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

حفظ و بهره وری آب

همه با هم
جهاد کشاورزی
۱۳۷۹
مجله ترویجی

جلد اول ، دوره ششم، شماره ۱۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۴

امکان‌سنجی کشت ارقام ایرانی ذرت فوق‌شیرین. به عنوان گیاهی کم‌آب‌بر. در شمال استان همدان

تاثیر کم آبیاری و کودهای زیستی بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ارقام لوبیا چیتی

تعیین تبخیر. تعرق و نیاز آبی گیاهان مرتعی مقاوم به خشکی جهت برآورد تولید علوفه در مراتع خشک و نیمه‌خشک

مقایسه تاریخ‌های مختلف کاشت ارقام جدید و زودرس پنبه با شاهد ورامین در سه منطقه بردسکن. رشتخوار و گناباد خراسان رضوی در شرایط بهره برداران

استفاده هوشمند از منابع آبی جهت پرورش ماهی در استخرهای ذخیره آب کشاورزی

زمان های مناسب آبیاری گندم در شرایط کمبود آب در استان گلستان

کاربرد حوضچه رسوب‌گیر در بهبود کیفیت آب استخر و کاهش نیاز به فیلترهای شن در سامانه‌های نوین آبیاری

وضعیت مصرف و بهره‌وری آب در مزارع گوجه‌فرنگی مجهز به کنتورهای هوشمند در ارسنجان فارس

پهنه‌بندی کیفیت آب‌های زیرزمینی برای مدیریت آبیاری قطره‌ای در دشت بردسیر

اثر بخشی داربستی کردن باغ‌های انگور در ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی

http://kerman.areeo.ac.ir

مجله " حفظ و بهره وری آب "

با درجهٔ 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

سردبیر: نادر کوهی

اعضای هیات تحریریه (به ترتیب حروف الفبا)

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

مدیر داخلی : لاله یزدانپناه گوهرریزی

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 قلمB-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 :عناوین مقاله‌ها باید کوتاه (حداکثر ۱۵ کلمه)، ترویجی و جذاب برای مخاطبین باشند و منعکس کننده محتوای کامل مقاله باشد. قلم نگارش عنوان، B-Titrبه اندازه ١٤ است.
- ❖ نام پدیدآورنده‌گان) و وابستگی سازمانی) بر اساس شیوه‌نامه "درج نام سازمان در انتشارات علمی"). قلم نگارش نویسندگان و آدرس آنها، B-Lotusبه 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 11است.
- ❖ واژگان کلیدی :تعداد ٦ واژه کلیدی مرتبط با موضوع آورده شود .
- ❖ ·متن اصلی مقاله
- ❖ بیان مسئله) حداکثر ۵۰۰ کلمه): در این قسمت مشکل موجود و اهمیت آن توضیح داده شود
- ❖ معرفی دستاورد یا راهکار) حداکثر ۲۰۰۰ کلمه): در این قسمت به معرفی دستاورد، اهمیت آن و دستورالعمل پیاده سازی آن به شکل گام به گام و با جزئیات به زبان ساده و به شکل مصور پرداخته می‌شود.
- ❖ توصیه ترویجی (جمع‌بندی) (حداکثر ۲۵۰ کلمه)
- ❖ فهرست منابع :حداکثر ۱۰ منبع و آن هم منابع کاملا مرتبط که دستاورد حاضر نتیجه آن مستندات علمی (گزارشات نهایی پروژه‌ها و طرح‌های تحقیقاتی، مقالات علمی و ...) است، آورده شود.

پ. ویژگی‌های الزامی در نگارش مقاله

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

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

فهرست

امکان‌سنجی کشت ارقام ایرانی ذرت فوق‌شیرین، به عنوان گیاهی کم‌آب‌بر، در شمال استان همدان	**مهدی متقی**
تاثیر کم آبیاری و کودهای زیستی بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ارقام لوبیا چیتی	**اکبر همتی**
تعیین تبخیر، تعرق و نیاز آبی گیاهان مرتعی مقاوم به خشکی جهت برآورد تولید علوفه در مراتع خشک و نیمه‌خشک	**الهام فخیمی**
مقایسه تاریخ‌های مختلف کاشت ارقام جدید و زودرس پنبه با شاهد ورامین در سه منطقه بردسکن، رشتخوار و گناباد خراسان رضوی در شرایط بهره برداران	**فاطمه سعیدنیا**
استفاده هوشمند از منابع آبی جهت پرورش ماهی در استخرهای ذخیره آب کشاورزی	**لاله یزدان پناه گوهرریزی**
زمان های مناسب آبیاری گندم در شرایط کمبود آب در استان گلستان	**علیرضا کیانی**
کاربرد حوضچه رسوب‌گیر در بهبود کیفیت آب استخر و کاهش نیاز به فیلترهای شن در سامانه‌های نوین آبیاری	**رضا پورواعظی**
وضعیت مصرف و بهره‌وری آب در مزارع گوجه‌فرنگی مجهز به کنتورهای هوشمند در ارسنجان فارس	**محمدعلی شاهرخ نیا**
پهنه‌بندی کیفیت آب‌های زیرزمینی برای مدیریت آبیاری قطره‌ای در دشت بردسیر	**هادی کریمی**
اثر بخشی داربستی کردن باغ‌های انگور در ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی	**افشین یوسف گمرکچی**

سخن سردبیر

بی شک اهمیت غذا و امنیت غذایی به عنوان یکی از چالش‌های عصر حاضر و آینده از کسی پوشیده نیست. بالا بردن بهره‌وری آب در ایران با در نظر گرفتن ذخیره‌سازی آب برای نسل‌های آینده، به عنوان یک اولویت کلیدی در راستای مدیریت منابع آب و توسعه پایدار مطرح است. بحران آب در ایران نه تنها به کمبود منابع آبی موجود، بلکه به تغییرات اقلیمی، مصرف بی‌رویه و مدیریت ناکارآمد نیز مرتبط است. بنابراین، برای بهبود بهره‌وری آب و حفاظت از این منابع ارزشمند باید با استفاده از تکنولوژی‌ها و روش‌های نوین، مصرف آب در بخش‌های کشاورزی، صنعتی و شهری را به حداقل رساند. استفاده از سیستم‌های آبیاری هوشمند و کم‌مصرف، انتخاب و ترویج کشت محصولاتی که نیاز کمتری به آب دارند، کاهش تبخیر آب و استفاده از روش‌های متناسب با شرایط اقلیمی و خاکی، استفاده از داده‌های هواشناسی و مدل‌های پیش‌بینی جهت مدیریت هوشمند منابع آبی و کاهش سطح زیر کشت به عنوان یک راهکار مؤثر، به منظور توقف روند افت سطح آب از طریق تعدیل برداشت و همسان‌سازی آن با میزان تغذیه سالانه آبخوان‌ها از راهکارهای افزایش بهره‌وری می باشند.

نادر کوهی

زمستان ۱۴۰۴

امکان‌سنجی کشت ارقام ایرانی ذرت فوق‌شیرین، به عنوان گیاهی کم‌آب‌بر، در شمال استان همدان

مهدی متقی[1]، سعید خاوری‌خراسانی[2] و علیرضا یزدانپناه[3]*

۱- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم باغی و زراعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم باغی و زراعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

۳- عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

E.mail: m.mottaghi@gmail.com

چکیده

ذرت شیرین گیاهی با ارزش بالای غذایی برای انسان است که در تأمین امنیت غذایی نقش دارد. کاشت ارقام ذرت شیرین که به دلیل دوره رشد کوتاه مدت در مقایسه با ارقام دیررس ذرت معمولی، نیاز ی به آبیاری دارند از راهکارهای کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی است. با این حال، اتکای کشاورزان به بذور خارجی ذرت شیرین سبب خروج ارز از کشور و افزایش شدید هزینه‌های تولید در بخش کشاورزی شده است. در چنین شرایطی تولید و معرفی ارقام ایرانی ذرت شیرین سهم به سزایی در کاهش هزینه‌های کشاورزان خواهد داشت. در سال ۱۴۰۳، اقدام به کشت و مقایسه خصوصیات کمی و کیفی سه رقم ایرانی ذرت فوق‌شیرین به نام‌های الیکا، الینا و بارثاوا در منطقه درگزین (واقع در شمال استان همدان) گردید. مطابق نتایج حاصله، ین دوره رشد با ۹۷ روز متعلق به رقم بارثاوا بود. بنابراین کشت این رقم در نیمه اول خردادماه توصیه می‌شود تا احیاناً برداشت بلال با شروع سرمای زودرس پاییزه مصادف نشود. رقم بارثاوا به ترتیب با تولید ۱۷۲۳۹ و ۵۹۶۲ کیلوگرم در هکتار بلال سبز و دانه کنسروی، برتر از دو رقم الیکا و الینا بود. با این همه، درصد استحصال دانه از بلال سبز هر سه رقم بالاتر از حدنصاب لازم (۲۷ درصد) بود. درصد مواد جامد محلول دانه (عدد بریکس) ارقام الیکا، الینا و بارثاوا به ترتیب ۱۸/۲، ۱۴/۴ و ۱۶/۷ درصد بود که بیانگر شرایط مطلوب ارقام الیکا و بارثاوا برای تهیه کنسرو دانه ذرت شیرین است. با توجه به نتایج مطلوب ارقام ایرانی ذرت فوق‌شیرین الیکا، الینا و بارثاوا در تحقیق حاضر- کوتاه بودن دوره رشد، پرشدگی مناسب بلال و رنگ طلایی دانه‌ها، مقادیر قابل قبول عملکردهای بلال سبز و دانه کنسروی، درصد استحصال دانه و مواد جامد محلول دانه- و قیمت مناسب بذر آن‌ها در مقایسه با ارقام وارداتی، توسعه کاشت ارقام ایرانی الیکا، الینا و بارثاوا در شمال استان همدان و مناطق با اقلیم مشابه، به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب، کاهش هزینه‌های تولید و تأمین ذرت شیرین مورد نیاز بازارهای تازه‌خوری و صنایع تبدیلی کشور توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی: دوره رشد، عملکرد بلال سبز، درصد استحصال دانه و عدد بریکس

بیان مسئله

در شرایط کنونی کشور که اولویت در بخش کشاورزی تولید محصول با حداقل مصرف آب است، کشت ذرت شیرین به‌عنوان گیاهی با دوره کوتاه رشد، می‌تواند به‌عنوان یک‌راه حل مطرح شود. ذرت شیرین ازجمله گیاهانی است که به دلیل ارزش غذایی بالا و طعم مطلوب، مصرف آن در ایران طی سال‌های اخیر رواج یافته است (٦). تا حدود یک دهه پیش، بخش عمده ذرت شیرین مصرفی کشور از طریق واردات تأمین می‌شد، به طوری که براساس آمار گمرک ایران در سال ۱۳۹۵، مجموع واردات ذرت شیرین به کشور معادل سه هزار و ۸٦٥ تن به ارزش سه میلیون و ۷۳۱ هزار دلار بوده است. با این حال، افزایش قابل توجه قیمت ارز در سال‌های اخیر، سبب کاهش شدید حجم واردات ذرت شیرین گردید، به طوری که میزان واردات ذرت شیرین (به صورت منجمد یا پخته شده) در سال ۱۳۹۹ به حدود ٤۰۱ تن (به ارزش ٤۳٦ هزار دلار) کاهش یافت (۳). کاهش واردات ذرت شیرین به کشور سبب شد که صنایع تبدیلی رو به تأمین ذرت شیرین مورد نیاز خود از بازار داخلی بیاورند که این امر سبب افزایش سطح زیر کشت ذرت شیرین گردید، به‌طوری‌که مطابق آمار غیر رسمی، در سال ۱٤۰۲ حدود ۱٥۰۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی ایران به کشت ذرت شیرین اختصاص یافته است که با توجه به رشد بازار مصرف پیش‌بینی می‌شود در سال‌های آتی سطح زیر کشت این محصول افزایش یابد. شرایط نامطلوب ذخایر آب زیرزمینی، به همراه کوتاه بودن دوره رشد و نیاز آبی ارقام عموماً زودرس ذرت شیرین (در مقایسه با ارقام دیررس ذرت معمولی) سبب شده است که طی سال‌های اخیر عمده سطح زیر کشت ذرت معمولی در استان همدان، به خصوص نیمه شمالی، به کشت ذرت شیرین اختصاص یابد. به‌طوری‌که براساس آمار (۲)، تنها از شهرستان درگزین (واقع در شمال استان همدان) در سال ۱٤۰۲ حدود ۱۲۰۰۰ تن بلال سبز ذرت قوقشیرین از ٤۳۰ هکتار مزرعه برداشت و جهت تازه‌خوری و فرآوری به بازارهای مصرف و یا صنایع تبدیلی استان همدان و دیگر استان‌های کشور فرستاده شده است. به گفته کارشناسان صنایع تبدیلی، به دلیل بالا بودن درصد استحصال دانه از بلال سبز که ناشی از شرایط مطلوب دمایی استان همدان در فصل تابستان (روزهای گرم و شب‌های خنک) و در نتیجه افزایش فتوسنتز روزانه و کاهش تنفس شبانه است، ذرت شیرین تولیدی استان همدان نسبت به بسیاری از مناطق کشور، برای فرآوری صنعتی (انجماد و یا کنسروسازی دانه) مطلوب‌تر است.

عدم معرفی ارقام ذرت فوقشیرین ایرانی در گذشته، سبب اجبار کشاورزان به استفاده از بذور خارجی گردید. با این همه افزایش غیرمترقبه قیمت ارز در سال ۱٤۰٤، سبب افزایش شدید قیمت بذر ذرت فوقشیرین خارجی گردید به طوری که در پاییز ۱٤۰٤، قیمت بذر ارقام خان و مسنجر به ترتیب به حدود ۸ و ۱۲ میلیون تومان رسید و با توجه به احتمال افزایش قیمت ارز، می‌توان انتظار افزایش بیش از پیش بهای بذر ذرت فوقشیرین وارداتی را در آینده داشت. در چنین شرایطی بهره‌مندی از بذور ارقام ذرت فوقشیرین داخلی مزیت اقتصادی قابل توجهی را برای کشاورزان از نظر هزینه مورد نیاز برای تهیه بذر ایجاد می‌کند.

معرفی دستاورد

طی سال‌های اخیر، برخی شرکت‌های ایرانی اقدام به معرفی و عرضه ارقام جدید ذرت فوقشیرین کرده‌اند که در عین سازگاری با شرایط اقلیمی ایران، از لحاظ کمیت و کیفیت محصول نیز قابل رقابت با ارقام وارداتی هستند. یکی از شرکت‌های دخیل در امر تولید و معرفی ارقام ذرت فوقشیرین، شرکت "بهدان فناور بارثاوا" واقع در مشهد است که اقدام به تولید و معرفی سه رقم ذرت فوقشیرین به نام‌های "الیکا، الینا و بارثاوا" کرده است. با توجه به قیمت مناسب بذور ذرت فوقشیرین شرکت یاد شده (هر کیلوگرم بذر حدود سه میلیون تومان در سال ۱٤۰٤) و به منظور ارزیابی عملکرد ارقام فوق‌الذکر در عرصه تولید،

اقدام به کشت آن‌ها در مزرعه زارع در منطقه درگزین استان همدان در سال ۱۴۰۳ گردید. شایان ذکر است که شهرستان درگزین در فصول سرد سال، نسبت به شهرهای دیگر استان همدان هوای سردتری دارد، اما در تابستان‌ها از آب و هوای نسبتاً معتدلی برخوردار است و میانگین درجه حرارت سالیانه آن به‌طور متوسط ۱۱ درجه سانتی‌گراد است. میانگین ارتفاع شهرستان درگزین ۱۷۳۵ متر و متوسط بارندگی سالیانه این شهرستان نیز حدود ۲۹۸ میلی‌متر محاسبه شده است و در مجموع با توجه به تقسیم‌بندی آب و هوایی، شهرستان درگزین به عنوان منطقه سرد و معتدل کوهستانی محسوب می‌شود (۵).

تاریخ کاشت بذور ارقام ذرت فوق‌شیرین الیکا، الینا و بارثاوا اواسط خردادماه بود. سطح زیر کشت هر رقم، حدود ۱۰۰۰ مترمربع بود. پیش از کاشت، اقدام به عملیات آماده‌سازی زمین از قبیل دیسک و ماله گردید. بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) و نیاز کودی ذرت شیرین، ۲۰۰ کیلوگرم دی‌آمونیوم فسفات، ۱۰۰ کیلوگرم مونوپتاسیم فسفات و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار هم‌زمان با عملیات دیسک به زمین داده شد. هم‌چنین در مرحله ۸-۶ برگی و هم‌زمان با آبیاری، ۲۰۰ کیلوگرم دیگر کود اوره به خاک اضافه شد. روش آبیاری، قطره‌ای (با استفاده از نوارهای تیپ) و دور آبیاری با توجه به شرایط آب و هوایی هر هفت تا ده روز یک‌بار بود. برای مبارزه با آفت‌های زنجره و شته از آفت‌کش کنفیدور به میزان ۱/۵ کیلوگرم در هکتار در مرحله چهار تا شش برگی گیاه و برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش کروز (نیکوسولفورون) به میزان دو لیتر در هکتار در مرحله دو برگی بوته استفاده شد.

