوژی بر این مناطق که خود زمینه بیابان زایی مناطق نیمه مرطوب و مرطوب را فراهم می کند، از اهم اثرات ناشی از بهره برداری غیر اصولی و غیر علمی از منابع آب، خاک و پوشش گیاهی محسوب می گردد. توسعه منابع آبی جدید و استفاده از منابع آبی نامتعارف مانند شیرین کردن آب دریا و... در بسیاری از مناطق مخصوصا مناطق خشک و نیمه خشک اگرچه در کوتاه مدت و بصورت مسکن مرهمی بر درد لاینحل بحران آب داشته است. اما بدلیل مسائل و مشکلات زیست محیطی ناشی از این گونه اقدامات از یکطرف و بخش نگری، عدم نگاه سیستمی به موضوع بحران آب و همچنین عدم بکارگیری روش های مبتنی بر اصول علمی بر اساس اصل توسعه پایدار از سوی دیگر، متأسفانه هنوز در بسیاری از مناطق جهان از جمله کشور ایران و اثر بخشی اینگونه اقدامات در حل مشکل بحران آب و سایر چالش های زیست محیطی در هاله ای از ابهام است. صرفنظر از اینکه محرک اصلی بحران های آبی قرن حاضر ناشی از چالش های زیست محیطی مانند تغییر اقلیم یا سوء مدیریت است، که همواره بین کارشناسان در این خصوص اختلاف نظر های وجود دارد. تنها راه حل فائق آمدن بر این مسائل و مشکلات بکارگیری اصول علمی مبتنی بر امر کارشناسی و بر اساس جامع نگری و اصل توسعه پایدار استوار است. لذا گره مشکلات زیست محیطی و حل چالش بحران آب تنها و تنها به همت شما متخصصین و کارشناسان مختلف حوزه آب، محیط زیست، منابع طبیعی و.. قابل حل خواهد بود. به همین منظور مجله حفظ و بهره وری آب آمادگی خود را جهت ارائه و انتشار آخرین دستاوردهای علمی، پژوهشی، تحقیقاتی شما عزیزان در خصوص موضوعات آب مخصوصا بهره وری آب اعلام میدارد. امید است به همت شما عزیزان گام موثر در جهت حل بحران آب و چالش های مهم زیست محیطی ناشی از آن برداریم.

علیجان آبکار

پاییز ۱۴۰۱

کود آبیاری نیتروژن در روش آبیاری قطره‌ای نواری

مزرعه پیاز در منطقه جیرفت

آرش صباح*^۱، مهدی امیرپور رباط^۲، پیمان اسفندیارپور^۳، ابراهیم ممنوعی^۴ و

ناصر رشیدی^۵



۱- مربی پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع

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

۲- محقق بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان،

سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۴- استادیار بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

استان فارس، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران

*Email: Sabbaharash@gmail.com

چکیده

باتوجه به اهمیت کشت پیاز در منطقه جیرفت و به منظور استفاده بهینه از منابع آب و کود نیتروژن این بررسی در سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۹ به صورت آزمایش فاکتوریل فاکتور A میزان آب مصرفی در سه سطح، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد تبخیر و تعرق گیاهی محاسبه شده با آمار دراز مدت با روش پنمن‌مانتیث و فاکتور B میزان کود نیتروژن در چهار سطح، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز گیاه براساس آزمون خاک به روش کود آبیاری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت در خاک لوم شنی به مرحله اجرا درآمد. نتایج نشان داد که ۴۰۱۵/۷ متر مکعب در هکتار آب مصرفی با دور آبیاری سه روز مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق و ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل ۲۷۰ کیلو گرم اوره (۲۰ درصد قبل از کشت و بقیه به صورت هفتگی در روش کود آبیاری) با بیش ترین عملکرد و میزان نترات مجاز در منطقه جیرفت قابل توصیه است. اگر چنانچه شرایط کم آبی اتفاق بیفتد میزان ۳۲۱۲/۷ متر مکعب آب در هکتار با بیش‌ترین کارایی مصرف آب توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کارایی مصرف آب، میزان کود نیتروژن، نترات مجاز

بیان مسئله

پياز خوراکی محصولی ارزشمند محسوب می شود و کمیت و کیفیت آن از نظر اقتصادی حائز اهمیت است و منطقه جیرفت یکی از مناطق مستعد کشت این محصول به صورت استمرار در دو فصل می باشد. سطح زیر کشت این محصول در منطقه جیرفت و کهنوج حدود ۱۳۵۵۰ هکتار می باشد (۱). در یک تحقیق تاثیر سطوح آب آبیاری و میزان نیتروژن بر عملکرد پياز بررسی شد، که در آن تیمارهای آبی ۰/۶، ۰/۸، ۱ و ۱/۲ نسبت آب آبیاری به تبخیر تجمعی از تشت و مقادیر نیتروژن صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود. بالاترین عملکرد از سطح آبی ۱۲۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت و بالاترین سطح نیتروژن مشاهده شد. نسبت سود به هزینه با افزایش سطوح آب و نیتروژن افزایش یافت. هم چنین بالاترین کارایی مصرف آب در تیمار ۱۲۰ درصد آب و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص مشاهده شد (۸). در تحقیقی از چهار سطح آب آبیاری ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ درصد تبخیر روزانه از تشت و مصرف دوسرک اوره که ۲۹ و ۴۴ روز پس از انتقال نشا به زمین اصلی به همراه ۶۰ متر مکعب در هکتار از کود گاوی پوسیده استفاده شد، بالاترین عملکرد با دو سطح آبیاری ۱۰۰ و ۱۵۰ درصد به دست آمد (۴). در هند در خاک درشت بافت از آب با سه سطح ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق استفاده شد و نتایج نشان داد که کاربرد ۵۶/۴ سانتی متر آب در روش قطره ای در طول فصل و مصرف روزانه ۳/۴ کیلو گرم در هکتار کود اوره به صورت کود آبیاری بیشترین عملکرد و کمترین آبشویی نترات را باعث شد و کمترین عملکرد از کود آبیاری ماهانه بود (۶). بررسی روش مصرف کودهای نیتروژن و پتاس در کود آبیاری نشان داد که بهترین حالت استفاده ۳۰ تا ۴۰ درصد کل کود نیتروژن و پتاس قبل از کاشت و مصرف بقیه آن بسته به نوع خاک بطور معمول هر هفته یک بار است. دفعات مصرف هفتگی کود تابع مراحل رشد گیاه بود و کمترین تعداد دفعات مصرف کود از طریق سیستم آبیاری مربوط به اوایل دوره رشد بوده که این مقدار با رسیدن محصول و تشکیل میوه به حداکثر می رسد (۹). تزریق مواد غذایی در سیستم کود آبیاری بایستی براساس منحنی رشد گیاه و مطابق با نیاز گیاه انجام گیرد تا این که حداقل آبشویی عناصر غذایی و حداکثر رشد گیاه فراهم شود. در تنظیم زمان تزریق کود از طریق سیستم عموماً در ۲ تا ۴ هفته اول از برنامه ثابتی استفاده می شود و بعد از آن برنامه تغییر یافته و شدت آن کم یا زیاد می شود و عموماً در اوایل فصل رشد شدت تزریق کم و بعد از آن با رشد گیاه افزایش و بعد از بلوغ و رسیدن گیاه کاهش می یابد که عموماً برای اکثر گیاهان ۴ تا ۵ مرحله در نظر گرفته می شود. در حالت طبیعی حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد کل میزان نیتروژن و پتاسیم قبل از کاشت مصرف می شود و تزریق کود نیتروژن و پتاسیم از طریق سیستم حداقل یک هفته به تأخیر می افتد (۵ و ۷).

طرح مذکور در کشت مرسوم در جیرفت بر روی رقم پياز پریماورا به صورت آزمایش فاکتوریل با دو عامل، میزان آب در سه سطح (۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد تبخیر و تعرق گیاهی محاسبه شده با آمار دراز مدت با روش پنمن مانیتیت) و نیتروژن در چهار سطح (۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز گیاه براساس آزمون خاک به روش کود آبیاری) در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹ به مرحله اجرا در آمد. هرکرت آزمایش شامل ۱۲ خط کشت با فاصله خطوط کشت ۱۵ سانتی متر و فاصله بوته روی خطوط کشت ۸ سانتی متر و طول خط کشت ۱۰ متر بود که برای هر چهار خط کشت (پشته ۶۰ سانتی متری با جویچه کم عمق) یک نوار تیپ استفاده شد. آبیاری با استفاده از نوارهای تیپ (قطره ای) با فواصل روزنه ای ۲۰ سانتی متر و میزان آب آبیاری (نیاز آبی) با استفاده از فرمول $ETo \times Kc = Etc$ محاسبه شد. Etc تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه و ETo تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع براساس دوره آماری ۱۵ ساله از اطلاعات هواشناسی منطقه به روش پنمن مانیتیت با استفاده از برنامه نرم افزاری CROP WAT محاسبه گردید. Kc (ضریب گیاهی) براساس طول و مراحل مختلف دوره رشد و درصد پوشش گیاهی و اطلاعات هواشناسی از کتاب برآورد نیاز آبی گیاهان استفاده شد (۳). میزان آب به دست آمده (Etc) بر حسب

میلی‌متر) با توجه به سطوح آبی ذکر شده محاسبه شد و با دور آبیاری با فواصل سه روز یکبار با استفاده از نوارهای تیپ (قطره‌ای) با فواصل روزنه‌های ۲۰ سانتی‌متر و استفاده از کنتور حجمی در اختیار گیاه قرار گرفت. مقادیر کود نیتروژن‌دار بر اساس آزمون خاک و تحقیقات انجام شده (۲) از طریق تانکر کود در نوبت‌های متعدد (۲۰٪ کل نیتروژن قبل از کشت و بقیه آن به صورت هفتگی از طریق سیستم و به صورت کود آبیاری) در اختیار گیاه قرار گرفت. در پایان آزمایش عملکرد پیاز و غلظت نیترات در پیاز اندازه‌گیری شد. کارایی مصرف آب آبیاری در تیمارهای مختلف با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

مقدار آب مصرفی (متر مکعب) / عملکرد ترپیاز (کیلوگرم) = کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش

هدایت الکتریکی										
واکنش										
درصد										
کربن آلی										
pH										
عمق)										
عصاره اشباع										
(دسی زیمنس بر										
سانتیمتر)										
(متر)										
۰-۳۰	۱/۹۵	۷/۸	۰/۱۵	۶/۵	۲۵۲	۵/۵	۶/۵	۰/۹	۳/۸	
۳۰-۶۰	۱/۴۰	۷/۷	۰/۱۲	۴/۵	۲۰۰	۴/۵	۵/۲	۱/۹	۰/۸	۲/۹

ادامه جدول ۱- مشخصات فیزیکی خاک محل آزمایش (عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر)

رطوبت نقطه			جرم	جرم	درصد اشباع	رطوبت	پژمردگی دائم	
اجزای تشکیل دهنده خاک (درصد)			مخصوص	مخصوص		ظرفیت زراعی		
بافت خاک			حقیقی	ظاهری				
رس	سیلت	شن	گرم بر سانتی متر مکعب		%	%	%	
۱۲	۳۱	۵۹	لومی شنی	۲/۶۰	۱/۴۶	۳۸/۳	۲۰/۵	۷/۴

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب چاه مورد استفاده

هدایت الکتریکی	pH	کلر	کلسیم + منیزیم	سدیم	نسبت جذب سدیم	کلاس آب
میکروموس بر سانتی متر						
میلی اکیوالان در لیتر						
۱۰۲۵	۷	۲/۶۱	۴/۷	۵/۳۶	۱/۱۶	C ₃ S ₁



شکل ۱- نمایی کلی از روش آبیاری قطره ای پیاز و تجهیزات آن

معرفی دستاورد

نتایج تحقیق نشان داد میزان عملکرد در تیمارهای آبی ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۵۸/۵۸، ۶۶/۹۲ و ۶۸/۹۸ تن در هکتار بود. با افزایش مصرف کود نیتروژنه از ۰ تا ۷۵ درصد نیاز گیاهی، مقدار عملکرد به طور معنی دار افزایش نشان داد اما افزایش مقدار کود نیتروژنه از ۷۵ درصد به ۱۰۰ درصد باعث افزایش عملکرد نشد. کمترین عملکرد از تیمار صفر کودی به میزان ۳۰/۵ و بیشترین آن از تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز کود نیتروژنه به ترتیب به مقادیر ۸۷/۹۰ و ۸۸/۶۱ تن در هکتار پیاز بدست آمد (جداول ۳ و ۴).

همچنین کمترین کارایی مربوط به تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی به میزان ۱۴/۳۱ و بیشترین مربوط به تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی به میزان ۱۸/۲۳ کیلوگرم پیاز به ازاء هر متر مکعب آب آبیاری بود (جدول ۳). اثر سطوح کود نیتروژن دابر کارایی مصرف آب در سطح یک درصد معنی دار بود. مقادیر کارایی مصرف آب در تیمارهای ۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز کود نیتروژنه به ترتیب ۷/۶۵، ۱۳/۲۳، ۲۲/۲۹ و ۲۲/۴۴ کیلوگرم پیاز به ازاء هر متر مکعب آب آبیاری بود (جدول ۴).

جدول شماره ۴- تأثیر سطوح آبیاری بر عملکرد، کارایی مصرف آب و نترات پیاز

نترات	کارایی مصرف آب	عملکرد تر	سطوح آبیاری (درصد)
(میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک)	(کیلو گرم بر متر مکعب)	(تن در هکتار)	تبخیر و تعرق گیاهی)
a225/1	18/23a	58/58b	80
a209/8	16/66b	66/92a	100
a201/2	14/31c	68/98a	120

جدول شماره ۵- تأثیر سطوح کود نیتروژنه بر عملکرد و کارایی مصرف آب و نیترات پیاز

نیترات	کارایی مصرف آب	عملکرد	سطوح کود نیتروژنه)
(میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک)	(کیلوگرم بر متر مکعب)	(تن در هکتار)	درصد نیاز گیاه بر اساس آزمون خاک)
d۸۸/۳۵	۷/۶۵c	۳۰/۵۰c	۰
c۱۸۲/۳	۱۳/۲۳b	۵۲/۲۸b	۵۰
b۲۶۰/۱	۲۲/۲۹a	۸۷/۹۰a	۷۵
a۳۱۷/۴	۲۲/۴۴a	۸۸/۶۱a	۱۰۰

*: ارقامی که دارای حرف مشترک هستند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۲- نمایی از ردیف‌های کشت پیاز در سیستم قطره‌ای نواری

توصیه ترویجی

- ۱- با کشت چهار ردیف پیاز روی پشته کم عمق ۶۰ سانتی‌متری و استفاده از یک نوار تیپ با فاصله سوراخ‌های ۲۰ سانتی متری، ۴۰۱۵/۷ متر مکعب در هکتار آب مصرفی با دور سه روزه و ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل ۲۷۰ کیلوگرم اوره (۲۰ درصد قبل از کشت و بقیه به صورت هفتگی در روش کود آبیاری تا یک ماه قبل از رسیدگی فیزیولوژیک پیازها) در منطقه جیرفت قابل توصیه است. اگر چنانچه شرایط کم آبی اتفاق بیفتد میزان ۳۲۱۲/۷ متر مکعب آب در هکتار توصیه می‌شود.
- ۲- لازم به ذکر است که در روش سطحی میزان مصرف آب بیش از دو برابر و میزان مصرف کود نیتروژنه نیز ۲۵ درصد بیش‌تر از روش قطره‌ای می‌باشد. بنابراین در روش قطره‌ای، کارایی مصرف آب و کود بالا رفته و سبب کاهش هزینه تولید می‌شود. هم‌چنین در شرایط کنونی در مناطق خشک و نیمه خشک تولیدکننده‌ها ناگزیر به استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری هستند.

- ۱- گزارش سطح، تولید و عملکرد محصولات زراعی. ۱۴۰۱. وزارت جهاد کشاورزی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- ۲- سرحدی، ج. ۱۳۸۳. اثر ازت، فسفر و پتاسیم بر عملکرد محصول پیاز در منطقه جیرفت در قالب طرح استمرار. گزارش نهایی شماره ۸۳/۱۱۶۵. سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی.
- ۳- فرشی، ع. ا. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور جلد اول. نشر آموزش کشاورزی.
- 4-Galbiatti. J. A., P. d. Castellane and A.Garcia. 1992. " Effect of irrigation and mineral and organic fertilization on development and productivity of the onion cultivar piralopes" Cientifica-Jaboticabal. 20(2):371 – 378.
- 5-Hochmuth, G. J., and A. G. Smajstrla. 1998. Fertilizer Application and Management for Micro (Drip) –Irrigated Vegetables in Florida. Edis. Ifas. Ufl. Edu.
- 6-Rajput. T.B.S.and N. E. Patel. 2006. " Water and nitrate movement in drip- irrigation onion under fertigation and irrigation treatments. Agricultural water management. 79(3):293-311
- 7-Nagaz, K., and N. B. Mechlia. 2012. Evaluation of nitrogen fertigation through surface and subsurface drip irrigation systems with saline water on potato yield and water productivity under the arid conditions of Tunisia. Fifth Edition of The International Conference on Agricultural Development and Sustainability “AGROCENTRO 2012”. Pp: 71-81.
- 8-Sharma. O. L., N. S. Katole and K. M. Gautam. 1994. " Effect of irrigation schedules and nitrogen levels on bulb yield and water use by onion (*Allium cepa* L.) ". Agricultural Science Digest Karnal. 14(1): 15 – 18.
- 9-Valenzuela. H. 1994. Drip Irrigation. Univ. Hawaii Vegetable Crops Update Newsletter. 4(2).

بررسی اثر کود آبیاری بر عملکرد گندم در استان خوزستان

محی‌الدین گوشه^۱، ابوالفضل آزادی^{۲*}



۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

استان خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

*Email: a.azadi@areeo.ac.ir

چکیده

کودآبیاری یکی از روش‌های موثر افزایش کارایی مصرف آب و کود می‌باشد. یکی از کودهای شیمیایی مفید برای استفاده در کودآبیاری، کود مرکب حل‌شونده در آب است. در تحقیق حاضر تیمار کود مرکب به روش کودآبیاری با روش مصرف خاکی اوره و سولفات‌های عناصر کم‌مصرف (شاهد) در شرایط خاک و اقلیم استان خوزستان، مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس، آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاور استان خوزستان برای مدت دو سال، اجرا گردید. تیمار کود مرکب از طریق یک سیستم آبیاری بارانی از نوع کلاسیک و با استفاده از روش تزریق کود از نوع اختلاف فشار (ونتوری)، اعمال گردید. میزان مصرف کود مرکب بر اساس آزمون خاک در هر سال، طبق توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب، حداکثر ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بود و مازاد نیاز از منبع کود اوره تامین گردید. این میزان کود در هر نوبت آبیاری و در مراحل حساس رشد گندم تقسیط و اعمال شد. نتایج نشان داد که، اثر تیمار کود مرکب بر عملکرد دانه و طول سنبله معنی‌دار نبود، هرچند عملکرد دانه را به میزان ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد افزایش داد. ولی اثر این کود بر سایر اجزاء عملکرد معنی‌دار بود. در نهایت، کاربرد سه تا پنج نوبت کود مرکب از طریق کودآبیاری به منظور افزایش تولید گندم در استان خوزستان توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: گندم، کودآبیاری، آبیاری بارانی، کود مرکب

بیان مسئله

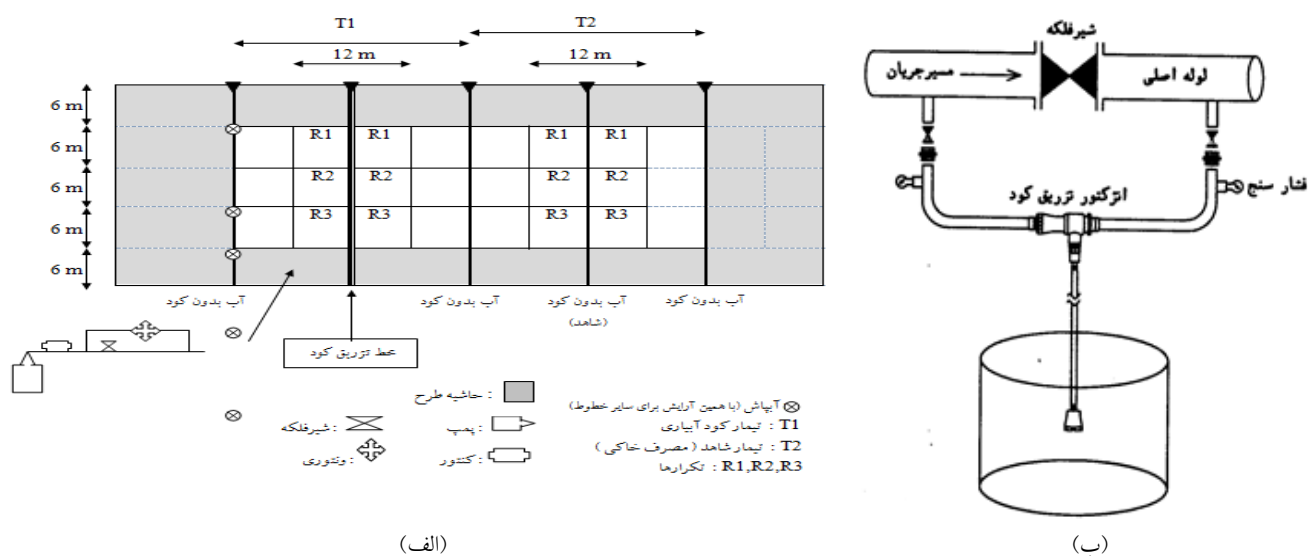
استان خوزستان با داشتن پتانسیل‌های آب و خاک و همچنین وجود اراضی حاصلخیز یکی از قطب‌های کشاورزی و تولید گندم کشور محسوب می‌شود و از طرفی یکی از اولویت‌های اصلی بخش کشاورزی استفاده صحیح از منابع خاک و آب است، بنابراین برنامه‌ریزی اصولی برای استفاده بهینه از اراضی موجب می‌شود تا ضمن حداکثر بهره‌وری هر زمین برای استفاده آیندگان محافظت نیز شود (۱). کم آبی سال‌های اخیر باعث کاهش منابع آب با کیفیت مطلوب در دشت خوزستان شده است، همین امر ناخواسته بهره‌برداری از منابع آب با کیفیت نامطلوب برای آبیاری گندم را افزایش داده است. کاربرد سیستم آبیاری بارانی و تزریق کودهای شیمیایی قابل حل در آب، از اقدامات اساسی در افزایش راندمان آب و کود می‌باشد (۶). همچنین به دلیل اینکه بهترین حالت جذب عناصر غذایی توسط گیاه زمانی است که آب کافی در اختیار آن بوده و گیاه تحت تنش نباشد، لذا کاربرد روش کود آبیاری (استفاده از کودهای قابل حل در آب در هنگام آبیاری) در افزایش راندمان مصرف کود از این طریق موثر است. در روش کود-آبیاری امکان مصرف نوبتی عناصر غذایی، براساس نیاز گیاه در طول دوره رشد وجود دارد. بنابراین هدر رفت کود کم بوده و کارایی مصرف آن بیشتر است (۷). هدررفت ازت از راه آبشویی، عامل اصلی کاهش بازده آن بویژه در خاک‌های شنی است. تحقیقات نشان می‌دهد که با مهار آبشویی ازت توسط کود آبیاری، ۲۵ تا ۳۵ درصد در مصرف ازت صرفه‌جویی می‌شود (۸). یکی از فواید تقسیط کود نیتروژن، تنظیم مقدار کود مصرفی با مقدار برداشت گیاه از خاک است که مهمترین عامل در جهت جلوگیری از آبشویی نیتروژن است (۵).

در گندم مقدار جذب نیتروژن از مرحله جوانه زدن تا هنگام پنجه زدن ۴۵ درصد، از مرحله پنجه زدن تا تشکیل سنبله ۲۵ درصد و از این مرحله تا تکمیل دانه ۳۰ درصد می‌باشد. گندم در دو مرحله پنجه زدن و تشکیل سنبله بیشترین مقدار نیتروژن را جذب می‌کند (۴). بنابراین چون گندم عمده‌ترین محصول زراعی کشور و استان خوزستان است و توجه به افزایش میزان تولید آن از اهمیت خاصی برخوردار است. لذا چون تلفات کودهای ازته در اثر عدم مدیریت آبیاری مزارع گندم در خوزستان زیاد است، بنابراین در تحقیق حاضر سعی بر این شد که چگونگی کاربرد کود مرکب حل شونده در آب از طریق سیستم آبیاری بارانی در شرایط آب و هوایی خوزستان ارزیابی شده و در نهایت نتایج حاصل را با مصرف خاکی کودهای شیمیایی مقایسه شود.

معرفی دستاورد

محل اجرای طرح در اراضی ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاور واقع در ۶۰ کیلومتری شمال شهرستان اهواز با موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۳۲ متر از سطح دریا بود. میانگین میزان بارندگی و متوسط درجه حرارت سالیانه منطقه بیش از ۲۲ درجه سانتی‌گراد است (۳). در این تحقیق دو فاکتور تیمار کود کامل آبیاری، نوعی کود شیمیایی حل شونده در آب است که حاوی ازت (۱۸٪)، آهن (۲٪)، روی (۲٪)، منگنز (۲٪) و بر (۱٪) و تیمار شاهد، مصرف خاکی کودهای شیمیایی مرسوم قبل از کشت که توسط آخرین دیسک در مرحله تهیه زمین با خاک سطحی مخلوط می‌گردند مورد بررسی قرار گرفت. در تیمار شاهد، با توجه به آزمون خاک و توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب، کودهای ماکرو و میکرو به صورت مصرف خاکی استفاده گردیدند. در تیمار کود کامل، از آنجایی که این کود بیشتر دارای عناصر نیتروژن، آهن، روی و منگنز می‌باشد، لذا عناصر فسفر و پتاسیم پس از آزمون خاک و محاسبه میزان مورد نیاز آنها، به روش خاکی، مصرف گردیدند. چون میزان مس در خاک نیز به حد کافی وجود داشت، نیاز به مصرف سولفات مس نبود. تراکم

کاشت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و رقم بذری، چمران بود. در دوره داشت، جهت مبارزه با علف‌های هرز از سموم تاپیک و گران استار مطابق توصیه شده توسط بخش آفات و بیماریها استفاده گردید. سیستم آبیاری بارانی مورد استفاده از نوع کلاسیک ثابت با پنج خط لوله به فاصله ۱۲ متر از یکدیگر که روی هر کدام از خطوط پنج آبپاش به فاصله شش متر از هم نصب شده، تشکیل شده بود (شکل ۱). هر دو تیمار کود مرکب و شاهد (مصرف خاکی کود شیمیایی) دارای سه تکرار بود، بطوریکه آبپاش‌های دوم، سوم و چهارم به ترتیب در وسط تکرارهای اول، دوم و سوم واقع شدند و قسمت‌های ابتدا و انتهای مزرعه به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. در تیمار کود مرکب، پس از انحلال کود در آب، به کمک قیف و نتوری، از طریق دومین خط لوله در سیستم تزریق و در اختیار گیاه قرار می‌گرفت. میزان مصرف کود مرکب با توجه به توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب، ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده و این میزان کود به طور مساوی در هر نوبت آبیاری مصرف گردید. در سایر خطوط سیستم، فقط آب بدون کود استفاده شد. قبل از شروع آبیاری، جهت بررسی یکنواختی پاشش و تعیین مدت زمان آبیاری، سیستم ارزیابی و کالیبره گردید (شکل ۲). داده‌های تبخیر روزانه از تشتک تبخیر، یادداشت برداری شده تا زمان رسیدن به دور مناسب آبیاری (۷۵ میلی‌متر جمعی از تشتک تبخیر کلاس آ) مشخص گردد. در مهر و آبان هر سال عملیات تهیه زمین انجام و در آذر ماه، کاشت و اولین آبیاری و در اوایل اردیبهشت نیز برداشت محصول انجام گرفت. پس از برداشت محصول، عملکرد دانه و اجزاء عملکرد، اندازه‌گیری و نتایج حاصل توسط آزمون T مقایسه شدند. ضمناً مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک قبل از آزمایش و کیفیت آب آبیاری در دوره داشت گندم در هر سال در جداول (۲) و (۳) ارائه شده است.



شکل ۱: الف: نقشه طرح و نحوه اجرای سیستم آبیاری بارانی و موقعیت تیمارها در طرح، ب: سیستم تزریق کود به روش اختلاف فشار (ونتوری) مورد استفاده در آزمایش



شکل ۲: نمایی از مراحل آماده سازی و اجرای پروژه

- تاثیر تیمارهای مورد آزمایش در طی دو سال تحقیق، به صورت نتایج ذیل ارائه می گردد:
- اثر مصرف کود مرکب به روش کود آبیاری بر عملکرد دانه گندم: همانطور که در جدول ۱ قابل ملاحظه است، اثر کاربرد کود مرکب به روش کود آبیاری نسبت به روش مصرف خاکی کود اوره، بر عملکرد دانه اگرچه برتری داشته ولی معنی دار نبوده است (میانگین عملکرد دانه در کودآبیاری ۵۱۷۷ کیلوگرم در هکتار و در مصرف خاکی (شاهد) ۴۴۳۰ کیلوگرم در هکتار بوده است).
 - اثر مصرف کود مرکب به روش کود آبیاری بر اجزاء عملکرد دانه گندم: اثر کاربرد کود مرکب به روش کود آبیاری نسبت به روش مصرف خاکی کود اوره، بر وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته، عملکرد کاه و بیوماس معنی دار نبوده ولی بر طول سنبله (علیرغم برتری آن) معنی دار نبوده است (جداول ۱ و ۲).
- بر اساس بررسی منابع موجود، اثر مثبت کود مرکب بر متغیرهای آزمایش را می توان به افزایش کارایی جذب نیتروژن کود توسط گیاه در روش کود آبیاری نسبت به مصرف خاکی مربوط دانست. افزایش کارایی جذب ازت هم به دلیل جذب بیشتر این عنصر از طریق برگ گیاه است، و همچنین به علت جذب بیشتر از طریق ریشه گیاه. آبشویی کمتر نیتروژن از مزایای روش کودآبیاری است (۸). بر اساس گزارش رودریگز و همکاران (۲۰۱۸)، کودآبیاری می تواند ۲۵ تا ۳۵٪ از آبشویی نیتروژن نسبت به مصرف خاکی این عنصر را کاهش دهد و لذا به همین میزان ازت بیشتری جذب گیاه گردد. همچنین بر اساس تحقیقات ملکوتی و متشرع زاده (۵) افزایش تقسیط نیتروژن در طول دوره رشد و نموی گندم در افزایش کارایی جذب آن موثر است (پنج تقسیط توصیه شده در روش کودآبیاری).
- در واقع در روش کودآبیاری، گیاه توانسته نیتروژن و عناصر کم مصرف مورد نیاز خود را به مقدار بیشتری از کود مرکب نسبت به مصرف خاکی اوره بدست آورد و به همین دلیل اجزاء عملکرد افزایش معنی داری نسبت به شاهد داشته اند (تاییدی بر تحقیقات خادمی و همکاران، ۱۳۷۹) ولی به دلیل آنکه در دو مرحله از پنج مرحله حساس نیاز کودی گیاه (مراحل پنجه زنی و ساقه دهی)، تاخیر جذب رخ داد (به علت وقوع بارندگی موثر و تاخیر در کوددهی)، و با توجه با اینکه بیشترین جذب نیتروژن

توسط گیاه در دو مرحله انتهایی پنجه زنی (شروع ساقه دهی) و ابتدای سنبله دهی (ظهور ریشک‌ها) می‌باشد، بنابراین افزایش مورد انتظار در عملکرد دانه حاصل نشده است.

تحقیقات انجام شده توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب در نقاط مختلف کشور، مناسب‌ترین زمان‌های مصرف سرک نیتروژن از منابع مختلف جهت حصول مناسب‌ترین عملکرد دانه را در پنج مرحله شروع پنجه‌زنی (۱۵٪) شروع ساقه‌دهی (۱۵٪) ساقه‌دهی (۲۵٪) قبل از ظهور سنبله‌دهی (۲۵٪) و سنبله‌دهی (۲۰٪) تعیین نموده است. قابل ذکر است که هر کدام از این مراحل در دوره زمانی کوتاهی (۷ تا ۱۰ روز) از رشد و نموی گندم واقع گردیده و به همین دلیل تاخیر یک تا دو هفته‌ای در کوددهی می‌توانسته باعث گذر هر یک از این مراحل شود.

از طرفی، بررسی آمار بیست ساله بارندگی در منطقه، امکان انطباق مراحل پنج‌گانه مذکور را با بارندگی موثر را نشان داد. امکان این انطباق بیشتر برای سه مرحله شروع پنجه‌زنی، شروع ساقه‌دهی و ساقه‌دهی گیاه (آذر تا دی) که در مجموع ۵۵٪ نیاز نیتروژنی گندم را شامل می‌شوند، وجود دارد. بنابر نتایج پژوهش حاضر، تاخیر در کوددهی در دوره زمانی جوانه‌زنی تا ساقه‌دهی باعث ایجاد عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمار کود آبیاری با مصرف خاکی کودهای شیمیایی شده است.

جدول ۱. مقایسه میانگین تیمارها در سالهای آزمایش به روش آزمون T در سطح احتمال ۵٪

عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله	ارتفاع بوته	عملکرد کاه	بیوماس
ns/۸۰۸۸	*۲/۳۵۲۲	*۳/۳۰۸۰	ns/۴۴۸۹	*۴/۵۰۳۲	*۳/۵۴۳۱	*۵/۱۷۴۰
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱
۰/۰۹۷۹	۰/۰۳۸۳	۰/۰۰۷۰	۰/۱۷۵۳	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۰۳
T معنی دار نشد	T معنی دار شد	T معنی دار شد	T معنی دار نشد	T معنی دار شد	T معنی دار شد	T معنی دار شد

جدول ۲. میانگین متغیرها در سالهای آزمایش

عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله	ارتفاع بوته	عملکرد کاه	بیوماس
(کیلو گرم در هکتار)	(گرم)		(سانتیمتر)			(کیلو گرم در هکتار)
۵۱۷۷/۰	۴۲/۶	۴۹/۳	۷/۴	۸۷/۲	۶۴۶۴/۲	۱۱۸۰۷/۸
۴۴۳۰/۰	۴۱/۰	۴۱/۳	۷/۰	۷۶/۰	۳۷۶۳/۳	۸۱۹۳/۳



(۱)



(۲)



(۳)



(۴)



(۵)



(۶)

شکل ۳. مراحل مختلف مدیریت پروژه و اعمال تیمارهای مورد نظر در اراضی تحت کشت گندم

توصیه ترویجی

۱- در صورت استفاده از سیستم آبیاری بارانی در منطقه، مصرف حداقل سه نوبت کود مرکب حل شونده در آب به روش کودآبیاری (به عنوان سرک) در دوره‌های مختلف رشد گندم، به دلیل افزایش حدود ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد نسبت به مصرف خاکی، صرفه جویی در هزینه و تهیه زمین و کاهش تخریب و تراکم خاک‌های سنگین بافت استان، مقرون به صرفه خواهد بود.

۲- شایان ذکر است، چنانچه بتوان وقوع بارندگی را در زمان‌های حساس نیاز گندم به نیتروژن (مراحل پنج‌گانه مذکور) پیش‌بینی کرده و قبل از بارندگی سیستم را فقط جهت تزریق کود لازم باز نمود و در حقیقت بتوان هر پنج نوبت سرک مورد نیاز گیاه را تامین کرد، انتظار می‌رود که افزایش در عملکرد دانه از مصرف کود مرکب به روش آبیاری بارانی نسبت به مصرف خاکی داشته باشید.

۳- در نهایت کاربرد ۳ تا ۵ نوبت کود مرکب از طریق کودآبیاری به منظور افزایش تولید گندم در استان خوزستان توصیه می‌گردد.

فهرست منابع

- ۱- آزادی، ا.، بنی نعمه، ج.، سید جلالی، س.ع. (۱۴۰۰). ارزیابی تناسب سرزمین برای کشت گندم در برخی خاک‌های شور جنوب استان خوزستان. پژوهش‌های خاک. ۳۵(۳): ۲۱۷-۲۳۴.
- ۲- خادمی، ز.، ملکوتی، م. ج.، گلچین، ا. (۱۳۷۹). روش‌های افزایش پروتئین گندم و اعمال آن به هنگام خریداری در راستای بهبود کیفی نان. تغذیه متعادل گندم. تهران: انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۳- طاهرزاده، م.ح. (۱۳۶۲). مطالعات خاکشناسی تفصیلی ایستگاه تحقیقات خاک و آب شاورر. تهران: مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره ۶۵۱.
- ۴- کوچکی، ع. (۱۳۷۶). مبانی فیزیولوژی رشد و نمو در گیاهان زراعی. مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۵- ملکوتی، م. ج. و متشع زاده، ب. (۱۳۸۰). عزم ملی برای تولید کود در داخل کشور، گامی ارزنده به سوی خود کفایی و دستیابی به کشاورزی پایدار. کرج: نشر آموزش کشاورزی
6. Coelho, A. P., Rosalen, D. L., & Faria, R. T. D. (2018). Vegetation indices in the prediction of biomass and grain yield of white oat under irrigation levels. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 48, 109-117.
7. Dasberg, S. & Or, D. (1999). *Drip Irrigation*. New York: Springer- Verlog.
8. Rodriguez, M. T., Roberts, T. G., & Harder, A. (2018). Exploring the influence of innovation characteristics on the adoption of a water and input saving technology in the Jordan Valley: Implications for community extension workers. *Journal of International Agricultural and Extension Education*, 25(3), 81-95.

مقایسه آبیاری سطحی و زیرسطحی با استفاده از آب نامتعارف بر روند شوری خاک و رشد درختان پسته در یک دهه

مهرنوش اسکندری تربقان^{۱*} و عبدالحمید شرافتی^۲



۱- محقق بخش خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی.

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۲- مربی پژوهش بخش علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان

رضوی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

*Email: mehrnoosh.eskandary@gmail.com

چکیده

بخش زیادی از باغات پسته ایران به روش سطحی با راندمان مصرف آب نزدیک به ۳۵٪ آبیاری می شوند. آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با آب بسیار شور- سدیمی در ایستگاه تحقیقات پسته فیض آباد، در ۱۵° ۵۴' شمالی، ۳۷° ۴۵' شرقی، در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. میزان مصرف آب در قطره‌ای زیرسطحی در سال ۱۳۹۱، ۱۶۰۰ مترمکعب و با افزایش سن درختان در سال ۱۴۰۱ به ۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار رسید. این مقدار برای آبیاری سطحی در سال ۱۴۰۱، حدود ۶۹۱۲ مترمکعب بود. پراکندگی شوری خاک در سال ۱۴۰۱ نسبت به سال ۱۳۹۷ تغییر کرد. در لایه سطحی شوری از ۱۱۰ به ۶۵ دسی‌زیمنس بر متر کاهش و در لایه توسعه ریشه (۶۰ تا ۱۴۰ سانتی‌متری) تقریباً به دو برابر افزایش یافت. ارتفاع، عرض، محیط تنه درخت و عملکرد، در دو روش آبیاری اختلاف معنی‌داری بایکدیگر نداشتند. اما در رشد سالانه، تعداد جوانه گل در شاخه و میانگین تعداد جوانه گل ریزش‌کرده بین در دو سال آخر، در هر دو روش آبیاری، اختلاف وجود داشت. رشد رویشی شاخه در سال ۱۴۰۱ تقریباً ۵۰ درصد نسبت به سال ۱۴۰۰ کاهش یافت. کمترین رشد سالانه در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و در سال ۱۴۰۱ بدست آمد. روند تولید از زمان شروع باردهی (سال ۱۳۹۸) تا ۱۴۰۱ در روش زیرسطحی افزایشی بود؛ لیکن در روش سطحی و در سال آخر نسبت به سال قبل کاهش یافت. در مجموع کارایی مصرف آب در روش زیرسطحی برابر ۰/۱۴ و در روش سطحی ۰/۰۷ کیلوگرم در مترمکعب بود. پیشنهاد می‌شود به منظور جلوگیری از کاهش رشد درختان در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، آبشویی بعد از ۱۰ سال اجرا شود؛ همچنین شخم عمیق با زیرشکن به منظور بهبود شرایط تهویه خاک ضرورت دارد و نیز با افزودن مواد آلی به ناحیه توسعه ریشه شرایط تغذیه‌ی بهبود می‌یابد. با توجه به بالا بودن کارایی مصرف آب و پایین بودن هزینه‌های تولید، روش زیرسطحی بر سطحی برتری نشان داد؛ لیکن باید عنوان نمود که در آب‌هایی با شوری بالا روش زیرسطحی نیاز به دقت و مدیریت ویژه می‌طلبد.

واژه های کلیدی: پسته، توسعه ریشه، رشد درختان، شوری و قلیائیت، کارایی مصرف آب

بیان مسئله

رشد جمعیت، نیاز به تولید غذا و درآمد اقتصادی را در کل دنیا افزایش داده است. از طرف دیگر مقدار آب‌های با کیفیت مناسب برای بهره‌برداری و تولید اقتصادی محصولات کشاورزی در سراسر جهان و بخصوص ایران بسیار محدود شده است (۳). برای جبران کسری آب مورد نیاز در بخش کشاورزی و تولید غذا، به‌ناچار در بسیاری از مناطق، از آب‌های شور تا خیلی‌شور استفاده می‌شود. استفاده از این آب‌ها می‌تواند موجب تخریب ساختمان خاک، کاهش نفوذ آب در خاک و محدودیت گسترش ریشه به لایه‌های عمیق خاک شده و با افزایش سمیت عناصر سدیم و کلر، ضمن کاهش جذب عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه و محدود نمودن جذب آب، رشد رویشی و عملکرد پسته را به شدت کاهش دهد (۱ و ۴). در حال حاضر بخش‌های وسیعی از باغات پسته ایران به روش سطحی و با آب‌های شور تا خیلی‌شور (شکل ۱) آبیاری می‌شوند (۵). به دلیل شرایط اقلیمی خاص در منطقه و و بالا بودن قدرت تبخیر در آبیاری سطحی، درصد زیادی از آب داده شده به درختان از دست می‌رود. به همین دلیل استفاده از سیستم‌های آبیاری زیرسطحی برای رفع این مشکل مطرح می‌باشد (۲).

مهمترین پارامتر تعیین کننده کیفیت آب، میزان املاح آن بر حسب دسی‌زیمنس بر متر است. منابع آبی زیادی در ایران وجود دارند که درجه شوری آنها حتی از ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر هم بیشتر است، ولی همچنان برای آبیاری باغات پسته مورد استفاده قرار می‌گیرند. آب مورد استفاده در این بررسی، حدود ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر بود که بسیار بیشتر از طبقه‌بندی متداول برای کیفیت آب در کشاورزی است.



شکل ۱- تجمع نمک در سطح خاک باغات پسته در منطقه جنوب بردسکن، خراسان رضوی، ایران (۱۳۹۰)



شکل ۲- روش جوی-پشته، درختان روی پشته قرار گرفته و بین ردیف‌ها با آب با شوری کم آبیاری می‌شود. منطقه فیض آباد،

خراسان رضوی، ایران (۱۳۹۱)



شکل ۳- در این روش جوی-پشته، درختان داخل آب قرار می گیرند. منطقه فیض آباد، خراسان رضوی، ایران (۱۳۸۹)

براساس مطالعه انجام شده در منطقه فیض آباد خراسان رضوی، نیاز خالص آبیاری باغات پسته (مترمکعب درهکتار) برای روش سنتی (جوی-پشته)، ۶۵۷۰ متر مکعب و برای روش قطره‌ای سطحی، ۴۵۰۰ متر مکعب محاسبه شده بود. این در حالی است که باغداران در روش سنتی ۵۶۷۱، در روش قطره‌ای سطحی ۴۲۳۰ و در روش بابلر ۶۱۰۰ متر مکعب آب در هکتار مصرف کرده‌اند (۵). در مطالعه انجام شده (۲) سه تیمار آبیاری ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی درختان پسته با دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و قطره‌ای زیرسطحی، بر روی درختان ۳۰ ساله پسته رقم اوحدی، اجرا شد. نتایج نشان داد که در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی با مصرف ۴۳۹۸ متر مکعب آب در هکتار (۶۰ درصد نیاز آبی)، با شوری ۴/۷ دسی زیمنس بر متر، کارایی مصرف آب ۰/۲۹ کیلوگرم محصول خشک در هر مترمکعب آب، بدست آمد؛ و با ۲۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب نسبت به روش آبیاری قطره‌ای سطحی، بهتر از سایر تیمارها بود (۲).

هدف از این پژوهش بررسی امکان استفاده از آب‌های غیرمتعارف از طریق سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی برای باغات پسته بود؛ تا در یک دوره طولانی، میزان مصرف آب، رشد رویشی و عملکرد درختان پسته ارزیابی شود و با شناخت مشکلات فنی و اجرایی و ارائه راهکارهای مناسب، بتوان در سطح وسیع در باغات پسته مورد بهره‌برداری قرار داد.

معرفی دستاورد

- آماده سازی زمین و کاشت دانهاها:

برای آماده سازی زمین، ابتدا زمین تسطیح شد و سپس نقشه اجرایی کشت که در آن فاصله بین ردیف‌ها ۶ متر و روی ردیف‌ها (فاصله درختان از همدیگر) ۳ متر در نظر گرفته شد، اجرا گردید. برای کاشت دانهاها چاله‌هایی به عمق ۸۰ و عرض ۵۰ سانتی متر حفر گردید. سپس حدود نیمی از خاک چاله با مخلوطی از ماسه بادی، داخل چاله ریخته شد. سپس یک نوبت آبیاری انجام شد و پس از آماده شدن خاک، دانهاها دو ساله از رقم بادامی زرنند (پایه) که در پاکت‌های پلاستیکی به طول ۴۰ و عرض ۷ سانتی‌متر کاشته شده بودند در اواسط اسفند ۱۳۹۱ به زمین اصلی منتقل شدند و بلافاصله پس از کاشت، آبیاری انجام شد. در سال اول کاشت (۱۳۹۱) کل باغ به روش سنتی (جوی-پشته) آبیاری شد. از سال دوم در باغ، آبیاری قطره‌ای زیر سطحی اجرا شد.

- **مشخصات فنی پروژه:** پروژه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در ایستگاه تحقیقات پسته فیض آباد که در $34^{\circ} 54' 15''$ عرض شمالی، $58^{\circ} 45' 37''$ طول شرقی، واقع در شمال شرق ایران، در ارتفاع ۸۵۰ متری بالاتر از سطح دریا واقع شده، اجرا گردید. این روش آبیاری برای اولین بار با آب با شوری ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر بر روی دانه‌های یک ساله پسته، که به فاصله 6×3 متر) کاشت شده بودند، در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. لوله‌های آبد به قطر ۱۶ میلی‌متر، با قطره چکان‌های داخل خط و خود شوینده، در عمق ۷۰ سانتی‌متری خاک و در فاصله ۱۲۰ سانتی‌متری در دو طرف دانه‌ها کار گذاشته شدند (شکل ۴). قطره چکان‌ها به فاصله یک متر از همدیگر قرار داشتند؛ و دبی آنها بسته به میزان فشار (۱ تا ۲ اتمسفر)، بین ۴-۵ لیتر در ساعت متغیر بود.

- برنامه آبیاری و مقدار آب مصرف شده:

در طول فصل رشد که از اواسط اسفند شروع و تا اواسط مهر ادامه داشت؛ به‌طور متوسط ۷ نوبت آبیاری انجام می‌شد. در دو سال اول اجرای این روش، در هر مدار آبیاری به‌طور متوسط حدود ۳۶۰ لیتر آب برای هر درخت مصرف می‌گردید. با احتساب ۵۵۵ درخت در هکتار، در هر مدار حدود ۱۹۹ متر مکعب در هکتار و در طول فصل رشد نزدیک به ۱۴۰۰ متر مکعب آب در هکتار استفاده می‌شد. با یک نوبت آبیاری که در فصل رکود (اوایل آذر- اواخر بهمن) درختان انجام می‌گردید، میزان مصرف آب به حدود ۱۶۰۰ متر مکعب در هکتار در سال می‌رسید (شکل ۵). این عدد در سال هشتم (۱۳۹۹) نزدیک به ۲۴۰۰ متر مکعب در هکتار و در سال ۱۴۰۱ حجم آب مصرفی در هکتار به حدود ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار رسید. براساس محاسبات انجام شده در آبیاری سطحی، در هر هکتار ۶۹۱۲ متر مکعب در هکتار آب مصرف شده بود.



شکل ۴- لوله‌های آبد به قطر ۱۶ میلیمتر در عمق ۷۰ سانتی‌متری، ایستگاه تحقیقات پسته فیض آباد (۱۳۹۷)



شکل ۵- ظاهر شدن رطوبت در سطح خاک در مسیر لوله‌های آبد، پس از آبیاری سنگین ایستگاه تحقیقات پسته فیض آباد در زمستان (۱۳۹۷)

- روند تغییرات شوری آب: از زمان اجرای آبیاری قطره‌ای زیر سطحی در سال ۱۳۹۱ تا سال ۱۴۰۱، شوری آب آبیاری به تدریج افزایش یافت (جدول ۱).

جدول ۱- روند تغییرات شوری و سایر خصوصیات آب مورد استفاده در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی (۱۳۹۱-۱۴۰۱)

Year	EC (dS/m)	pH	(CO ₃) ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	SAR
			Meq/lit						
2013	11.5	7.4	0	1.9	85.5	24.7	13.9	68.2	15.5
2015	11.7	7.6	0	3	85	24	15.2	80.7	18.2
2017	12.2	7.3	0	3.2	91.5	25.6	14.4	78.6	17.6
2019	14.2	7.5	0	1.8	135.5	36	20	85.1	16.1
2021	16.25	7.3	0	3.1	135	36	20.3	93.9	17.7

- خصوصیات شیمیایی خاک قبل از اجرای آبیاری قطره‌ای زیر سطحی (۱۳۹۱):

قبل از اجرای روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی، نمونه برداری از دو لایه سطحی (۰-۵۰ سانتی متری) و زیر سطحی خاک (۱۰۰-۵۰ سانتی متری) با توجه به عمق ریشه پسته انجام شد؛ که نتایج آنالیز آن در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی خاک قبل از اجرای آبیاری قطره‌ای زیر سطحی (۱۳۹۱)

Dept Cm	PH	Ec ds/m	T.N.V %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Cl ⁻	SAR
				meq L ⁻¹				
0-50	7.3	47.5	17.1	116	60	271.4	255	28.9
50-100	8	3.35	18.1	3.6	6.1	26.7	34	16.5

- مدیریت لایه سطحی خاک:

حرکت ادوات کشاورزی و انسان در سطح موجب می‌گردد که لایه سطحی خاک فشرده شود. بنابراین این احتمال وجود داشت که بتدریج از نفوذ هوا به داخل خاک به مقدار زیادی کاسته شود. برای حل این مشکل دو راه حل پیشنهاد و اجرایی شد: اول اینکه در پایان فصل رشد (اوایل آبان) و قبل از شروع بارندگی‌های پاییز و زمستان، با استفاده از ادوات کشاورزی، لایه سطحی خاک که مطابق نتایج جدول ۲ حاوی مقدار زیادی املاح بود، جمع‌آوری می‌گردید و به بیرون از باغ منتقل می‌شد؛ تا بدین طریق ضمن کاهش نمک در لایه سطحی خاک، از ورود آنها به لایه‌های پایین خاک و ناحیه توسعه ریشه، در اثر بارندگی‌های شدید جلوگیری شود. دوم اینکه هر سال در فصل زمستان و قبل از وقوع بارندگی، با استفاده از زیرشکن و یا کولتیواتور تا عمق

حدود ۵۰ سانتیمتری شخم انجام می‌شد تا از تراکم خاک کاسته شده و به نفوذ هوا به لایه‌های پایین خاک کمک نماید (شکل ۶).



شکل ۶: شخم سطحی خاک با استفاده از کولتیواتور، ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد (۱۳۹۴)

- تغذیه درختان در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی:

تغذیه و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز به دو شکل انجام می‌شد: ۱) کود- آبیاری: در این روش از انواع کودهای شیمیایی (به صورت مایع یا جامد) که قابلیت حل شدن در آب را خوبی داشتند، استفاده می‌گردید. برای تأمین عناصر پر مصرف از ترکیبات کودی زیر استفاده شد:

نیتروژن: برای تأمین ازت مورد نیاز از دو منبع اوره و سولفات آمونیم استفاده می‌گردید.

فسفر: منبع اصلی تأمین کننده فسفر، مونوپتاسیم فسفات و ترکیب مایع با نام تجاری لیکوفوس بود.

پتاسیم: منبع اصلی تأمین کننده پتاس، سولفات پتاسیم با نام تجاری سولوپتاس بود.

۲) تغذیه برگ: بیشتر برای تأمین عناصر غذایی ریزمغذی و محرک‌های رشد، تغذیه برگ در اولویت برنامه کاری قرار داشت. در اواخر اسفند، همزمان با تورم جوانه‌های گل، یک نوبت محلول‌پاشی (فروت ست) انجام می‌شد. پس از تشکیل میوه در حدود ۲۰ اردیبهشت، ۵ خرداد، ۲۵ خرداد و ۱۰ مهر ۱۴۰۱ تغذیه برگ انجام می‌گردید.

- **مقدار بارندگی (۱۳۹۱-۱۴۰۱):** یکی از پارامترهای مهم اقلیمی که تأثیر مستقیم بر رشد درختان پسته دارد، میزان بارندگی است که در جدول ۳ نشان داده شده است (جدول ۳).

جدول ۳- مقدار بارندگی در ایستگاه هواشناسی فیض‌آباد ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۱

سال	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱
مقدار بارندگی (mm)	۱۸۸/۵	۱۳۳/۵	۸۳	۱۰۴/۶	۹۱/۲	۱۰۰/۴	۶۷/۳	۲۱۴/۱	۲۴۴/۶	۱۲۲	۵۷

- پراکنش شوری در لایه‌های مختلف خاک:

یکی از موضوعات مهم در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی با آب بسیار شور، تجمع نمک در طبقات مختلف خاک است. به‌منظور بررسی روند تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک و پراکنش شوری، ابتدا نتایج آنالیز خاک قبل از اجرای پروژه آبیاری زیر سطحی (۱۳۹۱) در نظر گرفته شد (جدول ۲). این خاک بکر بود و قبل از اجرای این پروژه زیر کشت هیچ محصولی نبود. درجه

شوری در لایه سطحی خاک بسیار زیاد و در عمق ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی متری بسیار کم بود. بر عکس، pH در لایه عمقی بیشتر از لایه سطحی بود. پس از گذشت ۶ سال از اجرای این پروژه (۱۳۹۷) به منظور بررسی تغییرات شیمیایی خاک، ۳ پروفیل به عمق ۲ متر در فاصله ۱/۵ متری از درخت و در مجاورت لوله‌های آبدۀ ایجاد گردید، و از لایه‌های سطحی (۰-۳۰ سانتی متری)، نیمه عمیق (۳۰-۶۰ سانتی متری) و عمیق خاک (۶۰-۱۴۰ سانتی متری) نمونه برداری انجام شد؛ که نتایج آن در جدول ۴ آورده شده است. پس از گذشت ۱۰ سال از اجرای پروژه (۱۴۰۱) نیز نمونه برداری از سه لایه فوق انجام شد، که نتایج آن در جدول ۵ نشان داده شده است.

پس از گذشت ۶ سال از شروع پروژه، تجمع شوری و عناصر سمی خاک شامل سدیم و کلر در لایه سطحی خاک بسیار زیاد افزایش یافته بود. به طوری که شوری در لایه سطحی خاک (۰-۳۰ سانتی متری) به ۱۱۰ دسی‌زیمنس برمتر و مقدار عناصر شوری شامل سدیم و کلر به ترتیب به ۶۶۱/۴ و ۷۷۵ میلی‌اکی والانت در لیتر رسیده بود. در دو لایه پایین‌تر ۳۰-۶۰ و ۶۰-۱۴۰ سانتی متری درجه شوری و مقدار عناصر سمی بسیار کم شده بود (جدول ۴)؛ و ریشه برای جذب آب و عناصر غذایی محدودیتی نداشت. اما آنالیز خاک پس از گذشت ۱۰ سال از اجرای این روش آبیاری (جدول ۵) نشان داد که خصوصیات شیمیایی خاک دستخوش تغییرات زیادی شده بود. به طوری که شوری در سطح خاک کاهش و در عمق‌های ۳۰-۶۰ و ۶۰-۱۴۰ سانتی متری (ناحیه توسعه ریشه)، نزدیک به ۲ برابر افزایش یافته بود.

جدول ۴: برخی از خصوصیات شیمیایی خاک ۶ سال پس از اجرای آبیاری قطره‌ای زیر سطحی (۱۳۹۷)

Dept Cm	pH	EC dS/m	T.N.V %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ meq l ⁻¹	Cl ⁻	So ₄ ⁻²	SAR
0-30	7.1	110	15.3	180	135	661.4	775	280	52.7
30-60	7.8	12.33	14.3	20	20	79.6	90	20	17.8
60-140	7.8	14.52	16.5	22	20	100.6	100	32	21.9

جدول ۵: برخی از مهمترین خصوصیات شیمیایی خاک ۱۰ سال پس از اجرای آبیاری قطره‌ای زیر سطحی (۱۴۰۱)

Dept Cm	pH	EC dS/m	T.N.V	O.C	Sand	Silt	Clay	(Ca+Mg)2 ⁺ meq l ⁻¹	Na ⁺ meq l ⁻¹	S.A.R
0-30	7.3	65.5	17.3	0.32	42	36	22	160	435.9	48.7
30-60	7.4	30.6	16.3	0.19	48	30	22	94	187.9	27.4
60-140	7.3	24.5	14.5	0.15	34	42	24	96	145.4	21

- پراکنش ریشه در خاک:

بر اساس نتایج بدست آمده در پروفیل‌های ایجاد شده در فاصله یک و نیم متری از تنه درختان (۱۳۹۷) مشخص شد که:

- ۱- از سطح خاک تا عمق ۳۰ سانتی متری هیچ ریشه فرعی وجود نداشت. ۲- ریشه اصلی پس از عبور از لایه‌های سطحی خاک، در عمق حدود ۶۰ سانتی متری به صورت افقی نیز گسترش پیدا کرده بود. ۳- ریشه‌ها تا عمق بیش از ۱۴۰ سانتی متری خاک پراکنده شده بودند. اما بیشترین ناحیه پراکندگی ریشه تقریباً در عمق ۱۰۰ سانتی متری خاک وجود داشت. ۴- از طرف دیگر بر خلاف انتظار، ریشه‌ها در ناحیه خروج آب (قطره چکان‌ها)، تجمع بیشتری نداشتند؛ و به طور یکنواخت در کل حجم خاک، زیر ناحیه قطره چکان‌ها قابل مشاهده بودند (شکل ۷). در حالی که در آبیاری سنتی (جوی - پشته)، روش

متداول آبیاری باغات پسته ایران، ریشه‌ها به‌طور عمده از لایه سطحی خاک شروع شدند و به‌طور میانگین در عمق ۵۰ سانتی‌متر به حداکثر تراکم رسیدند (شکل ۸).



شکل ۷: پراکندگی یکنواخت ریشه متناسب با ناحیه گسترش رطوبت خاک در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی (۱۳۹۷)



شکل ۸: در آبیاری سنتی، جوی-پشته، ریشه‌ها از لایه سطحی شروع شده و تا عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک به حداکثر تراکم می‌رسند، باغ ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد (۱۳۹۷)

- رشد رویشی و میوه‌دهی در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی و مقایسه آن با آبیاری سطحی:

پس از گذشت ۱۰ سال از اجرای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (شکل ۹)، صفاتی همچون اندازه درختان شامل ارتفاع (شکل ۱۰) و عرض تاج درختان، محیط تنه، رشد سالانه و قدرت تولید شاخه جانبی در آنها اندازه‌گیری شد. همچنین صفات زایشی شامل تعداد جوانه‌های گل موجود و ریزش کرده در شاخه در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ و عملکرد در سال ۱۴۰۱ اندازه‌گیری و ثبت شد. همین صفات برای درختان هم سن در آبیاری سطحی (جوی-پشته)، اندازه‌گیری و از نظر آماری دو روش آبیاری با همدیگر مقایسه شدند؛ تا بهتر بتوان تأثیر آبیاری قطره‌ای زیر سطحی را بر رشد درختان پسته در شرایط بسیار شور آب و خاک، تحلیل نمود.

براساس نتایج، بین دو روش آبیاری تفاوت معنی‌داری در ارتفاع، عرض تاج و محیط تنه درخت و همچنین تعداد شاخه جانبی روی شاخه دو ساله و عملکرد وجود نداشت؛ اما، میانگین رشد سالانه شاخه، تعداد جوانه گل و میانگین تعداد جوانه گل ریزش کرده در شاخه بین دو سال در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و سطحی، اختلاف وجود داشت. رشد سالانه شاخه در سال ۱۴۰۱ تقریباً ۵۰ درصد نسبت به سال ۱۴۰۰ کاهش یافته بود. کمترین رشد سالانه در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی و در سال ۱۴۰۱ بوده است. در اندازه درختان (ارتفاع، عرض تاج و محیط تنه) بین دو روش آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اما از سال ۱۴۰۱ رشد سالانه درختان در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی، نسبت به سال قبل و همچنین نسبت به آبیاری سنتی، کاهش محسوسی داشت. این نتایج با نتایج بدست آمده توسط محققان (۶) مطابقت داشت؛ که عنوان کرده بودند با افزایش

شوری در ناحیه ریشه، رشد رویشی کاهش و درصد آفتاب سوختگی و پر شدن مغز کاهش می‌یابد. مطابق نتایج آنالیز خاک (۱۴۰۱) در جدول ۵، شوری در ناحیه توسعه ریشه نسبت به سال (۱۳۹۷) به حدود ۲/۵ برابر افزایش یافته بود.



شکل ۹- رشد رویشی یکنواخت بدون علائم کمبود مواد غذایی یا عناصر سمی، آبیاری قطره‌ای زیر سطحی، ایستگاه تحقیقات پسته



شکل ۱۰- اندازه‌گیری ارتفاع درختان در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی، ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد (۱۴۰۱)

- مقایسه هزینه تولید و درآمد خالص در دو روش آبیاری:

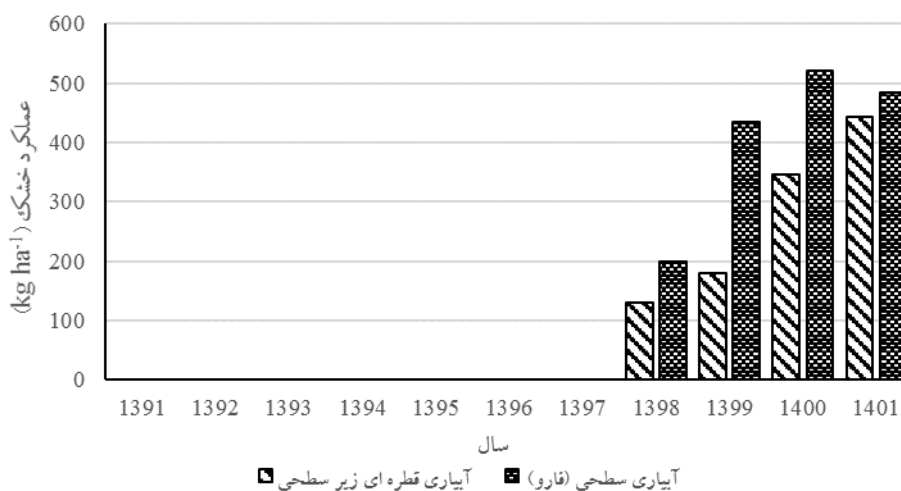
هزینه‌ها بر اساس قیمت نهاده‌ها، کارگری، آب و غیره در سال ۱۴۰۱ محاسبه شده است (جدول ۶). درختان از سال ۱۳۹۸ (۷ سال پس از کاشت و پیوند) وارد مرحله باردهی شدند که طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱ میزان عملکرد خشک در دو روش آبیاری در شکل (۱۱) نشان داده شده است. میانگین تولید برای هر درخت در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی ۳/۶ کیلوگرم (محصول تر) و در آبیاری سطحی حدود ۴/۸ کیلوگرم (محصول تر) بود. بر مبنای ۵۵۵ درخت در هکتار، عملکرد در سال ۱۴۰۱، در

روش زیر سطحی ۱۹۹۸ کیلوگرم محصول تر معادل ۴۴۴ کیلوگرم محصول خشک و در روش سطحی برابر با ۲۶۶۴ کیلوگرم محصول تر، معادل ۴۸۴ کیلوگرم خشک در هکتار بود.