در مرحله شیری شدن دانه بلال (شکل‌های ۱، ۲ و ۳)، با انتخاب تصادفی ۳۰ بوته از هر رقم، صفات ارتفاع بوته و قطر ساقه اندازه‌گیری شدند. به منظور حذف اثر حاشیه، بوته‌ها از ردیف‌های میانی و پس از حذف سه متر ابتدا و انتهای هر ردیف انتخاب شدند. با جدا کردن بلال از بوته، عملکرد بلال سبز در واحد سطح محاسبه و پس از آن، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه در بلال تعیین شد. پس از جدا کردن دانه‌ها از چوب بلال، عملکرد دانه کنسروی اندازه‌گیری و نسبت وزن دانه به بلال سبز (درصد استحصال دانه) تعیین گردید. هم‌چنین با استفاده از دستگاه رفراکتومتر چشمی، درصد مواد جامد محلول دانه (عدد بریکس) مشخص گردید. مقایسه ارقام مورد بررسی از نظر میانگین صفات کمی و کیفی، با آزمون تی‌استیودنت و نرم‌افزار SAS انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک مزرعه درگزین

پتاسیم قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	مواد خنثی شونده (درصد)	شن (درصد)	لای (درصد)	رس (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
۲۰۹	۹	۰/۷۷	۰/۰۶	۵	۳۵	۳۶	۲۹	۷/۱۳	۱/۳۳

مقادیر صفات کمی و کیفی ارقام ذرت فوق‌شیرین الیکا، الینا و بارثاوا در جدول ۲ به تفکیک نشان داده شده است. همچنان‌که جدول ۲ نشان می‌دهد، ین طول دوره رشد (از زمان سبز شدن جوانه تا برداشت بلال سبز) با ۹۷ روز متعلق به رقم بارثاوا بود. به طور کلی، طولانی بودن دوره رشد، مطلوب شمرده می‌شود زیرا فرصت ی را برای رشد و نمو و افزایش ارتفاع و عملکرد در اختیار گیاه قرار می‌دهد (۱). همچنان‌که در تحقیق حاضر ین ارتفاع بوته با ۱۸۵/۲ سانتی‌متر متعلق به رقم بارثاوا بود که سبب برتری معنی‌دار آن نسبت به سایر ارقام گردید. با توجه به این‌که افزایش شدید ارتفاع بوته، امکان ورس ساقه در مناطقی چون همدان که با وزش بادهای شدید تابستانه مواجه هستند را افزایش می‌دهد، میزان قطر ساقه به عنوان عاملی برای مقاومت بوته در برابر ورس از اهمیت خاصی برخوردار است (۷). مطابق جدول ۲، ین قطر ساقه با ۲/۴۵ سانتی‌متر مربوط به رقم بارثاوا بود که این امر از مقاومت مطلوب این رقم به ورس، علیرغم ارتفاع نسبتاً زیاد بوته، حکایت دارد.

جدول ۲- مقایسه برخی صفات کمی و کیفی ارقام ذرت فوق‌شیرین الیکا، الینا و بارثاوا در مزارع کشاورزان شهرستان درگزین

رقم	روز تا برداشت بلال	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (سانتی‌متر)	عملکرد بلال سبز (کیلوگرم در هکتار)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه در بلال	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه کنسروی (کیلوگرم در هکتار)	درصد استحصال دانه	مواد جامد محلول دانه (درصد)
الیکا	۸۰	۱۷۲/٤	۲/٤۰	۱٦۳۲۸	٤٦/۲	۱٥/۸	۳۸٦/٤	٥۷۲٦	۲۸/٥	۱۸/۲
الینا	۸۳	۱٦۸/۷	۲/۳۳	۱٤۹۲٤	٤۲/٥	۱۸/۰	۳٥٦/۰	٥۳۱۳	۲۹/٤	۱٤/٤
بارثاوا	۹۷	۱۸٥/۲	۲/٤٥	۱۷۲۳۹	٤۸/۲	۱۷/٦	٤۰۰/۱	٥۹٦۲	۲۸/۹	۱٦/۷
آماره t (الیکا و الینا)	–	۱/٥٦	۱/۲۹	۱/۷٥	۱/۲۲	۱/٦۹	۱/۷۸	۱/۱٦	۱/۲۳	۲/۳۳*
آماره t (الیکا و بارثاوا)	–	۲/۳۱*	۱/۰۸	۰/٦٤	۰/۸۷	۱/۲۰	۱/۱٤	۰/۸۷	۱/۳۸	۱/۲۱
آماره t (الینا و بارثاوا)	–	۲/٥۸*	۱/٤۱	۲/٤۰*	۱/۷۳	۱/۰۱	۲/۲۳*	۱/٦۳	۰/۹٥	۱/۸۲

*: معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد

مهم‌ترین صفت برای کشاورزان، عملکرد بلال سبز در واحد سطح (هکتار) است که درآمد آن‌ها از زراعت ذرت شیرین را تعیین می‌کند (۱). در تحقیق حاضر رقم بارثاوا با ۱۷۲۳۹ کیلوگرم در هکتار ین عملکرد بلال سبز را به خود اختصاص داد و ارقام الیکا و الینا با به ترتیب ۱٦۳۲۸ و ۱٤۹۲٤ کیلوگرم در هکتار در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). با لحاظ کردن قیمت هر کیلوگرم بلال سبز ذرت شیرین برابر با ۲٥ هزار تومان (براساس قیمت عمده فروشی در سال ۱٤۰٤)، درآمد حاصل از کشت ارقام بارثاوا، الیکا و الینا برای کشاورزان به ترتیب حدود ٤۳۱ میلیون، ٤۰۸ میلیون و ۳۷۳ میلیون تومان در هر هکتار بوده است.

تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف، مجموعاً تعداد دانه در هر بلال را تشکیل می‌دهند. تعداد دانه در بلال از مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه ذرت است که از این میان، تعداد ردیف دانه در بلال در مرحله شش تا هشت برگی گیاه تعیین می‌شود و عمدتاً تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است، در حالی که تعداد دانه در هر ردیف تحت تأثیر شرایط محیطی است (۱). در تحقیق حاضر، بیش‌ترین تعداد دانه در ردیف با ٤۸/۲ واحد متعلق به رقم بارثاوا و ین با ٤۲/٥ واحد متعلق به رقم الینا بود. در مقابل ین ردیف دانه با ۱۸ واحد متعلق به رقم الینا و کمترین با ۱٥/۸ واحد متعلق به رقم الیکا بود. وزن دانه (وزن هزار دانه) یکی دیگر از اجزای عملکرد دانه ذرت است که عمدتاً در مرحله رشد زایشی گیاه تعیین می‌شود (۱). در تحقیق حاضر، بیش‌ترین وزن هزاردانه با ٤۰۰/۱ گرم متعلق به رقم بارثاوا بود و ارقام الیکا و الینا با به ترتیب ۳۸٦/٤ و ۳٥٦/۰ گرم در رده‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲).

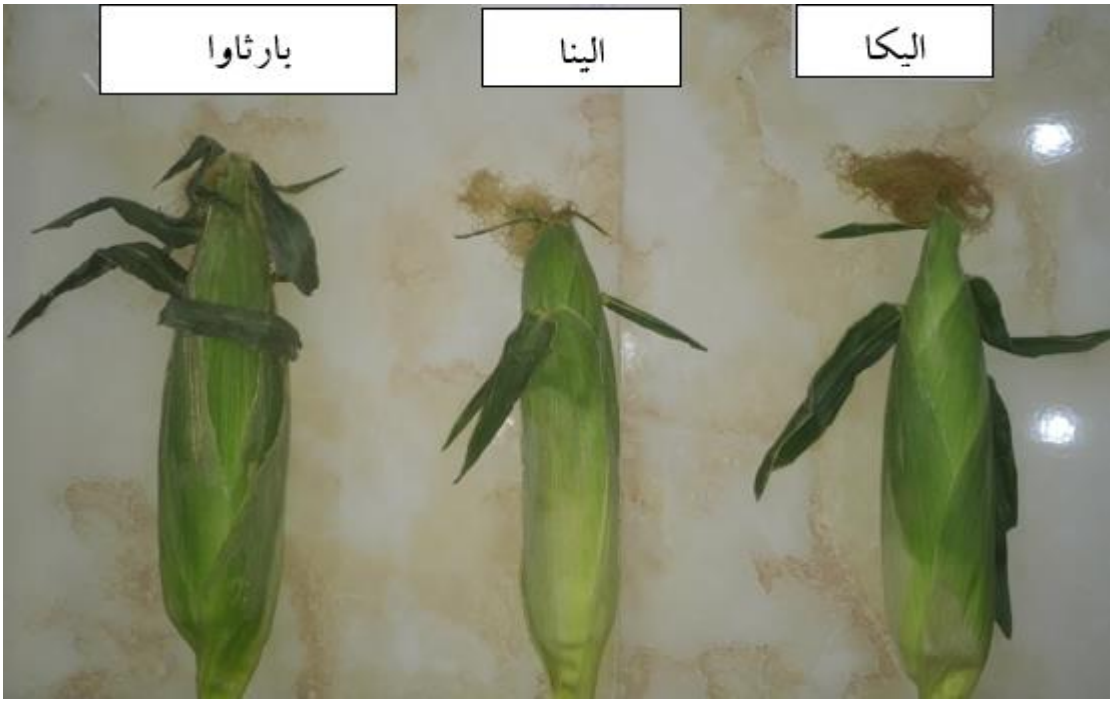
عملکرد دانه کنسروی، از صفات مهم برای صنایع تبدیلی جهت تهیه کنسرو و یا منجمد ساختن دانه ذرت شیرین است. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه کنسروی با صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف پیش از این مورد اشاره قرار گرفته است (۷). در تحقیق حاضر، رقم بارثاوا با داشتن بالاترین تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه، بیش‌ترین عملکرد دانه کنسروی را با ٥۹٦۲ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد، درحالی‌که ارقام الیکا و الینا به ترتیب با ٥۳۱۳ و ٥۷۲٦ کیلوگرم در هکتار در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). درصد استحصال دانه از بلال سبز، از دیگر صفات مورد توجه صنایع تبدیلی است که کم‌ترین میزان قابل قبول آن ۲۷ درصد است (٤). مطابق جدول ۲، میزان استحصال دانه از بلال سبز ارقام الینا، بارثاوا و الیکا به ترتیب ۲۹/٤، ۲۸/۹ و ۲۸/٥ درصد بود که از قابل قبول بودن هر سه رقم از نظر صفت درصد استحصال دانه حکایت دارد.

در صنایع تبدیلی، میزان قند ذرت شیرین به‌عنوان یک عامل مهم جهت تعیین کیفیت و طعم محصول مورد توجه و ارزیابی قرار می‌گیرد. برای تعیین مقدار قند دانه، میزان مواد جامد محلول در دانه (عدد بریکس) اندازه‌گیری می‌شود. زیرا بیش‌ترین درصد مواد جامد محلول دانه را قندها تشکیل می‌دهند. کندتر بودن فرآیند تبدیل قند به نشاسته و کاهش رطوبت دانه در ارقام ذرت فوق‌شیرین نسبت به ارقام ذرت شیرین معمولی، امکان به تأخیر انداختن فرآوری بلال تا ۸-۷ روز پس از برداشت را فراهم می‌سازد که این امر، با توجه به زمان‌بر بودن فرایند برداشت و انتقال بلال به صنایع تبدیلی، از مزیت‌های عمده ارقام فوق‌شیرین نسبت به ارقام شیرین معمولی به شمار می‌آید (٤) در تحقیق حاضر، سه رقم الیکا، بارثاوا و الینا با به ترتیب ۱۸/۲، ۱٦/۷ و ۱٤/٤ درصد در رتبه‌های اول تا سوم از نظر صفت کیفی عدد بریکس قرار گرفتند (جدول ۲). صنایع تبدیلی ذرت‌های با درصد بالای بریکس را ترجیح می‌دهند. زیرا دانه‌های با درصد پایین بریکس (و درصد بالای نشاسته)، به سرعت سفت گردیده و در داخل کنسرو به رنگ سفید درمی‌آیند که مطلوب نظر مصرف‌کننده نهایی نیست (۷). با توجه به این امر به نظر می‌رسد که ارقام الیکا و بارثاوا نسبت به رقم الینا، گزینه‌های بهتری جهت تهیه کنسرو دانه ذرت شیرین به شمار می‌آیند.

شکل ۱- رقم الیکا در مرحله شیری شدن دانه

شکل ۲- رقم الینا در مرحله شیری شدن دانه

شکل ۳- رقم بارثاوا در مرحله شیری شدن دانه



شکل ٤- مقایسه بلال‌های سبز ارقام الیکا، الینا و بارثاوا

شکل ٥- مقایسه بلال‌های پوست‌گیری شده ارقام الیکا، الینا و بارثاوا

لازم به ذکر است که به دلیل برداشت دستی بلال ذرت شیرین، کشاورزان ترجیح می‌دهند که زمین‌های خود را به چند قسمت تقسیم کرده و هر قسمت را در زمان متفاوتی به زیر کشت ببرند تا بدین گونه فرصت کافی برای برداشت بلال قسمت‌های مختلف مزرعه و ارسال آن‌ها به بازار تازه‌خوری یا صنایع تبدیلی را داشته باشند. با توجه به این امر و طولانی بودن نسبی دوره رشد رقم بارثاوا نسبت به ارقام الیکا و الینا، پیشنهاد می‌شود که رقم بارثاوا در اوایل فصل رشد (اوایل خرداد ماه در شمال استان همدان)

کشت شود تا زمان کافی برای رشد و نمو و تولید حداکثر محصول پیش از مواجهه با سرمای پاییزه را داشته باشد. هم‌چنین می‌توان ارقام الیکا و الینا را با توجه به زودرسی نسبی و احتمال اندک برخورد با سرمای زودرس پاییزه، در اواخر خرداد تا اواسط تیرماه کشت کرد. با توجه به این‌که برای هر هکتار مزرعه ذرت شیرین، حدود ۱۰ کیلوگرم بذر لازم است، جایگزینی بذور ارقام خارجی ذرت فوق‌شیرین (برای مثال ارقام مسنجر و خان با بهای هر کیلوگرم بذر به ترتیب ۱۲ و ۸ میلیون تومان) با بذور ارقام ایرانی (به قیمت حدود سه میلیون تومان به ازای هر کیلوگرم بذر) به ترتیب سبب ۹۰ و ۵۰ میلیون تومان صرفه‌جویی در هزینه خرید بذر ذرت فوق‌شیرین در هر هکتار می‌شود که ضمن جلوگیری از خروج ارز از کشور، سبب کاهش هزینه‌های کشاورز می‌شود.

توصیه ترویجی

ذرت شیرین گیاهی با ارزش بالای غذایی برای انسان است که در تأمین امنیت غذایی و کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی، به دلیل طول دوره رشد کوتاه، نقش دارد. با توجه به نتایج مطلوب ارقام ایرانی ذرت فوق‌شیرین الیکا، الینا و بارثاوا در تحقیق حاضر دوره کوتاه رشد، پرشدگی مناسب بلال و رنگ طلایی دانه‌ها (شکل ۵)، مقادیر قابل قبول عملکردهای بلال سبز و دانه کنسروی، درصد استحصال دانه و مواد جامد محلول دانه و قیمت مناسب بذر آن‌ها در مقایسه با ارقام وارداتی، توسعه کاشت ارقام ایرانی الیکا، الینا و بارثاوا در شمال استان همدان و مناطق با اقلیم مشابه، به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب، کاهش هزینه‌های تولید و تأمین ذرت شیرین مورد نیاز بازارهای تازه‌خوری و صنایع تبدیلی کشور توصیه می‌شود. شایان ذکر است که بذور ذرت فوق‌شیرین یاد شده در بسته‌بندی‌های یک کیلوگرمی (حاوی حدود ۷۰۰۰ بذر) و به صورت ضدعفونی شده با سم قارچ‌کش کاربوکسین تیرام به بازار عرضه شده است و امکان تهیه آن در تمامی کشور وجود دارد.

فهرست منابع

۱. آقاعلیخانی، م. و محمدی، خ. ۱۳۹۷. ذرت شیرین، رهیافت‌های به‌زراعی و به نژادی. دانشگاه تربیت مدرس. ٤١٠ صفحه.

۲. آمار پایه‌ای کشاورزی استان همدان. ١٤٠٢. سازمان جهاد کشاورزی استان همدان.

۳. آمار گمرک ایران، ۱۳۹۹. وزارت اقتصاد و بازرگانی.

٤. حق‌بین، ف.، خاوری خراسانی، س. و حکیم‌عطار، ب. ۱۳۹۳. زراعت و فرآوری صنعتی: ذرت شیرین و بلال کوچک. نشر سروا. ١٧٤ صفحه.

۵. دل‌انگیز، غ.ر. و تیموری، م. ۱۳۹۸. پهنه‌بندی اقلیم توریسمی استان همدان. نشر گروه آموزشی مدرس، ۱۲۹ صفحه.

٦. متقی، م. ۱۳۹۹. ذرت شیرین، گیاهی با دوره رشد کوتاه و مصرف آب کم. مروج، ۱۵۸ (۲): ۳۲-۲٦.

۷. متقی، م. و یزدان پناه، ع. ١٤٠٤. واکنش ارقام ذرت فوق‌شیرین به تاریخ کاشت از نظر صفات مرتبط با عملکرد دانه، بلال و فرآوری صنعتی. تولیدات گیاهی، ٤٨ (٢): ٢٦٣-٢٤٧.

تاثیر کم آبیاری و کودهای زیستی بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ارقام لوبیا چیتی

اکبر همتی

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

Email: a.hemati@areeo.ac.ir

چکیده

جهت بررسی اثرات رقم، باکتری و رژیم آبیاری در تثبیت نیتروژن و عملکرد لوبیا، اقدام به اجرای آزمایش در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان فارس طی سال‌های ۱۳۹۹و ۱۴۰۰ گردید. در قالب آزمایش اسپلیت پلات – فاکتوریل سه رژیم کم آبیاری ، حذف یک دور آبیاری قبل از گل‌دهی، حذف دو دور آبیاری قبل و بعد از گل دهی و آبیاری طبق نیاز آبی گیاه در سطوح اصلی و سه رقم لوبیا چیتی کوشا، صالح و محلی سده و سه سویه‌ی باکتری ریزوبیوم ۱۷۷ ، ۱۶۰ و۵۴ به صورت ترکیبی در سطوح فرعی قرار داشت. عملکرد دانه، وزن صد دانه، محتوی نسبی آب برگ و کارآیی مصرف آب اندازه‌گیری شد. بیشترین عملکرد دانه برابر۲۶۵۸ کیلوگرم در هکتار در رقم کوشا تلقیح شده با باکتری ریزوبیوم سویه‌ی ۵۴ با حذف یک دور آبیاری قبل از گل‌دهی بود. بیشترین محتوای نسبی آب برگ برابر ۷۰/۶ درصد در لوبیای محلی تلقیح شده با باکتری ریزوبیوم سویه‌ی ۵۴ با حذف دو دور آبیاری قبل و بعد از گل‌دهی بود. حجم آب مصرفی در تیمارهای تنش برابر ۱۶۹۵۰ و ۱۵۷۵۰ مترمکعب در هکتار بود. لوبیای صالح بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب برابر ۰/۱۶ کیلوگرم در متر مکعب داشت. بیشترین وزن صد دانه، نیتروژن و درصد پروتئین دانه در تیمارهای تلقیح شده و در شرایط کم آبیاری بود. نتایج نشان داد تلقیح بذر لوبیا چیتی رقم کوشا به میزان دو کیلو کودزیستی در ۱۰۰ کیلو بذر، و حذف یک دور آبیاری قبل از گل‌دهی، باعث افزایش کارآیی مصرف آب آبیاری بدون افت عملکرد خواهد شد.