جدول ۶- مقایسه هزینه تولید و درآمد در آبیاری سطحی و قطره‌ای زیر سطحی در هکتار (هزار ریال)، (۱۴۰۱)

روش آبیاری	هزینه تأمین آب	هزینه تغذیه	هزینه کنترل آفات، علف-های هرز	هزینه کارگری	هزینه برداشت و فرآوری	مجموع هزینه تولید	عملکرد (کیلوگرم خشک/هکتار)	درآمد ناخالص	درآمد خالص	مصرف آب در هکتار	کارایی مصرف آب
قطره‌ای زیر سطحی	۱۰۰۰۰	۱۱۵۰۰۰	۳۰۰۰۰	۷۰۰۰۰	۷۰۰۰۰	۲۹۵۰۰۰	۴۴۴	۱۱۵۴۴۰۰	۸۵۹۴۰۰	۳۰۰۰	۰/۱۴
سطحی	۲۰۰۰۰	۱۸۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۳۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	۴۶۰۰۰۰	۴۸۴	۱۳۵۸۴۰۰	۷۹۸۴۰۰	۷۹۱۲	۰/۰۷

آبیاری قطره‌ای زیر سطحی با آب بسیار شور برای اولین بار در ایران در ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد اجرا شد. در سال اجرای پروژه (۱۳۹۱) شوری آب آبیاری حدود ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر و در سال ۱۴۰۱ این عدد به ۱۶/۲۵ دسی‌زیمنس بر متر رسید. براساس اندازه‌گیری‌های بعمل آمده، در سال ۱۴۰۱، در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی ۳۰۰۰ متر مکعب و در روش سنتی (جوی-پشته) مصرف آب ۶۹۱۲ متر مکعب در هکتار مصرف شده بود. علیرغم اینکه در روش سنتی بیش از دو برابر قطره‌ای زیر سطحی آب مصرف شده بود، اما نتایج نشان داد که از نظر اندازه نهایی درختان و عملکرد بین دو روش آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.



شکل ۱۱- میزان عملکرد خشک پسته (کیلوگرم در هکتار) در دو روش آبیاری در طی سال‌های اجرا (۱۳۹۱-۱۴۰۱)

در سال ۱۴۰۱ رشد سالانه درختان در روش قطره‌ای زیر سطحی نسبت به سال قبل در همین روش، به حدود نصف کاهش یافت. رشد رویشی سالانه در روش سنتی نیز در سال ۱۴۰۱ کمتر از سال ۱۴۰۰ بود؛ هر چند که بین دو روش آبیاری، اختلاف معنی‌داری در رشد سالانه سال ۱۴۰۱ وجود نداشت.

نکته قابل توجه اینکه کاهش رشد سالانه شاخه (۱۴۰۱) در دو روش آبیاری با همدیگر تفاوت داشت. نظر به اینکه ریشه در آبیاری سطحی به طور عمده تا عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک گسترش می‌یابد، بنابراین مقدار بارندگی سالانه، تأثیر مستقیم بر رشد سالانه درختان در این روش داشت. مطابق داده‌های بارندگی در جدول (۳)، کمترین مقدار بارندگی در دوره ۱۰ ساله (۱۳۹۱-۱۴۰۱)

(۱۴۰۱) با ۵۷ میلی‌متر در سال ۱۴۰۱ بوده است؛ که به طور مستقیم موجب کاهش رشد سالانه درختان پسته در روش آبیاری سطحی شده بود. اما کاهش بارندگی دلیل اصلی کاهش رشد سالانه درختان در سال ۱۴۰۱ نبود؛ به دلیل اینکه در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی، پراکندگی و گسترش ریشه‌ها از عمق ۷۰ شروع شده و تا عمق بیش از ۱۴۰ سانتی‌متر ادامه داشت. بنابراین دلیل کاهش رشد درختان در سال ۱۴۰۱ را باید در جای دیگری جستجو کرد.

براساس نتایج آنالیز خاک در سال ۱۴۰۱، شوری خاک در ناحیه رشد و توسعه ریشه (عمق ۱۴۰-۶۰ سانتی‌متر)، نسبت به سال ۱۳۹۷ به بیش از ۲/۵ برابر افزایش یافته بود. بالا رفتن شوری در ناحیه‌ای از خاک که ریشه از بیشترین تراکم برخوردار بود، مهمترین عامل تهدید کننده رشد درختان پسته در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی بود. اما اینکه چرا توزیع و پراکندگی شوری در لایه‌های مختلف خاک در روش قطره‌ای زیر سطحی از سال ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ تغییر کرده است؛ باید به تخریب ساختمان در لایه سطحی خاک (۰-۳۰ سانتی‌متر) اشاره کرد، که در اثر افزایش بسیار زیاد سدیم بوجود آمده بود. فروپاشی ساختمان خاک موجب شده بود که منافذ لایه سطحی خاک مسدود شده و حرکت املاح مضر مانند سدیم و کلر که همراه با صعود آب از اعماق به لایه سطحی صورت می‌گیرد، کاهش یابد. با بروز این اتفاق، به تدریج شوری و غلظت سدیم در لایه‌های ۶۰-۳۰ و ۱۴۰-۶۰ سانتی‌متری (ناحیه توسعه ریشه) افزایش یافته بود. پیامد افزایش شوری، کاهش جذب آب و عناصر غذایی بوده است که این دو عامل مستقیماً رشد سالانه را به شدت کاهش داده‌اند.

توصیه ترویجی

اندازه درختان شامل ارتفاع و عرض تاج درخت و محیط تنه و عملکرد بین دو روش آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. لیکن مقدار مصرف آب در روش قطره‌ای زیرسطحی تقریباً نصف؛ و کارایی مصرف آب (WUE) دو برابر آبیاری سطحی بود. استفاده از روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در شرایط تنش خشکی کشور کاملاً قابل توصیه است. ضمن آنکه استفاده از این روش آبیاری سود خالصی معادل شصت و یک میلیون ریال ایجاد نمود. لیکن برای حفظ و ادامه روند رو به رشد درختان (مانند سال‌های قبل) در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی، لازم است تغییرات و اصلاحاتی در مدیریت پروژه به شرح زیر صورت گیرد:

۱) مدیریت خاک‌ورزی در لایه سطحی خاک: همانطور که قبلاً توضیح داده شد، سدیم زیاد در لایه سطحی خاک، موجب تخریب ساختمان خاک شده بود. در این حالت بهترین کار این است که با استفاده از ادوات کشاورزی، حتی الامکان این لایه برداشت شده و از باغ خارج شود. پس از برداشتن خاک لایه سطحی، با استفاده از زیرشکن، حداقل تا عمق ۵۰ سانتی‌متری شخم زده شود تا بدینوسیله تبادلات گازی با عمق‌های پایین‌تر بهتر صورت گیرد و همراه با صعود آب از طبقات پایین به سطح خاک، عناصر شوری (سدیم و کلر) نیز از ناحیه ریشه به لایه‌های سطحی خاک حرکت نمایند.

۲) آبخویی از لایه سطحی خاک: در مدت ۱۰ سال که از اجرای این پروژه گذشته بود، آبخویی از لایه سطحی انجام نشده بود. برای این منظور، خاک لایه سطحی در حدود ۱/۵ متر از هر طرف درخت برداشت شود، و سپس آبخویی انجام گردد.

۳) افزایش مواد آلی خاک: یکی از راهکارهای کاهش اثرات شوری، افزایش مواد آلی خاک است. نظر به اینکه ریشه درختان پسته در این روش آبیاری در عمق‌های پایین قرار دارند، بنابراین باید مواد آلی را از طریق حفر کانال‌هایی در ناحیه توسعه ریشه (چالکود) و در یک طرف درخت قرار داده شود. در مجموع با تجربه به دست آمده در مدت ۱۰ سال، اجرای آبیاری قطره‌ای زیر سطحی با آب شور در ضمن مدیریت ویژه، امکان‌پذیر است.

فهرست منابع

- ۱- خورسندی، ف.، وزیری، ژ. و ع.ا. عزیزی زوهان. ۱۳۹۰. شورورزی: استفاده پایدار از منابع آب و خاک شور در کشاورزی. انتشارات : کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۳۲۲ ص.
- ۲- صداقتی ، ن.، حسینی فرد، س.ج. و ا. محمدی محمدآبادی. ۱۳۹۱. مقایسه اثرات دو سیستم آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی بر رشد و عملکرد درختان بارور پسته. مجله آب و خاک. ۲۶ (۳): ۲۷۵-۲۸۵.
- ۳- عابدی، م.ج.، ابراهیمی بیرنگ، ن.، مهرداد، ن.، ننی ریزی، س.، ماهرانی، م.، خالدی، ه. و ع. م. چراغی. ۱۳۸۱. استفاده از آب شور در کشاورزی پایدار. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زه کشی ایران. ۲۳۵ ص.
- ۴- فیضی، م.، ۱۳۹۲. اثر کیفیت و مدیریت آب بر ویژگی های شیمیایی خاک. نشریه: پژوهش های خاک (علوم خاک و آب). ۲۷ (۲) الف): ۲۳۹ - ۲۵۲.
- ۵- موسوی فضل، س.ج.، رحیمیان ، م. ح.، کوهی ، ن.، ریاحی ، ح.، کرامتی ، م.، عباسی ، ف. و باغانی، ج. ۱۳۹۹. ارزیابی حجم آب کاربردی و بهره‌وری آب در کانون های اصلی تولید پسته کشور (استان های کرمان، خراسان رضوی، یزد و سمنان). نشریه علمی آبیاری و زه کشی ایران. ۴۴ (۶): ۲۲۴۴ - ۲۲۵۶.
6. Ferguson, L., Poss, P.A., Grattan, S.R., Grieve, C.M., Want, D., Wilson, C., Donovan, T.J. and Chao, C.T. (2002). Pistachio rootstocks influence scion growth and ion relation under salinity and boron stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127(2):Pp.194-199.

مدیریت تلفیقی بیماری آتشک درختان میوه دانه دار با توجه به شیوه آبیاری، هرس، تغذیه بهینه و سمپاشی

غلامرضا برادران^{۱*}، آرش صباح^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- مربی پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

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

*Email: ghbaradaran@yahoo.com

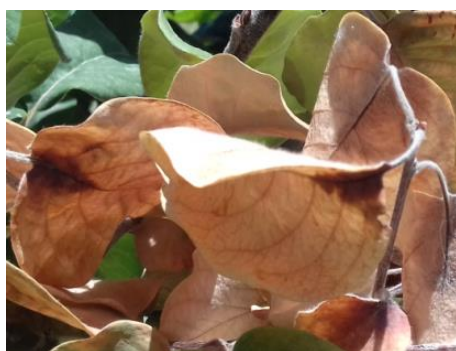
چکیده

سطح زیر کشت درختان میوه دانه دار شامل سیب، به و گلابی در استان کرمان حدود ۵۰۰۰ هکتار بوده و شهرستان‌های شهربابک، بردسیر و کرمان، دارای بیشترین سطح زیر کشت هستند. طی سال‌های اخیر با افزایش سطح زیر کشت، بیماری آتشک درختان میوه دانه‌دار که عامل آن نوعی باکتری است در مناطق مختلف گسترش یافته و خسارت این بیماری در درختان به مهم و اقتصادی شده است. به منظور مقایسه کاهش بیماری در شیوه مدیریت تلفیقی با شیوه مرسوم طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۸ دو باغ آلوده یکی با آبیاری غرقابی با مدیریت مرسوم منطقه به عنوان شاهد و دیگری با آبیاری قطره‌ای با مدیریت تلفیقی به عنوان تیمار مدیریت انتخاب شد. بر اساس دستورالعمل‌های مبارزه تلفیقی با این بیماری اقداماتی شامل آبیاری قطره‌ای، هرس اندام‌های آلوده در زمستان، اجتناب از قرار دادن کندوی عسل در باغ یا نزدیک آن در فصل گل و مبارزه با حشرات مکنده، کوددهی بر اساس آزمون خاک و تقسیط بهینه کود ازته، عدم کاشت یونجه به منظور مدیریت تلفیقی بیماری در باغ انجام شد. همچنین محلول‌پاشی در آخر زمستان با مخلوط بردو ۰/۹ درصد و در بهار با شروع گل‌دهی سم‌پاشی با اکسی کلورومس سه در هزار اجرا شد. با توجه به نتایج حاصل بروز بیماری و خشکیدگی سرشاخه‌ها در تیمار مدیریت تلفیقی کنترل گردید و میزان محصول از حدود ۱۲ تن در هکتار به بیش از ۲۵ تن در هکتار رسید.

واژه های کلیدی: مبارزه تلفیقی، آبیاری قطره‌ای، درختان به، استان کرمان

بیان مسئله

بیماری آتشک درختان میوه دانه‌دار توسط باکتری *Erwinia amylovora* ایجاد شده و یک بیماری اقتصادی در درختان سیب، به و گلابی است. اگرچه برآورد اقتصادی خسارت بیماری مشکل است اما خسارت آن در منطقه جنوب غرب میثیگان ۴۲ میلیون دلار برآورد شده است (۸) در ایران این بیماری برای نخستین بار در بهار ۱۳۶۸ روی گلابی منطقه برغان کرج مشاهده و در سال ۱۳۷۰ گزارش شد (۵). در حال حاضر این بیماری در برخی از استان‌ها از جمله استان‌های آذربایجان شرقی و غربی، اردبیل، تهران، البرز، خراسان شمالی و رضوی، زنجان، اصفهان، قزوین، قم، کردستان، لرستان، سمنان، کرمان در درختان میوه دانه‌دار ایجاد خسارت می‌نماید. علائم بیماری در سرشاخه‌ها به صورت سوختگی و قهوه‌ای شدن برگ‌ها و گل‌ها دیده می‌شود (شکل‌های ۱، ۲ و ۳)، درخت ظاهری آتش گرفته و سوخته پیدا می‌کند. علت نام‌گذاری بیماری به نام آتشک نیز به همین دلیل است (شکل ۴).



شکل ۲- گسترش علائم در برگ



شکل ۱- آغاز علائم روی برگ



شکل ۴- سوختگی کامل درخت بر اثر

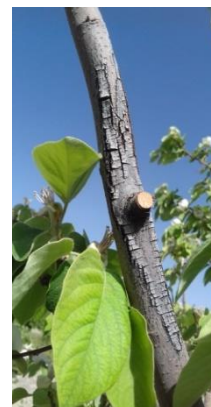


شکل ۳- گسترش بیماری در سرشاخه

در درختان آلوده به بیماری آتشک با علائم بیماری و خشکیدگی سرشاخه‌ها، پس از مدتی زخم (شانکر) روی شاخه‌های قطور و تنه ایجاد می‌شود. محل این زخم‌ها کمی فرورفته است و حالت ترک و شکاف پیدا می‌کند. گسترش زخم‌های ایجاد شده روی شاخه‌ها موجب خشک شدن شاخه می‌گردد (شکل ۵). چنانچه زخم‌های ایجاد شده روی طوقه گسترش یابد موجب خشک شدن کامل درخت می‌گردد (شکل ۶). باکتری عامل بیماری در زخم‌های ایجاد شده روی درخت زمستان‌گذرانی می‌کند. (۲، ۴).



شکل ۶- زخم ایجاد شده روی طوقه



شکل ۵- زخم ایجاد شده روی شاخه

این بیماری کمیت و کیفیت محصول را کاهش می‌دهد. هم‌چنین باعث مرگ درختان بیمار به‌خصوص در ارقام حساس در شرایط مساعد برای گسترش بیماری می‌گردد. اگر حداقل خسارت سالانه در کشور را معادل ده درصد محصول تولیدی در نظر بگیریم سالانه ۲۰۰۰۰۰ تن محصول سیب، به و گلابی از بین می‌رود (۷).

مجموع سطح زیر کشت درختان میوه دانه‌دار شامل سیب، گلابی و به در استان کرمان حدود ۵۲۸۱ هکتار هست. از این میزان سطح زیر کشت، ۱۳۲۵ هکتار به درختان به تعلق دارد (۱). محصولات تولید شده در اقله صاد محلی، ایجاد اشتغال و درآمد برای باغداران و تأمین نیاز استان از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشند. متأسفانه طی سالیان اخیر اکثر درختان به در مناطق مختلف استان به بیماری آتشک مبتلا شده‌اند که ضرر و زیان زیادی متوجه باغداران گردیده است. این بیماری باعث کاهش محصول، ضعف و نهایتاً خشک شدن درختان آلوده می‌گردد. براساس پایش بیماری آتشک در باغات به استان، این بیماری در باغات با آبیاری غرقابی در مقایسه با باغات دارای سیستم آبیاری قطره‌ای بیش‌تر بود که دلیل این مسئله تأثیر وجود رطوبت نسبی بالاتر در محیط باغ می‌باشد. بنابراین با انجام اقدامات مدیریتی از جمله تغییر سیستم آبیاری از غرقابی به قطره‌ای و عدم میانه کاری با یونجه به منظور کاهش رطوبت محیط باغ، انجام هرس به صورت صحیح، تغذیه بهینه، سم‌پاشی به موقع و به‌کارگیری سایر توصیه‌ها، امکان کنترل بیماری، کاهش خسارت و افزایش محصول در سطح اقتصادی وجود دارد (۳).

علیرغم توصیه‌های انجام‌شده توسط کارشناسان جهت کنترل بیماری آتشک، به دلیل عدم به‌کارگیری کامل و به‌موقع توصیه‌ها، متأسفانه خسارت ایجاد شده در مناطق آلوده به این بیماری در استان کرمان زیاد است (شکل ۷). اجرای طرح تحقیقی - ترویجی در شهرستان شهربابک به عنوان منطقه اصلی کشت به در استان کرمان و آموزش باغداران در خصوص نحوه مبارزه با این بیماری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و در نهایت موجب افزایش درآمد باغداران گردید. با توجه به امکان مدیریت بیماری آتشک نقش مجموعه عوامل مؤثر در مدیریت این بیماری شامل شیوه آبیاری، هرس، تغذیه بهینه و سم‌پاشی به‌منظور آشنایی باغداران مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۷- خسارت بیماری آتشک در باغات منطقه شهربابک

معرفی دستاورد

به منظور مقایسه مدیریت تلفیقی بیماری آتشک با شیوه مرسوم دو باغ آلوده یکی با آبیاری غرقابی با مدیریت مرسوم منطقه به عنوان شاهد و دیگری با آبیاری قطره ای با مدیریت تلفیقی به عنوان تیمار مدیریت انتخاب شد. اقدامات انجام شده در قطعه مدیریت تلفیقی به شرح زیر بود

۱- عملیات هرس شاخه‌ها در فصل زمستان بدنبال کاهش تراکم باکتری و در زمان نبود بارندگی انجام شد. شاخه‌های آلوده به بیماری هرس شد و هم‌چنین درختان خشک‌شده بریده و سوزانده شدند. در کلیه موارد بلافاصله پس از انجام هرس محل زخم‌های هرس با چسب باغبانی پوشانده شد. وسایل هرس با محلول وایتکس موجود در بازار که با نه حجم آب رقیق‌شده است ضدعفونی گردید.

۲- اجتناب از قرار دادن کندوی عسل در باغ یا نزدیک آن در فصل گل و مبارزه با حشرات مکنده (۴).

۳- کود دهی بر اساس آزمون خاک انجام شد. کودهای سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم در زمستان به همراه کود دامی و به‌صورت چالکود استفاده شد (۶). جهت جلوگیری از رشد رویشی شدید درخت و ایجاد شاخه‌های جوان و حساس به بیماری در ابتدای فصل بهار که شرایط اقلیمی برای گسترش بیماری مساعد است، یک‌سوم از کود ازته پس از تشکیل میوه (تقریباً به‌اندازه یک فندق) داده شد و دوسوم بقیه قبل از گرم شدن هوا در خردادماه استفاده گردید. سایر کودهای موردنیاز به‌صورت محلول‌پاشی و خاکی در طی فصل رشد استفاده شد (۴).

۴- محلول‌پاشی در آخر زمستان قبل از رسیدن به مرحله تورم جوانه‌ها (نوک نقره‌ای) و در اواخر بهمن و اوایل اسفند با مخلوط بردو انجام شد. برای تهیه یک‌صد لیتر از مخلوط بردو مورد نیاز، مقدار ۹۰۰ گرم سولفات مس (کات‌کبود) در ۳۰ لیتر آب در ظرف پلاستیکی یا استیل حل شد. اگر سولفات مس به‌صورت پودر باشد و در صورتی‌که از آب گرم استفاده شود حل شدن راحت‌تر انجام می‌شود. به‌منظور تهیه دوغاب آهک ابتدا ۹۰۰ گرم آهک کاملاً الک شده که اضافات آن جدا شده است را در ظرف دیگری با مقدار کمی آب خیس کرده ضمن هم زدن، حجم آن را با افزودن آب به ۶۰ لیتر رسانده شد. ضمن به هم زدن محلول آهک، محلول سولفات مس را به‌آرامی روی دوغاب اضافه شد. در پایان ۸۰۰ میلی‌لیتر روغن زمستانه را که قبلاً در ۱۰ لیتر آب مخلوط نموده و درحالی‌که به هم زدن ادامه داشت به محلول آهک و سولفات مس اضافه کردیم. پس از دو دقیقه به هم خوردن ترکیب بردو آماده مصرف بود. در تهیه و کاربرد مخلوط بردو باید نکات مختلفی را مد نظر قرار داد. ازجمله مخلوط بردو باید به‌صورت تازه مورد استفاده قرار گیرد و مقدار مورد نیاز از این مخلوط با توجه به تعداد درختان تهیه گردیده و در همان روز مصرف شود. حتماً محلول سولفات مس به دوغاب آهک اضافه شده و هم‌زدن در تمام مراحل ادامه یابد. پس از اتمام سم‌پاشی مخزن سم‌پاش و سایر قسمت‌ها بلافاصله کاملاً شسته شود، در غیر این صورت پمپ و سایر قسمت‌های فلزی سم‌پاش خسارت شدیدی می‌بیند.

۵- در بهار با شروع گل‌دهی، چهار مرحله سم‌پاشی با اکسی کلرورمس به نسبت یک در هزار ماده مؤثره (۳در هزار ماده تجاری). توصیه شده است. البته با توجه به تأثیر نامطلوب محلول‌پاشی در مرحله گل چنانچه بارندگی اتفاق نیفتد سم‌پاشی در ابتدا و انتهای گل‌دهی کافی است. لذا در باغ مورد تیمار با توجه به عدم بارندگی در طی دوره گل‌دهی دو مرحله سم‌پاشی در ابتدا و انتهای گل‌دهی انجام شد (۴).

درحالی‌که میزان محصول در تیمار شاهد که عرف مرسوم منطقه در آن اعمال شده بود ۱۲ تن در هکتار بود (شکل ۸) اما در تیمار مدیریت تلفیقی با توجه به اقدامات انجام شده، بیماری به خوبی کنترل شد و میزان محصول به بیش از ۲۵ تن در هکتار

رسید، آلودگی برگ‌ها و سرشاخه به کم‌تر از یک سوم کاهش یافت و از حدود ۳۰٪ به ۱۰٪ رسید. هم‌چنین درحالی‌که میزان پیشرفت خشکیدگی در شاخه‌های بیمار در تیمار شاهد در پایان فصل به حدود ۶۰ سانتی‌متر می‌رسید در تیمار مدیریت تلفیقی پیشرفت خشکیدگی حدود پنج سانتی‌متر بود (شکل ۹).



شکل ۹- تیمار مدیریت تلفیقی



شکل ۸- تیمار شاهد

توصیه ترویجی

- بر اساس نتایج حاصل از اجرای پروژه تحقیقی ترویجی موارد زیر توصیه می‌گردد.
- ۱- سیستم آبیاری غرقابی به آبیاری قطره‌ای تبدیل شود. این اقدام علاوه بر این‌که کارآیی مصرف آب و کود را افزایش می‌دهد، عملیات باغی مختلف از جمله مبارزه با علف‌های هرز را راحت‌تر می‌کند و هم‌چنین موجب کاهش رطوبت باغ و در نتیجه نامساعد شدن شرایط برای گسترش بیماری می‌گردد.
 - ۲- از میانه کاری گیاهان مختلف از جمله یونجه در باغات درختان دانه‌دار خودداری شود.
 - ۳- برای ایجاد باغ از نهال سالم استفاده شود.
 - ۴- استفاده از ارقام مقاوم و کم‌تر حساس به بیماری، مانند ارقام بومی ریز و درشت بومی گلابی شکل و کدویی را که در منطقه شهر بابک رایج است.
 - ۵- اعمال مدیریت مناسب در خصوص تغذیه مناسب و کود دهی بر اساس نتایج آزمایش‌های خاک و برگ، آبیاری مناسب و کافی در باغات بر اساس نیاز آبی درخت، مبارزه به‌موقع با سایر آفات و بیماری‌ها، انجام عملیات هرس مناسب
 - ۶- جمع‌آوری کندوهای زنبور عسل
 - ۸- سم‌پاشی در آخر زمستان قبل از رسیدن جوانه‌ها به مرحله نوک نقره‌ای (متورم شدن جوانه‌ها)
 - ۹- سم‌پاشی در بهار با شروع گل‌دهی و انتهای مرحله گل‌دهی
 - ۱۰- در صورت بروز بارندگی و بادهای شدید بعد از ریزش گلبرگ‌ها و در زمان میوه از مخلوط بردو نیم در صد استفاده شود.

فهرست منابع

- ۱- احمدی، ک. عبادزاده، ح. حاتمی، ف. محمدنیا افروزی، ش. طاقانی، ر. یاری، ش. و کلانتری، م. ۱۴۰۰. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹ جلد سوم: محصولات باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت ارتباطات ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۵۷ صفحه.
 - ۲- امتی، ف. و ذاکر، م. ۱۳۹۳. نقش اندام‌های مختلف میزبان در ایجاد و بقاء بیماری آتشک درختان میوه دانه‌دار. پژوهش‌های کاربردی در گیاهپزشکی. جلد ۳، شماره ۲، صفحه‌های ۵۷-۶۸.
 - ۳- برادران، غ. و نواب، ع. ۱۳۹۸. گزارش نهایی طرح تحقیقی- ترویجی معرفی روش مناسب مبارزه تلفیقی با بیماری آتشک درختان میوه دانه‌دار در منطقه شهر بابک. انتشارات موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور ۱۷ صفحه.
 - ۴- برادران، غ. و نواب، ع. ۱۳۹۸. نشریه ترویجی مدیریت تلفیقی و چرخه بیماری آتشک درختان دانه‌دار. انتشارات مدیریت هماهنگی ترویج ترویج کشاورزی استان کرمان. ۱۸ صفحه.
 - ۵- ذاکری، ز. و شریف نبی، ب. ۱۳۷۰. بیماری آتشک در کرج. دهمین کنگره گیاهپزشکی ایران کرمان. ۱۰ تا ۱۴ شهریورماه ۱۳۷۰. صفحه ۱۵۷.
 - ۶- غالبی، س. و ملکوتی، ج. ۱۳۸۴. نشریه ترویجی نقش تغذیه بهینه در کنترل آتشک گلابی. انتشارات سنا. ۲۴ صفحه.
 - ۷- قاسمی، ا. ۱۳۹۱. گزارش نهایی پروژه کنترل تلفیقی (هرس و کنترل شیمیایی) آتشک درختان میوه دانه‌دار با استفاده از فنولوژی درختان، داده‌های هواشناسی و برآورد نرم‌افزارهای پیش‌آگاهی. انتشارات موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور ۳۳ صفحه.
- 8-Vanneste, J. L. 2008. Challenges in tracking the fire blight pathogen (*Erwinia amylovora*): a case study. Available at: http://www.nzpps.org/books/2008_Surveillance/12029.pdf.

مروری بر روش های مختلف مقابله با فرسایش آبی در دنیا

حمزه سعیدیان^{۱*}، شاهین آقامیرزاده^۲



۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و

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

۲- محقق بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.

Email: Hamzah.4900@yahoo.com

چکیده

مقابله با فرسایش خاک یکی از ضروری ترین مسائل پیش روی بشر می باشد. مقابله با فرسایش برای حفظ خاک و در نهایت امنیت غذایی برای همه کشورها حائز اهمیت است و در سال های اخیر روش های مختلفی در همه کشورها برای مقابله با فرسایش به کار برده شده است. این پژوهش با تاکید بر مطالعات روش های سازه ای و غیر سازه ای مقابله با فرسایش و حفاظت خاک در مقیاس های مختلف انجام شده است. برای انجام این مطالعه مطالب مورد نیاز از منابع داخلی و خارجی جمع آوری شد. در این مطالعه سعی گردیده است نگرشی جامع بر همه روش های سازه ای و غیر سازه ای مقابله با فرسایش و حفاظت خاک صورت گیرد. اطلاعات جمع آوری شده نشان داد که روش های غیر سازه ای در مقایسه با روش های سازه ای مقابله با فرسایش و حفاظت خاک از نظر تعداد روش ها، خیلی بیشتر هستند و با توجه به هزینه بسیار پایین آنها باید در اولویت مقابله با فرسایش و حفاظت خاک قرار گیرند. البته می توان از تلفیقی از روش های سازه ای و غیر سازه ای مقابله با فرسایش و حفاظت خاک هم استفاده کرد. بر اساس اطلاعات موجود بهتر است تا آنجایی که امکان دارد از روش های غیر سازه ای استفاده شود چون روش های غیر سازه ای دخالت کمتری در طبیعت ایجاد می کنند و می توانند به نحو بهتری کمک کنند تا حوزه های آبخیز زودتر به تعادل اکولوژیک برسند.

واژه های کلیدی: فرسایش خاک، روش های سازه ای، مقیاس مکانی، روش های غیر سازه ای

بیان مسئله

علی‌رغم اهمیت حیاتی خاک برای ادامه بقا آدمی، معضلی جدی آن را تهدید می‌کند و آن پدیده فرسایش خاک است. فرسایش خاک را می‌توان به عنوان بحرانی جدی تلقی نمود. فرسایش طبیعی فرآیندی کند و بلند مدت می‌باشد که در تمام دوران‌ها بر روی همه خاک‌ها رخ می‌دهد (۳). این نوع فرسایش به تشکیل خاک‌ها و توزیع آنها بر روی سطح زمین کمک می‌کند و با فرآیندهای تشکیل خاک در تعادل می‌باشد (۱۰). اگرچه از نظر علمی، خاک را جزء منابع طبیعی تجدید شونده قرار داده‌اند، اما با توجه به روند کند تشکیل، در عمل جزء منابع طبیعی غیرقابل تجدید به شمار می‌آید. بنابراین خاک در طول زمان کم کم ضعیف می‌شود و هنگامی که به شکل نامناسبی اداره شود به تدریج تخریب می‌شود (۷). سرعت تشکیل خاک بسیار کند بوده و بنابراین اندازه‌گیری آن دشوار است (۵). به علت دیدگاه غلطی که در مورد تجدید پذیر بودن خاک وجود دارد، این منبع بیش از توان خود مورد استفاده و بهره‌برداری قرار گرفته است و امروزه جهان شاهد مشکلاتی در زمینه فرسایش خاک و افت کیفیت خاک می‌باشد. برای کمک به دستیابی به گرسنگی صفر و آب پاک ضروری است که با فرسایش خاک مبارزه شود. فرسایش غیر طبیعی شامل شکسته شدن خاکدانه‌ها و تشدید جابجایی و انتقال مواد آلی و معدنی در نتیجه روش‌های زراعی و شخم نامناسب و از بین بردن پوشش گیاهی توسط آب و خاک می‌باشد (۹). فرسایش خاک یکی از شاخص‌های مهم تغییر کیفیت محیط زیست نیز می‌باشد (۴). فرسایش خاک سطحی حاصلخیز در بلندمدت باعث کاهش عمق خاک، ظرفیت رطوبتی خاک و هدررفت مواد آلی و عناصر غذایی و در نتیجه کاهش باروری خاک می‌شود (۶، ۱۰). بیلدر و همکاران (۲) در پژوهش‌های خود نتیجه گرفتند آگاهی از مشکلات فرسایش خاک، عامل تعیین کننده پذیرش روش‌های حفاظت خاک است. تفارا و استریک (۱۱) با بررسی مشکلات فرسایش خاک و عوامل موثر بر پذیرش روش‌های حفاظت آب و خاک در اتیوپی نتیجه گرفتند که کشاورزان به خوبی از مشکلات فرسایش و پیامدهای ناشی از آن نظیر از بین رفتن خاک و کاهش حاصل خیزی آگاهی دارند. با این وجود آنها به میزان کافی برای روش‌های حفاظت آب و خاک سرمایه گذاری نمی‌کنند و بیشتر به عملیات مدیریت خاک برای حفظ عملکرد محصول تمایل دارند. یودایاکومارا و همکاران (۱۲) در پژوهش خود نتیجه گرفتند که آگاهی از مشکلات ناشی از فرسایش خاک، مهمترین عامل پذیرش روش‌های مختلف حفاظت خاک می‌باشد. فرسایش خاک فرآیندی است که با استفاده از تکنیک‌های زیادی می‌توان به ردیابی و کاهش آن کمک کرد. خاک‌های سالم نقش مهمی در دستیابی به اهداف توسعه‌ی پایدار سازمان ملل در مورد گرسنگی، آب تمیز و محافظت از محیط‌زیست زمینی دارند. فرسایش خاک از رایج‌ترین نوع تخریب زمین می‌باشد و یک فرآیند طبیعی است که لایه‌ی بالایی خاک را جابه‌جا می‌کند. جایی که گیاهان بیشترین مواد مغذی و آب مورد نیاز خود را از آنجا دریافت می‌کنند. خاک یکی از منابع اصلی جهت رشد گیاهان و تولید مواد غذایی است و امروزه افزایش تولید مواد غذایی و استفاده‌ی درست از منابع خاکی جهت تولید در سرتاسر جهان در اولویت قرار دارد. بنابراین محافظت از خاک و جلوگیری از فرسایش آن از اهمیت بالایی برخوردار است. امروزه همه روش‌های حفاظت خاک در سراسر دنیا باید مورد بررسی قرار گیرند و برای همه محققین شناخته شده باشند که کشورها بتوانند با توجه به منابع مالی و همچنین مشکلات به وجود آمده در حوزه‌های آبخیزشان روش‌های مختلف حفاظت خاک را آزمایش کنند و در نهایت باعث کاهش فرسایش در مناطق مختلف شوند. هدف این مطالعه بررسی‌های تعداد زیادی از روش‌های مختلف حفاظت خاک در ایران و سراسر دنیا می‌باشد که در نهایت روش‌های مناسب و با کارایی بالاتر و هزینه کمتر انتخاب شود و در حوزه‌های آبخیز سراسر کشور مورد استفاده قرار گیرد. آشنایی محققین و دستگاه‌های اجرایی کشور به تعداد زیادی از روش‌های

حفاظت خاک باعث انتخاب روش مناسب و مفید برای هر حوزه آبخیز خواهد شد. آب و خاک، عوامل مهمی برای حیات و کشاورزی هستند بنابراین روش های حفاظت از آنها نیز به مراتب مهم و حیاتی می باشند.

معرفی دستاورد

بررسی تعداد زیادی از روش های حفاظت خاک و مقابله با فرسایش باعث می شود محققین مختلف آشنایی بیشتری با این روش ها داشته باشند و بتوانند در مکان و زمان مناسب از آنها استفاده کنند. پژوهش های بسیاری مربوط به مقابله با فرسایش و حفاظت از خاک، در حال حاضر در دنیا می باشد و این نشان می دهد که محققان به اهمیت مقابله با فرسایش و حفاظت از خاک که برای آینده بشر اهمیت فراوان دارد پی بردند. مقابله با فرسایش و حفاظت از خاک در ایران و دنیا در مقیاس های زمانی و مکانی مختلف انجام شده است. برای انجام این پژوهش مطالب مورد نیاز از منابع داخلی و خارجی جمع آوری شد. در این پژوهش سعی گردیده است نگرشی جامع بر روش های مختلف حفاظت از خاک و مقابله با فرسایش در ایران و دنیا صورت گیرد و مزیت های هر کدام توضیح داده شود و در نهایت تجزیه و تحلیل اطلاعات و ارائه بهترین راه کارهای استفاده از روش های حفاظت خاک و مقابله با فرسایش در ایران و دنیا انجام گرفت. اجرای طرح های حفاظت خاک و آبخیزداری بر پایه نتایج حاصله از تحقیقات و بررسی های علمی در هر حوزه آبخیز ضروری می باشد. در سال های اخیر در دنیا روش های جدیدی برای کنترل فرسایش در پیش گرفته شده است که با تغییراتی بر حسب شرایط منطقه ای در طرح ها و برنامه های اجرایی می تواند مورد اجرا گذاشته شود. میزان فرسایش خاک در ایران افزایش چشم گیری یافته است به طوری که در بازه زمانی ۱۳۳۰ تاکنون با روند رشدی معادل ۴۲۰ درصد همراه بوده است و در حال حاضر به یک معضل اساسی تبدیل شده است (۱). بنابراین شناخت تعداد زیادی از روش های مختلف حفاظت خاک و مقابله با فرسایش ضرورت پیدا می کند. بنابراین برای مبارزه و به تبع آن موفقیت در مهار فرسایش خاک ضرورت دارد اقدام به شناخت و آگاهی از روش های مختلف سنتی و نوین حفاظت از خاک در سراسر دنیا شود. تعداد زیادی از روش های حفاظت خاک و مقابله با فرسایش در دنیا به شرح ذیل بیان می شوند:

الف) روش های سازه ای مقابله با فرسایش و حفاظت خاک در کشورهای مختلف دنیا:

(۱) گابیون: گابیون کلمه ای ایتالیایی بوده و به معنی جعبه یا قفس فلزی که با مصالحی نظیر سنگ و خاک پر شده است، گفته می شود. تشک های گابیون برای تثبیت خاکی مورد استفاده قرار می گیرند که در آن فرسایش خاک زیاد رخ می دهد. این یک محصول زیبایی شناخته شده نیست و همیشه امکان آسیب در سیم ها وجود دارد. گابیون ها می توانند تقریباً در همه جا مورد استفاده قرار گیرند که از مزایای آنها محسوب می شود. اولین سازه ی گابیون شناخته شده در طول تاریخ، توسط مصری ها ساخته شده است. این توری های سنگی معمولاً در کنار رود نیل برای حفاظت در برابر سیلاب و طغیان رودخانه در بعضی فصول سال بوده و عموماً با نی و سنگ ساخته شده بودند. بنابراین با توجه به تاریخچه مطرح شده گابیون ها ثابت کرده اند که یکی از بهترین راه کارها برای مقابله با فرسایش خاک در جهان محسوب می شوند.

(۲) بلوک های بتونی: بلوک های بتونی مفصلی، بلوک هایی هستند که می توان آنها را در انواع مختلفی از اشکال و ضخامت ساخت. همچنین می توان یک شبکه ای از واحدهای بلوک های بتنی را برای مقابله با فرسایش و حفاظت خاک مورد استفاده قرار داد. بنابراین بلوک های بتونی مفصلی می تواند در آینده به صورت کاربردی تری برای حفاظت خاک و مقابله با فرسایش به خصوص برای مناطق حساس و استراتژیک به کار برد.



شکل ۱- نمونه‌ای از بلوک‌های بتنی

۳) رول‌های ژئوتکستایل: رول‌های ژئوتکستایل عبارتند از فیبر غیر بافته نارگیل، همراه با یک طناب پلی اتیلن مش. آن‌ها معمولاً به صورت رول و در روی سطح خاک قرار می‌گیرند و از فرسایش خاک در دامنه‌های مختلف جلوگیری می‌کنند. گاهی اوقات پوشش گیاهی بر روی ژئوتکستایل ایجاد می‌شود و ریشه‌های پوشش گیاهی به عنوان یک عامل متصل با الیاف عمل می‌کنند. این یک ماده زیست تخریب پذیر است که به محیط زیست آسیب نمی‌رساند که از مزایای آن محسوب می‌شود.



شکل ۲- نمونه‌ای از ژئوتکستایل‌های نصب شده

۴) Riprap: ریپرپ یا پتوی سنگ چین یک مانع سنگی مقاوم به فرسایش است. این مانع جهت حفاظت خاک از فرسایش کنار رودخانه‌ای به کار می‌رود. همچنین از ریپرپ یا پتوی سنگ چین برای حفاظت شیب‌های ناپایدار استفاده می‌شود. ریپرپ یا پتوی سنگ چین یک روش معمول برای حفاظت خاک از فرسایش در مناطق رواناب متمرکز است. یک لایه از سنگ‌های بسیار بزرگ است که به هم متصل هستند و به عنوان یک مانع در دامنه‌هایی که به علت مشکلات آبخویی یا مناطقی که جریان متمرکز زیادی دریافت می‌کنند، استفاده می‌شود. اصلی‌ترین کاربرد این سازه‌ها در کنار دریاهایی است که امکان فرسایش خاک در آن‌ها وجود دارد. یکی از محدودیت‌هایی که ریپرپ‌ها یا پتوی‌های سنگ‌چین ممکن است ایجاد کند این است که در شیب‌های تند نمی‌توان از آن استفاده کرد. در شیب‌های بیشتر از ۱:۲ که احتمال فرسایش بسیار زیادی است می‌توان از سازه‌های

جایگزین آن استفاده کرد. یکی از مهم ترین آسیب هایی که سنگ چین ها می توانند به محیط زیست برسانند، آسیب به محل زندگی جانداران است که از معایب آن محسوب می شود.



شکل ۳- نمونه ای از Riprap

۵) سکوبندی: در نواحی شیب دار برای از بین بردن شیب، پله بندی می نمایند بدین ترتیب که در دامنه کوه ها که شیب ملایم دارند بصورت پله های پهن در می آورند و سطح هر پله را هموار می نمایند تا آب های جاری به شدت جریان نیابد و به این ترتیب آب در سکوها جمع شده بهتر در زمین نفوذ کرده و می توان در آن به کشت درخت یا در صورت وسعت زیاد به زراعت پرداخت که از مزایای این روش محسوب می شود.

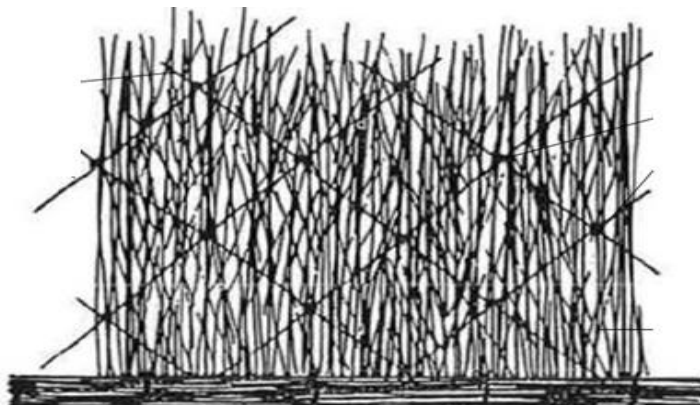


شکل ۴- نمونه ای از سکوبندی در اراضی شیب دار

۶) تشک براش^۱: یک سیستم محافظت از سطح خاک توسط شاخه هایی است که با استفاده از سیم به زمین متصل می شوند. این سیستم ایده آل گرفتن رسوب از بارش های مختلف است. نقص این تکنیک این است که شبکه سیم ها در هنگام بارش باران سنگین آسیب پذیر هستند. سیستم باید در درون خاک قرار گیرد تا بتواند آب را جذب کند. مانند ژئوتکستایل می توان آن را

^۱ Brush Mattress

سریع نصب کرد، ساده است، زیست تخریب پذیر است و هزینه تعمیر و نگهداری نسبتاً کم است که از مزایای آن محسوب می‌شود.



شکل ۵- نمونه‌ای از تشک براش

(۷) چپر سازی و شمع کوبی و سنگ چینی: بیشتر برای نقاطی از کوه که شیب آن زیاد و جنس زمین طوری است که دائم تخریب می‌شود و ریزش می‌کند مناسب است. چپر و شمع بیشتر از سر شاخه درختان استفاده کرده و بر اثر ریزش کوه و یا جمع شدن مواد در پشت آن بطور طبیعی یک سکو بوجود می‌آید که البته سطح آن مثل سطح سکوها ساختار یافته شده صاف نیست. هزینه‌های اجرایی کم از مزایای این روش محسوب می‌شود.

(۸) سدهای تاخیری: سدهای تاخیری شامل سدهای بتونی، سنگ و سیمان، خاکی و خشکه چین و گابیونی و غیره می‌باشند که به منظور ذخیره آب، کاهش سرعت آب به زیر آستانه فرسایش و نفوذ بیشتر آب در بالادست و تغذیه مناطق پایین دست ساخته می‌شوند که می‌توانند نقش مهمی در فرسایش خاک و مقابله با فرسایش داشته باشند. اغلب این سدها مانع از جریان شدید آب می‌شوند که ممکن است به تدریج از گل و لای پر شده و به صورت نوعی سکو در داخل آبراهه‌ها در آیند و در نتیجه باعث حفظ خاک و مقابله با فرسایش می‌شوند.

(۹) بانکت: بانکت‌ها، کانال‌ها یا شیارهای ممتد یا منقطع هستند که در جهت عمود بر شیب دامنه ساخته می‌شوند و وظیفه آنها جمع‌آوری رواناب یا هدایت آن را به یک خروجی عمود بر شیب دامنه می‌باشد. بانکت بندی یکی از شیوه‌های متداول آبخیزداری است که با حفر شیارها و کانال‌هایی به منظور کاهش شیب دامنه با اهدافی چون کنترل فرسایش، کنترل رواناب، افزایش رطوبت نسبی و ایجاد بستر رشد گیاه ایجاد می‌شود.

(۱۰) مجاری انحرافی: برای جمع‌آوری آب‌های جاری سطحی یا رواناب در جهت عمود بر شیب ساخته می‌شود و آب‌های جمع‌آوری شده را به محل مطمئنی هدایت نموده و به این ترتیب از فرسایش خاک و در نتیجه تلفات خاک و آب جلوگیری می‌نماید. (۱۱) کنتور فارو: احداث کنتور فارو عبارتست از ایجاد جوی‌های کوچک و کم عمق بر روی خطوط تراز به منظور نفوذ دادن آب در خاک و جلوگیری از جریان سطحی و فرسایش خاک و همچنین افزایش پوشش گیاهی در مراتع می‌باشد.

(۱۲) پیتینگ: پیتینگ عبارتست از ایجاد چاله‌های کوچک در خاک به منظور افزایش نفوذ پذیری آن و ذخیره نزولات آسمانی در داخل چاله‌ها و خاک اطراف آن و جلوگیری از جریان سطحی آب‌های حاصل از بارندگی و در نتیجه کاهش امکان فرسایش. پیتینگ اغلب قدرت جذب رطوبت را در خاک دو برابر می‌کند و در نتیجه از جریان سطحی آب در بارندگی‌های شدید جلوگیری می‌نماید.



شکل ۶- نمونه ای از ایجاد پیتینگ

ب) روش های غیر سازه ای مقابله با فرسایش و حفاظت خاک در کشورهای مختلف دنیا:

۱) اصلاح روش های آبیاری: اصلاح روش های آبیاری نقش مهمی در جلوگیری از فرسایش و تخریب خاک دارد. با توجه به شرایط اقلیمی، میزان آب در دسترس، نوع خاک و گیاه باید مناسب ترین سیستم جهت آبیاری مزارع و باغات را انتخاب کرد و فرسایش خاک را به حداقل رساند. انتخاب روش هایی مانند آبیاری سطحی و قدیمی مخصوصاً در زمین های شیب دار باعث فرسایش خاک می شوند. سیستم های نوین آبیاری مانند آبیاری بارانی، قطره ای و زیرسطحی می تواند باعث صرفه جویی در مصرف آب و جلوگیری از فرسایش خاک گردد که از مزایای این روش محسوب می شود.

۲) استفاده از نیروی اطلاعاتی منابع طبیعی: در این روش برای حفاظت از منابع طبیعی و تخریب خاک از نیروهای اطلاعاتی استفاده می شود که هر گونه تخریب منابع طبیعی و خاک را به کارشناسان مربوطه گزارش دهند و این کارشناسان با حضور به موقع در عرصه منابع طبیعی جلوی تخریب خاک را بگیرند. این نیروها معمولاً از میان روستائیان و به صورت مخفی و با حقوق ماهیانه و به صورت قراردادی انتخاب می شوند. در صورتی که حضور این نیروها برای منابع طبیعی منطقه مفید باشد دوباره با آنها قرار داد بسته می شود و در صورتی که وظیفه شان را درست انجام ندهند با نیروهای دیگر جایگزین می شوند. وجود چنین نیروهای اطلاعاتی در منطقه می تواند باعث کاهش تخریب منابع طبیعی و در نهایت کاهش فرسایش خاک و حفاظت از سازه های منابع طبیعی شود. دولت با منابع مالی اندک و عرصه وسیع منابع طبیعی نمی تواند با نیروهایش در عرصه حفاظت از منابع طبیعی به طور کامل موفق باشد ولی استفاده از این نیروها می تواند موفقیت دولت را دو چندان افزایش دهد. از مزایای این روش کنترل بیشتر دستگاه های اجرایی کشور بر منابع طبیعی می باشد.

۳) کشاورزی بدون خاکورزی: در کشاورزی بدون خاکورزی، محصولات زراعی به جای اینکه در پایان فصل شخم زده و برداشت شوند، اجازه داده می شود در زمین زراعی باقی بمانند. این عمل به جای اینکه زمین لخت را در معرض باد و آب قرار دهد، خاک را محصور و متصل به هم نگه می دارد.

۴) مبارزه بیولوژیکی: در این روش روی شیب تغییر آنچنانی ایجاد نمی شود، بلکه با احیاء پوشش گیاهی با فرسایش مبارزه می شود. در مبارزه غیر مستقیم هدف ایجاد پوشش گیاهی یا بیشتر کردن آن است. برای نتیجه گیری بهتر، بایستی روش بهره برداری از زمین با حفظ خاک متناسب باشد تا بین خاک و گیاه و زمین های مرتعی و جنگلی و زراعی تعادل ایجاد گردد و نقاطی که استعداد جنگل را دارد، جنگل کاری و قسمت هایی که برای مرتع داری مناسب است، در آن جا پوشش مرتعی ایجاد یا

توسعه داده شود و خلاصه سطح‌هایی که برای کشاورزی مستعد است، گیاهان زراعتی مناسب با آن محل به ویژه از خانواده لگومینوز کاشته شود. گیاهان و مواد گیاهی به اشکال مختلف بذر، گراس‌ها، گیاهان علفی، بوته‌ها و درختان و قسمت‌هایی از آنها که قابلیت تکثیر دارند و همچنین کلوخ چمنی همراه با خاک سطحی در کارهای کنترل فرسایش مورد استفاده قرار می‌گیرند. از مزایای این روش سادگی اجرای آن می‌باشد.

۵) کاشت باغ باران: باغ باران یک تورفتگی کم عمق در حیات خانه‌هاست که بارش‌های جریان یافته‌ی سطوح غیرقابل نفوذ در آنجا جمع می‌شوند. این کار از فرسایش خاک جلوگیری و به حفاظت از خاک کمک می‌کند و فرصتی برای رشد گیاهان تالابی به شما می‌دهد. از معایب این روش محدودیت اجرای آن می‌باشد.

۶) کشت روی خطوط تراز: به این معنی که اجرای عملیات زراعی در اراضی شیب‌دار شامل شخم، تهیه زمین و کشت و کار روی خطوط تراز و در جهت عمود بر شیب قرار گیرد. این روش شامل تراس بندی، تغییر مسیر آب‌های زیاد و همچنین کشت بین درختان میوه و باغات و بوستان‌ها که در اراضی شیب‌دار روی خطوط تراز کاشته می‌شوند نیز می‌شود.

۷) استفاده از خاک ورزی حفاظتی: از روش‌های جلوگیری از فرسایش کشاورزی می‌باشد. این روش در مقایسه با سیستم‌های معمول خاک‌ورزی به میزان قابل توجهی فرسایش آبی و بادی خاک را کاهش می‌دهد. خاک ورزی حفاظتی سیستمی است که مقدار کافی بقایای گیاهی را پس از برداشت محصول در سطح زمین حفظ می‌کند تا قادر به حفاظت خاک در برابر فرسایش باشد. خاک ورزی حفاظتی مفهوم گسترده‌ای داشته و دامنه وسیعی از عملیات و روش‌ها را در بر می‌گیرد. این سیستم ابتدا با نام خاک ورزی حداقل شناخته می‌شد که کاهش تعداد دفعات عملیات خاک ورزی داخل مزرعه را ترویج می‌کرد اما در اواخر سال ۱۹۷۷ به پیشنهاد انجمن حفاظت خاک آمریکا، این واژه به خاک ورزی حفاظتی تغییر نام داد. بعد از تغییر سیستم مذکور، بیشتر تلاش بر حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک، پس از کشت مطرح بود تا آنکه صرفاً کاهش تعداد تردد در مزرعه مد نظر باشد. در اوایل سال ۱۹۸۴ انجمن حفاظت خاک آمریکا مجدداً تعریف خاک ورزی حفاظتی را تغییر داده و بیان نمود که خاک ورزی حفاظتی هر گونه سیستم خاک ورزی و کشت را در بر می‌گیرد که پس از کشت، حداقل سی درصد سطح خاک با بقایای گیاهی پوشیده شده و در نتیجه فرسایش تقلیل می‌یابد. از مزایای این روش کاهش فرسایش خاک به میزان قابل ملاحظه می‌باشد.

۸) استفاده از شخم سطحی و افزودن مواد آلی به خاک: استفاده از شخم سطحی و افزودن مواد آلی به خاک جهت بالا بردن قدرت جذب آبی خاک برای جلوگیری از فرسایش آبی توصیه می‌شود اما شخم‌هایی که باعث نرم و پودری شدن خاک (ریز شدن ذرات خاک)، برگرداندن کامل خاک و از دست رفتن رطوبت خاک می‌شوند (مانند شخم با گاوآهن برگردان دار) می‌توانند فرسایش آبی و بادی را افزایش دهند. استفاده از گاوآهن پنجه‌غازی که خاک را بر نمی‌گرداند و فقط در خاک شیار ایجاد می‌کنند جهت جلوگیری از فرسایش خاک مناسب‌تر است. از مزایای این روش این است که میزان فرسایش خاک را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد.

۹) چند کشتی: چند کشتی شامل کاشت دو یا چند محصول زراعی به صورت توأم و مخلوط است. چندکشتی با هدف گسترده کردن و متنوع ساختن کشت در ابعاد زمانی و مکانی صورت می‌گیرد و در آن دو یا چند محصول به صورت ردیفی یا درهم کشت می‌شوند. یکی از اصلی‌ترین پیامدهای کشت تک محصولی به ویژه در سیستم کشاورزی صنعتی کشت متراکم است که موجب تغییرات و فشرده‌سازی ساختمان خاک، اختلال در وضعیت تغذیه خاک، افزایش وقوع مسمومیت خاک، تراکم و ایجاد لایه سخت در زیر خاک، ایجاد حالت اشباع و افزایش مقدار نمک خاک می‌شود. در سیستم چند کشتی علاوه بر آنکه بسیاری

از مشکلات ذکر شده کاهش می یابد می توان با افزایش پوشش گیاهی از فرسایش خاک جلوگیری کرد. از مزایای این روش سادگی انجام آن می باشد.

۱۰) تلفیق دام و گیاه: تلفیق دام و گیاه به این مفهوم است که در فرآیند تولید و چرخه مواد رابطه بین گیاه زراعی و دام یک رابطه تکمیلی و مکمل هم باشد. به عبارت دیگر گیاه بخشی از تولید و خدمات خود را در اختیار دام ها قرار می دهد و دام ها هم متقابلاً خدماتی از جمله تامین مواد آلی خاک را به عهده دارند و با کود دامی که در اختیار خاک قرار می گیرد حاصلخیزی آن جهت رشد و نمو گیاهان (علوفه) افزایش می یابد. تلفیق دام و گیاه و حضور دام در مزرعه منجر به تقویت خاک با کود دامی و افزوده شدن مواد آلی طبیعی به خاک می شود. از محدودیت های این روش در اختیار داشتن تعداد دام مناسب می باشد.

۱۱) استفاده از گیاهان پوششی: محصول پوششی یک گیاه است که می تواند برای مقابله با فرسایش و حفاظت خاک به کار رود. که معمولاً زودتر از گیاه اصلی و زمانی که شرایط برای رشد گیاه اصلی مناسب نیست (مثلاً وجود سرمای زمستانه) در زمین کشت می شود و قبل از کاشت محصول اصلی سرکوب می شود؛ مانند کشت حبوبات زمستانه (شیدر زمستانه و ماشک مویی) که با قابلیت تثبیت نیتروژن مقدار ماده ی آلی خاک را افزایش می دهد، باعث ذخیره سازی آب و حفظ رطوبت در خاک و کنترل و سرکوب علف های هرز می گردد، همچنین از فرسایش آبی و بادی خاک جلوگیری می کند. باید توجه شود که گیاهان پوششی قبل از اینکه وارد فاز زایشی شوند و به گل بروند سرکوب شده و از بین بروند زیرا اگر این گیاهان به بذر بروند می توانند تبدیل به علف هرز برای محصول اصلی شوند. محصولات پوششی نقش مهمی در افزودن ماده ی آلی خاک و در نتیجه بهبود ساختار خاک و سایر خصوصیات فیزیکی خاک مانند ظرفیت تبادل یونی و تخلخل خاک دارند. علاوه بر این استفاده از گیاهان پوششی لگومینه باعث افزایش نیتروژن خاک شده و کاربرد کودهای نیتروژنه را کاهش می دهد. از محدودیت های این روش دقت در مراحل رشد گیاهان می باشد که به موقع بتوانند در کاهش فرسایش نقش داشته باشند.

۱۲) کاشت نوارهای گیاهی حائل در امتداد سواحل جریان آب: نوارهای حائل باعث می شوند که در زمان سیلاب، سواحل جریان آب دست نخورده باقی بمانند و آسیبی به آنها وارد نشود. آنها همچنین از ورود روان آب به داخل آبراه ها جلوگیری می کنند. نوارهای حائل می توانند ترکیبی از علف ها، درختچه ها و درختان باشند. از مزایای این روش استفاده از پوشش های گیاهی مختلف می باشند که هر کدام می توانند نقش قابل ملاحظه ای در کاهش فرسایش داشته باشند.

۱۳) احیای جنگل ها و پوشش جنگلی: استقرار مجدد پوشش جنگلی، یک شبکه گسترده ای از ریشه های درخت را فراهم می کند که یک راه حل طولانی مدت برای فرسایش خاک در ارتباط با جنگل زدایی می باشد. جنگل ها می تواند هم به عنوان بادگیر و هم وسیله ای برای محصور و متصل به هم نگه داشتن خاک های موجود باشند و باعث کاهش فرسایش شوند. از مزایای این روش نقش مهم و اساسی داشتن همراه با دوام مناسب در کاهش فرسایش می باشد.

۱۴) استفاده از مالچ های آلی یا مصنوعی: در سطح خاک مالچ های آلی مانند کاه و کلش گیاهان و بقایای محصول کشت شده ی قبلی باعث نفوذ بیشتر آب آبیاری یا بارندگی به پروفایل خاک می شود (بهبود راندمان مصرف آب) و در نتیجه جریان آب را کاهش داده و باعث کاهش فرسایش آبی خاک می شود. علاوه بر این شستشوی کودهای ارگانیک و شیمیایی را نیز کاهش می دهد. همچنین پوشش خاک با مالچ باعث کاهش باد بردگی خاک و جلوگیری از فرسایش بادی خاک می شود. استفاده از مالچ های آلی در مزارع این امکان را فراهم می کند که ادوات به راحتی وارد مزرعه شوند بدون اینکه موجب فرسایش و خارج شدن خاک مزرعه شوند. مزایای این روش سادگی استفاده از آن می باشد. مالچ ها به دو دسته ارگانیک و غیر ارگانیک تقسیم بندی می شوند: مالچ های ارگانیک عمدتاً شامل پوست خرد شده درختان، تراشه های چوب و برگ درختان می باشند. مالچ های غیرارگانیک شامل لاستیک و پلاستیک بازیافتی، مواد آلی، سنگریزه و سایر مواد غیر طبیعی هستند. مالچ ها بسته به نوع استفاده،

ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک مختلفی از خود بروز می‌دهند. مالچ ارگانیک رنگی، گونه‌ای از مالچ است که به طور همزمان، دارای ارزش دکوراتیو و زیستی است. این نوع مالچ از تراشه‌های چوب فراوری شده به دست می‌آید که در حالت استاندارد، با مواد ارگانیک رنگ‌آمیزی شده و با طول عمری قریب به ۲ سال (با توجه به شرایط آب و هوایی) خاک، گیاهان و محیط را از ویژگی‌های اکولوژیک و زیبایی شناسانه خود بهره‌مند می‌سازد. از مزایای این روش قابلیت مانور بالا در کاهش انواع فرسایش می‌باشد.

۱۵) احیا و اصلاح و محافظت از مراتع: مراتع یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی کشور هستند که نقش مهمی در حفاظت از محیط‌زیست و کاهش فرسایش خاک دارند. وجود مراتع با پوشش گیاهی مناسب از ایجاد رواناب و برخورد شدید قطرات با خاک توسط بارندگی‌های شدید و در نتیجه فرسایش خاک جلوگیری کرده و باعث تقویت سفره‌های آب زیرزمینی و جلوگیری از پر شدن مخازن سدها و تجمع رسوبات در پشت سدها می‌شود. متأسفانه مراتع کشور ما در سال‌های اخیر در اثر چرای بیش‌ازحد دام‌ها و آتش‌سوزی و تغییر کاربری در حال نابودی هستند؛ بنابراین باید از چرای بیش‌ازحد مراتع توسط دام‌ها و تغییر کاربری آن‌ها جلوگیری کرده و نسبت به احیا و افزایش پوشش گیاهی مراتع اقدام کرد. همچنین با کشت گیاهانی مانند آگروپایرون که به تنش‌های زیستی و غیر زیستی مقاوم هستند می‌توان نسبت به احیا و اصلاح مراتع اقدام کرد. یکی از مزایای این روش این است که می‌تواند محدوده بسیار وسیعی را پوشش بدهد و از فرسایش آن جلوگیری کند.

۱۶) انجام کشاورزی کانتور: کشاورزی کانتور اثرات کشاورزی تراس را در مقیاس کوچکتر تکرار می‌کند. کشاورزی کانتور یعنی اینکه به جای کاشت محصولات زراعی در ردیف‌های عمودی مستقیم، محصولات زراعی به صورت مماس یا به موازات زمین کاشته شوند. محصولات کاشته شده در بالا و پایین تپه‌ها مسیریایی را برای جریان آب ایجاد می‌کنند. محصولات کاشته شده به موازات زمین، جریان آب را کند کرده و بدین ترتیب از فرسایش خاک جلوگیری می‌کنند. از مزایای این روش هزینه بسیار پایین آن می‌باشد.