واژه های کلیدی: آبیاری، کارآیی مصرف آب، کود، لوبیا

بیان مسئله

با توجه به حساسیت لوبیا به تنش خشکی، در سال‌های خشکسالی خسارت زیادی به لوبیاکاران وارد می‌گردد. آزمایش‌ها نشان دادند که استفاده از رقم مناسب لوبیا و کودزیستی در زمان کشت، از طریق فرآیند تثبیت زیستی نیتروژن، موجب رشد بیشتر گیاه در شرایط تنش خشکی بدون افت عملکرد محصول خواهد شد. در کشور سالانه بیش از ۱۰۰ هزار هکتار لوبیا کشت می شود (۲). به‌طور متوسط در هر هکتار لوبیا حدود ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره مصرف می‌شود. در حالی که این گیاه توانایی تثبیت زیستی نیتروژن داشته و قادر است دست کم ۷۰ درصد نیاز نیتروژنی خود را از این طریق تامین نماید(۹، ۸ و ۱۰). متاسفانه کشاورزان هیچ گونه اطلاعی از فرآیند تثبیت زیستی نیتروژن و نحوه استفاده از کودهای زیستی در زراعت لوبیا ندارند. با فراهم نمودن شرایط مناسب تثبیت نیتروژن از جمله تعیین رقم لوبیا و باکتری مناسب جهت تلقیح، مصرف کود اوره از ۳۰۰ کیلو گرم به ۵۰ کیلوگرم در هکتار کاهش خواهد یافت. این کاهش مصرف کود اوره در کشور در زراعت لوبیا حدود۲۵ هزار تن است. اگر قیمت هر کیلو کود اوره را ۱٤۰۰۰ تومان در نظر بگیریم، میزان صرفه جویی ناشی از کاهش مصرف کود اوره در کل کشور بیش از ۳۵۰ میلیارد تومان می‌باشد. علاوه بر کاهش هزینه کود مصرفی، افزایش عملکرد و درصد پروتئین لوبیا و کاهش آلودگی منابع آب و خاک (کاهش نیترات) از دیگر مزایای استفاده از کودهای زیستی در زراعت لوبیا است (شکل ۱). بر اساس آزمایش-های انجام شده مصرف یک تا دو کیلوگرم مایه‌ی تلقیح باکتری یا قارچ، موجب افزایش حداقل ۲۰ تا ۳۰ درصدی عملکرد دانه در هر هکتار لوبیا شده است. با توجه به قیمت بالای لوبیا در بازار، این افزایش عملکرد از نظر اقتصادی علاوه بر پوشش دادن هزینه تامین کود زیستی، موجب کاهش هزینه‌های مصرفی و افزایش درآمد در هر هکتار خواهد شد. بررسی‌های اقتصادی مصرف کودهای زیستی در زراعت لوبیا نشان داده استفاده از کود زیستی ریزوبیوم موجب افزایش ۵۷/۲۲ درصد بازده ناخالص نسبت به کودهای شیمیایی شده است (۷).

شکل ۱-کنتور حجمی جهت اندازه‌گیری حجم آب آبیاری

معرفی دستاورد

روش اجرای آزمایش: آزمایش دارای سه عامل بود. الف: تیمارهای کم آبیاری شامل، حذف یک دور آبیاری قبل از گل‌دهی، حذف دو دور آبیاری قبل و بعد از گلدهی و آبیاری طبق نیاز آبی گیاه(کنترل). ب: ارقام لوبیا چیتی شامل کوشا، صالح و محلی و ج: کود زیستی شامل سویه‌ی ۱۷۷ ، سویه‌ی ۱۶۰ و سویه‌ی ٥٤. هر کرت دارای چهار ردیف کشت با طول پنج متر و فاصله بین هرردیف ۵۰ سانتی متربود. بین هر کرت نیم مترو بین هر تکرار دو متر فاصله نکاشت وجود داشت. مبارزه با آفات و علف‌های هرز طبق عرف محل انجام گردید. جهت برنامه ریزی آبیاری از پایش رطوبی خاک استفاده شد. برای تعیین حجم آب مورد لزوم در هر دور آبیاری، با اندازه گیری رطوبت وزنی خاک ، حجم آب مورد نیاز هر تیمار تا رسانیدن عمق توسعه ریشه(۶۰ cm) به حد ظرفیت زراعی از طریق فرمول زیر تعیین و با نصب کنتور حجمی(شکل۲) مصرف شد(۱).

$$In=(FC-Mt) \times D \times b/100$$

In عمق آب آبیاری mm ، Fcرطوبت ظرفیت مزرعه ای mm ، Mt رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری، D عمق ریشه mm

B جرم مخصوص ظاهری g/cm^3. رطوبت در حد ظرفیت مزرعه ای و پژمردگی دایم به روش صفحات تحت فشار تعیین گردید. جهت تعیین حجم ناخاص آبیاری، راندمان ۶۰ درصد در نظر گرفته شد. عمق توسعه ریشه با توجه به مراحل مختلف رشد و نشریه FAO-33 در نظر گرفته شده است. دور آبیاری بسته به رطوبت خاک در طول دوره رویش گیاه متفاوت بود. در ابتدا و انتهای دوره رویش، به علت کاهش دما فاصله بین دور آبیاری بیشتر و در مراحل گلدهی و پر شدن غلاف‌ها دوره آبیاری کمتر بود. به طور کلی فاصله دور آبیاری از پنج روز تا یک هفته متفاوت بود.

مراحل فنولوژیکی لوبیا به دو فاز اصلی تقسیم می‌شود که شامل چهار مرحله در فاز رویشی (V)، جوانه‌زنی یا سبز شدن و ظهور لپه‌ها در سطح خاک (V1)، ظهور برگ‌های اولیه (V2)، ظهور سه برگچه اول (V3) و ظهور سه برگچه سوم (V4) که بر اساس تعداد گره روی ساقه اصلی استوار است و پنج مرحله در فاز زایشی (R)، آغاز گل‌دهی یا تشکیل غنچه‌های گل (R5)، گل‌دهی (R6)، تشکیل نیام (R7)، پرشدن نیام (R8) و رسیدگی فیزیولوژیکی (R9) که روی خصوصیات نیام و دانه بیشتر تکیه دارد می‌باشد (٤). در این آزمایش تیمارهای کم آبیاری در مراحل V4 و R8 اعمال شده‌اند.

در مرحله پرشدن نیام(R8)، زمانی که تیمارها تحت مقادیر متفاوت کم آبیاری قرار داشتند، محتوای نسبی آب برگ اندازه-گیری شد. در زمان برداشت، عملکرد، اجزای عملکرد، و کارآیی مصرف آب آبیاری، درصد نیتروژن و پروتئین دانه اندازه‌گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل اقتصادی، از تکنیک بودجه بندی جزئی و معیار بازده ناخالص که با کنار گذاشتن هزینه‌های مشترک بین تیمارها، از درآمدها و هزینه‌های متغیر بین تیمارها برای تجزیه و تحلیل بهره می‌گیرد، استفاده شد (۳).

نتایج تجزیه نمونه خاک قبل از اجرای آزمایش(جدول۱) نشان داد که خاک محل آزمایش غیرشور، آهکی و از نظر مواد آلی فقیر می‌باشد. مقادیر فسفر و پتاسیم آن کمتر از حد بحرانی است. تمامی مقادیر عناصر کم مصرف به غیر از منگنز در خاک محل آزمایش کمتر از حد بحرانی آنها بود. حد بحرانی عناصر غذایی قابل استفاده در خاک برای لوبیا برابر ۳۰۰، ۱۵، ۱، ۸، ٦، ۲ و ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌ترتیب برای پتاسیم،فسفر، مس، منگنز، آهن، روی و بر گزارش شده است (۵). بافت خاک نیز رسی است. فراوانی باکتری ریزوبیوم بومی همزیست لوبیا در خاک محل آزمایش برابر ۹٦۰۰ باکتری در یک گرم خاک بود (جدول۱). با توجه کاهش جمعیت ریزوبیوم بومی، به نظر می‌رسد برای داشتن یک همزیستی مناسب، مایه‌زنی لوبیا با این باکتری ضروری است.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک محل آزمایش

عمق cm	هدایت الکتریکی dSm^{-1}	اسیدیته	مواد خنثی شونده درصد	نیتروژن فسفر پتاسیم درصد	کربن آلی درصد	آهن روی منگنز مس میلی گرم در کیلوگرم	شن لای رس درصد	جمعیت باکتری بومی ریزوبیوم خاک سلول در گرم خاک
۰- ۳۰	۰/۹۶	۷/۷	۲۵	۰/۰۶ ۶/۶ ۲۵٤	۰/۵۵	۵/۵ ۰/۵۸ ۱۳/۵ ۰/۷۲	٤۳ ۳۰/۶ ۲۶/٤	۹/۶×۱۰^{۳}

عملکرد دانه: بیشترین مقدار عملکرد دانه به میزان ۲٦۵۸ کیلوگرم در هکتار در لوبیا چیتی رقم کوشا تلقیح شده با باکتری ریزوبیوم سویه‌ی ٥٤ در شرایط حذف یک مرتبه آبیاری قبل از گل‌دهی حاصل شد. بیشترین وزن ۱۰۰ دانه مربوط به رقم کوشا تلقیح شده با سویه‌ی ریزوبیوم ٥٤ در شرایط بدون کم آبیاری با وزن صد دانه برابر ٤۰/۱ گرم بود (٦). بیشترین تعداد غلاف در بوته در رقم صالح تلقیح شده با ریزوبیوم سویه‌ی۱٦۰ در شرایط حذف دو مرتبه آبیاری قبل و بعد از گل‌دهی (S2V2R2) به میزان ۱۵/۸ حاصل بود(جدول۲).

جدول۲- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده بر اساس آزمون LSD در دو سال آزمایش

تعداد غلاف در بوته	وزن صد دانه (g)	محتوای نسبی آب برگ(٪)	عملکرد دانه ($kgha^{-1}$)	باکتری	تیمار رقم	آبیاری
۱۰/۱^{edgcf}	۳۸/۱^{ebdac}	٦۵/۵ bdac	۲۲۸٦ ^{ebdac}	R1	کوشا	حذف یک دور آبیاری
۱۲/٦^{ebdagcf}	۳۷/۷^{ebdac}	٦٤/۲^{bdac}	۱۹۷٦^{edcf}	R2		
۱۲/٤^{ebdagcf}	۳۹/۵^{ba}	٦۵/۸^{bdac}	۲٦۵۸^{a}	R3		
۸/٦^{g}	۳٦/۹^{edc}	٦۱/۳^{dc}	۲۳۷٦^{bac}	R1	صالح	
۸/۹^{gf}	۳۷/۵^{ebdc}	٦۷/۲ ^{bac}	۲۱۷۸ ^{ebdac}	R2		
۱۰/۵^{ebdgcf}	۳۷/۵^{ebdc}	٦٤/۲^{bdac}	۲۳۸٦^{bac}	R3		
۹/۲^{egf}	۳٦/٤^{ed}	٦۸/۲^{ba}	۱۷۹۱^{f}	R1	سده	
۱۳/۷^{ebdagcf}	۳٦/۸^{edc}	٦۵/۹^{bdac}	۱۸۸۰^{edf}	R2		
۹/۳^{egf}	۳۷/٤^{ebdc}	٦۸^{ba}	۱۸۸٦^{edf}	R3		
۱٤/۱^{ebdacf}	۳۸/۱^{ebdac}	٦٤/۹^{bdac}	۱۸۸٦^{edf}	R1	کوشا	
۱۱/۵ebda	۳٦/۲e	٦۵^{bdac}	۱۸۳٦^{ef}	R2		

حذف دو دور آبیاری	صالح	R3	۱۹۸۵^{ebdcf}	٦۹/۷^{a}	۳۷/۲^{ebdc}	۱٤/۳^{ebdac}
		R1	۱۹۱٦^{edcf}	٦۹/٤^{a}	۳۷/۹^{ebdac}	۱٤^{ebdacf}
		R2	۱۸۵۵^{edf}	٦۵/۲^{bdac}	۳۹^{bac}	۱۵/۸^{a}
		R3	۱۸٦۵^{edf}	٦۷/٤^{bac}	۳۸^{ebdac}	۱٤/۸^{bdac}
	سده	R1	۲۱۵٦^{ebdcf}	۷۰/۳^{a}	۳۸^{ebdac}	۱٤/۹^{bdac}
		R2	۲۲۱۱^{ebdacf}	٦۷/۵^{bac}	۳۷/۷^{ebdac}	۱۱/۳^{ebdagcf}
		R3	۱۹۷۰^{edcf}	۷۰/٦^{a}	۳۷/۷^{ebdac}	۱۵/٤^{ba}
آبیاری براساس نیاز آبی	کوشا	R1	۲۰۷۱^{ebdcf}	٦۵/۳^{bdac}	۳٦/۷^{edc}	۱۳/٦^{ebdagcf}
		R2	۲۰۷۸^{ebdcf}	۵۹/۵^{d}	۳٦/۳^{ed}	۱۰/۸^{ebdagcf}
		R3	۲۳۳۱^{bdac}	٦۲/۵^{bdc}	٤۰/۱^{a}	۱۳/۲^{ebdagcf}
	صالح	R1	۲٤٦٦^{ba}	٦٦^{bac}	۳۸/٦^{bdac}	۱٤^{ebdacf}
		R2	۱۹۹۰^{ebdcf}	٦۹/۵^{a}	۳۸/۳^{ebdac}	۱۰^{edgf}
		R3	۲۳۷۵^{bac}	٦۵/٦^{bdac}	۳۷/٤^{ebdc}	۱۰/۳^{ebdgcf}
	سده	R1	۱۹۲۵^{edcf}	٦۸/۱^{ba}	۳٦/٦^{ed}	۹/۸^{edgf}
		R2	۲۲۷۳^{ebddacf}	٦۵/۵^{bdac}	۳۸^{ebdac}	۱۱/۱^{ebdagcf}
		R3	۲۰۵۳^{ebdcf}	٦٤/۲^{bdac}	۳٦/۳^{ed}	۱۵/۳^{bac}

میانگین های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند.

(S_1: حذف یک مرحله آبیاری قبل از گل دهی، S_2:حذف دو مرحله آبیاری قبل و بعد از گل دهی، S_3:آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه، V_1: رقم کوشا، V_2:رقم صالح، V_3: رقم محلی، R_1: ریزوبیوم سویه‌ی۱۷۷، R_2: ریزوبیوم سویه‌ی ۱٦۹، R_3:ریزوبیوم سویه‌ی ٥٤).

کارآیی مصرف آب آبیاری: در سال اول در تاریخ دوازدهم خرداد اولین آبیاری انجام شد و آخرین آبیاری در تاریخ پانزدهم شهریور بود. تیمار حذف یک دور آبیاری پانزده مرتبه، تیمار حذف دو دور ۱٤ مرتبه و تیمار شاهد ۱٦ مرتبه آبیاری شد. حجم آب مصرفی در تیمارها برابر ۱٦۹۵۰ ، ۱۵۷۵۰ و ۱٦۸۳۳ متر مکعب در هکتار به‌ترتیب بود. عملکرد دانه در این تیمارها نیز به ترتیب برابر ۱٤۲۱، ۱۵۹۱ و ۱۵۷۳ کیلوگرم در هکتار بود. کارآیی مصرف آب بر حسب عملکرد اقتصادی به‌ترتیب برابر ۰/۰۸ ، ۰/۰۹ و ۰/۱ کیلوگرم در متر مکعب آب آبیاری بود. در سال دوم، اولین آبیاری در تاریخ سی‌ام اردیبهشت و آخرین آبیاری نیز در پانزدهم شهریور انجام شد. تعداد دفعات آبیاری همانند سال اول ۱٦ مرتبه بود. حجم آب مصرفی در تیمارها به‌ترتیب برابر ۱۷۱٦٤، ۱٦۸۸٦ و ۱۹۵۵۳ متر مکعب در هکتار بود. کارآیی مصرف آب در این تیمارها نیز به‌ترتیب برابر ۰/۱۷، ۰/۱٤ و ۰/۱٤ کیلوگرم در متر مکعب آب آبیاری بود. بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب برابر ۰/۱٦ کیلوگرم بر متر مکعب آب مربوط به رقم کوشا در شرایط کم آبیاری بود جدول۳). یکی از دلایل افزایش حجم آب مصرفی در تیمارها، خصوصاً تیمار شاهد در سال دوم نسبت به سال اول، گرمتر بودن دمای خاک در سال دوم نسبت به سال اول است. میانگین دما در تیر ماه در سال دوم آزمایش (۱٤۰۰) برابر ۲۵درجه سانتی گراد بود، در حالی که این عدد در سال اول (۱۳۹۹) برابر ۲۳ درجه سانتی گراد بود.

جدول۳- کارآیی مصرف آب بر حسب عملکرد اقتصادی ارقام لوبیا(kgm^{-3})

رقم/ آبیاری	سال اول			سال دوم		
	S_1	S_2	S_3	S_1	S_2	S_3
کوشا	۰/۱	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۳
صالح	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱٦	۰/۱٦	۰/۱٤
محلی	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱٦	۰/۱۵	۰/۱۳

S1 حذف یک دور آبیاری در مرحلهV4 ، S2 حذف دو دور آبیاری در مراحل V4 و R8 و S3 آبیاری طبق نیاز آبی گیاه (بدون تنش خشکی)

محتوای نسبی آب برگ: یکی از نشانه‌های پایداری گیاه در تنش‌های خشکی مقدارنسبی آب برگ است. به‌عبارت دیگر هر چه محتوی نسبی آب برگ گیاه بیشتر باشد (بیشتر از ٦۵ درصد)، پایداری گیاه در برابر تنش‌های خشکی بیشتر خواهد بود. برگ پرچم بهترین نمونه جهت اندازه‌گیری محتوی نسبی آب می‌باشد. بنابراین بهترین زمان اندازه‌گیری این خصوصیت در مرحله گلدهی است که برگ پرچم در دسترس است. در این آزمایش مشاهده شد که بیشترین مقدار محتوی نسبی آب برگ برابر ۷۰/٦ درصد در لوبیای محلی تلقیح شده با باکتری ریزوبیوم سویه‌ی ٥٤ در شرایط حذف دو مرحله آبیاری قبل و بعد از گل‌دهی بود. همان‌طور که در جدول دو ملاحظه می‌شود بین تیمارهای آزمایش در محتوی نسبی آب برگ اختلاف معنی‌دار می‌باشد. این نشان دهنده تاثیر تیمارهای آزمایش در مقدار آب برگ است. یعنی در زمان اندازه‌گیری این معیار بین تیمارها اختلاف وجود داشته است.