۱۷) کاهش سطوح غیر قابل نفوذ: سطوح غیرقابل نفوذ نظیر حیاط خلوت یا ایوان و یا حتی مسیرهای رانندگی اجازه می‌دهد تا بارندگی به راحتی بر روی آن‌ها جریان یابد. جریان آب هنگام حرکت بر روی چنین سطحی شتاب بیشتری می‌یابد و در نتیجه می‌تواند باعث فرسایش سواحل رودخانه و سواحل دریاچه‌ای شود. می‌توان به جای صفحات بتونی از سنگ فرش کردن برای حیاط خلوت یا ایوان استفاده کرد که اجازه نفوذ آب به داخل خاک را بدهد. از مزایای این روش کاربرد آن در بسیاری از مناطق می‌باشد.

۱۸) استفاده از بشکه باران: می‌توان زیر ناودان یک بشکه قرار داد تا آبی که از سقف به حیاط یا بیرون از منزل می‌ریزد را جمع کند. سقف خانه هم یک سطح غیرقابل نفوذ محسوب می‌شود. می‌توان از آبی که جمع می‌شود برای چمن و باغ استفاده کرد. در این روش می‌توان هم در مصرف آب صرفه جویی کرد و هم محافظت از خاک را انجام داد. از مزایای این روش سادگی انجام آن می‌باشد.

۱۹) احیای تالاب‌ها: تالاب‌ها یکی از مؤثرترین راه‌های جلوگیری از فرسایش خاک هستند. تالاب‌ها به عنوان اسفنج طبیعی عمل می‌کنند، آب باران را جذب می‌کنند و از دفع آن از خاک جلوگیری می‌کنند. تالاب‌ها همچنین زیستگاهی مناسب برای پرندگان و سایر حیوانات وحشی فراهم می‌کنند و به جلوگیری از آلودگی آب نیز کمک می‌کنند. از محدودیت‌های این روش شرایط سخت احیای تالاب‌ها در مناطق مختلف می‌باشد.

۲۰) تناوب زراعی: تناوب زراعی به تغییرات و جابه جایی دوره ای محصولات زراعی بر روی یک قطعه زمین گفته می‌شود، به‌طوری که کشت هر گیاه زراعی در مجموع اثرات مثبتی برای تولید گیاه زراعی بعدی داشته باشد. تناوب زراعی موجب تداوم

حاصلخیزی خاک می شود و با حفاظت رطوبت خاک از فصلی به فصل دیگر از تخریب خاک جلوگیری می کند. از مزایای این روش تدام کاهش فرسایش در طول زمان می باشد.



شکل ۷- نمونه ای از تناوب زراعی

۲۱) تغذیه گیاهی به وسیله کودهای آلی: کودهای آلی شامل کودهای حیوانی، کود سبز، کمپوست و همچنین باقی مانده های گیاهی است. از آنجا که کود آلی حاصل فرآورده های طبیعی و سازگار با محیط است هیچ گونه اثر سمی بر خاک بر جای نمی گذارد. یک درصد افزایش مواد آلی خاک، سالانه به طور متوسط به میزان ۱۰ درصد موجب کاهش فرسایش خاک می شود. افزودن مواد آلی به خاک موجب بهبود ساختمان فیزیکی خاک می شود، به توسعه راحت تر ریشه در زمین کمک می کند و مانع از هدر رفتن حاصلخیزی خاک و تشکیل روان آب می شود، تشکیل خاکدانه را بهبود می بخشد و انرژی مورد نیاز برای عملیات خاک ورزی را پایین می آورد. از مزایای این روش سازگاری بسیار بالای آن با طبیعت می باشد.

۲۲) مدیریت بهینه آب: آب از محدودیت های اصلی بخش کشاورزی است. مستندات آماری نشان می دهند که کیفیت استفاده از منابع آبی در بخش کشاورزی، از مصادیق هدر رفت این سرمایه طبیعی به شمار می رود. تلفات آب نه تنها باعث از دست رفتن آب با ارزش، بلکه باعث صدمات جدی و جانبی از قبیل شور و ماندابی شدن اراضی زراعی، فرسایش خاک، کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی و نهایتاً آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی می گردد. از مزایای این روش استفاده مناسب از آب و در نهایت تاثیر قابل ملاحظه در کاهش فرسایش می باشد.

۲۳) آگروفراستری: آگروفراستری یک سیستم پایدار کاربری اراضی است که محصولات نهایی را حفظ یا افزایش می دهد و این عمل با ترکیب کردن محصولات غذایی یا کشت های یکساله با محصولات درختی و یا دام در یک واحد زمین، به طور متناوب و یا در زمان یکسان، با به کار بردن شیوه های مدیریت که مناسب ویژگی های فرهنگی - اجتماعی مردم محلی و شرایط اقتصادی و اکولوژیکی ناحیه باشد صورت می گیرد. در این روش نه تنها کنترل فرسایش خاک بلکه نگهداری خواص بیولوژیکی و شیمیایی و فیزیکی مهم خاک هم مورد نظر می باشد. آگروفراستری از دو کلمه Agro به معنای زراعت و Forest به معنای جنگل تشکیل شده است. در کل آگروفراستری به معنای زراعت در جنگل است. سیستم آگروفراستری از نظر اکولوژیکی و زراعی نسبت به دیگر سیستم های زراعی قابلیت های بیشتری دارد، در این سیستم حرکت آب و باد کاهش می یابد و فرسایش خاک به حداقل رسیده و باعث حاصلخیزی خاک می گردد. از مزایای این روش نقش قابل ملاحظه در کاهش انواع فرسایش خاک می باشد به طوری که می توان از آن به عنوان یکی از بهترین روش های کاهش فرسایش یاد کرد.

۲۴) مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز: اهداف و مقاصد مدیریت جامع حوزه آبخیز همان اهداف آبخیزداری است که از نخستین و مهمترین آن حفاظت آب و خاک است. از دیگر اهداف نیز می‌توان به مقابله با فرسایش خاک، حفظ پوشش گیاهی و غیره اشاره کرد، در واقع با توجه به تعریف مدیریت جامع حوزه آبخیز مشکلاتی که گریبان‌گیر حوزه‌های آبخیز هستند، تنها مشکلات فیزیکی نیستند، بلکه ترکیبی از عوامل بیوفیزیکی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، سازمانی و مدیریتی بر آن اثر گذارند. می‌توان اثر خلل در هر کدام از این ابعاد را در ایجاد سیل، کاهش تولید اراضی کشاورزی، کاهش سطح جنگل‌ها، کاهش تولید محصولات شیلاتی، کاهش اراضی برای چرای دام، کاهش بهره‌وری سرمایه‌گذاری در تولید انرژی، بی‌ثمر شدن پروژه‌های پرهزینه آبیاری، مشکلات مالکیتی، و حتی به خطر افتادن سلامت انسان‌ها مشاهده کرد. از مزایای این روش کاهش انواع فرسایش خاک به صورت قطعی می‌باشد.

۲۵) وجود وزارت منابع طبیعی و محیط زیست: وجود تشکیلاتی مانند وزارت منابع طبیعی و محیط زیست می‌تواند در جلوگیری از منابع طبیعی و تخریب خاک بسیار مفید باشد. کشوری که وزارت منابع طبیعی و محیط زیست نداشته باشد در بخش مدیریتی منابع طبیعی آن کشور مشکل ساختاری و سازمانی وجود دارد، سازمان متولی منابع طبیعی به مثابه یک ظرف کوچکی است که وظایف حاکمیتی - نظارتی و اجرایی مهمی را عهده‌دار است، ولی در جایگاه واقعی خود قرار نگرفته و ساختار مناسبی ندارد. هرم مدیریتی در چنین تشکیلاتی نگرش مناسبی در زمینه منابع طبیعی ندارد و چون بستر کار مناسب نیست جذب بهینه بودجه، امکانات و تامین نیروی انسانی متخصص هم نمی‌تواند انجام شود. از مزایای این روش وجود متولی موثر و کارآمد در کاهش فرسایش و همچنین تداوم داشتن این روند کاهشی می‌باشد.

توصیه ترویجی

۱- مقابله با فرسایش و حفاظت خاک امری ضروری برای همه کشورها می‌باشد که غفلت از آن در نهایت منجر به سیلاب‌های خطرناک و کاهش امنیت غذایی می‌شود. همچنین فرسایش خاک در گذشته باعث سقوط تمدن‌ها به ویژه تمدن بین‌النهرین شده است. بر اساس اطلاعات موجود روش‌های غیر سازه‌ای در مقابله با روش‌های سازه‌ای مقابله با فرسایش و حفاظت خاک از نظر تعداد روش‌ها، خیلی بیشتر هستند و با توجه به هزینه بسیار پایین آنها باید در اولویت مقابله با فرسایش و حفاظت خاک قرار گیرند.

۲- می‌توان از تلفیقی از روش‌های سازه‌ای و غیر سازه‌ای مقابله با فرسایش و حفاظت خاک هم استفاده کرد.

۳- بنابراین به جد توصیه می‌شود تا آنجایی که امکان دارد از روش‌های غیر سازه‌ای استفاده شود چون روش‌های غیر سازه‌ای دخالت کمتری در طبیعت ایجاد می‌کنند و می‌توانند به نحو بهتری کمک کنند تا حوزه‌های آبخیز زودتر به تعادل اکولوژیک برسند.

فهرست منابع

- ۱- همتی، م، قاسمی، م، ۱۳۹۴. بهینه سازی روش های حفاظت خاک از طریق ترکیب عوامل موثر در فرآیند فرسایش آبی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز فرحزاد)، فصلنامه اکوسیستم های طبیعی ایران، سال ششم، شماره اول و دوم بهار و تابستان، ص ۹۷-۱۱۰.
- 2- Biielders, C.L., Ramelot, C., Persoons, E. 2003. Farmer perception of runoff and erosion and extent of flooding in the silt-loam belt of the Belgian Walloon Region. Environmental Science and Policy, 6, 85-93.
- 3- Camp, N. G. and Daugherty, T. B. 2002. Managing our natural resources. (3rd ed). New York: Delmar.
- 4- Deal, J.L. 2004. Crop insurance, government agricultural policies, and soil erosion. Annual AAEA Meetings, Denver, North Carolina State University.
- 5- Duan, X., Shi, X., Li, Y., Rong, L., and Fen, D. 2017. A new method to calculate soil loss tolerance for sustainable soil productivity in farmland. Agron. Sustain. Dev. 37 (2).
- 6- Lal, R. 1998. Soil erosion impact on agronomic productivity and environment quality. Critical Review Plant Sci., 4, 319-464.
- 7- Lal, R. 2003. Cropping systems and soil quality, in: Cropping systems: Trend and advances (Ed A. Shrestha), 33-52, NY: Food Products Press.
- 8- Li, L., Du, S., Wu, L., and Liu, G. 2009. An overview of soil loss tolerance. Catena 78 (2009) 93-99.
- 9- Schwab, G. O., Frevert, R. K., Elliot, W. J. and Fangameire, D. R. 2003. Soil and water conservation engineering. (4th ed). New York: Wiley.
- 10- Suresh, R. 2004. Soil and water conservation engineering. (2nd ed). Delhi: Nemchand Jain.
- 11- Tefera, B. and Sterk, G. 2010. Land management, erosion problems and soil and water conservation in Fincha'a watershed, western Ethiopia. Land Use Policy, 27, 1027-1037.
- 12- Udayakumara, E.P.N., Shrestha, R.P., Samarakoon, L., Schmidt-Vogt, D. 2012. Mitigating soil erosion through farm-level adoption of soil and water conservation measures in Samanalawewa Watershed, Sri Lanka, Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 62, 273-285.

راهکارهای افزایش بهره‌وری آب در مزارع یونجه مجهز به کنتورهای هوشمند در ارسنجان فارس

محمدعلی شاهرخ نیا^۱، سید ابراهیم دهقانیان^۲



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

طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

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

طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

*Email: mashahrokh@yahoo.com

چکیده

تحويل حجمی آب با استفاده از کنتورهای هوشمند می‌تواند به استفاده بهینه از منابع آب زیرزمینی کشور کمک نماید. منطقه ارسنجان فارس از نقاطی است که در آن تحويل حجمی آب با استفاده از کنتورهای هوشمند انجام می‌شود. در یک بررسی به میزان و بهره‌وری آب در ۸ مزرعه یونجه در منطقه ارسنجان فارس پرداخته شد. در طول یکسال (۱۳۹۹) دبی ورودی به مزرعه، میزان محصول و میزان مصرف آب آبیاری اندازه‌گیری گردید. میزان بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل نیز محاسبه شد. نیاز آبی یونجه با سه سناریوی مختلف شامل نیاز آبی پنمن مانتیث در سال انجام آزمایش، نیاز آبی پنمن مانتیث ده‌ساله و نیاز آبی از سندملی آب برآورد شد و با مقدار آب مصرفی مقایسه گردید. نتایج نشان داد که به طور میانگین میزان آب داده شده در مزارع مورد بررسی ۴۱ درصد بیشتر از میزان آب مورد نیاز به روش پنمن مانتیث در سال انجام تحقیق (۱۲۰۸۰ مترمکعب در هکتار) بود. میانگین عملکرد و حجم آب آبیاری مزارع انتخابی به ترتیب ۱۷/۸ تن در هکتار و ۱۷۰۱۶ مترمکعب در هکتار بود. میانگین بهره‌وری آب آبیاری یونجه ۱/۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود که از میانگین استانی این محصول (۱/۳۵ کیلوگرم بر مترمکعب) کمتر بود. راهکارهای توصیه شده جهت بهبود بهره‌وری آب در مزارع یونجه منطقه شامل استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای نواری، آبیاری به اندازه نیاز آبی و کنترل و واسنجی کنتورهای هوشمند نصب شده در مزارع می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: نیاز آبی، پنمن مانتیث، کنتور آب، تحويل حجمی آب

بیان مسئله

یکی از راه‌های موثر جلوگیری از اتلاف آب در مزارع، تحویل حجمی آب با استفاده از کنتورهای هوشمند می‌باشد. کنتور آب ابزاری است که برای اندازه‌گیری دبی یا حجم آب مصرفی مورد استفاده قرار گیرد. در صورتی که کنتور علاوه بر اندازه‌گیری آب، توان کنترل بهره‌برداری را نیز دارا باشد، به آن کنتور هوشمند گفته می‌شود. در شکل ۱ یکی از انواع این کنتورها نمایش داده شده است.

استفاده از کنتورهای آب علاوه بر اندازه‌گیری و تنظیم میزان آب آبیاری در مزارع و باغات، می‌تواند وجود خرابی در پمپ را نیز نشان دهد (۶). در انتخاب یک کنتور بایستی به شرایط واسنجی کنتور، خدمات پس از فروش، لوازم و قطعات مورد نیاز، دامنه کارکرد، کیفیت و افت بار آن نیز توجه داشت (۵). استفاده از کنتورهای هوشمند باعث می‌شود که کشاورزان برای حقایبه خود، برنامه‌ریزی نموده و گیاهانی کشت نمایند که توجیه اقتصادی بیشتری داشته و در نتیجه بهره‌وری هر مترمکعب آب زیرزمینی افزایش یابد (۱). در یک بررسی در مزارع و باغات تحت کنتورهای هوشمند آب در منطقه ارسنجان فارس، میزان مصرف آب و بهره‌وری آب در محصولات گندم، گوجه‌فرنگی و انار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که این کنتورها دقت کافی نداشته و واسنجی دقیق آنها ضروری است (۲). اخیراً راهکارهایی برای افزایش بهره‌وری آب در مزارع گندم تحت کنتورهای هوشمند آب در منطقه ارسنجان نیز ارائه شده است (۳).

شهرستان ارسنجان فارس یکی از شهرستان‌های پیشرو در امر نصب و بهره‌برداری از کنتورهای هوشمند آب بوده است. در این منطقه انواع محصولات زراعی و باغی کشت می‌شود. متأسفانه بیشتر مزارع یونجه این شهرستان با سیستم‌های آبیاری غرقابی و با مدیریت سنتی اداره می‌شوند. به نظر می‌رسد که اتلاف آب در این مزارع زیاد بوده و بهره‌وری آب مناسب نباشد. بنابراین در یک تحقیق ضمن بررسی وضعیت مصرف و بهره‌وری آب در چند مزرعه یونجه شهرستان ارسنجان، راهکارهایی جهت کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری ارائه شد.



شکل ۱ - نمایی از یک کنتور هوشمند

معرفی دستاورد

در این تحقیق به منظور بررسی میزان مصرف آب و بهره‌وری آب در مزارع یونجه شهرستان ارسنجان، ۸ مزرعه یونجه انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور در طول یک سال زراعی، دبی ورودی به مزارع اندازه‌گیری گردید. مقادیر آب داده شده به هر مزرعه در سال از ضرب دبی در مدت زمان هر آبیاری و تعداد دفعات آبیاری به دست آمد. میزان بهره‌وری آب آبیاری از تقسیم میزان محصول تولیدی بر میزان آب آبیاری به دست آمد. مقدار بهره‌وری آب کل نیز از تقسیم میزان محصول تولیدی به

مجموع آب آبیاری و باران موثر محاسبه گردید. ابزار مورد استفاده برای اندازه‌گیری دبی ورودی به مزرعه فلوم کالج ایالتی واشنگتن (Washington State College Flume) یا فلوم (WSC) تپ ۴ بود. شکل ۲ اندازه‌گیری آب در یکی از مزارع یونجه مورد بررسی با فلوم WSC را نشان می‌دهد. با نصب این وسیله در یک جوی آب می‌توان با اندازه‌گیری عمق آب، میزان دبی آب را برآورد نمود.

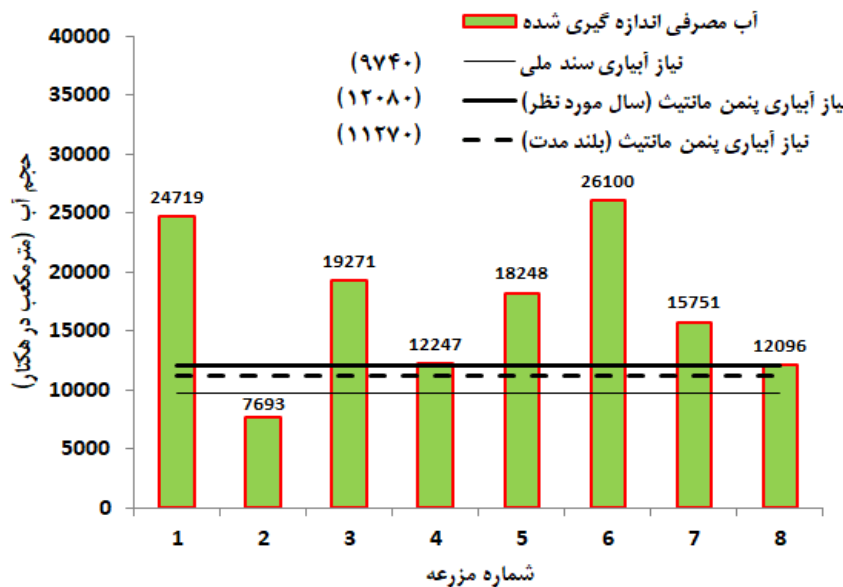


شکل ۲- مزرعه یونجه شهرستان ارسنجان در حین اندازه‌گیری دبی آب آبیاری

مقادیر نیاز آبی سالیانه با استفاده از سندملی آب (نرم افزار NETWAT) و روش پنمن مانتیث برآورد و با مقادیر آب مصرفی مقایسه گردید. در روش پنمن مانتیث نیاز آبی یکبار با استفاده از آمار هواشناسی بلندمدت (ده سال اخیر) و یکبار با استفاده از آمار هواشناسی کوتاه مدت یکساله (سال انجام آزمایش) برآورد گردید. در نهایت توصیه‌هایی برای کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری آب در مزارع یونجه منطقه ارائه گردید.

در جدول ۱ حداقل، حداکثر و میانگین عوامل اندازه‌گیری شده در مزارع یونجه مورد بررسی را نشان می‌دهد. دامنه تغییرات دبی مزارع یونجه مورد بررسی $5/7$ تا $36/3$ لیتر بر ثانیه و سطح کاشت مزارع بین ۱ تا ۷ هکتار به دست آمد. میانگین دبی‌های مزرعه‌ای اندازه‌گیری شده و سطح مزارع یونجه به ترتیب $16/7$ لیتر بر ثانیه و ۳ هکتار حاصل گردید. حداقل، حداکثر و میانگین میزان عملکرد محصول یونجه در طول یکسال در مزارع مورد بررسی به ترتیب، ۱۵، ۲۲ و $17/8$ تن در هکتار به دست آمد. شکل ۳ مقایسه مقادیر آب مصرفی مزارع یونجه با سناریوهای مختلف نیاز آبی را نشان می‌دهد. میانگین میزان آب مصرفی اندازه‌گیری شده 17016 مترمکعب در هکتار بود. مقادیر نیاز آبی برآورد شده در سه سناریوی سال اجرای پروژه، بلند مدت و نیاز آبی سندملی به ترتیب 12080 ، 11270 و 9740 مترمکعب در هکتار برآورد گردید. بنابراین به طور متوسط، میزان آب داده شده ۴۱، ۵۱ و ۷۵ درصد بیشتر از به ترتیب نیاز آبی پنمن مانتیث در سال اجرای پروژه، نیاز آبی بلند مدت از روش پنمن مانتیث و نیاز آبی سندملی بوده است. در بعضی از مزارع مانند مزارع شماره ۱ و ۶، مقدار آب داده شده تا دو برابر آب مورد نیاز (12080 مترمکعب در هکتار) بوده است. دو مزرعه شماره ۴ و ۸ در حد آب مورد نیاز، یک مزرعه (شماره ۲) کمتر از حد مورد نیاز، و سایر مزارع نیز بیشتر از حد مورد نیاز آبیاری شده بودند. جدول ۱ حدود مقادیر بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل مزارع یونجه مورد بررسی را نشان می‌دهد. میزان متوسط بهره‌وری آب آبیاری $1/16$ کیلوگرم بر متر مکعب بود. میزان متوسط بهره‌وری آب یونجه در استان فارس و کشور به ترتیب $1/35$ و $0/51$ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. میزان متوسط بهره‌وری آب

یونجه که توسط سازمان خواروبار جهانی (فائو) ارائه گردیده بین ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد. بنابراین میزان بهره‌وری آب آبیاری یونجه در شهرستان ارسنجان، از میانگین استان فارس و میانگین فائو کمتر شده است. مهم‌ترین علت کاهش بهره‌وری آب آبیاری یونجه در ارسنجان این است که اغلب مزارع یونجه شهرستان تحت سیستم آبیاری غرقابی سستی بوده و کشاورزان مدیریت آبیاری دقیقی را روی مزارع یونجه اعمال نمی‌کنند.



شکل ۳- مقایسه مقادیر آب مصرفی با نیاز آبی یونجه

جدول ۱- مشخصات مزارع یونجه مورد بررسی

مزرعه	دبی مزارع (لیتر بر ثانیه)	مساحت مزارع (هکتار)	آب آبیاری مصرفی (متر مکعب در هکتار)	عملکرد خشک (تن در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب)	بهره‌وری آب کل (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱	۲۸۶	۷	۲۴۷۱۹	۱۷	۰/۲۸	-/۶۲
۲	۱۱/۱	۱	۷۶۹۳	۲۱	۲/۷۳	۲/۰۲
۳	۱۳/۱	۱/۵	۱۹۲۷۱	۲۲	۱/۱۴	۱/۰۰
۴	۵/۷	۱	۱۲۲۴۷	۱۶	۱/۳۱	۱/۰۷
۵	۱۷/۶	۱/۵	۱۸۲۴۸	۱۵	۰/۸۲	-/۷۲
۶	۳۶/۳	۴	۲۶۱۰۰	۲۱	۰/۸۰	-/۷۳
۷	۱۳/۹	۴	۱۵۷۵۱	۱۵	۰/۹۵	-/۸۱
۸	۷/۰	۴	۱۲۰۹۶	۱۵	۱/۲۴	۱/۰۱
حداقل	۵/۷	۱	۷۶۹۳	۱۵	۰/۲۸	۰/۶۲
حداکثر	۳۶/۳	۷	۲۶۱۰۰	۲۲	۲/۷۳	۲/۰۲
میانگین	۱۶/۷	۳	۱۷۰۱۶	۱۷/۸	۱/۱۶	۱/۰۰

به طور کلی نتایج بررسی‌های انجام شده نشان داد که در اغلب مزارع یونجه مورد بررسی، میزان آب مصرفی بیشتر از حد مورد نیاز بوده که باعث کاهش بهره‌وری آب گردیده است. این افزایش مصرف می‌تواند باعث کمبود سهمیه آب در نظر گرفته شده

برای مزارع در انتهای فصل شود. بنابراین یکی از مهمترین توصیه‌ها برای کاهش مصرف آب مزارع یونجه منطقه، تغییر سیستم‌های آبیاری غرقابی سنتی به سیستم آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری است. سیستم آبیاری قطره‌ای مورد استفاده می‌تواند به صورت سطحی و یا زیرسطحی باشد. در سیستم‌های زیر سطحی لوله‌ها در زیر سطح خاک و در عمق حدود ۳۵-۴۰ سانتی‌متری قرار می‌گیرند (۴). در آبیاری قطره‌ای سطحی، نوارهای آبیاری به فاصله ۵۰ تا ۷۵ سانتی متر بسته به بافت خاک بر روی سطح زمین قرار می‌گیرند و برنامه آبیاری را با توجه به شرایط محیطی تنظیم می‌کنند. هنگام برداشت، با کشیدن ابتدای نوارها و جمع‌آوری آنها بر روی فاصله لوله‌های مانیفولد اقدام و پس از برداشت، مجدداً در محل خود پهن می‌شوند (شکل ۴).



شکل ۴- نحوه استفاده از آبیاری قطره‌ای نواری در یونجه

با توجه به برداشت حداکثر شش چین یونجه در این منطقه، نیاز است تا نوارها شش بار جمع و پهن گردد. برای جمع کردن به یک نفر و برای پهن کردن به دو نفر روز کارگر در هکتار نیاز است. همچنین برای انجام آبیاری هم بطور متوسط به یک نفر روز کارگر در هکتار نیاز است. یعنی در کل سال به ۲۴ نفر روز کارگر در هکتار نیاز می‌باشد. در آبیاری بارانی برای هر مرتبه برداشت محصول ۴ نوبت آبیاری و در کل سال ۲۴ نوبت آبیاری و ۲۴ نفر روز کارگر در هکتار نیاز است. در آبیاری سطحی به ۳ نوبت آبیاری و در هر نوبت ۲ کارگر و در کل ۳۶ نفر روز کارگر در هکتار نیاز می‌باشد. بنابراین از لحاظ کارگری و راحتی کار، استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای نواری سطحی مقرون به صرفه بوده و در مصرف آب هم کاهش قابل ملاحظه‌ای صورت می‌گیرد.

اما بایستی در نظر داشت که فقط تغییر سیستم آبیاری کافی نبوده و بکارگیری برنامه‌ریزی آبیاری که در دفترچه‌های طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای ذکر می‌شود ضروری است. نکته مهم دیگر تناسب سهمیه در نظر گرفته در کنتورهای هوشمند و دقت عملکرد این کنتورها می‌باشد. بررسی‌ها نشان داده است که بعضی از این کنتورها با دقت واسنجی نشده که باعث می‌شود آب تحویلی در نظر گرفته شده توسط کنتورهای هوشمند با میزان واقعی آب تحویل شده تفاوت داشته باشد. همچنین بایستی میزان سهمیه آب لحاظ شده در کنتورهای هوشمند با میزان نیاز آبی مطابقت داشته باشد. عدم دقت کنتورهای هوشمند یا عدم تخصیص سهمیه مناسب می‌تواند باعث ناکارآمدی برنامه‌ریزی آبیاری مزارع می‌گردد. کشاورزان و کارشناسان می‌توانند با روش ساده حجمی که در بخش توصیه‌ها به آن اشاره شده است، کنتورهای هوشمند موجود را مورد ارزیابی قرار داده و در صورت عدم دقت کافی، نسبت به رفع مشکل اقدام نمایند.

توصیه ترویجی

۱- به طور معمول راندمان سیستم‌های آبیاری قطره‌ای بیشتر از بارانی و راندمان سیستم‌های آبیاری بارانی بیشتر از سطحی (غرقابی) است. بنابراین با تغییر سیستم آبیاری می‌توان از مصرف زیاد آب جلوگیری کرد به شرط آنکه برنامه‌ریزی آبیاری توصیه شده توسط طراحان سیستم آبیاری رعایت شود. توصیه می‌شود برای آبیاری مزارع یونجه از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای نواری سطحی یا زیرسطحی استفاده شود. در آبیاری قطره‌ای سطحی بهتر است نوارهای تیپ را به فواصل ۶۰ سانتی متر و طول حداکثر ۶۰ متر پهن نمود و فاصله قطره‌چکان‌ها روی لوله‌ها ۲۰ سانتی باشد (بر اساس تجربیات نویسندگان مقاله). در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی عمق کارگذاری لوله‌ها ۳۵-۴۰ سانتی متر توصیه شده است (۴).

۲- افزایش دقت کنتورهای هوشمند: ممکن است کنتورهای هوشمند نصب شده بر روی چاهها، خراب بوده یا به درستی تنظیم و واسنجی نشده باشند. در این شرایط مقادیر آب مصرفی نمایش داده شده توسط این کنتورها درست نبوده و می‌تواند کشاورزان را به اشتباه بیندازد. علاوه بر این ممکن است مقدار آب بیشتری از سهمیه کشاورز کسر گردد و مزرعه دچار کمبود آب در اواخر فصل و یا فصول بعدی کشت شود. یکی از راه‌هایی که کشاورزان می‌توانند به سادگی دقت و صحت عملکرد کنتور هوشمند خود را آزمایش نمایند استفاده از روش حجمی است. در این روش، یک بشکه خالی که حجم آن از قبل تعیین شده است را در زیر لوله آب خروجی از چاه قرار می‌دهند و مدت زمان پر شدن بشکه را اندازه‌گیری می‌کنند. با تقسیم حجم بشکه (بر حسب لیتر) به زمان پر شدن بشکه (بر حسب ثانیه)، میزان دبی واقعی بر حسب لیتر بر ثانیه به دست می‌آید. اگر دبی واقعی با دبی خوانده شده از روی صفحه نمایش کنتور هوشمند مقایسه شود می‌توان فهمید که آیا عددی که کنتور هوشمند نمایش می‌دهد دقیق است یا خیر. در صورت مشاهده اختلاف زیاد بین این دو عدد بایستی موضوع را به کارشناسان آب منطقه ای یا شرکت‌های مربوطه اطلاع داد تا در اسرع وقت نسبت به بررسی دقیق تر و حل مشکل اقدام شود.

فهرست منابع

- ۱- رجب پور، ح.، گلزارنژاد، م.ر. و اسماعیلی، ع. ۱۳۸۹. کنتور هوشمند آب و برق، راهکاری برای تحول در میزان برداشت از آبهای زیرزمینی. مجموعه مقالات نخستین گردهمایی و همایش ملی بررسی دستاوردهای پژوهشگران علوم زمین ایران، ۸-۹ خرداد ۸۹ تهران، ایران.
- ۲- شاهرخ نیا، م.ع.، اسلامی، ا.، و جوکار، ا. ۱۴۰۱. بررسی میزان آب کاربردی در مزارع و باغات مجهز شده به کنتورهای هوشمند آب در دشت ارسنجان فارس. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی منابع آب، ۱۵(۵۳): ۱۳-۲۸.
- ۳- شاهرخ نیا، م.ع. و اسلامی، ا. ۱۴۰۱. راهکارهای افزایش بهره‌وری آب در مزارع گندم مجهز شده به کنتورهای هوشمند در ارسنجان. مجله ترویجی حفظ و بهره‌وری آب، ۵: ۱-۶.
- ۴- طایفه رضایی، ح. و منصوری، پ. ۱۳۹۶. آبیاری قطره‌ای زیر سطحی یونجه. بروشور ترویجی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

5-Baum, M.C., Dukes, M.D., Haman, D.Z. 2015. Selection and use of water meters for irrigation water measurement. ABE18, IFAS Extension, University of Florida.