در تنش خشکی جذب آب توسط ریشه کاهش یافته لذا محتوی نسبی آب برگ کاهش می‌یابد . هر عاملی که بتواند موجب افزایش جذب آب و کاهش تعرق در گیاه گردد، باعث افزایش آب برگ و پایداری گیاه به تنش خشکی خواهد شد. رقم گیاه نقش مهمی در این فرآیند دارد. همان‌طور که در شکل چهار مشاهده می‌شود، در این آزمایش رقم محلی نسبت به دو رقم کوشا و صالح برتری دارد. لذا در معرفی ارقام مقاوم به خشکی لوبیا، رقم محلی سده اقلید می‌تواند منبع مناسبی در مطالعات باشد.

درخصوص تاثیر باکتری‌های ریزوبیوم در افزایش محتوای نسبی آب برگ باکتری ریزوبیوم سویه‌ی ٥٤ بیشترین محتوای نسبی آب برگ را داشت. افزایش محتوای نسبی آب برگ لوبیای تلقیح شده هم در شرایط بدون تنش خشکی و هم در شرایط تنش خشکی بود. در مجموع در این آزمایش، بیشترین مقدار محتوای نسبی آب برگ برابر ۷۰/٦ درصد در لوبیای محلی تلقیح شده با سویه‌ی ریزوبیوم ٥٤ در شرایط کم آبیاری (حذف دو مرحله آبیاری قبل و بعد از گلدهی) بود. در همین راستاگزارش شده که استفاده تلفیقی باکتری‌های ریزوبیوم و محرک رشد، باعث افزایش ۱۹ درصدی محتوای نسبی آب و ۵۱ درصدی کارآیی مصرف آب شده است (۸). اثرات متقابل رقم لوبیا، نوع باکتری و کم آبیاری در محتوی نسبی آب برگ در شکل شش ارایه شده است.

درصد نیتروژن و پروتئین دانه: رقم کوشا تلقیح شده با ریزوبیوم ۱٦۰ و حذف یک دوره آبیاری قبل از گل‌دهی بیشترین درصد نیتروژن و پروتئن دانه به‌ترتیب برابر ۳/۳ و ۲۱ درصد داشت. بر اساس ارزیابی‌های اقتصادی نتایج آزمایش، اعمال تنش

خشکی در قالب کاهش تعداد دفعات آبیاری در مزارع لوبیا می‌تواند منجر به افزایش بازده اقتصادی گردد. اما باید توجه داشت که اعمال تنش خشکی در سطح کاهش دو نوبت آبیاری از نظر اقتصادی توصیه نمی‌گردد، بلکه صرفاً با کاهش یک نوبت آبیاری می‌توان به نتایج مطلوب اقتصادی دست یافت. البته در این زمینه باید توجه داشت که کاهش یک نوبت آبیاری به خودی خود نمی‌تواند نتیجه مطلوب اقتصادی را در پی داشته باشد و حتی ممکن است به زیان اقتصادی منجر گردد. در این راستا، همراه با کاهش یک نوبت آبیاری ضروری است از سویه ٥٤ باکتری ریزوبیوم در کنار ارقام کوشا و صالح استفاده شود. در خصوص ارقام مورد استفاده نیز بکارگیری رقم کوشا نتیجه مطلوب‌تری نسبت به رقم صالح در پی دارد.

توصیه ترویجی

ذرت شیرین گیاهی با ارزش بالای غذایی برای انسان است که در تأمین امنیت غذایی و کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی، به دلیل طول دوره رشد کوتاه، نقش دارد. با توجه به نتایج مطلوب ارقام ایرانی ذرت فوق‌شیرین الیکا، الینا و بارثاوا در تحقیق حاضر دوره کوتاه رشد، پرشدگی مناسب بلال و رنگ طلایی دانه‌ها (شکل ۵)، مقادیر قابل قبول عملکردهای بلال سبز و دانه کنسروی، درصد استحصال دانه و مواد جامد محلول دانه و قیمت مناسب بذر آن‌ها در مقایسه با ارقام وارداتی، توسعه کاشت ارقام ایرانی الیکا، الینا و بارثاوا در شمال استان همدان و مناطق با اقلیم مشابه، به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب، کاهش هزینه‌های تولید و تأمین ذرت شیرین مورد نیاز بازارهای تازه‌خوری و صنایع تبدیلی کشور توصیه می‌شود. شایان ذکر است که بذور ذرت فوق‌شیرین یاد شده در بسته‌بندی‌های یک کیلوگرمی (حاوی حدود ۷۰۰۰ بذر) و به صورت ضدعفونی شده با سم قارچ‌کش کاربوکسین تیرام به بازار عرضه شده است و امکان تهیه آن در تمامی کشور وجود دارد.

فهرست منابع

۱- اکبری، مهدی، قنبری ا. و اسلامی، ا. ۱۳۹۷. تعیین آب مصرفی لوبیا در کشور، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی با شماره فروست ٥٤٠٢٧، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشور، کرج، ایران.

۲- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ۱٤۰۳. آمار نامه کشاورزی، جلد اول، محصولات کشاورزی. معاونت آمار مرکز آمار ، فناوری اطلاعات و ارتباطات. ص.٤٦.

۳- سلطانی، غ.ر. و نجفی س.ب. ۱۳۸۵. اقتصاد کشاورزی. ویرایش سوم. چاپ اول. مرکز نشر دانشگاهی. تهران.

٤-قنبری ع. ا. ۱۳۹٤. مطالعه مراحل رشد و نمو و فنولوژی ژنوتیپ های لوبیا در شرایط آبیاری نرمال و تنش کمبود آب. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، شماره۷، جلد۱، صفحه۱۹۸-۱۹۰.

۵- ملکوتی،م. ج، مشیری ف. و غیبی م.ن. ۱۳۸٤. حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی، نشریه فنی شماره ٤۰٦ موسسه تحقیقات خاک و آب، انتشارات سنا، تهران، ایران. ۲۰ص.

٦- همتی، ا.، شیروانیان ع.، تابنده ل. و همتی ص. ۱٤۰۱. تاثیر تنش آبی و تلقیح ریزوبیومی بر کارایی مصرف آب و عملکرد ارقام لوبیا چیتی، گزارش فنی شماره ٦۱۸۸٦موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج ایران.۳۵ص.

۷- همتی، ا.، برخوردار م.، کرمی ی ع.، شرافتی ع ل. و همتی ص. ۱۳۹۸. تاثیرکودهای ریزوبیومی و میکوریزا در افزایش عملکرد و کاهش مصرف کودهای نیتروژن در زراعت لوبیاچیتی استان فارس، گزارش نهایی موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

8-Ahmad, M., Zahir, Z.A., Asghar, H.N. 2011.The combined application of rhizobial strains and plant growth promoting rhizobacteria improves growth and productivity of mung bean (*Vigna radiata* L.) under salt-stressed conditions. Ann Microbiol 62,1321–1330.

9-Erdinc, C., Emre D., Aytekin E., Suat S., Semra D. 2017. Variations in response of determinate common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes to arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation. Turkish Journal of Agriculture and Forestry,41:1-9.

10- Farid, M., Earl H. J., Pauls K. P., and Navabi A. 2017. Response to selection for improved nitrogen fixation in common bean (Phaseolus vulgaris L.). Euphytica, 213:99.

تعیین تبخیر، تعرق و نیاز آبی گیاهان مرتعی مقاوم به خشکی جهت برآورد تولید علوفه در مراتع خشک و نیمه‌خشک

الهام فخیمی

استادیار پژوهشی، بخش منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد

Email: elhamfakhimi@gmail.com

چکیده

برآورد نیاز آبی مراتع شامل تخمین میزان آبی ا ست که گیاهان مرتعی برای ر شد و بقای خود در شرایط اقلیمی و خاکی خاص نیاز دارند. این برآورد با در نظر گرفتن عواملی مانند نوع گیاهان، اقلیم منطقه (دما، بارش، تبخیر و تعرق)، نوع خاک و مدیریت مرتع انجام می‌شـــود. در تحقیق حاضـــر ابتدا تبخیر و تعرق پتانســـیل و واقعی محاســـبه و ســـپس بر پایه اطلاعات اقلیمی تبخیر و تعرق، خاک و خصوصیات گیاه (مرتع)، شاخص اقلیمی تولید و نیاز آبی در مراتع خشک دهشیر در استان یزد بر پایه مدل تعادل آب و اقلیم به روش56 FAO با ا ستفاده از نرم‌افزار Cropwate 8 برآورد شد. بر ا ساس نتایج، از بین شاخص‌های اقلیمی تبخیر و تعرق، تبخیر و تعرق واقعی با تولید علوفه دارای همبســـتگی زیادی (۷۳ درصـــد) اســـت . همچنین بین نســـبت تبخیر و تعرق واقعی به تبخیر و تعرق پتانســـیل (ETa/ETp) و تولید علوفه سالانه ارتباط معنی‌داری در این منطقه دیده شد($p<0.5$) و تحت عنوان شاخص رویشگاه بر ر شد و تولید علوفه مؤثر است. بر اساس نتایج، تبخیر و تعرق پتانسیل(۵۳۳/٦ میلیمتر) حدود ۹ برابر میانگین تبخیر و تعرق واقعی(۵۵/۸ میلیمتر) است. از طرفی میزان تبخیر و تعرق واقعی در حوزه دهشیر حدود ۱/۲ برابر میانگین بارندگی فصل رویش است. بر اساس نتایج بارندگی فصـل رویش نیاز آبی گیاهان را تأمین نمی‌نماید؛ بنابراین گیاهان بوته ای با ریشـه عمیق از رطوبت ذخیره‌شـده خاک (٤٤/۵ میلیمتر/متر) ناشی از بارندگی‌های فصل گذشته استفاده می‌نماید. علاوه بر عامل‌های اب و هوایی، میزان تبخیر- تعرق تحت تأثیر خصوصیات خاک و گیاه، مراحل رشـد گونه‌های گیاهی و دیگر عوامل محیطی و مدیریتی بسـتگی دارد. بنابراین با اسـتفاده از مدل‌های اقلیمی جهت برآورد تولید و همچنین برگزاری کارگاه‌های آموزشی جهت ترویج روش‌های صحیح برآورد نیاز آبی گیاهان مرتعی، می‌توان به مدیریت پایدار منابع آب در مراتع و افزایش تولید علوفه کمک کرد. در شـرایط خشـک‌سـالی، برآورد نیاز آبی و مدیریت صـحیح منابع آبی می‌تواند از خسارات ناشی از خشک‌سالی جلوگیری کند.

واژه های کلیدی: نیاز آبی گیاهان مرتعی، تبخیر و تعرق پتانسیل، مراتع خشک یزد

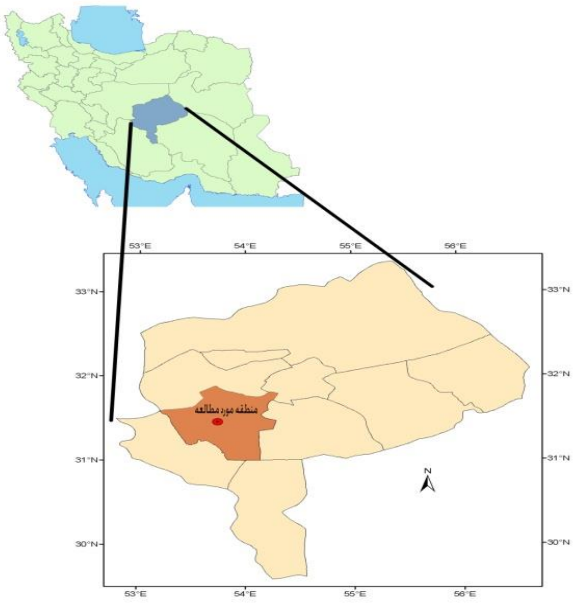
بیان مسئله

در شرایط کنونی کشور که اولویت در بخش کشاورزی تولید محصول با حداقل مصرف آب است، کشت ذرت شیرین به‌عنوان گیاهی با دوره کوتاه رشد، می‌تواند به‌عنوان یک‌راه حل مطرح شود. ذرت شیرین ازجمله گیاهانی است که به دلیل ارزش غذایی بالا و طعم مطلوب، مصرف آن در ایران طی سال‌های اخیر رواج یافته است (٦). تا حدود یک دهه پیش، بخش عمده ذرت شیرین مصرفی کشور از طریق واردات تأمین می‌شد، به طوری که براساس آمار گمرک ایران در سال ۱۳۹۵، مجموع واردات ذرت شیرین به کشور معادل سه هزار و ٨٦٥ تن به ارزش سه میلیون و ۷۳۱ هزار دلار بوده است. با این حال، افزایش قابل توجه قیمت ارز در سال‌های اخیر، سبب کاهش شدید حجم واردات ذرت شیرین گردید، به طوری که میزان واردات ذرت شیرین (به صورت منجمد یا پخته شده) در سال ۱۳۹۹ به حدود ٤٠١ تن (به ارزش ٤٣٦ هزار دلار) کاهش یافت (۳). کاهش واردات ذرت شیرین به کشور سبب شد که صنایع تبدیلی رو به تأمین ذرت شیرین مورد نیاز خود از بازار داخلی بیاورند که این امر سبب افزایش سطح زیر کشت ذرت شیرین گردید، به‌طوری‌که مطابق آمار غیر رسمی، در سال ١٤٠٢ حدود ١٥٠٠٠ هکتار از اراضی کشاورزی ایران به کشت ذرت شیرین اختصاص یافته است که با توجه به رشد بازار مصرف پیش‌بینی می‌شود در سال‌های آتی سطح زیر کشت این محصول افزایش یابد. شرایط نامطلوب ذخایر آب زیرزمینی، به همراه کوتاه بودن دوره رشد و نیاز آبی ارقام عموماً زودرس ذرت شیرین (در مقایسه با ارقام دیررس ذرت معمولی) سبب شده است که طی سال‌های اخیر عمده سطح زیر کشت ذرت معمولی در استان همدان، به خصوص نیمه شمالی، به کشت ذرت شیرین اختصاص یابد. به‌طوری‌که براساس آمار (۲)، تنها از شهرستان درگزین (واقع در شمال استان همدان) در سال ١٤٠٢ حدود ١٢٠٠٠ تن بلال سبز ذرت قوقشیرین از ٤٣٠ هکتار مزرعه برداشت و جهت تازه‌خوری و فرآوری به بازارهای مصرف و یا صنایع تبدیلی استان همدان و دیگر استان‌های کشور فرستاده شده است. به گفته کارشناسان صنایع تبدیلی، به دلیل بالا بودن درصد استحصال دانه از بلال سبز که ناشی از شرایط مطلوب دمایی استان همدان در فصل تابستان (روزهای گرم و شب‌های خنک) و در نتیجه افزایش فتوسنتز روزانه و کاهش تنفس شبانه است، ذرت شیرین تولیدی استان همدان نسبت به بسیاری از مناطق کشور، برای فرآوری صنعتی (انجماد و یا کنسروسازی دانه) مطلوب‌تر است.

عدم معرفی ارقام ذرت فوقشیرین ایرانی در گذشته، سبب اجبار کشاورزان به استفاده از بذور خارجی گردید. با این همه افزایش غیرمترقبه قیمت ارز در سال ١٤٠٤، سبب افزایش شدید قیمت بذر ذرت فوقشیرین خارجی گردید به طوری که در پاییز ١٤٠٤، قیمت بذر ارقام خان و مسنجر به ترتیب به حدود ۸ و ۱۲ میلیون تومان رسید و با توجه به احتمال افزایش قیمت ارز، می‌توان انتظار افزایش بیش از پیش بهای بذر ذرت فوقشیرین وارداتی را در آینده داشت. در چنین شرایطی بهره‌مندی از بذور ارقام ذرت فوقشیرین داخلی مزیت اقتصادی قابل توجهی را برای کشاورزان از نظر هزینه مورد نیاز برای تهیه بذر ایجاد می‌کند.

معرفی دستاورد

منطقه مورد مطالعه با مساحتی معادل ۸۲۰۰ هکتار و محدوده جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و ۵۳ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۳٤ دقیقه شرقی، با محدوده ارتفاعی ۱۷۰۰ تا ۲۷۰۰ متر از سطح دریا و شیب متوسط ۲ تا ۵ درصد تحت عنوان زیر حوزه دهشیر در جنوب غربی استان یزد قرار دارد (شکل ۱). اقلیم منطقه طبق روش آمبرژه سرد و خشک (اقلیم خشک) است. متوسط میزان بارندگی ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه آن بین ۱۳/۷ تا ۱۵/۳ درجه سانتی‌گراد است. خاک سطحی دارای بافت لومی- سیلتی است و *Hertia angutifolia-Artemisia sieberi* پوشش غالب منطقه را تشکیل داده است. مهم‌ترین گیاهان موجود در منطقه شامل درمنه دشتی، کرفیچ بیابانی، انواع گون‌ها و چوبک است که همگی جز گیاهان مرتعی مقاوم به خشکی در مراتع استپی بشمار می‌روند (۱۰).



شکل ۱- موقعیت منطقه موردمطالعه در ایران و استان یزد

جهت تعیین مدل برآورد علوفه به کمک شاخص اقلیمی تبخیر و تعرق، ابتدا تولید واقعی علوفه بلند مدت در منطقه مورد مطالعه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری تولید واقعی و پوشش تاجی برحسب گونه در دوره ۱۰ ساله (سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲)، از ٦۰ پلات دو متر مربعی در طول چهار ترانسکت ۱۰۰ متری به‌طور موازی بافاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر استفاده شد. ترانسکت‌ها در جهت برآورد تولید و ارزیابی خسارت مرتع توسط صندوق بیمه کشاورزی در طول سال‌ها علامت‌گذاری شده بود. جهت اندازه‌گیری تولید علوفه، در زمان آمادگی مرتع ذی توده بالای زمین (تولید علوفه گونه‌ها) به تفکیک درون یک‌پنجم پلات‌ها (۱۵ پلات) قطع و توزین و پوشش تاجی آن‌ها در همه پلات‌ها اندازه‌گیری شد. سپس با قرار دادن علوفه‌تر برداشت‌شده در هوای آزاد به مدت دوهفته، وزن علوفه خشک هرگونه یادداشت شد. تولید دیگر پلات‌ها با بهره‌گیری از آمار پوشش در قالب روش نمونه‌گیری مضاعف (۸) برآورد شد. کلاس خوش‌خوراکی بر اساس تجربه کارشناسان خبره، نظر بهره‌بردار و تعقیب دام منطقه تعیین شد. در مرحله بعد داده‌های هواشناسی شامل بارندگی (روزانه، ماهانه، سالانه) دما (کمینه و بیشینه روزانه و میانگین ماهانه) تابش خورشید، میانگین سرعت باد روزانه و درصد میانگین رطوبت نسبی از نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک (ایستگاه سینوپتیک ابرکوه و باران‌سنجی دهشیر) به مدت ده سال جمع‌آوری گردید. سپس تعیین شاخص‌های اقلیمی (تبخیر و تعرق گیاه

مرجع، تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی) بر پایه معادله پنمن- مانتیث (بهترین روش برآورد تبخیر و تعرق گیاهان) و هم‌چنین بارش مؤثر به کمک نرم‌افزار Cropwat 8.0 انجام گرفت. هم‌چنین رواناب با استفاده از روش SCS برآورد شد. اندازه‌گیری رطوبت اول فصل رشد، رطوبت دوره رویش، تعیین ویژگی‌های خاک و ویژگی‌های گیاه (مرتع) به روش میدانی، آزمایشگاهی، کتابخانه‌ای و ترکیبی صورت گرفت. در پایان با به‌کارگیری از نتایج محاسبات شاخص‌های اقلیمی به‌دست‌آمده از خروجی نرم‌افزار Cropwat 8.0، نسبت تبخیر و تعرق واقعی به تبخیر و تعرق پتانسیل (Tact/Tpot) به‌عنوان ضریب شاخص رویشگاهی تولید معرفی‌شده و بر اساس آن تولید برآورد شد.

بررسی پوشش گیاهی و تولید علوفه در منطقه موردمطالعه

تیپ گیاهی غالب منطقه *Hertia angutifolia-Artemisia sieberi* (کرفیچ- درمنه) به مساحت ۲۸۵۰ هکتار است. مشخصات گونه‌های گیاهی منطقه در جدول ۱ آمده است. نمایی از پوشش گیاهی منطقه در شکل ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- اطلاعات گیاهان موجود در منطقه موردمطالعه (نام علمی، کلاس خوش‌خوراکی، فرم و عمر رویشی آن‌ها)

نام علمی	خانواده	کلاس خوش‌خوراکی	فرم رویشی	عمر رویشی
Alhagi persarum	Asteraceae	III	علفی	چندساله
Acanthophylum spinosum	Caryophylaceae	III	بوته	چندساله
Artemisia seiberi	Asteraceae	I	بوته	چندساله
Astragalus schystocalyx	Fabaceae	III	بوته	چندساله
Boissiera squarrosa	Poaceae	III	علفی	یک‌ساله
Bromus tectorum	Poaceae	II	علفی	یک‌ساله
Dendrostellera. lessertii	Thymelaceae	III	بوته	چندساله
Lactuca serriola	Asteraceae	III	علفی	چندساله
Noaea macronata	Chenopodiaceae	III	بوته	چندساله
Pteropyrum aucheri	Polygonoideae	III	بوته	چندساله
Salsola sp	Chenopodiaceae	II	علفی	چندساله
Scorzonera mucida	Asteraceae	II	علفی	چندساله
Stipa barbata	Poaceae	II	علفی	یک‌ساله
Stipa grostis plumosa	Poaceae	III	بوته	چندساله

شکل ۲- نمایی از پوشش گیاهی منطقه موردمطالعه در زیر حوزه دهشیر یزد

هم‌چنین تولید گونه‌های مختلف برحسب درجه خوش‌خوراکی در جدول ۲ آمده است. بر این اساس کم‌ترین تولید مربوط به سال ۱۳۸۸ به میزان ۲۲۰ کیلوگرم بر هکتار و بیش‌ترین تولید مربوط به سال ۱۳۸۳ به میزان ۲۸۵ کیلوگرم بر هکتار بوده است.

جدول ۲- تولید گیاهان موجود در منطقه موردمطالعه برحسب (kg/ha) در سال‌های آماربرداری

سال	تولید گیاهان خوش‌خوراک کلاس I(kg/ha)	تولید گیاهان خوش‌خوراک کلاس II(kg/ha)	تولید گیاهان خوش‌خوراک کلاس III(kg/ha)	تولید کل (kg/ha)
۸۲-۸۳	۱۴۵	۱۵	۱۳۵	۲۸۶
۸۳-۸۴	۱۳۵	۱۰	۱۳۰	۲۷۳
۸۴-۸۵	۱۳۰	۱۰	۹۵	۲۳۰
۸۵-۸۶	۱۶۰	۲۰	۱۴۰	۳۲۰
۸۶-۸۷	۱۳۵	۵	۱۱۰	۲۵۰
۸۷-۸۸	۱۲۵	۱۰	۸۰	۲۲۰
۸۸-۸۹	۱۱۰	۱۰	۱۱۵	۲۳۵
۸۹-۹۰	۱۳۰	۵	۱۱۰	۲۴۵
۹۰-۹۱	۱۳۰	۵	۱۲۵	۲۶۰
۹۱-۹۲	۱۲۵	۱۰	۱۲۵	۲۶۰

خصوصیات خاک

خاک منطقه کم‌عمق تا نیمه عمیق با سنگریزه بوده و دارای مقادیر زیادی آهک است (٤٧ درصد). بافت خاک سبک (لومی شنی تا شنی) و دارای مقادیر نسبتاً زیادی خلل و فرج است. قابلیت هدایت الکتریکی آن بین ٤ تا ١٩ میلی‌موس بر سانتی‌متر و اسیدیته خاک بین ٧/٦ تا ٧/٨ متغیر است.

ویژگی‌های فیزیکی و ذخیره رطوبتی خاک به‌ویژه رطوبت ذخیره‌شده ناشی از بارندگی قبلی یکی از عوامل اصلی رشد گیاه به‌ویژه تولید علوفه به شمار می‌رود. زیرا تبخیر و تعرق واقعی در طول فصل رویش متأثر از بارندگی فصل رویش و رطوبت ذخیره‌شده در ماه‌های قبل بوده است. خصوصیات رطوبتی خاک در جدول ٣ آمده است.

جدول ٣- خصوصیات خاک در منطقه موردمطالعه

TAW (mm)	ظرفیت پژمردگی (٪)	ظرفیت زراعی (٪)	چگالی (g/cm^3)	نیمرخ (cm)
٩/٠٥	١٢/٣	١٤/٢٨	١/٥٢	٠-٣٠
١٥/٩٣	١٢/٩٦	١٦/٣	١/٥٩	٣٠-٦٠
١٠/٦٥	١٠/٦٥	٢٤/٧	١/٦٨	٦٠-٨٠
٣٥/٦				جمع

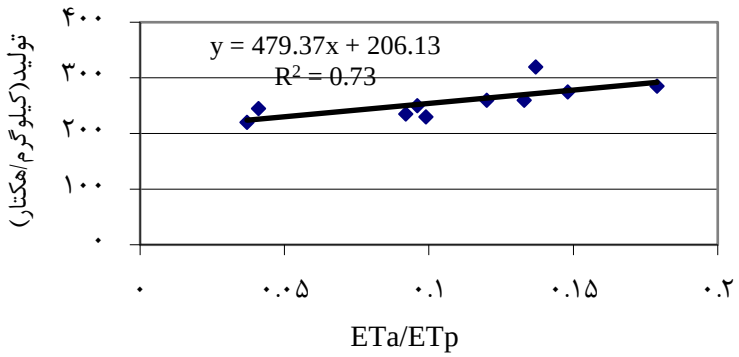
رواناب سطحی:

برای تعیین میزان حد بالای رطوبتی در ناحیه ریشه، از ظرفیت زراعی تعیین‌شده در آزمایشگاه بهره‌گیری شد. نتایج بررسی‌های انجام‌شده در حوزه دهشیر نشان داد میزان رواناب از ١٤ میلی‌متر شروع می‌شود که این میزان رواناب در طول فصل رویش در طول دوره آماری بسیار ناچیز بوده است.

جدول ٤- تبخیر و تعرق مرجع، پتانسیل و واقعی و ضریب رویشگاهی و برآورد تولید در منطقه موردمطالعه

سال	تولید اندازه‌گیری شده (kg/ha)	بارندگی مؤثر	ضریب رویشگاهی	Kc	ET_0	ET_P	ET_a	برآورد تولید (kg/ha)
٨٢-٨٣	٢٨٦	٩٣/٤	٠/١٨	٠/٢٨	١٦٥٢/٦	٤٧٥/٥	٨٥/٣	٢٩١/٧
٨٣-٨٤	٢٧٣	٦٢/٥	٠/١٥	٠/٢٩	١٩٨١/٤	٤٨٩/٢	٧٢/٤	٢٧٦/٦٨
٨٤-٨٥	٢٣٠	٨٧/٣	٠/١	٠/١	١٦٢٥/٢	٥٠٨/٤	٥٠/١١	٢٥١/٤٦
٨٥-٨٦	٣٢٠	٥٠/٣	٠/١٤	٠/٣٢	١٦٨٥/٤	٥٤٧/٢	٧٥/٢	٢٧٩/٨٥
٨٦-٨٧	٢٥٠	١٧/٤	٠/٠٩٦	٠/٣٣	١٧٠٣/٢	٥٦١/٤	٥٤/١	٢٥٦/٩٩
٨٧-٨٨	٢٢٠	١٢/٨	٠/٣٧	٠/٣٤	١٧٥٤/١	٦٠١/٨	٢٢/٣	٢٢٠/٠٢٤
٨٨-٨٩	٢٣٥	٣٥/٨	٠/٠٩١	٠/٣٤	١٦٨٢/٠٤	٥٦٧/٤	٥٢/١	٢٥٣/٧٢
٨٩-٩٠	٢٤٥	٩٢/٥	٠/٠٤	٠/٣٤	١٧٤٣/١	٥٩٤/٢	٢٤/٢	٢٢٢/١٧
٩٠-٩١	٢٦٠	٩١/٤	٠/١٢	٠/٢٩	١٦٩٣/٥	٥٠٣/١	٦٠/٤	٢٦٣/١١
٩١-٩٢	٢٦٠	٩٦/٣	٠/١٣	٠/٣٢	١٥٤٢/٣	٤٨٨/١	٦٢	٢٤٦/٩٢
میانگین	٢٥٧/٩	٦٣/٩٧	٠/١٤	٠/٢٩	١٧٠٦/٢٨	٥٣٣/٦	٥٥/٨	٢٥٨/٠٦

همبستگی بین تولید علوفه سالانه به‌عنوان متغیر وابسته و تبخیر و تعرق واقعی به‌عنوان متغیر مستقل نشان داد که تبخیر و تعرق واقعی ۷۳٪ از تغییرات تولید علوفه سالانه را توجیه می‌کند. بررسی نشان داد که بین شاخص رویشگاهی (ETa/ETp) و تولید علوفه سالانه ارتباط معنی‌داری در این منطقه دیده شد. به‌طوری‌که این شاخص می‌تواند ۷۳٪ درصد از تغییرات تولید سالانه را نشان دهد(شکل ۳).



شکل ۳- ارتباط بین تولید سالانه علوفه و تبخیر و تعرق واقعی به تبخیر و تعرق پتانسیل در منطقه مورد مطالعه

توصیه ترویجی

در مناطق خشک و نیمه‌خشک کمبود بارندگی به‌عنوان یک عامل محدودکننده رشد و تولید علوفه به‌حساب می‌آید و تبخیر و تعرق واقعی گیاه در فصل رویش در این مناطق متناسب با بارندگی فصل رویش نیست. بر اساس نتایج، از بین شاخص‌های اقلیمی تبخیر و تعرق، تبخیر و تعرق واقعی با تولید علوفه دارای همبستگی بیشتری است و به‌عنوان عنوان شاخص عملکرد تولید بر رشد و تولید علوفه مؤثر است. بر این اساس ارتباط شدیدی بین مقدار کل علوفه تولیدشده با مقدار کل تبخیر و تعرق واقعی وجود دارد و همبستگی بین تبخیر – تعرق واقعی با میزان کل ماده خشک تولیدشده بالا و بصورت خطی است. البته بیش‌تر مراتع در مناطق اقلیمی قرار دارند که تبخیر و تعرق پتانسیل بیشتر از بارندگی سالیانه و تبخیر و تعرق واقعی بیشتر از بارندگی فصل رویش است. این مقدار حتی دو برابر یا بیشتر هم محاسبه‌شده است (۲). برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل در دوره رویش در منطقه موردمطالعه بیانگر آن است که تبخیر و تعرق پتانسیل(۵۳۳/۶ میلی‌متر) حدود ۹ برابر میانگین تبخیر و تعرق واقعی(۵۵/۸ میلی‌متر) است. از طرفی میزان تبخیر و تعرق واقعی در حوزه دهشیر حدود ۱/۲ برابر میانگین بارندگی فصل رویش است. به عبارتی میزان تبخیر و تعرق واقعی از میزان بارندگی فصل رویش بیش‌تر بوده است. مفهوم آن این است که گیاه از رطوبت ذخیره‌شده برای تبخیر و تعرق واقعی استفاده نموده است. این نتیجه بیان می کند که بارندگی فصل رویش نیاز آبی گیاهان را تأمین نمی‌نماید؛ بنابراین گیاهان از رطوبت ذخیره‌شده خاک ناشی از بارندگی‌های قبلی استفاده می‌نماید. درنتیجه در مناطق استپی بارندگی به‌تنهایی عامل تعیین‌کننده تولید علوفه نیست بلکه بارندگی بعلاوه رطوبت ذخیره‌شده ناشی از بارندگی‌های قبلی مطابق نتایج تحقیق در فرایند تبخیر و تعرق و تولید تأثیر می‌گذارند. علاوه بر عامل‌های آب و هوایی، میزان تبخیر- تعرق تحت تأثیر خصوصیات خاک و گیاه، مراحل رشد گونه‌های گیاهی و دیگر عوامل محیطی و مدیریتی بستگی دارد. میزان نفوذ حاصل از بارش به داخل خاک، بستگی به نوع خاک و پوشش گیاهی دارد. فاکتورهای مهم خاک ازجمله بافت، ساختمان و وزن مخصوص ظاهری در میزان نفوذ آب، حفظ رطوبت و به‌تبع آن در استقرار و رشد گونه‌های گیاهی بسیار مؤثر هستند هم‌چنین

عواملی از قبیل عمق ریشه دوانی، پتانسیل آب خاک، جذب مواد غذایی و تولید مواد غذایی نیز تحت تأثیر مقدار رطوبت موجود در خاک می‌باشند (۲)؛ بنابراین استفاده از این مدل و ارتباط دادن آب و خاک و خصوصیات گیاهی و اقلیمی با رشد و تولید گیاهان و هم‌چنین افزایش مصرف کارایی آب در مراتع برای مدیران و کارشناسان برنامه‌ریزی در مناطقی که با پوشش گیاهی و شرایط اقلیمی مشابه توصیه می‌شود.

۱-بر اساس یافته های این تحقیق، گیاهان مرتعی غالب منطقه موردبررسی طی دوره های طولانی مدت با اقلیم و شرایط منطقه سازگار شده و با نیاز آبی کم در شرایط خشکسالی توانسته‌اند بقای خود را حفظ نمایند، بنابراین بررسی روش های تکثیر گونه‌های موجود در منطقه و ترویج کشت آن‌ها جهت تولید علوفه کم آب بر در شرایط خشکسالی به عنوان مهم‌ترین دستاورد قابل ترویج توصیه می شود.

۲- ازآن‌جایی‌که تبخیر و تعرق پتانسیل به‌عنوان تخمین اولیه از نیاز آبی گیاهان است استفاده از این مدل جهت تعیین آب موردنیاز گیاهان مرتعی و انتخاب گیاهان علوفه‌ای با نیاز آبی کم‌تر و ترویج کشت آن‌ها جهت احیا و اصلاح مراتع کم بازده از دیگر نکات ترویجی قابل توصیه است.

۳- از آن‌جایی مدل برآورد تولید بر پایه مدل تعادل آب و اقلیم به دلیل دارا بودن اطلاعات وسیع از اقلیم، خصوصیات خاک و خصوصیات پوشش گیاهی و با توجه به اجزا مدل و بارندگی، تبخیر و تعرق پتانسیل، تبخیر و تعرق واقعی و رطوبت ذخیره‌شده خاک بسیار دقیق است؛ لذا معرفی و برگزاری کارگاه‌های آموزشی جهت آشنایی و استفاده از این مدل جهت برآورد نیاز آبی مراتع دست کاشت در خشک‌سالی‌ها از دیگر پیشنهادات قابل ترویج است. چرا که در شرایط خشک‌سالی، برآورد نیاز آبی و مدیریت صحیح منابع آبی می‌تواند از خسارات ناشی از خشک‌سالی جلوگیری کند.

٤- استفاده از این شاخص اقلیمی تبخیر و تعرق، در مدل های مختلف برآوردبلند مدت تولید علوفه با توجه به خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها، به منظور تعیین ظرفیت چرایی دام در مرتع و توسعه صنعت بیمه مراتع، جایگزین روش‌های کنونی (بر اساس یک سال برآورد تولید علوفه) یکی دیگر از دستاوردهای مهم قابل ترویج است.

به‌طورکلی با اجرای برنامه‌های ترویجی مناسب نظیر برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی برای مدیران و کارشناسان، انتشار منابع آموزشی درزمینه محاسبه نیاز آبی و ارائه راهکارهای عملی برای مدیریت کارایی آب در مراتع، ایجاد مراتع دست کاشت با گیاهان مرتعی کم آب بر و نمایش تجربیات موفق درزمینه مدیریت بهینه آب و استفاده از رسانه‌ها برای اطلاع‌رسانی و آموزش عمومی درزمینه ترویج کارایی استفاده آب در مراتع و روش‌های صحیح برآورد نیاز آبی، می‌توان به مدیریت پایدار منابع آب در مراتع و افزایش تولید علوفه کمک کرد.