6-Sood, R., Kaur, M., and Lenka, H. 2013. Design and development of automatic water flow meter. International Journal of Computer Science, Engineering and Applications, 3(3), 49-59.

انتخاب نوع آبیاری ثقلی قطره‌ای (آب‌چکانی یا شیری) با استفاده از نظرات کارشناسان فنی و اقتصادی در باغ‌های میوه

علی شهنازی*



استادیار بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

Email: a.shahnavazi@areeo.ac.ir

چکیده

در این پژوهش به منظور بررسی معیارهای مختلف در انتخاب نوع آبیاری ثقلی قطره‌ای (آب‌چکانی یا شیری) در یک باغ نمونه واقع در استان آذربایجان غربی (روستای رهاش شهرستان خوی) از تحلیل سلسله مراتبی یا AHP استفاده شد. معیارهای مورد مطالعه عبارت از آب در دسترس، آب مورد نیاز، هزینه اجرا، هزینه تعمیر و نگهداری، عمر مفید، مدت زمان آبیاری، اندازه باغ و گرفتگی لوله‌ها بودند. نتایج نشان داد از نظر کارشناس فنی آب مورد نیاز، مدت زمان آبیاری و آب در دسترس سه معیار پر اهمیت در انتخاب نوع آبیاری ثقلی قطره‌ای می‌باشند. این در حالی است که از نظر کارشناس اقتصادی توجه به معیارهای گرفتگی لوله‌ها، مدت زمان آبیاری و آب مورد نیاز از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند. در طرف مقابل عمر مفید، هزینه تعمیر و نگهداری و اندازه باغ و آب در دسترس از نظر اقتصادی از اهمیت کمتری در انتخاب نوع آبیاری قطره‌ای برخوردار می‌باشند. از نظر ترجیح گزینه‌ها در هریک از معیارها مشاهده می‌شود که از نظر فنی میان آبیاری ثقلی قطره‌ای آب‌چکانی با آبیاری ثقلی قطره‌ای شیری از نظر آب در دسترس، آب مورد نیاز و اندازه باغ تفاوتی وجود نداشته؛ ولی در بقیه موارد به جز هزینه اجرا، ترجیح با آبیاری ثقلی قطره‌ای شیری می‌باشد. از نظر کارشناس اقتصادی نیز به جز هزینه اجرا، آبیاری ثقلی قطره‌ای شیری نسبت به آبیاری ثقلی قطره‌ای آب‌چکانی ارجحیت دارد. در همه سناریوهای مورد مطالعه از نظر فنی و اقتصادی ضریب اهمیت آبیاری ثقلی قطره‌ای شیری نسبت به آبیاری ثقلی قطره‌ای آب‌چکانی بیش‌تر بوده و استفاده از سیستم آبیاری ثقلی قطره‌ای شیری در باغ‌های میوه پیشنهاد می‌شود؛ بنابراین آشنا ساختن بهره‌برداران با معایب و مزایای سیستم‌های مختلف آبیاری به‌ویژه در مناطقی که تجربه استقرار سیستم‌های آبیاری در آن‌ها کم‌تر می‌باشد، می‌تواند علاوه بر کاهش اتلاف سرمایه، افزایش بهره‌وری کشاورزی را نیز با افزایش محصول و کاهش مصرف آب به‌همراه داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری ثقلی قطره‌ای، تصمیم‌گیری، فنی و اقتصادی، اتلاف سرمایه

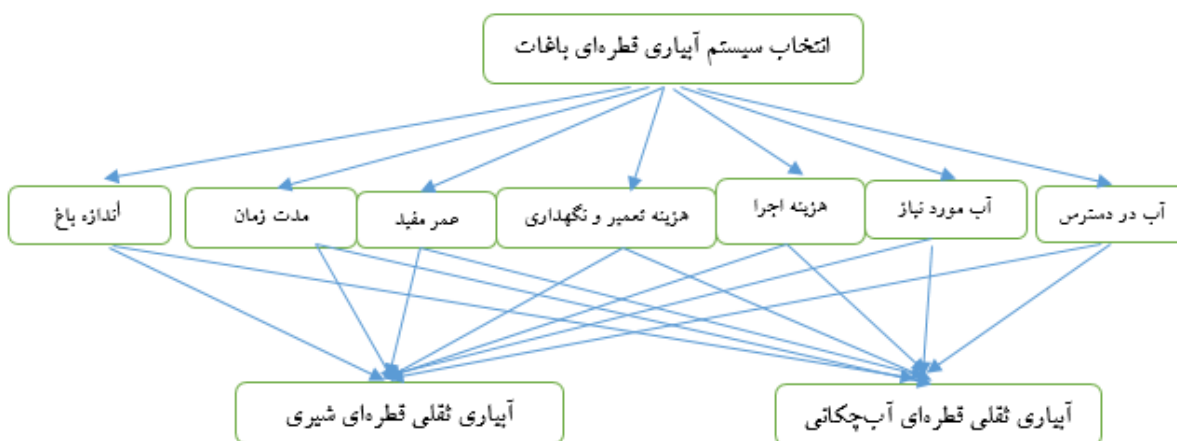
بیان مسئله

یکی از موانع توسعه و پذیرش سیستم‌های نوین آبیاری در بخش کشاورزی وجود عدم قطعیت و ریسک از میزان اثر بخش بودن روش‌های جدید آبیاری می‌باشد. انتظار می‌رود با مطالعه و تشریح نقاط ضعف و قوت سیستم‌های موجود و انتقال آن به جامعه بهره‌بردار همراه با افزایش شفافیت، شرایط و زمینه لازم برای سرمایه‌گذاری و استفاده بیشتر از دانش‌های موجود آبیاری در واحدهای کشاورزی فراهم گردد. مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت‌های ترویجی- آموزشی، کاهش پیچیدگی اداری، بهبود مشارکت بهره‌برداران، تداوم نظارت، پی‌گیری و مشاوره در طول اجرا و بعد از آن، حمایت‌های اقتصادی و انجام فعالیت‌های زیرساختی راهکارهایی در جهت توسعه کاربرد فناوری‌های آبیاری کم فشار می‌باشند (مختاری حصاری و همکاران، ۱۳۹۹). هم‌چنین عواملی نظیر سطح تحصیلات، میزان اطلاعات کشاورز، عضویت در تشکلهای روستایی، مساحت زمین زراعی، افزایش عملکرد و حل مشکل آب رابطه معنی‌داری با پذیرش نوآوری‌های مربوط به سیستم‌های آبیاری پیشرفته دارد (قلی‌زاده فراهانی و همکاران، ۱۳۹۲).

یکی از مواردی که هنگام بررسی تغییر نوع آبیاری غرقابی به آبیاری ثقلی قطره‌ای ذهن بهره‌برداران را مشغول می‌کند انتخاب میان آبیاری ثقلی قطره‌ای آب‌چکانی و آبیاری ثقلی شیری می‌باشد. طبیعی است در این فضای تصمیم‌گیری بهره‌بردار سعی می‌کند با در نظر گرفتن موضوع کمبود آب، آب مورد نیاز، محدود بودن زمان (نیروی کارگری)، مشخصات ویژه زمین (شیب و ناهمواری‌ها)، هزینه‌های اجرا، خطر گرفتگی لوله‌ها، عمر لوله‌ها، میزان مقاومت تجهیزات در مقابل شرایط محیطی و آسیب‌های فیزیکی، ارزش انتظاری محصولات، سرقت و بسیاری از موارد دیگر مناسب‌ترین انتخاب را انجام دهد. در مطالعه پیش‌رو به این پرسش پاسخ داده می‌شود که با لحاظ معیارهای متعدد هنگام تصمیم‌گیری کدام گزینه (آبیاری قطره‌ای ثقلی آب‌چکانی یا آبیاری قطره‌ای ثقلی شیری) برای باغ‌های میوه کشور مناسب‌تر می‌باشد. هم‌چنین حساسیت این انتخاب در سناریوهای مختلف با حذف هر یک از شاخص‌های مؤثر بررسی گردید.

معرفی دستاورد

به‌منظور بررسی معیارهای مختلف در انتخاب نوع آبیاری ثقلی قطره‌ای (آب‌چکانی یا شیری) از تحلیل سلسله مراتبی یا AHP استفاده شد. از آنجاکه معیارهای مورد مطالعه ترکیبی از شاخص‌های فنی و اقتصادی می‌باشند به‌منظور شناسایی اهمیت و جایگاه هر یک از معیارها از نظرات کارشناسان فنی و اقتصادی بهره گرفته شد. کارشناسان مورد نظر از محققان با تجربه با تخصص‌های آبیاری و اقتصاد شاغل در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی می‌باشند. معیارهای مورد مطالعه در پژوهش عبارت از آب در دسترس، آب مورد نیاز، هزینه اجرا، هزینه تعمیر و نگهداری، عمر مفید، مدت زمان آبیاری، اندازه باغ و گرفتگی لوله‌ها می‌باشند. در شکل ۱، ساختار سلسله مراتبی مورد مطالعه نشان داده شده است. نتایج مربوط به برآورد اهمیت معیار و ترجیح گزینه (قطره‌ای آب‌چکانی و قطره‌ای شیری) هر یک از معیارهای مورد مطالعه در جدول ۱، گزارش شده است.



شکل ۱. ساختار تحلیل سلسله مراتبی ارزیابی آبیاری ثقلی قطره‌ای آب‌چکانی و شیری

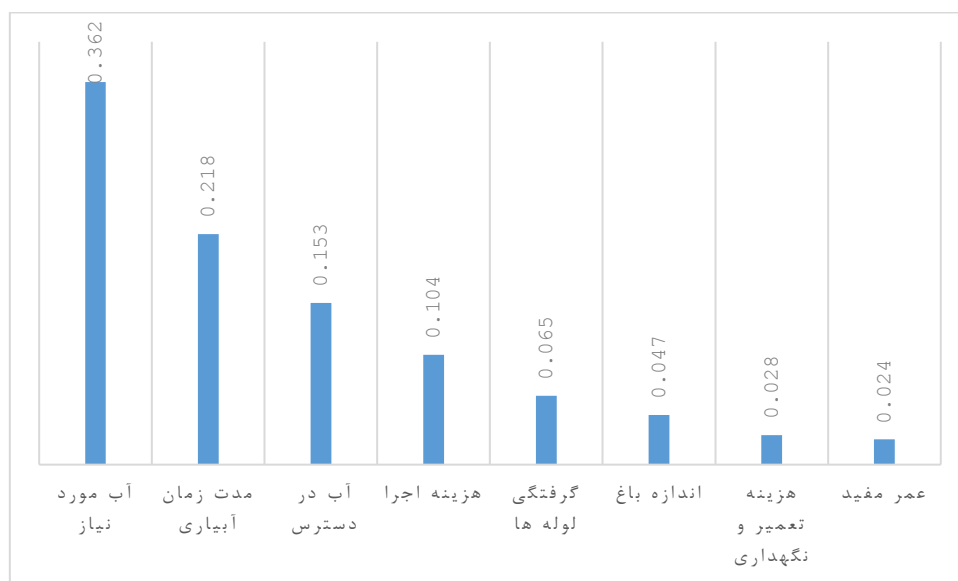
همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد از نظر فنی آب مورد نیاز، مدت زمان آبیاری و آب در دسترس سه معیار پر اهمیت در انتخاب نوع آبیاری ثقلی قطره‌ای می‌باشند. این در حالی است که از نظر اقتصادی توجه به معیارهای گرفتگی لوله‌ها، مدت زمان آبیاری و آب مورد نیاز از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد. در نتیجه می‌توان گفت که معیارهای آب مورد نیاز و مدت زمان آبیاری به‌طور مشترک از نظر کارشناسان فنی و اقتصادی دارای اهمیت می‌باشند. در طرف مقابل عمر مفید، هزینه تعمیر و نگهداری و اندازه باغ از نظر فنی و هزینه تعمیر و نگهداری، اندازه باغ و آب در دسترس از نظر اقتصادی از اهمیت کم‌تری در انتخاب نوع آبیاری ثقلی قطره‌ای برخوردار می‌باشند. در شکل‌های ۲ و ۳ جایگاه هر یک از معیارهای مورد مطالعه از لحاظ فنی و اقتصادی نمایش داده شده است.

از نظر ترجیح گزینه‌ها در هریک از معیارها مشاهده می‌شود که از نظر فنی میان آبیاری ثقلی قطره‌ای آب‌چکانی با آبیاری ثقلی قطره‌ای شیری از نظر آب در دسترس، آب مورد نیاز و اندازه باغ وجود ندارد ولی در بقیه موارد به‌جز هزینه اجرا ترجیح با آبیاری ثقلی قطره‌ای شیری می‌باشد. از نظر اقتصادی نیز به‌جز هزینه اجرا، آبیاری ثقلی قطره‌ای شیری نسبت به آبیاری ثقلی قطره‌ای آب‌چکانی ارجحیت دارد.

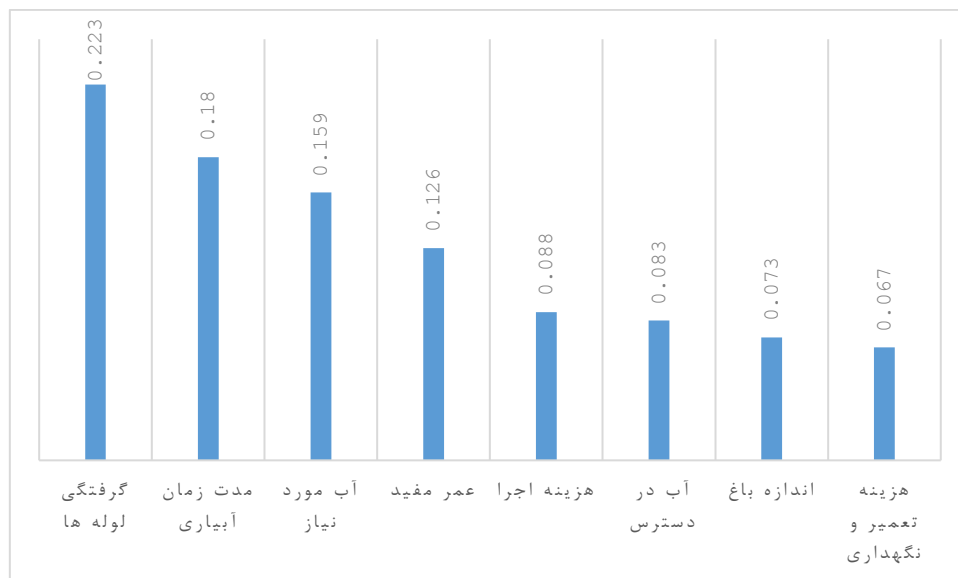
جدول ۱- ضریب اهمیت معیارهای مورد مطالعه و میزان ترجیح گزینه ها از دیدگاه فنی و اقتصادی

ردیف	معیار	اهمیت معیار		ترجیح گزینه	
		فنی	اقتصادی	فنی	اقتصادی
		قطره ای آب چکانی	قطره ای شیری	قطره ای آب چکانی	قطره ای شیری
۱	آب در دسترس	۰/۱۵۳	۰/۰۸۳	۰/۵	۰/۸
۲	آب مورد نیاز	۰/۳۶۲	۰/۱۵۹	۰/۵	۰/۸
۳	هزینه اجرا	۰/۱۰۴	۰/۰۸۸	۰/۸۳۳	۰/۱۱۱
۴	هزینه تعمیر و نگهداری	۰/۰۲۸	۰/۰۶۷	۰/۲	۰/۸
۵	عمر مفید	۰/۰۲۴	۰/۱۲۶	۰/۱۶۷	۰/۸۳۳
۶	مدت زمان آبیاری	۰/۲۱۸	۰/۱۸۰	۰/۲۵	۰/۸۷۵
۷	اندازه باغ	۰/۰۴۷	۰/۰۷۳	۰/۵	۰/۸۳۳
۸	گرفتگی لوله ها	۰/۰۶۵	۰/۲۲۳	۰/۱۲۵	۰/۸۷۵

مأخذ: یافته های پژوهش



شکل ۲- ضریب اهمیت جایگاه معیارهای مورد مطالعه در انتخاب نوع آبیاری ثقلی قطره ای از نظر فنی



شکل ۳- ضریب اهمیت و جایگاه معیارهای مورد مطالعه در انتخاب نوع آبیاری ثقیل قطره‌ای از نظر اقتصادی

به منظور اولویت‌بندی گزینه‌های مختلف آبیاری ثقیل قطره‌ای امتیاز ترکیبی هر یک در نه سناریو محاسبه و نوع آبیاری ثقیل قطره‌ای پیشنهادی از نظر کارشناسان فنی و اقتصادی معرفی گردید. در جدول ۲، فهرست سناریوهای مورد بررسی گزارش شده است. سناریوی نخست عبارت از لحاظ همه معیارها در تصمیم‌گیری بوده و سناریوهای بعدی با حذف و عدم لحاظ یکی از معیارهای مورد مطالعه ایجاد شده‌اند. همان‌طور که از نتایج جدول ۲، مشخص است با لحاظ همه معیارها امتیاز آبیاری ثقیل قطره‌ای شیری از نظر فنی و اقتصادی به ترتیب برابر با ۰/۵۴۷ و ۰/۷۷۸ می‌باشند که از مقادیر معادل برای آبیاری ثقیل قطره‌ای آب‌چکانی یعنی ۰/۴۵۳ و ۰/۲۲۲ بیش‌تر می‌باشند. در این سناریو پیشنهاد مشترک از نظر فنی و اقتصادی انتخاب آبیاری قطره‌ای شیری می‌باشد. در سناریوهای بعدی نیز هم‌زمان از نظر فنی و اقتصادی ضریب اهمیت آبیاری ثقیل قطره‌ای شیری نسبت به آبیاری ثقیل قطره‌ای آب‌چکانی بیش‌تر بوده و استفاده از سیستم آبیاری ثقیل قطره‌ای شیری را در باغ‌های میوه پیشنهاد می‌کنند.

جدول ۲- امتیاز هر یک از گزینه‌ها در سناریوهای مختلف از نظر فنی و اقتصادی

ردیف	سناریو	امتیاز گزینه‌ها				پیشنهاد	
		فنی		اقتصادی		فنی	اقتصادی
		آب‌چکانی	شیری	آب‌چکانی	شیری		
۱	لحاظ همه معیارها	۰/۴۵۳	۰/۵۴۷	۰/۲۲۲	۰/۷۷۸	شیری	شیری
۲	عدم لحاظ آب در دسترس	۰/۴۴۵	۰/۵۵۵	۰/۲۰۱	۰/۷۹۹	شیری	شیری
۳	عدم لحاظ آب مورد نیاز	۰/۴۱۸	۰/۵۸۲	۰/۲۱۷	۰/۷۸۳	شیری	شیری
۴	عدم لحاظ هزینه اجرا	۰/۴۱۹	۰/۵۸۱	۰/۱۶۰	۰/۸۴۰	شیری	شیری
۵	عدم لحاظ هزینه تعمیر و نگهداری	۰/۴۵۵	۰/۵۴۵	۰/۲۲۴	۰/۷۷۶	شیری	شیری
۶	عدم لحاظ عمر مفید	۰/۴۵۸	۰/۵۴۲	۰/۲۳۷	۰/۷۶۳	شیری	شیری
۷	عدم لحاظ مدت زمان آبیاری	۰/۴۹۹	۰/۵۰۱	۰/۲۴۷	۰/۷۵۳	شیری	شیری
۸	عدم لحاظ اندازه باغ	۰/۴۴۹	۰/۵۵۱	۰/۲۲۸	۰/۷۷۲	شیری	شیری
۹	عدم لحاظ گرفتگی لوله‌ها	۰/۴۶۵	۰/۵۳۵	۰/۲۴۶	۰/۷۵۴	شیری	شیری

مأخذ: یافته‌های پژوهش

توصیه ترویجی

تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب و اجرای آبیاری ثقلی قطره‌ای به دلیل سرمایه‌بر بودن آن و دشواری تغییر سیستم یکی از حساس‌ترین موارد در مسیر توسعه سیستم‌های نوین آبیاری در باغ‌های میوه کشور می‌باشد. هر یک از روش‌های آبیاری ثقلی قطره‌ای (آب‌چکانی و شیری) مزایا و معایب خود را دارند. در نتیجه در عمل استفاده از هر دو سیستم در باغ‌های کشور مشاهده می‌شود. نکته‌ای که در عرصه دیده می‌شود تمایل به تعویض سیستم آبیاری قطره‌ای شیری به جای قطره‌ای آب‌چکانی در سال‌های اخیر در باغ‌ها می‌باشد. مشاهده این روند و پیچیدگی فرایند تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب نوع روش آبیاری منجر به آن شد که مطالعه‌ای در دو سطح فنی و اقتصادی با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی و نظرات کارشناسان فنی و اقتصادی انجام پذیرد. بر پایه یافته‌های پژوهش، توصیه‌های ترویجی زیر را در خصوص انتخاب نوع روش آبیاری ثقلی قطره‌ای می‌توان ارائه نمود:

الف) آبیاری ثقلی قطره‌ای شیری در کلیه سناریوهای مورد مطالعه بر آبیاری ثقلی قطره‌ای آب‌چکانی ارجحیت دارد، لذا استفاده از این نوع سیستم آبیاری در باغ‌هایی که امکان استقرار آن را دارند توصیه می‌شود.

ب) از نظر کارشناسان فنی و اقتصادی آب مورد نیاز درختان و مدت زمان آبیاری مهم‌ترین مؤلفه‌هایی هستند که در انتخاب روش آبیاری و استقرار سیستم آبیاری از اهمیت برخوردار می‌باشند، لذا تعیین نیاز آبی درختان در دوره‌های سنی مختلف و هم‌چنین مدت زمان آبیاری از لحاظ مدت زمان آب قابل دسترس و هم‌چنین زمان در اختیار باغ‌دار از جمله شاخص‌های مؤثر در موفقیت سیستم آبیاری ثقلی قطره‌ای می‌باشند و ضروری است هنگام تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب نوع سیستم به آن‌ها توجه گردد.

ج) هزینه تعمیر و نگهداری و اندازه باغ مؤلفه‌هایی هستند که در مقایسه با سایر مؤلفه‌ها به مراتب از اهمیت کم‌تری در انتخاب و استقرار سیستم آبیاری ثقلی قطره‌ای برخوردار می‌باشند، لذا توصیه نمی‌شود بیش از حد به آن‌ها توجه شود.

فهرست منابع

- ۱- قلی زاده فراهانی، ن.، حسینی، س. م. و امیدی نجف‌آبادی، م. ۱۳۹۲. بررسی عوامل مؤثر در پذیرش نوآوری‌های مربوط به سیستم‌های آبیاری پیشرفته توسط کشاورزان شهرستان کرج، مجله پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، ۶(۲): ۴۸-۳۷.
- ۲- مختاری حصاری، آ.، رضایی، ر. و فمی، ش. ۱۳۹۹. راهکارهای تسهیل توسعه کاربرد سیستم آبیاری کم‌فشار در استان آذربایجان شرقی، مجله پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، ۱۳(۲): ۵۱-۳۷.

معرفی گیاه آنغوزه به عنوان گیاهی مقاوم به کم آبی و خشکی

در احیا مراتع استان کرمان

محمدرضا کدوری^{۱*}، احمد پورمیرزایی^۲، ماشالله غنچه پور^۲، داود درویشی

زیدآبادی^۳، مجید بهزادی^۲



۱- مربی پژوهش بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان،

سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۲- کارشناس بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان،

سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۳- استادیار پژوهش بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

*Email: mr_kudori@yahoo.com

چکیده

حفظ و احیای پوشش گیاهی در عرصه های منابع طبیعی که مورد بهره برداری قرار می گیرند، از اهمیت خاصی برخوردار است. آنغوزه با نام علمی *Ferula assa-foetida* L. یکی از گیاهان دارویی مهم تیره چتریان بوده که توانایی بالایی در برابر خشکی از خود نشان می دهد. به منظور توسعه کشت آنغوزه در مزارع رها شده با ۲ بار آبیاری به میزان ۴ لیتر برای هر بوته (در ماههای فروردین و اردیبهشت) و کشت دیم در شرایط رویشگاه مطالعه ای انجام، تا اطلاعات لازم جهت ترویج این گونه با ارزش و در حال انقراض حاصل گردد. نتایج نشان داد تیمارهای آبیاری و شکست خواب بذرانغوزه بر صفات وزن تر و خشک بوته، ارتفاع، تعداد برگ، درصد جوانه زنی و تعداد روز از کاشت تا جوانه زنی بذر معنی دار شد. شستشوی بذر و سرمادهی و همچنین تیمار آبیاری منجر به افزایش وزن تر و خشک بوته آنغوزه گردید. تیمار آبیاری به همراه شستشوی بذر آنغوزه و سرمادهی مرطوب منجر به کاهش طول دوره جوانه زنی بذر آنغوزه شد به طوری که در تیمار شاهد از کاشت تا شروع فعالیت گیاه ۱۱۹ روز و در تیمار آبیاری به همراه شستشوی بذر و سرمادهی مرطوب این دوره ۱۰-۱۲ روز به طول انجامید. طبق نتایج بدست آمده از این آزمایش، جهت کاشت آنغوزه در شرایط دیم بهتر است بعد از آماده سازی زمین و اولین بارندگی اقدام به کشت بذور آنغوزه در عمق دو تا سه سانتی متری خاک در آذر ماه نمود. همچنین در کشت آبی بهتر است زمین را آبیاری و بعد از گاورو شدن اقدام به کشت بذرهای تیمارشده (شستشوی بذر و سرمادهی مرطوب) کرد و تا سبز شدن بذر از آبیاری دوم خودداری نمود.

واژه های کلیدی: آنغوزه، آبیاری، کشت دیم

بیان مسئله

با توجه به محدودیت منابع آبی کشور در حال حاضر، توجه به اصلاح الگوی مصرف آب در بخش کشاورزی، بهره‌گیری از روش‌های مناسب آبیاری و مدیریت صحیح آبیاری می‌تواند یکی از موثرترین اقدامات جهت صرفه‌جویی آب و افزایش عملکرد در واحد سطح باشد. کشت و تولید گیاهان دارویی در سطح وسیع بدون اطلاع از نیازهای اکولوژیکی آن‌ها امکان‌پذیر نیست. محدودیت منابع آبی در مناطق خشک و نیمه خشک، توجه بیش‌تر به مطالعه در مورد اثرات کشت دیم بر رفتار گیاهان دارویی را ایجاب می‌کند. آنگوزه یکی از گونه‌های بومی ایران می‌باشد که علاوه بر ایران در سایر کشورهای جهان نیز مورد مصرف قرار می‌گیرد. از این گیاه علاوه بر صنایع آرایشی و بهداشتی، در طب به عنوان میکروب‌کش و برطرف‌کننده ناراحتی‌های گوارشی استفاده می‌گردد. علاوه بر این، از عصاره این گیاه در کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی استفاده می‌گردد. آن‌چه که لزوم توجه به این گیاه را دو چندان می‌کند بهره‌برداری‌های بی‌رویه و افزایش روند روبه انقراض این گیاه می‌باشد که چنانچه توجهی به آن نشود منجر به نابودی توده‌های ارزشمند این گیاه در مناطق پرمصرف و تحت تنش می‌شود. اهلی کردن می‌تواند علاوه بر حفظ و نگهداری از ژنوتیپ‌های ارزشمند این گونه، باعث ارتقاء ژنوتیپ‌های برتر و امکان تولید و بهره‌برداری در سطح وسیع و گسترده از این گیاه در برنامه‌های به‌نژادی و به‌زراعی شود و از این طریق موجب رونق اقتصادی کشور نیز خواهد شد.

تنها راه تجدید حیات طبیعی گیاه آنگوزه از طریق بذر است. هر ساقه گل‌دهنده انبوهی از بذر را در دستجات چترمانندی تولید می‌نماید. استاندارد قوه نامیه بذر بیش از ۸۰ درصد است و تا سه سال قوه نامیه خود را حفظ می‌کند. کاربرد تیمار سرمادهی سبب افزایش درصد جوانه‌زنی در جمعیت آنگوزه شد. افزایش غلظت هورمون جیبرلیک اسید و سرمادهی عامل موثر بر افزایش درصد جوانه‌زنی بذرهای می‌باشد (رجبیان و همکاران، ۱۳۸۶).

در سال‌های اخیر به منظور تکثیر گیاه آنگوزه، مطالعات کشت بافت از طریق گیاهچه‌های باززایی شده آنگوزه از طریق رویان زایی بدنی به طور مستقیم و غیر مستقیم و جنین‌زایی سوماتیکی (حسینی و همکاران، ۱۳۸۶) و باززایی از طریق کالوس (زارع کاریزی و همکاران، ۱۳۹۰) نیز انجام گرفته است. هر چند کاشت بذر آنگوزه به صورت دیم، نیاز به بستر خاصی ندارد و حتی به صورت بذرپاشی دستی سبز می‌گردد؛ ولی برای بالا بردن شانس جوانه‌زنی، بهتر است آن را در داخل جوی‌های کوچک کشت نموده تا با جمع آوری آب باران و ذخیره رطوبت حاصل از بارش، به سبز شدن آن کمک گردد (قاسمی آریان و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۱- جوانه‌زنی بذر آنگوزه در شرایط سرمادهی مرطوب

مطالعات انجام شده بر روی گیاه آنگوزه نشان داد تیمار آبیاری بر صفات طول برگ، طول دم‌برگ، طول دوره رشد رویشی و عملکرد شیرابه گیاه تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. هم‌چنین، آبیاری باعث افزایش بقای گیاهان تیغ‌خورده در طول دوره بهره‌برداری و در سال بعد گردید. اما آبیاری به طور معنی‌داری باعث کاهش درصد اسانس شیرابه شد. بهترین تیمار برای افزایش عملکرد شیرابه گیاه، آبیاری گیاهان به صورت یک‌بار در هفته بود که عملکردی معادل $81/4$ گرم در هر پایه داشت. کم‌ترین میزان عملکرد نیز مربوط به تیمار شاهد و یک بار آبیاری در ماه بود. به‌طور کلی، آبیاری گیاه آنگوزه پیش از بهره‌برداری و در طول فصل رشد آن توصیه می‌شود (پیرمادی و همکاران، ۱۳۹۴).

پیرمادی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعات خود گزارش کردند تلخی پوسته بذر آنگوزه در ظهور و عمل این رکود نقش مهمی ایفا می‌کند. از آن‌جا که پوسته بذر آنگوزه بسیار نازک است و اجازه عبور آب را به داخل بذر می‌دهد احتمالاً این رکود، رکود فیزیکی نیست ولی به عنوان یک سد، مانع خروج مواد بازدارنده جوانه‌زنی از بذر می‌گردد و سرعت حرکت مواد به بیرون از پوسته را متوقف یا کند می‌کند. مشکلی که در مورد کشت گیاهان وحشی مانند آنگوزه در شرایط زراعی پیش می‌آید این است که پس از کاشت اگر بذور پس از گذراندن مدتی از دوره سرمای مرطوب با خشکی یا افزایش دما به بیش از 7 درجه سلسیوس مواجه گردند به رکود ثانویه خواهند رفت (پیرمادی، ۱۳۹۰). برطرف ساختن این رکود به دوره‌ای سرمادهی مرطوب به بیش از مدت زمان مورد نیاز اولیه احتیاج دارد و معمولاً این سرمای مرطوب تامین نمی‌گردد و بذور جوانه نمی‌زنند (خوشخوی، ۱۳۹۰).