فهرست منابع

۱- احسانی ا، ارزانی ح، فرح پور م، احمدی ح، جعفری م، جلیلی ع، میرداوودی ح، عباسی ح، عظیمی م.س.۱۳۸۹، تأثیر شرایط اقلیمی بر تولید علوفه مراتع در منطقه اخترآباد ساوه. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ١٤، شماره ۲، صفحه ٢٦٠-٢٤٩

۲- احسانی، ع.، ارزانی، ح.، فرح پور، م.، احمدی، ح.، جعفر، م؛ و اکبرزاده، م.، ۱۳۹۱. تخمین تبخیر و تعرق با استفاده از اطلاعات اقلیمی، ویژگی‌های گیاهی (مرتع) و خاک با استفاده از نرم‌افزار Cropwate 8.0 مطالعه موردی: منطقه استپی استان مرکزی ایران، ایستگاه رودشور)، فصلنامه تحقیقات مراتع و بیابان ایران، ۱۹(٤٦): ١٦-١.

۳- اکبر زاده م، میرحاجی ت،۱۳۸۵، تغییرات پوشش گیاهی تحت تأثیر بارندگی در مراتع استپی رود شور، تحقیقات مرتع و بیابان ۱۳(۳): ۲۲۲-۲۳۵.

٤- باغستانی میبدی، ن و زارع، م ١٣٨٦، بررسی روابط بارندگی و تولید علوفه سالانه در مراتع استپی منطقه پیشکوه استان یزد، پژوهش و سازندگی، ۷۵. (۲):۱۰۳-۱۰۷

۵- فخیمی ا.، ارزانی، ح؛ و سلطانی، م.، ۱۳۹۸. بررسی مدل تعادل آب در برآورد تولید بلندمدت مراتع (مطالعه موردی: مراتع استپی حوضه شیرکوه یزد)، مجله مرتع، ۱۲(٤): ۵۱۹-۵۳۰.

٦- محمدی، ا.ح.، قضاوی، ر.، میرزایی، ر.ا؛ و ناصری، ح.، ۱۳۹۸. بررسی الگوی تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از و ارتباط آن با بارندگی. ایران، مجله مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)، ۷۲(۳): ۸۵۲-۸۴۳.

8- Arzani, H. and King, G.W., 1994. A double sampling method for estimating forage production from cover measurement. In proceeding of 8th biennial Australian Rangelands Conference. pp. 201-202.

9- Bates, J.D., Svejcar, T., Miller, R.F. and Angell, R.A., 2006. The effects of precipitation timing on sagebrush steppe vegetation, Journal of Arid Environments, 67(4): 670-697.

10- Fakhimi, E., Arzani, H., Javadi, S.A. and Jafari, M., 2015. Estimating long-term forage production using precipitation pattern in Dehshir Rangelands, Iran, Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES), 6(5):1-7.

11-Fakhimi, e.; Arzani,H 2021. Effect of Soil Moisture and Climatic Index of Evapotranspiration on Forage Production in Arid and Semi-Arid Rangelands of Dehsir, Yazd province, Iran. Journal of Rangeland Science ،10(4) ،402-414

12- Forrest, A.S. and hyder, S.N. (1985). Estimating herbage production on semi-arid ranges in the intermountain region, Journal of Range Management, 15, 88-93.

13- Hein, L. (2006). The impacts of grazing and rainfall variability on the dynamics of a sahelian rangeland, Journal of Arid Environments, 64, 488-504.

14- Smart, A., Dunn, B. and Gates, R. (2005). Historical Weather Patterns: A Guide for Drought Planning, *Rangelands*, 27(2), 10-12.

مقایسه تاریخ‌های مختلف کاشت ارقام جدید و زودرس پنبه با شاهد ورامین در سه منطقه بردسکن، رشتخوار و گناباد خراسان رضوی در شرایط بهره برداران

فاطمه سعیدنیا

استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد

Email: f.saeidnia@areeo.ac.ir

چکیده

این پروژه به‌منظور آشنایی کشاورزان با خصوصیات ارقام مورد مطالعه و همچنین آگاهی از اینکه چنانچه بنا به دلایلی کشت در منطقه به تأخیر افتاد بتوان از ارقام زودرس به‌عنوان جایگزین ارقام دارای دوره رشد طولانی برای کشت استفاده نمود، انجام شد. در این مطالعه، ارقام جدید پنبه (شایان، ساجدی، خورشید و کاشمر) به همراه رقم شاهد ورامین در قالب یک پروژه تحقیقی-ترویجی در مزارع کشاورزان شهرستان‌های بردسکن، رشتخوار و گناباد در زمینی به مساحت ۱۰۰۰ متر مربع (برای هر رقم) اجرا شد. تاریخ کشت اول در سه منطقه بین ۲۰ تا ۲٤ اردیبهشت و تاریخ کشت دوم بین ۲۰ تا ۲٤ خرداد ماه انجام شد. در زمان برداشت، صفات ارتفاع بوته، وزن ۲۰ غوزه، تعداد شاخه‌های رویا و زایا، تعداد غوزه باز (رسیده) و بسته (نارس)، درصد کیل و عملکرد وش اندازه‌گیری شده و با کمک آزمون T-TEST مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در منطقه بردسکن، رقم شایان از نظر عملکرد وش و وزن غوزه تفاوت معنی‌داری با رقم ورامین نشان نداد و به همراه رقم ورامین بیشترین عملکرد وش را به خود اختصاص داد. در منطقه گناباد، سه رقم شایان، خرداد و خورشید به‌ترتیب به میزان ٤۲/۱٤، ۲٦/۵۳ و ۲۵/۷۹ درصد نسبت به شاهد ورامین برتری عملکرد نشان دادند. در منطقه رشتخوار در درجه اول دو رقم خرداد و خورشید و در درجه دوم دو رقم ساجدی و شایان به‌ترتیب به میزان ۵۸/۰۷، ٤۹/۵۳، ٤۵/۵۸ و ٤۳/۳۹ درصد نسبت به شاهد ورامین برتری نشان دادند. لذا چنان‌چه بنا به دلایلی کشت پنبه به تأخیر افتاد، کشت ارقام مذکور به‌عنوان ارقام زودرس‌تر و پرتولیدتر نسبت به شاهد ورامین در این مناطق راهگشا خواهد بود.

واژه های کلیدی: پنبه، تاریخ کاشت، کاشت تأخیری، عملکرد وش

بیان مسئله

پنبه به‌عنوان گیاهی راهبردی و مهمترین گیاه لیفی، یکی ازمهم‌ترین گیاهان زراعی است که ارتباط بین دو بخش کشاورزی و صنعت را فراهم نموده و نقش بسیار باارزشی در اقتصاد برخی کشورها ایفاء می‌نماید (۲). به علت مصارف گوناگون پنبه، در دنیای امروز اهمیت اقتصادی و تجاری بسیار زیادی دارد، به گونه‌ای که به این محصول به‌دلیل اهمیت اقتصادی زیاد آن، لقب طلای سفید داده‌اند (۱). در دانه این محصول حدود ۲۰ تا ٤۰ درصد روغن وجود دارد و در جهان بعد از سویا مهمترین دانه روغنی محسوب می‌شود (۷). پنبه در بسیاری از کشورهای پیشرفته و در حال توسعه به‌عنوان زراعت مهم و اقتصادی کشت می‌شود (۱۰). در ایران نیز در حال حاضر ۱۸ استان کشور به تولید پنبه می‌پردازند که سه استان خراسان رضوی، فارس و گلستان در این زمینه پیشرو هستند (۵).

پنبه یکی از محصولاتی است که در مقایسه با گندم و برنج به‌میزان زیادی تحت تأثیر شرایط محیطی، اقلیمی و زمان کاشت قرار می‌گیرد (۸). زمان کاشت عامل مهمی است که بر طول دوره رشد رویشی و زایشی و توازن بین آنها، سایر عوامل تولید و در نهایت عملکرد و کیفیت محصول تأثیر می‌گذارد (٦). تاریخ کاشت معمولاً براساس میزان درجه حرارتی مشخص می‌شود که جوانه زدن، سبز کردن و رشد گیاه را تضمین می‌کند. درجه حرارت‌های بالا باعث ایجاد تنش در گیاه شده و از استقرار بوته‌های مناسب و رسیدن بذر جلوگیری می‌کند. درجه حرارت‌های پایین نیز جوانه‌زنی و سبز شدن گیاه را به تأخیر می‌اندازد (۳). یکی از مزایای کشت در زمان مناسب ایجاد تطابق زمانی وقوع مراحل فنولوژیک گیاه با عوامل محیطی مؤثر بر آنها می‌باشد، به‌طوری که موجبات تولید عملکرد بالا را فراهم می‌آورد. بعلاوه، کاشت به‌موقع گیاه پنبه موجب افزایش درصد جوانه‌زنی و رشد مطلوب گیاه می‌شود. در چنین شرایطی گیاه از رطوبت اوایل فصل استفاده بهینه‌تری به‌عمل آورده و پوشش کانوپی سریع‌تر بسته شده و با یک رشد رویشی مناسب جهت اجتناب از تنش‌های گرمایی اوایل تیر ماه، زودتر به مرحله گلدهی می‌رود (٤). با وجودی که کاشت زود دارای مزایایی است، ولی اگر خاک هنوز مرطوب و سرد باشد، کشت بسیار زود خسارت‌زا خواهد بود. از سوی دیگر تأخیر در تاریخ کاشت، موجب کاهش وزن غوزه، تعداد غوزه رسیده و وزن هزار دانه و افزایش ریزش اندام‌های بارور در گیاه می‌شود (۹).

در حال حاضر مجموعه‌ای از ارقام پنبه با طول دوره رشد و رسیدگی و صفات کمی و کیفی متفاوت توسط مؤسسه تحقیقات پنبه کشور تولید و معرفی شده‌اند که هر یک یا تعدادی از آنها برای کاشت در شرایط اقلیمی یا خاکی خاصی مناسب می‌باشند. با توجه به اینکه ارقام جدید و تازه معرفی شده پنبه عموماً زودرس بوده و از دوره داشت و مصرف آب کمتری نسبت به سایر ارقام تجاری برخوردار می‌باشند، مورد اقبال کشاورزان پنبه‌کار قرار گرفته‌اند. لذا این پروژه تحقیقی ترویجی به‌منظور آشنایی کشاورزان با خصوصیات ارقام مورد مطالعه و همچنین آگاهی از اینکه چنانچه بنا به دلایلی کشت در منطقه به تأخیر افتاد می‌توانند از این ارقام زودرس به عنوان جایگزین ارقام دارای دوره رشد طولانی برای کشت استفاده کنند، انجام شد.

معرفی دستاورد

آزمایش در سال زراعی ۱٤۰۳ در شهرستان‌های بردسکن، رشتخوار و گناباد به اجرا درآمد. در این بررسی چهار رقم جدید و زودرس پنبه شامل ساجدی، شایان، خرداد و خورشید به همراه رقم شاهد ورامین، در قالب پروژه تحقیقی ترویجی در سه شهرستان بردسکن، رشتخوار و گناباد طی سال زراعی ۱٤۰۳ در دو تاریخ کاشت مختلف (۲۰ اردیبهشت و ۲۰ خرداد) مورد مقایسه و بررسی قرار گرفتند. عملیات زراعی و آماده‌سازی زمین طبق عرف منطقه و توسط کشاورزان بدین ترتیب انجام شد

که پس از برداشت محصول قبلی، بلافاصله زمین با گاوآهن شخم زده شد. شخم‌های زمستانه و بهاره برای تهیه بستر مناسب کشت در موعد مقتضی انجام پذیرفت. در فصل بهار، زمین‌های مربوطه با گاوآهن برگردان‌دار شخم و پس از دیسک تسطیح با لولر انجام شد. میزان کود مورد نیاز پس از آزمون خاک با توجه به توصیه‌های تحقیقاتی تعیین شد. کودهای فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم براساس آنالیز خاک و همزمان با کشت مصرف شدند. کود اوره به‌میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله شامل ۲۵ در صد همراه با آبیاری اول، ۳۵ در صد در شروع غنچه‌دهی و ٤٠ در صد در شروع گلدهی م صرف شد. پس از دیسک‌زنی دوم، علف کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار پاشیده شد و با دیسک به‌طور کامل با خاک مخلوط شد. کاشت آزمایش در هر سه منطقه در دو تاریخ کاشت بین ۲۰ تا ٢٤ اردیبهشت و ۲۰ تا ٢٤ خرداد انجام شد. سطح زیر کشت هر رقم ۱۰۰۰ مترمربع بود که با توجه به تعداد رقم‌ها سطح زیر کشت هر منطقه در هر تاریخ کاشت ۰/۵ هکتار بود. کشت در دو منطقه بردسکن و رشتخوار با دستگاه و در منطقه گناباد به‌صورت دست‌پاش انجام شد. در طول دوره رویش کلیه مراقبت‌های زراعی لازم از مزرعه به عمل آمد. علف‌های هرز توسط علف‌کش، وجین و کولتیواتور کنترل شدند.

آبیاری در هر سه منطقه به روش فارویی (با ا ستفاده از سیفون) انجام شد. بردا شت در دو منطقه برد سکن و ر شتخوار با د ستگاه وش چین پنبه و در منطقه گناباد با د ست انجام پذیرفت. قبل از بردا شت از هر ژنوتیپ ۱۰ بوته به صورت ت صادفی انتخاب شد و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه رویا، تعداد شاخه زایا، تعداد غوزه باز و تعداد غوزه بسته اندازه‌گیری شد. وزن ۲۰ غوزه هر رقم با برداشت سه نمونه ۲۰ غوزه‌ای به‌صورت تصادفی از قسمت وسط بوته‌ها اندازه‌گیری شد. در انتهای فصل عملکرد وش هر رقم پس از برداشت به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شد.

شکل ۱- تصاویری از کاشت پروژه تحقیقی-ترویجی و برگزاری روز مزرعه با حضور کارشناسان ترویج و کشاورزان

در منطقه بردسکن، براساس نتایج مقایسه ارقام مورد بررسی با رقم شاهد ورامین به تفکیک دو تاریخ مختلف کاشت، رقم شایان در هر دو تاریخ کاشت عملکرد وش بالاتری نسبت به رقم ورامین داشت به‌طوری که از نظر این صفت به‌ترتیب به میزان ۱۷/۶۱ و ۱۳/۸۷ درصد در دو تاریخ کاشت اول و دوم نسبت به شاهد ورامین برتری نشان داد. براساس ترکیب داده‌های دو تاریخ کاشت مختلف میانگین عملکرد رقم ورامین به‌عنوان شاهد حدود ٤٩٧٦ کیلوگرم در هکتار بود. در مقایسه با رقم ورامین، رقم شایان با عملکردی در حدود ٤٦٣٠ کیلوگرم در هکتار تنها به میزان ۷ درصد عملکرد کمتری نشان داد و از این نظر مشابه‌ترین رقم به شاهد ورامین بود و سازگاری خوبی در این منطقه نشان داد. رقم زودرس خرداد بیشترین تعداد غوزه باز را داشت و از این نظر نسبت به شاهد ورامین برتری نشان داد. در مجموع براساس نتایج این بررسی چنان‌چه بنا به دلایلی کشت پنبه به تأخیر افتاد و لزوم کشت ارقام زودرس‌تر احساس شد، کشت رقم شایان به‌عنوان رقم زودرس‌تر نسبت به شاهد ورامین در این منطقه توصیه می‌شود.

در منطقه گناباد، براساس نتایج مقایسه میانگین به تفکیک دو تاریخ مختلف کاشت، رقم شایان در تاریخ کاشت اول از نظر عملکرد وش، وزن تک غوزه و تعداد غوزه باز نسبت به رقم شاهد ورامین برتری نشان داد؛ به‌طوری که به میزان ۱۲۲ درصد عملکرد بیشتری نسبت به ورامین داشت. دو رقم خرداد و خورشید نیز به‌ترتیب به میزان ٦١/٤٤ و ٥٤/٩٤ درصد عملکرد وش بالاتری نسبت به شاهد ورامین داشتند . در تاریخ کاشت دوم رقم شایان از لحاظ صفات وزن تک غوزه و عملکرد وش نسبت به رقم شاهد ورامین برتری داشت و به میزان ٣٤/١٢ درصد از عملکرد وش بالاتری نسبت به ورامین برخوردار بود. دو رقم خورشید و خرداد نیز به‌ترتیب به میزان ١٦/٤٧ و ٨/٥٨ درصد عملکرد وش بالاتری نسبت به شاهد ورامین داشتند .

براساس ترکیب داده‌های دو تاریخ مختلف کاشت نشان داد که رقم شایان از نظر صفات عملکرد وش و وزن تک غوزه بالاترین مقادیر را داشت. به‌طوری که با داشتن ١٨٤٩ کیلوگرم در هکتار عملکرد وش به میزان ٤٢/١٤ درصد نسبت به شاهد ورامین برتری نشان داد. از نظر وزن تک غوزه نیز این رقم به میزان ۲۲/۷۷ درصد نسبت به رقم ورامین برتری داشت. دو رقم خرداد و خورشید با مقادیر ١٤٤٦ و ١٤٤١ کیلوگرم در هکتار عملکرد وش به‌ترتیب به میزان ٢٦/٥٣ و ٢٥/٧٩ درصد نسبت به رقم شاهد ورامین برتری نشان دادند. رقم خورشید بیشترین تعداد غوزه باز را داشت و از این نظر نسبت به شاهد ورامین برتر بود. در مجموع براساس نتایج این بررسی سه رقم شایان، خرداد و خورشید نسبت به شاهد ورامین از نظر عملکرد وش برتری نشان دادند و از سازگاری خوبی به این منطقه برخوردار بودند. لذا چنان‌چه بنا به دلایلی کشت پنبه به تأخیر افتاد و لزوم کشت ارقام زودرس‌تر احساس شد، کشت ارقام مذکور به‌عنوان ارقام زودرس‌تر و پرتولیدترنسبت به شاهد ورامین در این منطقه راهگشا خواهد بود.

طبق اطلاعات بدست آمده در منطقه رشتخوار، براساس نتایج مقایسه میانگین به تفکیک دو تاریخ مختلف کاشت، ارقام خرداد، خورشید، شایان و ساجدی در تاریخ کاشت اول از نظر عملکرد وش به‌ترتیب به میزان ٥٨/٠٧، ٤٩/٥٣، ٤٣/٣٩ و ٤٥/٥٨ درصد نسبت به رقم شاهد ورامین برتری نشان دادند. در تاریخ کاشت دوم در هیچ یک از ارقام مورد مطالعه هیچ غوزه‌ای باز نشده و لذا هیچ‌گونه وشی برداشت نشد. بنابراین تأخیر در کاشت در این منطقه مجاز نبوده و بهترین تاریخ کاشت در این منطقه بین ۱۵ اردیبهشت تا ۱۵ خرداد می‌باشد.

نتایج مقایسه ارقام مورد مطالعه براساس ترکیب داده‌های مربوط به دو تاریخ کاشت نشان داد که دو رقم خرداد و خورشید از نظر عملکرد وش بالاترین مقادیر را داشتند. به‌طوری که با تولید ٤٢٧٦ و ٣٥٥٣ کیلوگرم در هکتار وش به‌ترتیب به میزان ٥٨/٠٧ و ٤٩/٥٣ درصد نسبت به شاهد ورامین برتری نشان دادند. دو رقم ساجدی و شایان در رتبه بعدی قرار داشتند و با تولید ٣٢٩٥ و ٣١٦٧ کیلوگرم در هکتار وش به‌ترتیب به میزان ٤٥/٥٨ و ٤٣/٣٩ درصد از نظر عملکرد وش نسبت به رقم ورامین

برتری نشان دادند. همچنین دو رقم خورشید و شایان بیشترین تعداد غوزه باز و شاخه زایا را دارا بودند و از این نظر نسبت به شاهد ورامین برتری نشان دادند. از نظر درصد کیل بین دو رقم شایان و ورامین تفاوت چندانی مشاهده نشد و این دو رقم از نظر این صفت در یک گروه قرار گرفتند. در مجموع براساس نتایج این بررسی در درجه اول دو رقم خرداد و خورشید و در درجه دوم دو رقم شایان و ساجدی نسبت به شاهد ورامین از نظر عملکرد وش برتری نشان دادند و از سازگاری خوبی به این منطقه برخوردار بودند. لذا چنان‌چه بنا به دلایلی کشت پنبه به تأخیر افتاد، کشت ارقام مذکور به‌عنوان ارقام زودرس‌تر و پرتولیدتر نسبت به شاهد ورامین در این منطقه مؤثر خواهد بود.

توصیه ترویجی

براساس شواهد مشاهده شده در پروژه‌های تحقیقاتی اجرا شده، مشخص شده است که ارقام زودرس پنبه در تاریخ‌های کاشت تأخیری به دلیل اینکه زودتر از سایر ارقام دوره رشد خود را کامل می‌کنند نهایتاً عملکرد وش بیشتری نیز تولید می‌کنند. لذا در صورتی که کشاورز بنا به دلایلی مانند نامساعد بودن شرایط آب و هوایی و یا عدم تخلیه به‌موقع زمین از محصول قبلی نتواند به‌موقع نسبت به کاشت پنبه اقدام نماید، می‌توان با معرفی ارقام زودرس از کشاورز حمایت نمود و علاوه بر تأمین درآمد کشاورز و کمک به وضعیت اقتصادی و معیشتی وی، نسبت به صرفه‌جویی در مصرف آب نیز اقدام نمود. زیرا ارقام زودرس به دلیل تکمیل زودتر رشد خود علاوه بر تولید بیشتر محصول نسبت به ارقام میانه‌رس و دیررس، آب کمتری نیز مصرف می‌کنند. در مجموع براساس نتایج بدست آمده، در شرایطی که بنا به دلایلی کشت پنبه به تأخیر بیفتد، در منطقه بردسکن کشت رقم شایان، در منطقه گناباد سه رقم شایان، خرداد و خورشید و در منطقه رشتخوار در درجه اول دو رقم خرداد و خورشید و در درجه دوم دو رقم شایان و ساجدی به‌عنوان ارقام زودرس‌تر و پرتولیدتر نسبت به شاهد وامین، می‌توانند جایگزین رقم ورامین شوند.

فهرست منابع

۱- سعیدنیا، ف؛ ح. نجار. ۱۴۰۲. اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد برخی لاین‌های امیدبخش پنبه. مجله روابط خاک و گیاه ۱۴ (۴).

۲- نجار، ح؛ م. طاهریان؛ م. ر. رمضانی مقدم و م. اسکندری تربقان. ۱۴۰۱. شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد وش و ارزیابی تنوع ژنوتیپ‌های پنبه آپلند (*Gossypium hirsutum* L.) ایران. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی ۴۲: ۲۲-۳۰.

3- Dong, H.Z., W.J. Li., Tang, W. and Zhang, D.M. 2004. Development of hybrid Bt cotton in China-A successful integration of transgenic technology and conventional techniques. Current Science 86: 778-782.

4- Dong. H. Z., W. J. Li., W. Tang., Z. H. Li. and D. M. Zhang. 2005. Increased yield and revenue with a seedling transplanting system for hybrid seed production in Bt cotton. Journal of Agronomy and Crop Science 191: 116- 124.

5- Ghanbari Shirsavar, A. (2021). Investigating the situation of cotton production in Iran. Political Research Office Publications. Political Deputy of Broadcasting.

6- Huang, J. 2016. Different sowing dates affected cotton yield and yield components. International Journal of Plant Production (10): 1. 63-68.

7- Muhammad, A.A., Frederick, F.Y., Muhammad, C.B., 2023. Extraction, Characterization and epoxidation of cotton seed oil. Nanochemistry Research, 8(4): 252-257.

8- Raphael, J.P.A., Echer, F.R., and Rosolem, C.A. 2019. Shading and nitrogen effects on cotton earliness assessed by boll yield distribution. Crop Science, 59: 697– 707.

9- Sankaranarayanan, K., C.S. Praharaj., P. Nalayini., and N. Gopalakrishnan. 2011. Evaluation of Bt and non-Bt cotton hybrids under varied planting time. Indian. J. Agric. Sci. 56(1):68-73

10- Ullah, A., Sun, H., Yang, X., & Zhang, X. (2017). Drought coping strategies in cotton: increased crop per drop. Plant Biotechnol. J. 15: 271–284.

استفاده هوشمند از منابع آبی جهت پرورش ماهی در استخرهای ذخیره آب کشاورزی

لاله یزدان پناه گوهرریزی

استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

E.mail: l.yazdanpanah@areeo.ac.ir

چکیده

در عصر حاضر، به دلیل محدودیت و کاهش برداشت آبزیان از منابع آبی بزرگ مانند دریاها و اقیانوس ها، توجه ویژه ای به آبهای داخلی شده است که به دنبال این موضوع مدیریت منابع آبی را می طلبد. پرورش ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی یکی از روش های نوین و اقتصادی در مدیریت اینگونه منابع آبی به شمار می آید. این شیوه با ترکیب دو فعالیت کلیدی یعنی کشاورزی و آبزی پروری، بهره وری منابع را افزایش داده و درآمدی پایدار برای کشاورزان ایجاد می کند (۱). در سال های اخیر، به ویژه در مناطق نیمه خشک و خشک ایران، توجه به این روش به عنوان راه کاری هوشمندانه برای مقابله با کم آبی و افزایش بازده اقتصادی زمین های کشاورزی رشد چشمگیری داشته است. از موضوعات مهمی که اهمیت مسئله را نشان میدهد این است که پرورش ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی نه تنها به عنوان روشی برای تولید پروتئین با کیفیت مطرح است، بلکه به حفظ تعادل زیست محیطی و استفاده بهینه از منابع موجود نیز کمک می کند (٤). بسیاری از کشاورزان از استخرهای ذخیره آب صرفاً برای آبیاری زمین های خود استفاده می کنند، در حالی که این استخرها می توانند محیطی مناسب برای پرورش ماهی نیز باشند. در واقع، ماهی ها در این استخرها با استفاده از مواد مغذی و موجودات ریز موجود در آب رشد می کنند و در عوض، فضولات آن ها به عنوان کود طبیعی به بهبود کیفیت آب برای آبیاری کمک می نماید. به این ترتیب، چرخه ای بسته و کارآمد از مصرف و باز تولید منابع شکل می گیرد (۳).

واژه های کلیدی: استخر ذخیره آب کشاورزی، هوشمند، بهینه، پروتئین

بیان مسئله

اجرای سیستم پرورش ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی مزایای فراوانی دارد که آن را به گزینه ای جذاب برای کشاورزان و سرمایه گذاران تبدیل کرده است. یکی از این موارد مهم افزایش بهره وری اقتصادی میباشد که با اضافه کردن فعالیت پرورش ماهی به سیستم کشاورزی، کشاورز از یک منبع آب دو نوع درآمد کسب خواهد نمود. درآمدهای حاصل از محصول زراعی و شیلاتی. این رویکرد نه تنها هزینه های نگهداری استخر را جبران می کند، بلکه سود خالص سالانه را نیز افزایش می دهد. همچنین وجود ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی باعث بهبود کیفیت آب آبیاری و جلوگیری از رشد جلبک های مضر و بهبود اکسیژن محلول در آب میگردد. در نتیجه، آبی که برای آبیاری استفاده می شود، تمیزتر و دارای ترکیبات مفید تری است (۲). از طرفی برخی از گونه های ماهی مانند تیلاپیا یا کپور علف خوار از لارو حشرات و علف های آبی تغذیه می کنند که این ویژگی موجب می شود بدون نیاز به مواد شیمیایی، کیفیت آب و محیط استخر حفظ شده و به دنبال آن کنترل زیستی آفات را خواهیم داشت (٦). همچنین یکی از مهمترین موارد قابل اشاره این است که چون یک منبع آب برای دو هدف (آبیاری و پرورش ماهی) استفاده می شود، بهره وری از آب به صورت چشمگیری افزایش نموده و در مصرف آب صرفه جویی خواهد شد (۵). این مزیت به ویژه در مناطق کم آب ایران بسیار ارزشمند است. یکی دیگر از مزایای ایجاد شده ، اشتغال زایی پایدار است که با گسترش پرورش ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی، فرصت های شغلی متعددی برای جوانان روستایی و کشاورزان بوجود خواهد آمد ؛ از کارگر پرورش دهنده گرفته تا فروشنده و تأمین کننده تجهیزات شیلاتی که میتواند منجر به کسب درآمد گردد.

شکل ۱- نمایی از استخر ذخیره آب کشاورزی

معرفی دستاورد

- انتخاب نوع ماهی برای این روش از اهمیت زیادی برخوردار است، چون شرایط دمایی، کیفیت آب و نوع تغذیه بر رشد و بازده تأثیر مستقیم دارد. بهترین گونه ها برای پرورش ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی عبارت اند از:
  - ماهی کپور معمولی: مقاوم، با رشد سریع و تغذیه آسان.
  - کپور نقره ای و علف خوار: برای کنترل علف های هرز آبی بسیار مؤثر است.
  - تیلاپیا: سازگار با دمای بالا و رشد سریع در شرایط نیمه شور(البته در استان ها و مناطقی از کشور که مجوز پرورش ماهی تیلاپیا از سازمان حفاظت محیط زیست اخذ گردیده است) .
  - قزل آلا (در مناطق سردسیر): اگر آب ورودی به استخر سرد و شفاف باشد، گزینه ای بسیار سودآور است.

در بسیاری از مناطق ایران، ترکیب چند گونه (پلی کالچر) اجرا می شود تا از تمام لایه های زیستی آب به شکل بهینه استفاده گردد.

- برای موفقیت در پرورش ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی، طراحی اصولی استخر اهمیت زیادی دارد. این استخرها معمولاً خاکی یا بتنی ساخته می شوند، اما نکته کلیدی این است که باید تعادل بین عمق، تهویه، و کیفیت آب رعایت شود. لذا به موارد زیر باید دقت نمود.
  - سیستم ورودی و خروجی آب: طراحی باید طوری باشد که آب تازه بتواند وارد شود و آب مصرف شده خارج گردد.
  - عمق استخر: معمولاً بین ۱،۵ تا ۲،۵ متر ایده آل است.
  - پوشش و ایزولاسیون: در صورت استفاده از استخر خاکی، لایه ای از پلاستیک ژئوممبران مانع نشت آب می شود.
  - شیب کف: باید به گونه ای باشد که آب به راحتی تخلیه شود.
  - وجود فیلتر، هوا ده و حتی سایه بان در مناطق گرم نیز می تواند بازده پرورش را بالا ببرد.

جدول ۱ – تقسیم بندی استخرهای ذخیره آب کشاورزی از نظر نحوه خاک برداری

نوع احداث استخر	مناطق قابل توصیه
استخر مدفون	در مناطقی که باد منطقه شدید و لایه های خاک مناسب خاکبرداری است، قابل توصیه است.
استخر نیمه مدفون	در مواردی که لایه های سطحی خاک نرم و مناسب خاکبرداری است؛ ولی لایه های زیرین سنگی بوده یا مشکل بالا بودن سطح آب زیر سطحی وجود دارد، قابل توصیه است.
استخرهای سطحی	در مناطقی که باد منطقه شدید نباشد و یا لایه های سطحی خاک، سنگی باشد. برای استخرهای ذخیره با ابعاد کم، قابل توصیه است.

- برای رسیدن به بازده بالا در پرورش ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی، تغذیه ی علمی و برنامه ریزی شده ضروری است. معمولاً از ترکیبی از غذای طبیعی (پلانکتون ها) و غذای دستی (پلت یا خوراک صنعتی) استفاده می شود.

بهتر است تغذیه روزانه در چند وعده انجام شود و با توجه به دمای آب، وزن و سن ماهی تنظیم گردد. در تابستان که متابولیسم ماهی ها بیشتر است، نیاز به غذای بیشتری دارند. در مقابل، در فصول سرد، مصرف خوراک کاهش پیدا می کند. همچنین کنترل مداوم اکسیژن محلول در آب، جلوگیری از تجمع فضولات و استفاده از هواده مکانیکی، از اقدامات حیاتی در مدیریت صحیح استخر محسوب می شود.

شکل ۲ - رها سازی و غذا دهی در استخرهای ذخیره آب کشاورزی

- رعایت اصول بهداشتی در آبزی پروری از اهمیت بالایی برخوردار است. پیشگیری همواره ارزان تر و مؤثرتر از درمان است. به همین دلیل، آموزش و آگاهی کشاورزان در این زمینه نقش تعیین کننده ای در موفقیت پروژه دارد.یکی از چالش های اصلی در این روش، احتمال بروز بیماری های انگلی یا باکتریایی است. لذا رعایت و بررسی موارد زیر از مهمترین مسایل پیشگیری و کنترل می باشد:
  - قرنطینه ماهیان جدید قبل از ورود به استخر
  - استفاده از آب تمیز و غیر آلوده
  - ضدعفونی ابزارها و ظروف مرتبط با پرورش
  - پایش منظم دما و pH آب
- تحلیل اقتصادی و سودآوری پرورش ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی:

پرورش ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی علاوه بر تأمین نیاز غذایی خانوار، می تواند به منبع درآمد پایدار برای کشاورزان تبدیل شود. ترکیب هوشمندانه ی مصرف آب کشاورزی و تولید آبزیان باعث می شود هزینه ها به صورت چشمگیری کاهش یابد، زیرا آب مصرفی یک بار استفاده نمی شود بلکه دو بار کارایی دارد: یک بار برای پرورش ماهی و

بار دیگر برای آبیاری زمین های کشاورزی. در مناطق کم آب، این روش یک مدل اقتصادی پایدار است؛ چون نیاز به حفر چاه یا تأمین منبع جدید آب را از بین می برد. کشاورزان با هزینه ی نسبتاً کم (در مقایسه با احداث استخرهای بتونی یا سیستم های مستقل) می توانند بازده مالی قابل توجهی از فروش ماهی به دست آورند. به عنوان مثال، در یک استخر ۱۰۰۰ مترمربع با عمق متوسط ۲ متر، می توان حدود ۲ تا ۳ تن ماهی کپور یا قزل آلا پرورش داد که بسته به قیمت بازار، سود خالص قابل توجهی به همراه دارد.

نکته مهم در تحلیل اقتصادی پرورش ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی، بهینه سازی تغذیه و تراکم ماهی ها است. استفاده از غذای با کیفیت، کنترل اکسیژن محلول و انتخاب گونه های مقاوم، به کاهش تلفات و افزایش سود نهایی کمک می کند. در این میان، انتخاب خوراک اقتصادی و متناسب با هر گونه، نقش کلیدی در بازگشت سرمایه دارد.

- نکات زیست محیطی و پایداری در پرورش ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی

یکی از مزیت های ارزشمند پرورش ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی، تأثیر مثبت آن بر پایداری منابع طبیعی است. این روش، نه تنها مصرف آب را کاهش می دهد بلکه کیفیت خاک و حاصل خیزی زمین های اطراف را نیز افزایش می دهد.

کود طبیعی حاصل از فضولات ماهی و تجزیه مواد آلی در استخر، هنگام استفاده از آب برای آبیاری، به صورت طبیعی وارد خاک می شود و به غنی تر شدن آن کمک می کند. این امر باعث کاهش نیاز به کود شیمیایی و در نتیجه کاهش آلودگی محیط زیست می شود. از سوی دیگر، آب استخرها به دلیل عبور از چرخه طبیعی تصفیه زیستی، معمولاً کیفیت مناسبی برای آبیاری دارد و باعث جلوگیری از هدر رفت منابع می شود. در صورت مدیریت اصولی، پرورش ماهی در استخر ذخیره آب کشاورزی یک نمونه درخشان از کشاورزی پایدار است؛ مدلی که در آن کشاورز هم تولید کننده مواد غذایی پروتئینی است و هم حافظ منابع آبی و خاکی. البته شایان ذکر است نوع ماهی پرورشی و نوع گیاهان کشت شده باید حتما مد نظر قرار گیرند و توجه به تهدیدات و بر طرف کردن نقاط ضعف می تواند مانع از بروز مخاطرات یا کاهش شدت آن گردد.

توصیه ترویجی

۱- استخرهای ذخیره آب کشاورزی اکثراً مستطیل شکل بوده و در نقاطی مشرف به زمین های زراعی احداث شده اند. در این استخرها در صورتی میتوان ماهی قزل آلا پرورش داد که آب ورودی علاوه بر داشتن شرایط لازم جهت پرورش به میزانی باشد که در طول شبانه روز حداقل ۵۰٪ آب استخر تعویض شود.