به منظور بررسی تأثیر آبیاری و تراکم بوته و برطرف کردن خواب بذر آنگوزه آزمایشی در عرصه‌های منابع طبیعی در منطقه یزدان‌آباد زرنده به مدت چهار سال به مرحله اجرا درآمد تا اطلاعات لازم در مورد کاشت گیاه آنگوزه بدست آید. تیمارهای اصلی شامل آبیاری در دو سطح (کشت آبی (۲ بار آبیاری در ماه‌های اسفند و فروردین) و بدون آبیاری (کشت دیم)) بود. پلات‌های فرعی شامل تراکم کاشت (۱۰۰۰۰ بوته در هکتار و ۵۰۰۰ بوته در هکتار) و پلات‌های فرعی فرعی شکست خواب بذر در دو سطح شامل (شاهد) عدم شستشو و سرمادهی بذر، و تیمار شستشوی بذر و رطوبت دهی به مدت ۷۲ ساعت + ۴ هفته سرمادهی ۴ درجه بود. مقاله حاضر نتایج این آزمایش است.

معرفی دستاورد



شکل ۲- تولید نشاء آنگوزه



شکل ۳- کشت آنغوزه در شرایط رویشگاه



شکل ۴- سبز شدن بذور آنغوزه در شرایط رویشگاه



شکل ۵- اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه

در آزمایش انجام شده استفاده از تیمار (سرمادهی مرطوب بذر به مدت ۲ ماه در دمای صفر تا پنج درجه سانتی گراد) منجر به افزایش درصد جوانه زنی بذر به میزان ۹۸٪ نسبت به تیمار شاهد گردید. بذرانگوزه دارای دو نوع رکود است. دلیل یکی از این رکودها وجود رویان توسعه نیافته است که برای برطرف شدن آن و توسعه رویان نیاز به مدت زمانی حدودا چند ماهه در انبار دارد. دلیل این ادعا عدم جوانه زنی بذور تازه برداشت شده و هم چنین وجود این رکود در تمامی بذور گیاهان تیره چتریان وجود دارد، رکود دوم به دلیل وجود مواد بازدارنده جوانه زنی می باشند (پیرمادی، ۱۳۹۰). طول دور سبز شدن بذر در تیمار سرمادهی و شستشو ۲۹ روز و در تیمار عدم سرمادهی و شستشو ۴۵ روز بود. تیمار شستشو و سرمادهی بذر منجر به سرعت بخشیدن در سبز شدن بذر آنگوزه نسبت به عدم شستشو و سرمادهی بذر به نسبت ۳۵ درصد شد.

جدول ۱: مقایسه میانگین های تأثیر تیمار شستشو و سرمادهی بر صفات مورد مطالعه در آزمایش

تیمار	درصد جوانه زنی	از کاشت تا سبز شدن (روز)	زمان خزان (روز)
شستشو و سرمادهی	۹۸ ^a	۲۹ ^b	۵۸ ^b
عدم شستشو و سرما	۳۳ ^b	۴۵ ^a	۶۳ ^a

اعدادی که دارای حروف مشابه هستند از لحاظ آماری اختلاف ندارند.

از نتایج جوانه زنی بذر در تحقیق حاضر می توان نتیجه گرفت مناطقی برای کشت و پرورش گیاه آنگوزه مساعد است که بیش از یک ماه سرمای صفر تا هفت درجه سلسیوس در فصل پاییز و زمستان وجود داشته باشد و این سرما باید با رطوبت کافی اعمال گردد تا نیاز سرمایی بذور و گیاهان برطرف گردد.

نتایج تجزیه واریانس آزمایش کشت در شرایط دیم و آبی نشان داد اثر آبیاری، اثر شکست خواب و اثر متقابل آبیاری در شکست خواب بر صفات وزن تر و خشک بوته، ارتفاع، تعداد برگ، درصد جوانه زنی و تعداد روز از کاشت تا جوانه زنی بذر آنگوزه معنی دار بود. شستشوی بذر و سرمادهی و هم چنین تیمار آبیاری منجر به افزایش وزن تر و خشک بوته آنگوزه گردید.

طبق نتایج، جهت کشت آنگوزه در شرایط دیم بهتر است بعد از آماده سازی زمین و بارش اولین بارندگی اقدام به کشت بذور آنگوزه تیمار شده (شستشوی بذر و سرمادهی مرطوب) در عمق دو تا سه سانتی متری در آذر ماه نمود. هم چنین در کشت آبی بهتر است زمین را آبیاری و بعد از گاورو شدن اقدام به کشت بذورهای تیمار شده (شستشوی بذر و سرمادهی مرطوب) کرد و تا سبز شدن بذر از آبیاری دوم خودداری نمود. در صورت کشت بذر (بذورهای بدون اعمال تیمارهای شکست خواب) در شرایط دیم در منطقه یزدان آباد، با بارندگی نرمال در زمستان بذورهای آنگوزه، جوانه زده اما مرحله از کاشت تا سبز شدن بسیار طولانی تر از بذورهای تیمار شده (شستشو و سرمادهی بذر قبل از کاشت) خواهد بود و در صورت عدم بارندگی در طی زمستان بذرها در آن سال سبز نخواهند شد. در صورت عدم بارندگی و رطوبت کافی در زمان کاشت اعمال تیمار شکست خواب به صورت مصنوعی (شستشوی بذر و سرمادهی مرطوب) توصیه می شود. بهتر است به منظور احیا مراتع به روش کشت دیم، به

بارندگی و درجه حرارت منطقه دقت شود. نتایج این آزمایش با نتایج پیرمرادی (۱۳۹۰) در ارتباط با نیاز به سرما و شستشو بر روی آنغوزه تلخ مطابقت داشت.

توصیه ترویجی

- ۱- مناسب‌ترین زمان کاشت (بذرهای تیمار شده و شاهد) در شرایط دیم، آذر ماه، بعد از اولین بارندگی است.
- ۲- در صورت کشت آبی در مزارع بالا دست منطقه در ارتفاع بالای ۲۰۰۰ متر از سطح دریا، بهتر است بعد از آماده سازی زمین و آبیاری مزرعه در مرحله گاورو اقدام به کشت بذرهای تیمار شده نمود.
- ۳- خاک مناسب کشت آنغوزه، خاک‌های سبک می‌باشد. گیاه آنغوزه به سله در خاک‌های سنگین حساس بوده و بهتر است تا جوانه زنی بذرهای تیمار شده اقدام به آبیاری دوم نگردد.
- ۴- جهت افزایش درصد جوانه زنی بذر آنغوزه بهتر است به موارد ذیل دقت نمود:
 - ۴-۱- استفاده از بذرهای آنغوزه که یک سال انبارداری شده اند.
 - ۴-۲- شستشوی بذر و گذاشتن بذر در محیطی تاریک و سرد به مدت حداقل یک ماه در سرمای صفر تا پنج درجه سلسیوس (در صورت مقدار کم در یخچال یا سردخانه و در مقدارهای زیاد در عرصه‌های کوهستانی در زیر خاک).
 - ۵- کشت دیم آنغوزه در صورت عدم بارندگی مناسب در منطقه منجر به کاهش جوانه‌زنی در آن سال خواهد شد.
 - ۶- با توجه به چند ساله بودن گیاه آنغوزه و افزایش سطح تاج پوشش بیش‌تر در سال‌های بعد بهتر است تراکم مناسب در نظر گرفته شود.

فهرست منابع

- ۱- پیرمرادی، م.ر.، مقدم، م.یزدانی، ن. (۱۳۹۴). بررسی تیمارهای مختلف آبیاری در عملکرد شیرابه، میزان اسانس، خصوصیات مورفولوژیکی، و بقای گیاه دارویی- مرتعی آنغوزه تلخ (*Ferula assa-foetida* L). نشریه علمی - پژوهشی مرتع و آبخیزداری، ۶۸(۱)، ۳۴-۲۵.
- ۲- پیرمرادی، محمدرضا. (۱۳۹۰). ارزیابی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، فیتوشیمیایی و ژنتیکی گیاه دارویی آنغوزه در استان کرمان، پایان‌نامه (دکتری، رشته علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران).
- ۳- حسینی، بتول. صبور، عذرا. رجبیان، طیبه و حسین فلاح حسینی. (۱۳۸۶). رویان زایی بدنی گیاه آنغوزه (*Ferula assa-foetida* L)، مجله علوم دانشگاه تهران، دوره ۳۳، شماره ۴، صفحه ۱۵-۲۵.
- ۴- خوشخوی زهتاب، مرتضی. (۱۳۹۰). گیاه افزایی (ازدیادنباتات) مبانی و روشها، شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز.
- ۵- رجبیان، طیبه. صبور، عذرا. حسینی، بتول و حسین فلاح حسینی. (۱۳۸۶). اثر جیبرلیک اسید و سرمادهی بر جوانه زنی بذر آنغوزه (*Ferula assa-foetida* L)، فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطریان. دوره ۲۳، شماره ۳، صفحه ۳۹۱-۴۰۴.
- ۶- زارع کاریزی، امیررضا. امید، منصور. فلاح حسینی، حسن یزدانی، داراب. رضازاده، شمس علی، ایروانی، ندا و آتنا اولادزاد (۱۳۹۰). مروری بر اثرات فارماکولوژی گیاه دارویی آنغوزه (*Ferula assa-foetida* L.) مقاله مروری نظام مند، فصلنامه گیاهان دارویی. سال دهم، دوره ۴، شماره ۴۰، صفحه ۱۷-۲۵.
- ۷- قاسمی آریان، علی رضا و دیگران (۱۳۹۶). بسته کارآفرینی تولید آنغوزه در شرایط دیم. تهران: اسرار علم. ۵۸ ص.

بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی آب مجازی بادم تخمینی (مبتنی بر نیاز آبی) در استان یزد

بیتا مروج الاحکامی^{۱*}، محمد زارع مهرجردی



۱- استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

۲- عضو هیات علمی، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

Email: bita.moravej@gmail.com

چکیده

یکی از شاخص‌های مهم اثرگذار در تصمیم‌سازی‌ها برای گذر از شرایط کنونی بحران آب در کشور، پارامتر آب مجازی است. آب مجازی بیانگر میزان آب مصرفی به ازای تولید یک کیلوگرم محصول است. در این مطالعه میزان آب مجازی بادم در استان یزد به عنوان یکی از قطب‌های تولیدکننده بادم در کشور مورد بررسی قرار گرفت. با استناد به آمارنامه محصولات کشاورزی در دوره آماری ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ در شهرستان‌های تولیدکننده بادم در استان یزد، عملکرد بادم عمدتاً در این دوره زمانی روند صعودی و سطح زیرکشت روند نزولی داشته است. میزان آب مصرفی بادم با استفاده از نیاز آبی بادم در هر منطقه و راندمان آبیاری باغات برآورد شد. بررسی آب مجازی در دوره آماری موردنظر حاکی از کاهش این پارامتر از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ است که بیانگر مصرف کمتر آب به ازای هر کیلوگرم بادم تولیدی است. گروه‌بندی شهرستان‌های تولیدکننده بادم در استان یزد، از نظر آب مجازی با لحاظ دو پارامتر عملکرد و آب مصرفی نشان داد که شهرستان‌های مهریز و تفت به دلیل قرارگیری در گروه با آب مجازی کمتر، مکان‌های مناسب‌تری برای تولید بادم هستند. همچنین بهبود راندمان آبیاری، منجر به کاهش قابل توجه آب مجازی در شهرستان‌های متفاوت استان یزد شد. به طور کلی بهبود عملکرد بادم و بهبود راندمان آبیاری (با ارتقای سیستم‌های آبیاری سستی به مدرن و مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق آبیاری) می‌تواند در کاهش آب مجازی (میزان آب مصرفی به ازای هر واحد تولید بادم) نقش موثری داشته باشد.

واژه های کلیدی: آبیاری، الگوی کشت، بادم، بهره‌وری آب، نیاز آبی

بیان مسئله

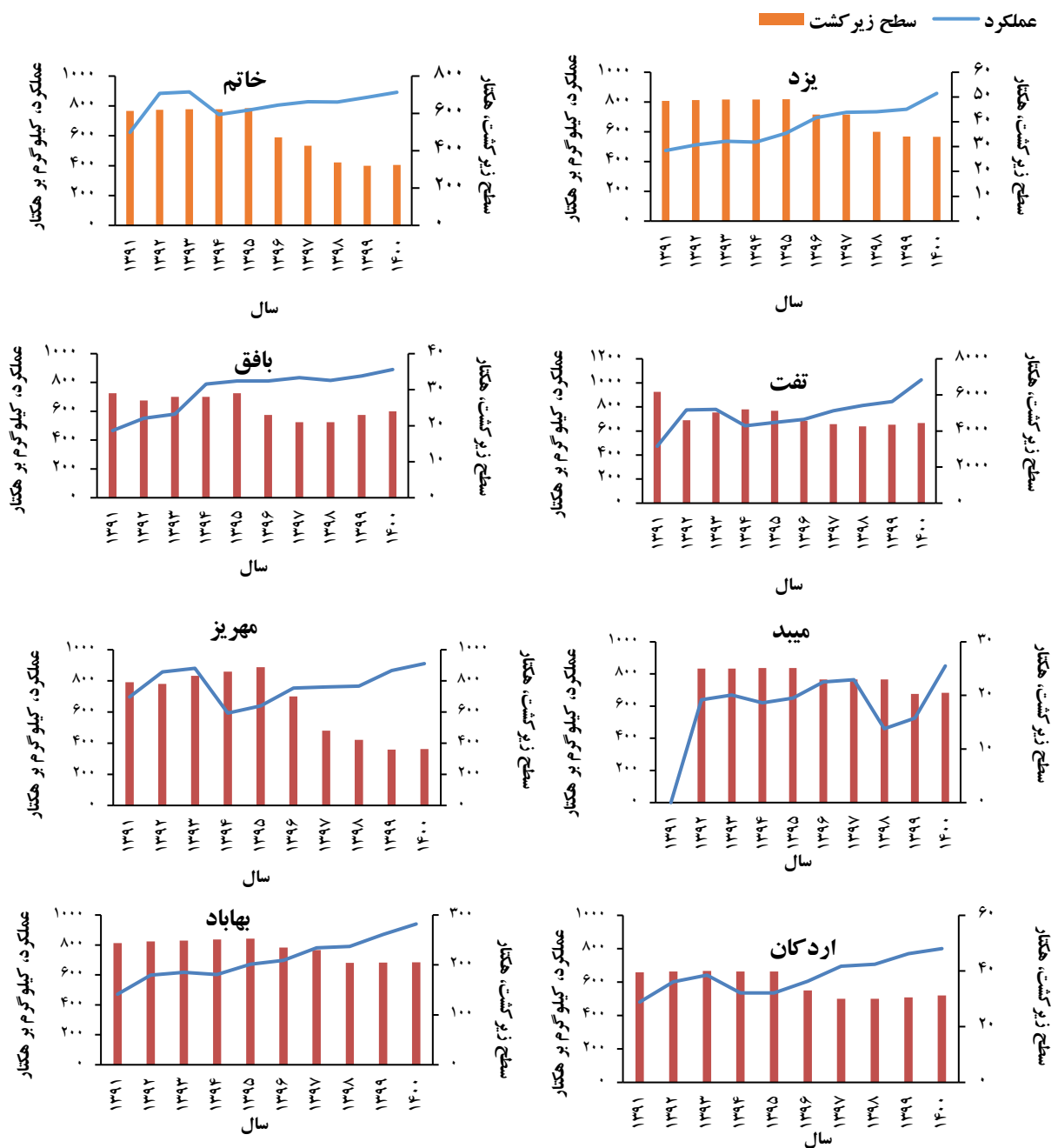
استان یزد با اقلیم خشک و فراخشک یکی از استان‌های در معرض بحران آب است که برای مقابله با چالش‌های حاصل از آن نیازمند سیاستگذاری مناسب در حوزه مصرف آب است. در این راستا، بررسی شاخص‌های ارزیابی مصرف آب در بخش کشاورزی نقش بسیار مهم و اثرگذاری خواهد داشت. یکی از شاخص‌های ارزیابی در این خصوص مفهوم آب مجازی است که اولین بار توسط Allen (۲۰۰۳) با تمرکز بر کشورهای دچار کمبود آب به ویژه خاورمیانه و با هدف کاهش فشار بر منابع آبی مطرح شد. بر اساس تعریف، آب مجازی مجموع کل آب‌های استفاده شده در تولید یک کالا طی فرایند تولید است (۹). مطالعات انجام شده حاکی از این است که ۱۳ درصد از آب مصرفی برای تولید محصولات در جهان، برای مصرف داخلی به کار نمی‌رود بلکه به صورت مجازی صادر می‌شود (۱۱). با توجه به اینکه مقدار آب مجازی مورد نیاز برای تولید هر محصول به شرایط اقلیمی، فرهنگی و مدیریت و برنامه‌ریزی هر منطقه وابسته است، برآورد آب مجازی در هر منطقه ضروری است (۱۰). در ایران در مقیاس استانی، محققین متعددی به بررسی آب مجازی در محصولات متفاوت کشاورزی پرداختند که از جمله می‌توان به مطالعه غلامحسین پورجعفری‌نژاد و همکاران (۲۰۱۴) در استان کرمان برای محصول پسته و خرما و دهقان پیر (۲۰۱۵) در بررسی آب مجازی مرکبات و نخیلات در استان هرمزگان اشاره کرد. بر اساس آمارنامه زراعی سال ۱۳۹۹، استان یزد هفتمین استان کشور از نظر سطح زیرکشت و تولید بادام است و به عنوان یکی از قطب‌های تولید بادام کشور لحاظ شده است. در بازار جهانی بادام، عرضه‌کنندگان با اتکا به مدیریت و برنامه‌های استراتژیک سعی دارند علاوه بر افزایش سهم خویش، جایگاه قابل قبولی در بازار جهانی بدست آورند. همین امر موجب توجه ویژه کشورهای مختلف جهان در زمینه تولید بادام شده است. در سال‌های اخیر بروز خشکسالی‌های گسترده اثرات مخرب قابل ملاحظه‌ای بر تولیدات کشاورزی ایران داشته است. بادام نیز از این آسیب‌ها در امان نبوده و شواهد موجود حاکی از کاهش شدید عملکرد آن در شرایط خشکسالی‌های اخیر است (جلینی و همکاران، ۱۴۰۰). بر اساس مطالعه عابدی و تهامی‌پور (۱۳۹۵) آب مجازی بادام مقادیر بالایی دارد که این به دلیل عملکرد پایین محصول بادام نسبت به سایر محصولات باغی است. بر اساس مطالعه فهیمی‌فرد و امیری (۱۳۹۱) آب مجازی بادام در ایران به طور متوسط ۶٫۷ مترمکعب بر کیلوگرم است. این در حالی است که مطالعه راستخی‌نیا و همکاران (۱۳۹۷) آب مجازی بادام را در دشت یزد- اردکان ۱۵٫۳ مترمکعب بر کیلوگرم برآورد کرده است.

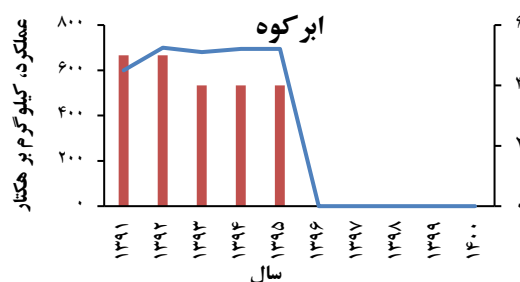
با توجه به بحران آب و اقلیم خشک و فراخشک حاکم بر استان یزد، مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی می‌تواند به صورت موثر، فشار بر منابع آبی ناشی از تغییرات اقلیمی در این استان را جبران نموده و منجر به تصمیم‌سازی موثر در راستای توسعه پایدار کشاورزی، خودکفایی و حفظ امنیت غذایی شود. در این راستا ضروری است وضعیت آب مجازی بادام در استان یزد در گذر زمان بررسی شود و همچنین در راستای سیاست ارایه الگوی کشت مناسب برای هر منطقه، روند تغییرات آب مجازی از نظر مکانی، مطالعه و مناطق مناسب برای کشت بادام ارایه شود.

معرفی دستاورد

به منظور بررسی آب مجازی بادام در استان یزد مقادیر متوسط تولید، عملکرد و سطح زیرکشت بادام در شهرستان‌های تولیدکننده بادام در استان یزد در دوره آماری (۱۳۹۱-۱۴۰۰)، بر اساس آمارنامه محصولات کشاورزی جمع‌آوری شد (شکل ۱). بر اساس بررسی به عمل آمده در طی دوره آماری ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ بیشترین عملکرد بادام در استان یزد مربوط به شهرستان خاتم (به طور متوسط ۸۱۲ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد بادام مربوط به شهرستان میبد (به طور متوسط ۵۹۳ کیلوگرم در هکتار)

است. البته در شهرستان ابرکوه بعد از سال ۱۳۹۶ سطح زیر کشت بادام به صفر رسیده است. بیشترین تولید بادام استان یزد متعلق به شهرستان‌های تفت با ۴۳ درصد، مهریز ۸٫۹ درصد و خاتم با ۷ درصد است. در شهرستان‌های خاتم، تفت، اردکان، میبد و مهریز، روند تغییرات عملکرد از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ صعودی بوده است (به جز سال ۱۳۹۴ که عملکرد بادام به شکل محسوسی کاهش یافته است). این در حالی است که در این شهرستان‌ها روند تغییرات سطح زیر کشت از سال ۱۳۹۵ به صورت نزولی بوده است. در شهرستان‌های یزد، بافق و بهاباد روند تغییرات عملکرد از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ به صورت صعودی و تغییرات سطح زیر کشت به صورت نزولی بوده است. در شهرستان میبد به جز در سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ روند تغییرات عملکرد به صورت صعودی بوده و سطح زیر کشت در این دوره آماری نزولی بوده است.





شکل ۱- روند تغییرات سطح زیر کشت و عملکرد در شهرستان‌های تولید کننده بادام در استان یزد

نیاز آبی بادام در دوره آماری ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ برای شهرستان‌های تولید کننده (با توجه به داده‌های هواشناسی نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به هر منطقه و ضریب گیاهی بادام) تعیین شد. بیشترین و کمترین نیاز آبی به ترتیب مربوط به شهرستان‌های اردکان و تفت بود. بر اساس گزارش رحیمیان و همکاران (۱۳۹۶) راندمان آبیاری در باغات بادام عموماً ۴۲ درصد است که با احتساب این راندمان و فرض اعمال آبیاری کامل بدون وجود شرایط تنش رطوبتی، نیاز آبیاری بادام در استان یزد با استفاده از رابطه زیر برآورد شد:

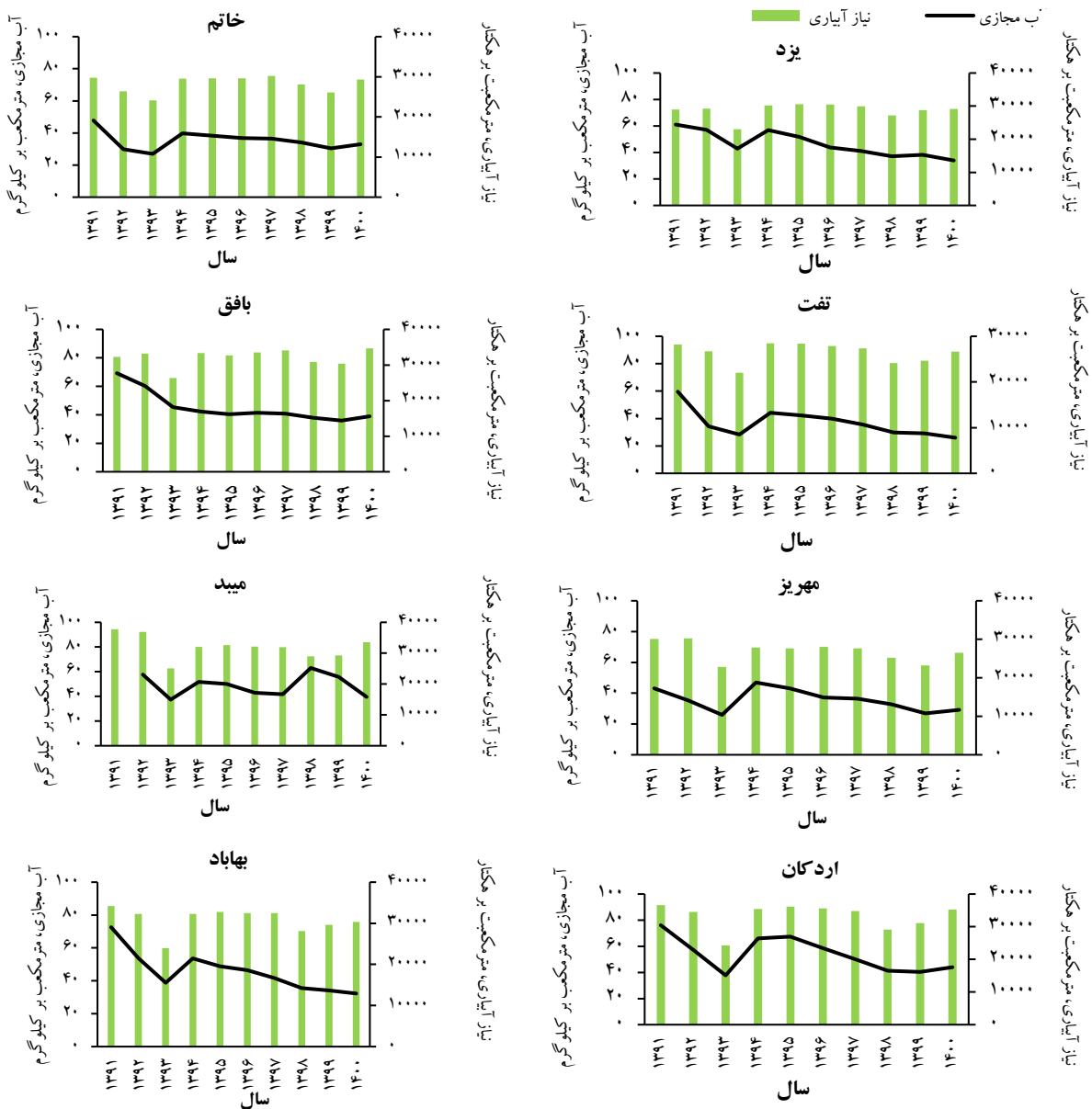
$$(۱) \quad \text{نیاز آبی بادام در هر منطقه بر حسب میلیمتر} \times 10 = \frac{\text{نیاز آبیاری بادام بر حسب مترمکعب در هکتار}}{0.42}$$

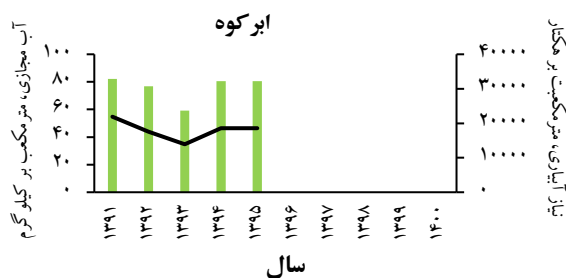
آب مجازی بادام در هر شهرستان به صورت زیر تعیین شد:

$$(۲) \quad \text{آب مجازی بادام بر حسب مترمکعب در هکتار} = \frac{\text{نیاز آبیاری بادام بر حسب مترمکعب در هکتار}}{\text{عملکرد بادام بر حسب کیلوگرم در هکتار}}$$

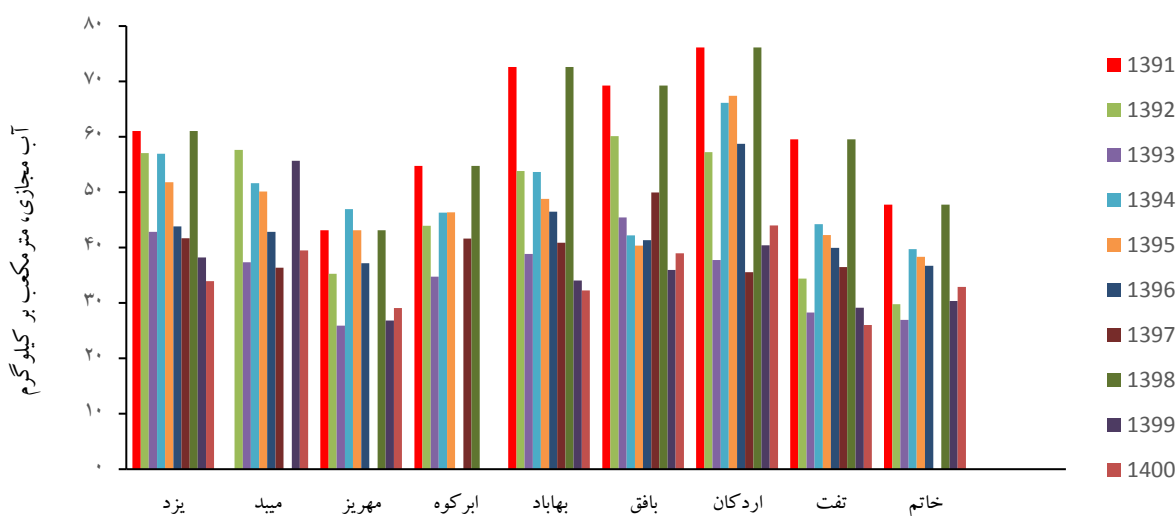
در شکل (۲) نمایی از نیاز آبیاری و آب مجازی بادام در شهرستان‌های متفاوت تولیدکننده بادام در استان یزد ارائه شده است. بر اساس این شکل نیاز آبیاری بادام در طول فصل رشد به طور متوسط از ۲۶۴۳۴,۰۲ مترمکعب در هکتار در شهرستان تفت تا ۳۳۲۸۲,۶۸ مترمکعب در هکتار در شهرستان اردکان متغیر بوده است. تغییرات آب مجازی از ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ برای کلیه شهرستان‌های استان یزد روند کاهشی داشته است. این به این مفهوم است که از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ روند مصرف آب برای تولید هر کیلوگرم بادام نزولی بوده است. توجه به این نکته ضروری است که هر چه آب مجازی کمتر باشد به ازای تولید هر واحد محصول آب کمتری مصرف شده است. نیاز آبیاری بادام بین سال ۱۳۹۱ و ۱۴۰۰ در شهرستان‌های متفاوت در محدوده ۰,۰۷ تا ۱۱ درصد متغیر بوده این در حالی است که تغییرات عملکرد بین سال ۱۳۹۱ و ۱۴۰۰ در شهرستان‌های متفاوت در محدوده ۳۰,۶ تا ۱۱۷ درصد متغیر بوده است. این نتیجه بیانگر تاثیر بیشتر روند تغییرات عملکرد بر روند تغییرات آب مجازی است. لازم به ذکر است که آب مجازی برآورد شده در این مطالعه بر اساس نیاز آبی بادام و اعمال آبیاری کامل تعیین شده است و با آب مجازی تعیین شده بر اساس آب مصرفی واقعی در باغات متفاوت است. بر اساس مطالعه مروج الاحکامی و همکاران (۱۴۰۱) آب مجازی بادام در چندین باغ بادام در استان یزد در سال ۱۳۹۹ در محدوده ۶ تا ۲۰,۳۲ مترمکعب در کیلوگرم محاسبه شده است. همچنین بر اساس مطالعه جلینی و همکاران (۱۴۰۰) در همه استان‌ها از جمله استان یزد، باغداران کم‌آبیاری اجباری (آبیاری کمتر از حد نیاز آبی محصول) اعمال نموده‌اند که منجر به کاهش قابل توجه آب مجازی مبتنی بر آب مصرفی نسبت به آب مجازی برآورد شده در این مطالعه شده است (۲).

با توجه به شکل (۳) آب مجازی به طور متوسط در سال ۱۳۹۱ از ۶۰,۵۳ مترمکعب بر کیلوگرم به ۳۴,۶ مترمکعب بر کیلوگرم در سال ۱۴۰۰ کاهش یافته است. در سال ۱۳۹۱، کمترین آب مجازی متعلق به شهرستان مهریز بوده است که به تدریج با اعمال مدیریت مناسب و افزایش عملکرد، در سال ۱۴۰۰ شهرستان‌های تفت و خاتم نیز در زمره شهرستان‌های با کمترین آب مجازی تلقی می‌شوند. بیشترین آب مجازی در سال ۱۳۹۱ متعلق به شهرستان‌های بافق، بهاباد و اردکان بوده است و در سال ۱۴۰۰ همچنان اردکان و بافق دارای بیشترین آب مجازی هستند. در سال ۱۳۹۵ آب مجازی بادام در شهرستان بافق به دلیل افزایش قابل توجه عملکرد به صورت قابل توجهی کاهش یافته است.





شکل ۲- تغییرات زمانی آب مجازی و نیاز آبی بادم در شهرستان‌های متفاوت تولیدکننده بادم در استان یزد

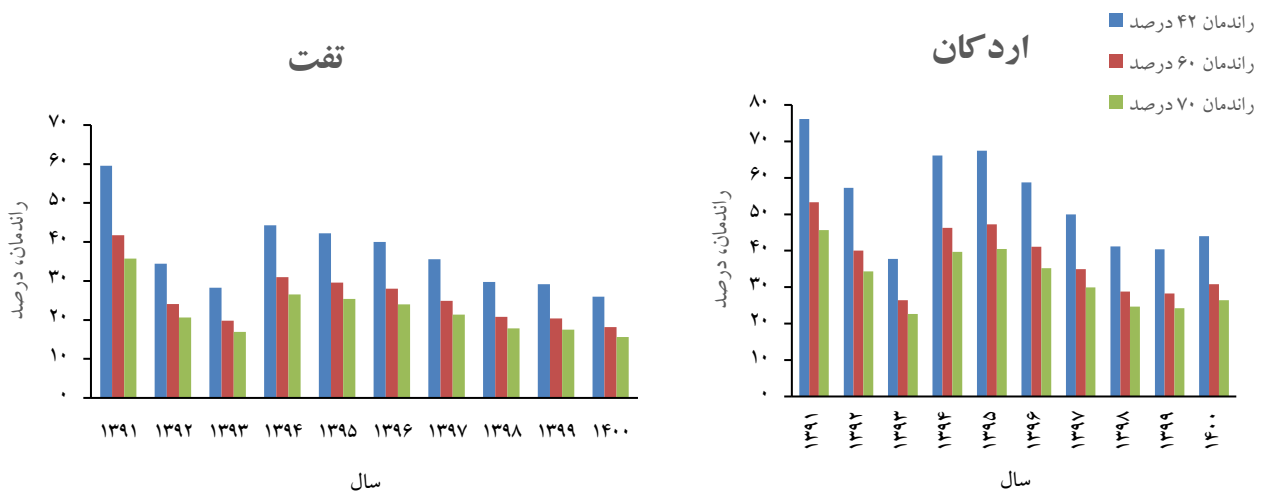


شکل ۳- روند تغییرات مکانی آب مجازی بادم در استان یزد در دوره آماری ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰

در راستای مکان‌یابی مناطقی که کمترین آب مجازی بادم را داشته و برای کشت بادم مناسب‌تر هستند نیازمند گروه‌بندی شهرستان‌های متفاوت بر مبنای آب مجازی هستیم. به این منظور از نرم افزار SPSS و روش تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. با توجه به اینکه آب مجازی تنها وابسته به نیاز آبیاری نیست بلکه تحت تاثیر عملکرد بادم نیز هست، گروه‌بندی شهرستان‌ها بر مبنای نیاز آبیاری و عملکرد بادم با ملاک قرار دادن سال ۱۴۰۰ انجام شد. در این شرایط سه گروه ایجاد شده عبارتند از: گروه اول شامل تفت و مهریز، گروه دوم شامل یزد، بهاباد و خاتم و گروه سوم شامل میند، بافق و اردکان. کمترین آب مجازی متعلق به گروه اول و بیشترین آب مجازی متعلق به گروه سوم است. بنابراین از منظر آب مجازی، شهرستان‌های تفت و مهریز واقع در گروه اول برای کشت بادم مناسب‌تر از سایر شهرستان‌ها در گروه‌های دوم و سوم هستند. به عبارتی در شهرستان‌های تفت و مهریز آب کمتری برای هر کیلوگرم بادم نسبت به سایر شهرستان‌ها مصرف می‌شود. این نتیجه صرفاً بر مبنای بررسی آب مجازی است و در راستای تصمیم‌گیری دقیق‌تر، مطالعات جامع اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی در هر منطقه ضروری است.

در شکل (۴) تغییرات آب مجازی با فرض ارتقای راندمان آبیاری از وضعیت فعلی (به طور متوسط ۴۲ درصد) به ۶۰ و ۷۰ درصد در باغات بادم در شهرستان‌های تفت و اردکان و با فرض حفظ عملکرد در شرایط موجود مقایسه شده است. بر اساس این شکل به عنوان مثال در شهرستان تفت در سال ۱۴۰۰ با بهبود راندمان آبیاری از ۴۲ به ۷۰ درصد می‌توان آب مجازی را از ۲۶ مترمکعب بر کیلوگرم به ۱۵,۶ مترمکعب بر کیلوگرم کاهش داد. در شهرستان اردکان نیز در سال ۱۴۰۰ با بهبود راندمان آبیاری از ۴۲ به ۷۰ درصد، آب مجازی از ۴۴ به ۲۶,۳۸ مترمکعب بر کیلوگرم کاهش خواهد یافت. نتایج مشابهی برای سایر

شهرستان‌های استان یزد به دست آمد. توجه به این نکته ضروری است که راندمان آبیاری در شرایط فعلی ممکن است در برخی شهرستان‌ها بیشتر یا کمتر از ۴۲ درصد باشد و تحلیل ارایه شده در این بخش صرفاً با هدف ارایه تأثیرپذیری آب مجازی از بهبود راندمان آبیاری است.



شکل ۴- تأثیر افزایش راندمان آبیاری بر کاهش آب مجازی بادم

توصیه ترویجی

۱- تمهیدات مدیریتی مانند عملیات به‌نژادی و به باغی، کنترل آفات و بیماری‌ها، استفاده از ارقام مناسب سازگار با شرایط اقلیم استان یزد، توجه به مدیریت کوددهی و مدیریت کیفیت آب و خاک می‌تواند بر بهبود عملکرد بادم و در نتیجه کاهش آب مجازی موثر باشد.

۲- ارتقای سیستم‌های آبیاری سنتی به سیستم‌های آبیاری مدرن از جمله آبیاری قطره‌ای (در صورت امکان‌سنجی و توجه به پذیرایی اقتصادی) و بهبود راندمان آبیاری، حجم آب مصرفی بادم و در نتیجه آب مجازی را کاهش خواهد داد. با استناد به شرایط فعلی عملکرد بادم در استان یزد (عملکرد در سال ۱۴۰۰) و با وضعیت کنونی راندمان آبیاری در باغات بادم (متوسط ۴۲ درصد) بر اساس گروه‌بندی انجام شده در این مطالعه بر مبنای آب مجازی برآورد شده برای اعمال آبیاری کامل، شهرستان‌های تفت و مهریز به دلیل کمتر بودن آب مجازی بادم مکان‌های مناسب‌تری برای کشت بادم هستند.

۳- بدیهی است با تغییر عملکرد بادم و بهبود راندمان آبیاری در باغات بادم، وضعیت آب مجازی در شهرستان‌های متفاوت متغیر خواهد بود.

۴- تعیین پتانسیل تولید بادم در هر منطقه با لحاظ شرایط اقلیمی، خاک، مسایل مدیریتی، اقتصادی و فرهنگی، همچنین شناسایی عوامل محدودکننده تولید و بررسی علل فاصله گرفتن از تولید پتانسیل بادم می‌تواند در راستای افزایش عملکرد پتانسیل و کاهش آب مجازی تا حد امکان موثر باشد.

۵- در راستای مکان‌یابی مناطق مناسب کشت بادم، لحاظ سیاستگذاری‌ها و پارامترهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در کنار آب مجازی ضروری است.

فهرست منابع

- ۱- غلامحسین پور جعفری نژاد، ا.، علیزاده، ا.، نشاط، ع. و ابوالحسنی زراعتکار، م. (۱۳۹۳). مبادله آب مجازی به منظور بهبود بهره‌وری در مصرف آب (مطالعه موردی استان کرمان). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۸(۲): ۳۲۵-۳۳۵.
- ۲- جلینی، م. (۱۴۰۱). تعیین آب کاربردی بادام در کشور. گزارش نهایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج.
- ۳- دهقان پیر، ش. (۱۳۹۵). مطالعه تطبیقی در آب مجازی از طریق مفهوم مساله خیزی (استان هرمزگان). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هرمزگان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی.
- ۴- راسخی‌نیا، م.، ملکی‌نژاد، ح.، اختصاصی، م. و برزگری، ف. (۱۳۹۷). برآورد آب مجازی محصولات مهم کشاورزی و تاثیر آن در بیان آبی دشت (مطالعه موردی: دشت یزد-اردکان). هفتمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران با رویکرد پیوند چرخه آب و اکولوژی و مناطق خشک برای پایداری سرزمین. یزد. ۱۲ صفحه.
- ۵- رحیمیان، م. ح.، حاجی حسینی، ع.، اسپرس، ر. و بیرامی، ح. (۱۳۹۶). تدوین سند بهره‌وری آب کشاورزی استان یزد. طرح پژوهشی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۲۹ صفحه. <https://civilica.com/doc/1050695>
- ۶- فهیمی فرد، م.، امیری، ت. (۱۳۹۱). آب مجازی. دفتر کشاورزی. اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی خراسان رضوی.
- ۷- عابدی، س. و تهامی پور، م. (۱۳۹۵). اندازه‌گیری و تحلیل تراز تجاری آب مجازی در بخش کشاورزی استان زنجان. مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۴۷-۴۸(۴): ۸۰۵-۸۱۴.
- ۸- مروج الاحکامی، ب.، جلینی، م.، جنتی، م. (۱۴۰۱). بررسی بهره‌وری آب و ردپای آب بادام در باغات خردمالک و عمده‌مالک استان یزد. اولین کنگره فنی و مهندسی کشاورزی. ابعاد بهره‌وری آب در بخش‌های مختلف کشاورزی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

- 9- Allen, J. A. (2003). Virtual water-the water, food and trade nexus: useful concept or misleading metaphor? Water International, 28:106-112.
- 10- Finger, R. (2013). More than the mean-a note heterogeneity aspects in the assessment of water footprints. Ecological Indicators, 29: 145-147.
- 11- Hoekstra A.Y., and Hung P.Q. (2002). Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value if the Water Research Report Series. No. 11, UNESCO-IHE, Delft.

تاثیر دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی بر کارایی مصرف آب در تولید گل محمدی در استان کرمان

نادر کوهی چله کران^۱، هادی کریمی^{۲*}



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- 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

Email: h_karimi@areeo.ac.

چکیده

در این پژوهش امکان استفاده از آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی، برای تأمین آب مورد نیاز محصول گل محمدی مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش میدانی به صورت یک طرح آماری کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۰ طرح‌ریزی شد. پلات‌های اصلی شامل روش‌های آبیاری در دو سطح (قطره‌ای سطحی و زیر سطحی) و پلات‌های فرعی شامل عمق آب آبیاری در سه سطح (۱۰۰٪، ۷۰٪ و ۴۰٪ مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل با احتساب ضریب ۰/۶۵ تحت کلاس A) بر روی نهال‌های گل محمدی پیاده شدند. آزمایش در ۱۸ کرت که در هر ردیف تعداد ۴ اصله نهال به فاصله ۲/۵ در ۲/۵ متر کاشته شده بود، در طول سه سال انجام گرفت. بر اساس میزان تبخیر تجمعی، آبیاری با استفاده از کنتورهای حجمی به‌طور ثابت در سه روز از هر هفته، به مدت ۸ ماه در سال انجام شد. اثر سامانه آبیاری بر برخی از مشخصات زراعی شامل: میزان محصول گل، درصد ماده خشک گل، وزن تک گل، تعداد گل، ارتفاع بوته و تاج پوشش اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد در حالی که تفاوت نوع سامانه آبیاری به‌کار رفته تنها در دو مورد شامل تعداد شاخه، قطر تاج پوشش معنی‌دار بود، بر روی صفات ارتفاع بوته، تعداد گل در بوته، وزن تر یک گل و وزن خشک یک گل، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با توجه به اختلاف ناچیز بین این دو سامانه، سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی به دلیل آسان‌تر بودن کارگذاری نوارهای آبیاری و حذف هزینه‌ی حفاری و کارگذاری نوار در عمق خاک، پیشنهاد می‌گردد.

واژه های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، نواری، کم آبیاری، گل محمدی

بیان مسئله

توسعه روزافزون کشت گل محمدی (*Rosa damascene mill*) در عرصه کشاورزی کشور به ویژه در استان کرمان، مرهون سازگاری، کم‌هزینه بودن و سودآوری چشم‌گیر آن است. سابقه کاشت این گیاه در استان کرمان که به زمان‌های دور برمی‌گردد یکی از تولیدات مهم مناطق کوهپایه‌ای استان به شمار می‌آید. فرآورده‌های حاصل از گل محمدی از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار می‌باشند. سطح زیر کشت گل محمدی در ۱۰ شهرستان استان بالغ بر ۳۰۰۰ هکتار به میزان ۵۳۸۵ تن بوده که از این میزان ۳۴۷۷۰۰۰ لیتر گلاب و ۱۵۰ لیتر اسانس و ۲۸۵۰ کیلوگرم غنچه و گل خشک در سال ۸۶ به دست آمده است. با توجه به ارگانیک بودن این محصول قیمت اسانس آن در بازارهای جهانی با توجه به ترکیبات شیمیایی موجود در آن حدود هر لیتر ۱۰ تا ۱۵ هزار دلار، هر لیتر گلاب حدود ۱۶۵۰۰ ریال و قیمت گل تر هر کیلو ۹۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ ریال است (۲). با توجه به ارزش اقتصادی بالای این محصول برای بهره‌برداران استان و همچنین توسعه روزافزون کشت آن در شهرستان‌های استان ضرورت انجام تحقیق در خصوص تخمین آب مورد نیاز این گیاه و تعیین کارایی مصرف آب آن در سامانه‌های آبیاری تحت فشار نمایان است. در این زمینه پژوهش‌هایی صورت گرفته است. به عنوان نمونه موسوی (۱۳۸۱) به منظور بررسی تأثیر کود آلی، کود شیمیایی ازته و تعداد آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گل محمدی طرح آماری کرت‌های دو بار خردشده (اسپلیت، اسپلیت پلات) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی را در سال‌های ۷۸ و ۷۹ در منطقه برزوک کاشان به انجام رساند (۴). در این طرح سه تیمار آبیاری شامل سه، چهار و پنج نوبت آبیاری به عنوان فاکتور اصلی، دو سطح کود آلی از منبع کود دامی به میزان صفر و بیست تن در هکتار به عنوان فاکتور فرعی و سه سطح کود نیتروژن از منبع اوره شامل ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان فاکتور فرعی منظور گردید. نتایج این بررسی نشان داد که اثر تعداد آبیاری بر میزان عملکرد گل محمدی در تیمارهای سه و چهار نوبت آبیاری با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند و در تیمار سه نوبت آبیاری عملکرد کم‌تری داشت. اثر میزان سطوح مختلف کود آلی در افزایش عملکرد ۹/۵۷ گرم بر درختچه تعیین گردید. اثر سطوح مختلف نیتروژن نیز در عملکرد گل محمدی معنی‌دار گردید. یزدانی (۱۳۸۰) در کاشان، یک قطعه گلستان گل سرخ سه ساله یکنواخت به مساحت ۲۰۰۰ مترمربع را به دو قسمت تقسیم کرد (۳). در یک قسمت ۱۰۰۰ مترمربعی سامانه آبیاری قطره‌ای اجرا و در قسمت دیگر سامانه آبیاری سطحی مطابق معمول زارع انجام شد. میزان و دور آبیاری در روش زارع مطابق شرایط عرف محل و در روش قطره‌ای دور یک روزه بر اساس تبخیر از تشتک انجام شد. سایر عملیات زراعی در دو قطعه یکسان بود. نتایج حاصله نشان داد که ضمن برداشت میزان گل سرخ یکسان در هر دو روش، میزان آب مصرفی در روش قطره‌ای حدود ۶۰ درصد کم‌تر و رشد سر شاخه‌های درختچه‌ها معادل ۳۵/۶ تا ۴۷/۵ درصد نسبت به روش آبیاری سطحی افزایش داشته است.

کوهی و همکاران (۱۳۹۹) تحت مدیریت آبیاری با روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری و آبیاری جویچه‌ای طی دو سال زراعی در استان کرمان، تغییرات عملکرد، کارایی مصرف آب و میزان کاهش آب آبیاری دو رقم ذرت دیررس (KSC 704) و زودرس طاه‌ها (KSC 410) را مورد مطالعه قرار دادند (۵). نتایج نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای نواری بالاترین میزان عملکرد دانه ذرت را نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای به خود اختصاص می‌دهد. روش آبیاری قطره‌ای نواری موجب کاهش ۳۳/۵ و ۳۶/۲۵ درصدی آب آبیاری در دو تیمار رقم ذرت در مقایسه با روش آبیاری شیاری گردید. همچنین میزان بهره‌وری آب در دو سامانه آبیاری قطره‌ای نواری و شیاری برابر با ۱/۸۴ و ۰/۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب و نیز در ارقام ذرت KSC 704 و KSC 410 برابر با ۱/۴۱ و ۱/۴۲ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شد. برای افزایش بهره‌وری آب و کاهش آب آبیاری به کشاورزان پیشنهاد شد از روش آبیاری قطره‌ای نواری استفاده کنند. عباسپور و همکاران (۱۴۰۰) به منظور بررسی تأثیر دور و روش آبیاری بر ویژگی‌های

رشدی گیاه کلزا، آزمایشی در سه تکرار در قالب کرت‌های نواری خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی حاجی‌آباد استان کرمان انجام دادند. در این پژوهش، سه دور آبیاری شامل آبیاری پس از ۲۰ و ۴۰ و ۶۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشت تبخیر و دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی به عنوان عوامل اصلی و فرعی در نظر گرفته شدند. با توجه به شرایط کمبود آب منطقه مورد مطالعه، دور آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشت اعمال شده در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی را به عنوان تیمار برتر پیشنهاد شد.

معرفی دستاورد

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی جوپار واقع در ۱۷ کیلومتری شهر کرمان با ارتفاع ۱۷۲۰ متری از سطح دریا، در زمینی به مساحت حدود ۷۵۰ مترمربع اجرا گردید. این منطقه دارای آب و هوای خشک و نیمه معتدل با مقدار باران بسیار کم و متغیر است حداقل درجه حرارت ۲۴- درجه و حداکثر ۴۰ درجه سانتی‌گراد در سال نیز گزارش شده است. بادها از نوع موسمی خشک بوده و جهت آن‌ها به‌طور کلی از جنوب غربی به طرف شمال شرقی و مشرق در ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت است. ریزش نزولات جوی از آبان‌ماه شروع و تا هشت اردیبهشت‌ماه سال بعد ادامه دارد و بیش‌تر بارندگی از دی‌ماه تا اردیبهشت است اغلب این بارش به صورت باران بوده و برف بسیار کم است. میانگین بارندگی درازمدت در این منطقه ۱۵۰ میلی‌متر در سال است.

قبل از انجام تحقیق از خاک منطقه مورد نظر در اعماق ۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتیمتری در نقاط مختلف توسط اوگر نمونه‌برداری دستی انجام گرفت. نمونه‌ها برای تجزیه به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی استان کرمان ارسال گردید. نتایج بدست آمده در جدول (۱) ارائه شده است. با توجه به این جدول، بافت خاک متوسط تا ریز و تغییرات بافت خاک در عمق‌های مختلف ناچیز بوده به طوری که بافت خاک در رده لومی شنی دسته‌بندی شد. عناصر مهم شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه شامل سدیم، کلسیم، منیزیم، سولفات، کلر، بیکربنات، هدایت الکتریکی عصاره اشباع و اسیدیته خاک در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک منطقه

عمق خاک	بافت خاک	EC × ۱۰ ^۳	pH	آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (میلی اکیوالان در لیتر)					
Cm		میلی موس		SO ₄	HCO ₃	Cl	Na	Mg	Ca
۰-۳۰	لومی شنی	۱/۳	۶/۷	۸/۶۳	۲/۸	۸	۵/۲۱	۱۰	۱۰
۳۰-۶۰	لومی شنی	۱/۳	۶/۶	۷/۹	۴	۴	۴/۷۸	۴	۶
۶۰-۹۰	لومی شنی	۱/۲	۶/۶	۵/۵۲	۴	۲	۴/۹۳	۱۰	۴

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. پلات‌های اصلی شامل روش‌های آبیاری در دو سطح (قطره‌ای سطحی A₁ و زیر سطحی A₂) و پلات‌های فرعی شامل عمق آب آبیاری در سه سطح (۱۰۰٪، ۷۰٪ و ۴۰٪ مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل با احتساب ضریب ۰/۶۵ تشت کلاس A) بر روی نهال‌های گل محمدی در ایستگاه تحقیقات جوپار پیاده شد (شکل ۱). بدین ترتیب آزمایش در مجموع شامل ۱۸ کرت آزمایشی بود که در هر ردیف تعداد چهار اصله نهال به فاصله ۲/۵ در ۲/۵ متر کاشته شده بودند و از بین آن‌ها تعداد دو درخت علامت‌گذاری و به‌عنوان

درختان اصلی تیمارها انتخاب گردیدند. در این طرح هیچ‌گونه استفاده‌ای از آفت‌کش‌ها به عمل نیامد و مبارزه با علف‌های هرز توسط کارگر صورت گرفت.

برای انجام این طرح ابتدا زمین مورد نظر انتخاب و سپس آماده‌سازی مزرعه شامل شخم، دیسک، کودپاشی (کود حیوانی)، احداث ردیف‌ها با توجه به تیمارهای مورد نظر و راه‌اندازی سیستم آبیاری تحت فشار صورت پذیرفت. طراحی طوری انجام گرفت که در تیمار قطره‌ای سطحی یک لوله لاترال با فاصله قطره چکان‌های ۶۰ سانتی‌متر و دبی چهار لیتر در ساعت برای هر ردیف درخت در نظر گرفته شد (شکل ۲). در تیمار قطره‌ای زیر سطحی که در عمق ۳۰ سانتی‌متری نصب گردید، یک لوله لاترال با فاصله قطره چکان‌های ۳۰ سانتی‌متر و دبی دو لیتر در ساعت برای هر ردیف بوته استفاده گردید. بدین ترتیب دبی هر لاترال در دو روش آبیاری یکسان و برابر بود. بعد از راه‌اندازی سیستم آبیاری کشت پاجوش‌های یک‌ساله گل محمدی در پایین انجام شد. برای انتخاب نوع پاجوش از بهترین ژنوتیپی که از طرح تحقیقاتی کدوری (۵) حاصل شده بود استفاده شد. برای اندازه‌گیری حجم آب آبیاری سه عدد کنتور حجمی نصب شد. نحوه آبیاری تیمارها با استفاده از داده‌های تشت تبخیر بدین صورت است که آبیاری به‌طور ثابت در روزهای یک‌شنبه، سه‌شنبه و پنج‌شنبه هر هفته انجام می‌گردد. جهت برآورد حجم آب مصرفی میزان تبخیر تجمعی در ابتدای همان روز قرائت و محاسبه لازم بر اساس ضرایب مربوطه اعمال می‌گردد. مدت زمان آبیاری از اسفندماه تا مهرماه (هشت ماه) بود. برخی از مشخصات زراعی نیز که شامل میزان محصول گل، درصد ماده خشک گل، وزن تک گل، تعداد گل، نسبت وزن گل‌برگ به وزن گل کامل و ارتفاع بوته اندازه‌گیری گردیدند. لازم به ذکر است که اندازه‌گیری ارتفاع بوته و تاج پوشش گیاه در شهریورماه هر سال و سایر پارامترها در اردیبهشت‌ماه بلافاصله پس از برداشت انجام گردید.

طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها استفاده از روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی با ۱۶/۱ عدد شاخه بر روش قطره‌ای روسطحی با ۱۴/۵ عدد شاخه ارجحیت داشت. همچنین بیشترین تعداد شاخه (۱۸/۵ عدد) از تیمار ۱۰۰٪ آبیاری و کمترین آن معادل ۱۲/۵ عدد مربوط به تیمار ۴۰٪ آبیاری بود. با کاهش مقدار آبیاری از تعداد شاخه گل محمدی کاسته شد (جدول ۲). بیشترین قطر تاج پوشش در تیمار استفاده از روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی (۱۰۹ سانتی‌متر) و کمترین آن در تیمار آبیاری قطره‌ای سطحی معادل ۱۰۳ سانتی‌متر مشاهده شد. با کاهش مقدار آب آبیاری، از تاج پوشش گل محمدی کاسته شد. در واقع با کاهش آب مورد نیاز گیاه، رشد رویشی گیاه کاهش یافته است (جدول ۲). بیشترین عملکرد گل در تیمار استفاده از روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی (۱۹۱۹ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن متعلق به تیمار آبیاری قطره‌ای سطحی معادل ۱۸۰۶ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین عملکرد (۲۰۴۱ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۱۰۰٪ آبیاری و کمترین آن معادل ۱۵۵۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۴۰٪ آبیاری بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین کارایی مصرف آب در سال چهارم معادل ۰/۶۸ و کمترین آن مربوط به سال اول ۰/۵۸ به دست آمد (جدول ۲).

بالاترین کارایی مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی ۰/۶۵ و کارایی مصرف آب در سیستم قطره‌ای سطحی معادل ۰/۶۲ مشاهده شد (جدول ۲). با کاهش درصد آبیاری بر مقدار کارایی مصرف آب افزوده شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین کارایی مصرف آب ۰/۷ در تیمار ۴۰٪ آبیاری و کمترین آن معادل ۰/۵۵ مربوط به تیمار ۱۰۰٪ آبیاری بود (جدول ۲).



شکل ۱- تصویر مزرعه‌ای از بوته گل محمدی مورد آزمایش



شکل ۲- نمایی از سامانه آبیاری استفاده شده

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی سال، سیستم های آبیاری و مقدار آبیاری بر تعدادی از ویژگی های گل محمدی

صفات تیمار	تعداد شاخه	قطر تاج پوشش (سانتی متر)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد گل در بوته (گرم)	وزن تر گل (گرم)	وزن خشک گل (گرم)	درصد اسانس	عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	کارایی مصرف آب
سال									
دوم	۸/۸C	۷۸,۷C	۷۶C	۱۱۷C	۱/۹۶C	۰/۴۳b	۰/۰۱۶C	۱۶۴۴C	۰/۵۸C
سوم	۱۷/۶b	۱۱۸b	۱۰۷b	۲۰۹b	۲/۴۸a	۰/۵۱a	۰/۰۷۵b	۱۸۳۷b	۰/۶۳b
چهارم	۱۹/۵a	۱۲۳a	۱۱۴a	۲۲۵a	۲/۳b	۰/۵۱a	۰/۰۸۴a	۲۱۰۵a	۰/۶۸a
سیستم آبیاری									
قطره ای سطحی	۱۴/۵b	۱۰۳b	۹۹a	۱۸۰a	۲/۲۴a	۰/۵۳a	۰/۰۴۸b	۱۸۰۶b	۰/۶۲b
قطره ای زیر سطحی	۱۶/۱a	۱۰۹a	۹۸a	۱۸۷a	۲/۲۷a	۰/۴۶a	۰/۰۶۹a	۱۹۱۹a	۰/۶۵a
نیاز آبی (درصد)									
۱۰۰	۱۸/۵a	۱۲۲a	۱۱۷a	۲۰۳a	۲/۶۱a	۰/۵۵a	۰/۰۶۴b	۲۰۴۱a	۰/۵۵C
۷۰	۱۴/۸b	۱۰۹b	۱۰۰b	۱۸۵b	۲/۲۱b	۰/۴۹b	۰/۰۷۳	۱۹۸۸b	۰/۶۵b
							a		
۴۰	۱۲/۵C	۸۹C	۷۹C	۱۶۲C	۱/۹۳C	۰/۴۴C	۰/۰۳۸C	۱۵۵۷C	۰/۷۰a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار است.

توصیه ترویجی

با توجه به نتایج این تحقیق نحوه استقرار قطره چکان ها (سطحی و زیر سطحی) هیچ تأثیری بر عملکرد نداشت. اما مقدار آب آبیاری بر اکثر پارامترهای گیاهی تأثیرگذار بود، به طوری که افزایش تنش آبی شدید در گل محمدی، موجب کاهش تعداد شاخه در بوته، قطر سایه انداز، ارتفاع بوته، تعداد غنچه، وزن گلبرگ، وزن تر یک گل، وزن خشک گل، عملکرد گل و عملکرد اسانس گردید. بر اساس نتایج به دست آمده از این، تحقیق اثر کم آبیاری در مصرف آب نسبت به آبیاری کامل می تواند باعث صرفه جویی در مصرف آب شود و البته در مقابل مقداری کاهش عملکرد نیز اتفاق می افتد. کاهش نسبی عملکرد در تیمارهای کم آبیاری می تواند از طریق صرفه جویی در مصرف آب جبران گردد و حداکثر بهره‌وری آب را به همراه داشته باشد. اگر چنانچه زمین عامل محدودکننده تولید نباشد و تنها آب عامل محدودکننده باشد آنگاه می توان با آب صرفه جویی شده از طریق اعمال کم آبیاری، سطح بیش تری را زیر کشت برد که این موضوع افزایش تولید و درآمد را برای باغداران به دنبال خواهد داشت. در این راستا با توجه به یافته‌های این تحقیق، گل محمدی نسبت به کم آبی مقاوم است و در تیمار ۴۰ درصد تبخیر- تعرق پتانسیل کارایی مصرف آب بالاتری حاصل شد. چنانچه مشکل کم آبی وجود نداشته باشد تیمار ۱۰۰ درصد تبخیر- تعرق پتانسیل اعمال شده برای حصول حداکثر عملکرد پیشنهاد می شود. در نهایت تیمار ۷۰ درصد تبخیر- تعرق پتانسیل به عنوان بهترین تیمار معرفی می گردد. با توجه به نتایج به دست آمده موارد زیر توصیه می شود:

۱- تغییر سامانه‌های آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک کشور و ترویج و توسعه روش های مدرن سازگار با محیط می تواند نقش بسزایی در صرفه جویی مصرف آب و در نتیجه افزایش سطح زیر کشت داشته باشد.

۲- در محدوده شاخص‌های مورد بررسی استفاده از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای زیر سطحی و سطحی در کشت گل محمدی در استان کرمان تفاوت چندانی نداشتند، اما با توجه به این‌که کارگذاری نوارهای آبیاری در سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی راحت‌تر است و هزینه‌ی حفاری و کارگذاری نوار در عمق خاک حذف می‌شود سامانه آبیاری قطره ای سطحی پیشنهاد می‌شود.

۳- اگر محدودیت منابع آبی وجود نداشته باشد تیمار ۱۰۰ درصد تبخیر-تعرق پتانسیل برای حصول حداکثر عملکرد مناسب است.

فهرست منابع

- ۱- آمارنامه استان کرمان. ۱۳۸۲.
- ۲- آمار نامه سازمان جهاد کشاورزی. ۱۳۸۶.
- ۳- موسوی، ا. ۱۳۸۱. تاثیر کود آلی، ازت و تعداد آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گل محمدی. شورای انجمن‌های کشاورزی استان اصفهان. شماره ثبت: ۵۸-۳۳۵.
- ۴- یزدانی، ه. ۱۳۸۰. مقایسه روشهای آبیاری سطحی و قطره ای روی گل‌سرخ در کاشان. موسسه تحقیقات خاک و آب
- ۵- کوهی چله کران، نادر، دهقانی سانج، حسین، نقوی، هرمزد، و کنعانی، الهه. (۱۳۹۹). بررسی تغییرات عملکرد و بهره‌وری آب در ارقام مختلف ذرت دانه‌ای (KSC 410 و KSC 704) تحت مدیریت آبیاری با روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری و شیاری. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۴(۵)، ۱۶۳۹-۱۶۴۹.
- ۶- عباس پور، رضا، و یزدان پناه، نجمه. (۱۴۰۰). تعیین دور مناسب آبیاری کلزا در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در منطقه حاجی‌آباد. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۵(۲)، ۴۴۴-۴۵۴.