۲- استخرهای دو منظوره احداثی آبراهه ای نیز براساس نقشه های تیپ شیلات به صورت سه استخر یا کانال سیمانی موازی طراحی میشود بطوری که آب به کانال یا استخر اول وارد شده از آن عبور می کند و در هنگام ورود به استخر دوم بواسطه اختلاف ارتفاع و ریزش آب مجدداً هوادهی شده و سپس به همین طریق وارد استخر سوم شده و به مصرف کشاورزی و زراعت میرسد و بدین طریق در کنار کشاورزی در داخل استخرهای دو منظوره ماهی قزل آلا پرورش داده می شود. البته امروزه در کنار استخرهای آبراهه ای ، استخرهای گرد و هشت ضلعی نیز برای پرورش آبزیان بصورت دومنظوره مورد توجه قرار گرفته اند.

۳- ظرفیت تولید هر استخر دو منظوره به میزان آب چاه وابسته است بعنوان مثال چاهی با آبدهی ۲۰ لیتر در هر ثانیه میتواند یک استخر دو تنی ماهی قزل آلا داشته باشد در صورتی که چاه با آبدهی ٤٠ لیتر در ثانیه یک استخر چهار تنی را پوشش میدهد. شایان ذکر است این میزان بسته به سطح استخر ، میزان آب ورودی و بکارگیری سیستم های برگشت آب و دستگاههای هوادهی متغیر می باشد.

فهرست منابع

۱- نشریات آموزش و ترویج. اداره کل شیلات کشور. ۱۳۹۹.

۲- سامانه مدیریت نشریات علمی. ١٤٠٠. فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران.دوره ١٦. شماره ۳.

3- Cavalcanti, L.D., Gouveia, E.J., Souza, E.V.S. and M.R, Carrijo-mauad. 2021. Effect of poultry litter as an organic fertilizer, in water quality, parasitic abundance, and growth nile tilapia. boletim do instituto de pesca. 47:1-10.

4- Radanielson, A.M. 2019. Integrating fish into irrigation infrastructure projects inMyanmar: Marine and Freshwater Research. 70(9): 1229-1240

5- Zafar, M. H. and M, Fatima. 2018. Efficiency comparison of organic and inorganic minerals in poultry nutrition: a review. PSM Veterinary Research. 3(2): 53-59

6- Dubois, M.J., Akester, M.., Leemans, K., Teoh, S.J., Stuart, A., Thant, A.M., San, S.S., Shein, N., Leh, Mansoor, M., Palal, M. and A.M, Radanielson. 2019. Integrating fish into irrigation infrastructure projects in Myanmar: ricefish. Marine and Freshwater Research.70 (9): 1229-1240.

زمان‌های مناسب آبیاری گندم در شرایط کمبود آب در استان گلستان

علیرضا کیانی

استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

E.mail: Akiani71@Yahoo.com

چکیده

حدود ٤٠ تا ٧٠ درصد نیاز آبی گندم در استان گلستان بوسیله باران تامین می‌شود. سوال اینست که اگر آب کافی برای تامین نیاز آبی گندم موجود نباشد، چند نوبت و چه زمان‌هایی باید آبیاری کرد تا بالاترین بهره‌وری آب دریافت شود. برای پاسخ به آن پروژه‌ی ترویجی حاضر برای دو شرایط اقلیمی استان (گرگان و گنبد) با چهار تیمار شامل ۱- بدون آبیاری ۲- آبیاری در زمان کاشت ۳- آبیاری در زمان کاشت و گلدهی ٤- آبیاری در زمان کاشت، یک هفته قبل از گلدهی و مرحله خمیری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج ارزیابی اثربخشی آب آبیاری، نسبت فایده به هزینه کشت گندم در هر دو شراط اقلیمی نشان داد که تیمار سه نوبت آبیاری بیشترین بازده و سودآوری اقتصادی (۲/۳) و تیمار بدون آبیاری پایین‌ترین نسبت فایده به هزینه (۲/۱) را به خود اختصاص داده‌اند. عملکرد گندم در تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ٤ به ترتیب در گرگان برابر ۳٦۳۳، ۳۹٦٥، ٤۱۷٦ و ٥۰٦۳ و در گنبد برابر ۳٤۸۷، ۳۸۲۷، ٤٤٤۸ و ٥۳۳۸ کیلوگرم در هکتار و بهره‌وری فیزیکی آب در تیمارهای اشاره شده به ترتیب در گرگان برابر ۱/۳، ۱/۱، ۰/۹٥ و ۰/۹٥ و در گنبد برابر ۱/۲، ۰/۹٤، ۰/۸٥ و ۰/۸۷ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. پیام اصلی این نوشتار به استناد بررسی اقتصادی و هم چنین اثربخشی آبیاری، توصیه آبیاری در سه مرحله کاشت، گلدهی و مرحله شیری است. اگر امکان یک یا دو نوبت آبیاری وجود داشته باشد، در سال‌های خشک‌تر مراحل کاشت و گلدهی و در سال‌های مرطوب‌تر نیازی به آبیاری نیست.

واژه های کلیدی: بهره‌وری آب، زمان‌های آبیاری، مدل کراپ‌وات، گلستان، گندم

بیان مسئله

امروزه بخش کشاورزی با چالش‌های متعددی روبرو است. تولید برای رفع فقر و گرسنگی، تامین غذای با کیفیت، سالم، پایدار و بطور همزمان حفظ منابع و محیط زیست از آن جمله هستند. منابع آبی و نحوه بهره‌برداری از آنها یکی از موثرترین عوامل برای حفظ پایداری تولید محسوب می‌شود. بحران آب در کشور نیازی به تاکید ندارد و برای حل آن ظرفیت‌سازی جدید (نه لزوماً و عرضه) برای منابع آب از ضروریات است. یکی از راهبردهای موثر در افزایش تولید در مناطق کم آب دنیا، تولید بیشتر با آب کمتر یعنی "ارتقاء بهره‌وری آب" است و این مهم در حوزه‌ی کشاورزی به عنوان کلیدی‌ترین عامل برای کاهش فقر و گرسنگی شناخته شده است. افزایش بهره‌وری تنها در صورتی تحقق می‌یابد که راهکارهای مناسبی برای مدیریت آبیاری، تخصیص بهینه منابع آبی و استفاده مؤثرتر از آنها در بخش کشاورزی به‌کار گرفته شوند. اگر چه کشاورز تمایل به دریافت حداکثر عملکرد دارد، ولی این راهبرد مناطق کم آب نیست. گندم یکی از گیاهان راهبردی کشور و استان گلستان است که تحت شرایط متفاوت (بدون آبیاری و آبیاری تکمیلی) کشت می‌گردد. سالانه بطور متوسط ۳۷۵۰۰۰ هکتار از اراضی زراعی استان گلستان شامل ٦٠ درصد سطح کشت گندم دیم و ٤٠ درصد سطح کشت گندم آبی با ظرفیت تولید بیش از یک میلیون تن محصول به کشت گندم اختصاص می یابد. مساحت تحت کشت گندم آبی و دیم در سال زراعی ۰۳-۱٤۰۲ به‌ترتیب معادل ۱٦۰۰۰۰ و ۲۲۹۰۰۰ هکتار و عملکرد گندم آبی و دیم به‌ترتیب برابر ٤۱٤۰ و ۳٤۷۵ کیلوگرم در هر هکتار است (٤). بر اساس آمارنامه سال زراعی ۰۱-۱٤۰۰ وزارت جهاد کشاورزی، در استان گلستان گندم از نظر سطح دارای رتبه ٦ و از نظر تولید دارای رتبه دوم و بالاترین میانگین عملکرد گندم دیم را به همراه استان مازندران در کشور دارد. به‌طوریکه در همین سال میانگین عملکرد گندم دیم کشور و استان گلستان به ترتیب ۹۸٦ و ۲٤٤۰ کیلوگرم در هکتار بود (۱).

بطور کلی آبیاری گندم در استان گلستان بصورت تکمیلی است و باران بخش قابل توجه‌ای از نیاز آبی محصولات کشاورزی را تامین می‌کند. بطور معمول کشاورزان منطقه در زمان کاشت منتظر باران می‌مانند و بعد مبادرت به کشت می‌نمایند و در زمان کاشت آبیاری نمی‌کنند. وجود رطوبت مناسب در زمان کاشت کمک بسیار موثر در ایجاد سبز یکنواخت است. در نتیجه سال‌هایی که ریزش باران در زمان کاشت مناسب است (۱٤۰۲-۰۳) رشد اولیه گندم هم مناسب است. تعداد آبیاری بر رشدگیاه با روش‌های مختلفی موثر واقع می‌شود و تعیین آن اهمیت زیادی برای بهینه‌سازی عملکرد و بهره‌وری مصرف آب گندم دارد (۲). پارامترهای اقلیمی که در تولید موثر هستند در شرایط حاضر قابل کنترل نیستند و اطلاعات طولانی‌مدت در شرایط اقلیمی مشابه استان گلستان نشان داده‌است که از مراحل به گل‌نشستن به بعد (فروردین و اردیبهشت) به دلیل کمبود بارش همراه با افزایش درجه حرارت، آبیاری گندم ضروری است. ضمن اینکه اکثر کشاورزان برای زمان کاشت منتظر باران می‌مانند و بعد کشت می نمایند و یا ممکن است به‌موقع بکارند ولی باران برای سبز یکنواخت مناسب نباشد. با تاخیر در زمان کاشت (آبان و آذر) عملکرد نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرد. بنابراین در شرایطی که از یک طرف، آب محدود است و از طرف دیگر بخش عمده‌ای از دوره رشد گندم در فصل بارش و با درجه حرارت کم مواجه است، همواره این سوال وجود دارد که گیاه زمستانه مانند گندم چند بار و در کدام مرحله آبیاری شود تا عملکرد و درآمد مناسب و بهره‌وری آب بالا باشد. در همین راستا گزارش حاضر به استناد یک پژوهش ترویجی در پی پاسخ به سوال‌های فوق است.

معرفی دستاورد

برای پاسخ به سوال‌های مطرح شده کار ترویجی در زمین کشاورز یکی در شهرستان گرگان نماینده غرب استان و دیگری در شهرستان گنبد نماینده شرق استان طراحی و اجرا شد. برای اینکار چهار تیمار شامل: ۱- بدون آبیاری(I_0)، ۲- یک آبیاری فقط در زمان کاشت (I_1)، ۳- دو آبیاری یکی در زمان کاشت و دومی در زمان گل‌دهی(I_2) و ٤- سه آبیاری یکی در زمان کاشت، دومی یک هفته قبل از گلدهی و سومی در مرحله خمیری(T_3) مورد بررسی قرار گرفتند. گندم در شهرستان‌های گرگان و گنبد به ترتیب در تاریخ‌های ۹۸/۱۰/۰٤ و ۹۸/۰۹/۰۸ در نوارهایی به ابعاد ۵ متر در ٦۰ متر کاشته و در تاریخ‌های ۹۹/۰۳/۲٤ و ۹۹/۰۳/۱۸ برداشت شد. کلیه عملیات زراعی و نیازهای کودی و مبارزه با آفات و بیماری‌ها براساس توصیه‌های منطقه‌ای و مطابق دستورالعمل‌های موجود انجام شد. آبیاری با روش شیاری انجام شده و در هر نوبت آبیاری دبی آب ورودی با استفاده از روش حجمی و نصب فلوم اندازه‌گیری و کنترل شد.

عمق آب آبیاری بر اساس اندازه‌گیری رطوبت خاک و محاسبه کمبود رطوبت خاک تا حد ظرفیت زراعی در عمق توسعه ریشه گیاه برآورد شد. برای بررسی توزیع رطوبت خاک از برنامه کراپ‌وات (۵) که قادر است کمبود رطوبت خاک و همچنین توزیع آنرا را بر اساس موازنه آب در خاک تحت سناریوهای مختلف (آبیاری کامل، کم آبیاری با کاهش مقدار آب در هر مرحله رشدی گیاه، پر کردن ظرفیت نگهداری آب در خاک، بدون آبیاری و ....) برآورد نماید، استفاده شد. با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده آب مصرفی، بارش، عملکرد در هر تیمار بهره‌وری آب برآورد شدند. بهره‌وری آب کاربردی از حاصل تقسیم عملکرد به مجموع آب آبیاری و بارش موثر (بارش موثر از روش گروه کشاورزی آمریکا در محیط کراپ وات برآورد شد) و بهره‌وری آب آبیاری از نسبت تفاوت عملکرد آبی و دیم به مقدار آب آبیاری برآورد شدند.

بهره‌وری فیزیکی آب و تحلیل اقتصادی

به استناد عملکردهای اندازه‌گیری شده و مقادیر آب مصرفی در هر مزرعه در هر تیمار بهره‌وری فیزیکی آب کاربردی و همچنین بهره‌وری آب آبیاری به تفکیک دو شهرستان برآورد و نتایج در جدول ۱ ارایه شده‌است. روند تغییرات عملکرد در دو شهرستان نشان می‌دهد که در گرگان با یک، دو و سه آبیاری عملکرد گندم نسبت به دیم به ترتیب در حدود ۹، ۱۵ و ۳۹ درصد و در گنبد ۱۰، ۲۸ و ۵۵ درصد افزایش داشت. به عبارت دیگر اثر آبیاری گندم در شرایط گنبد بالاتر از شهرستان گرگان بود. بطور طبیعی در مناطق خشک‌تر مدیریت آبیاری اثربخشی بیشتری نسبت به مناطق مرطوب‌تر دارد. افزایش درجه حرارت در انتهای فصل و پراکنش و تعدد باران در منطقه از عوامل مهم در محدودیت عملکرد است. اگرچه شهرستان گنبد آب و هوای خشک‌تری دارد، ولی با مجموع آبیاری و باران بیشتر در سال جاری (شکل۱) و همچنین دوره رشد بیشتر (حدود ۲۰ روز) و فرار از دوران پس از قطع آبیاری از گرمای آخر فصل عوامل اصلی افزایش نسبی عملکرد گندم نسبت به گرگان بود. با توجه به شکل ۱ در طی فصل رشد گندم در شهرستان گرگان مجموع بارش در حدود ۲۷۳ میلی‌متر که ۲۳۲ میلی‌متر آن موثر واقع شد. درحالیکه در شهرستان گنبد از مجموع ۲۹٦ میلی‌متر بارش کل در حدود ۲٦۵ میلی‌متر موثر بود. بطوریکه در گرگان اثربخشی بارش در حدود ۸۵ و در گنبد در حدود ۹۰ درصد بود.

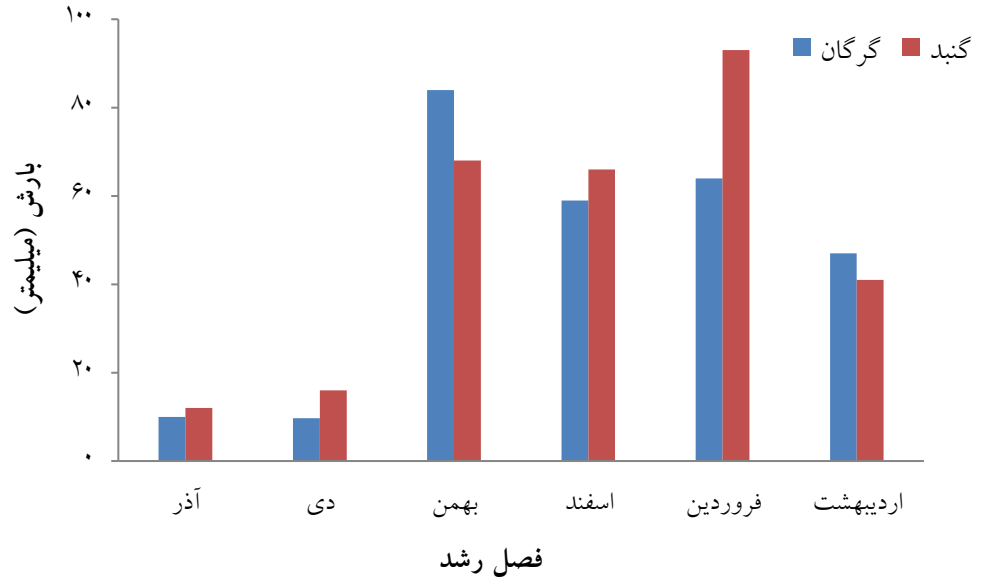
در شهرستان گرگان سهم باران در برنامه آبیاری تیمارهای I_1، I_2 و I_3 به ترتیب در حدود ۷۷، ٦۲ و ۵۱ درصد بود. یعنی بخش قابل توجه‌ای از آب مورد نیاز گیاه توسط باران تامین شد و تقریبا شرایط عمومی منطقه در سال‌های مختلف اینگونه است. سهم بارش در شهرستان گنبد در مجموع آب دریافتی گندم در طی فصل رشد برای تیمارهای I_1، I_2 و I_3 به ترتیب در حدود ۷۳، ۵۷ و ٤۸ درصد بود. توزیع بارش در گرگان نشان می‌دهد که ۱۵۳ میلی‌متر از کل بارش در مرحله رشد رویشی (دی

تا اول فروردین) و ۱۱۰ میلی‌متر در مرحله رشد زایشی(فروردین و اردیبهشت) اتفاق افتاد. در شهرستان گنبد در دوره رویشی (آذر تا اول فروردین) ۱۶۲ میلی‌متر و در دوره زایشی ۱۳٤ میلی‌متر بارش داشت (شکل ۱). در شهرستان گرگان، زمان گل‌دهی آبیاری اول در ۱۳ اردیبهشت و در گنبد در اول اردیبهشت اتفاق افتاد. در گرگان و در زمان گل‌دهی گندم، حداکثر درجه حرارت روزانه پس از ۹ روز بعد از آبیاری بطور مداوم بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود. اما در گنبد در زمان گلدهی و حدود یک هفته بعد از آن حداکثر درجه حرارت تنها در یک روز به ۲۹ رسیده و عمدتا در دامنه ۱۵ تا ۲۰ درجه در نوسان بود. آبیاری دوم (مرحله شیری) در گرگان در آخر اردیبهشت و در گنبد در بیستم اردیبهشت انجام شد. متوسط درجه حرارت اردیبهشت در گرگان و گنبد به ترتیب ۲۵ و ۲٦/۳ درجه سانتیگراد بود. در گنبد بعد از قطع آبیاری تا اواخر اردیبهشت (مرحله دانه بستن) درجه حرارت بطور میانگین ۱۸ درجه و حداکثر روزانه نیز تنها یک روز به ۳۰ درجه رسیده بود. در شهرستان گرگان بعد از قطع آبیاری یعنی اوایل خرداد ماه درجه حرارت روزانه در ابتدای خرداد به ٤٤ درجه سانتی‌گراد هم افزایش یافته بود. بنابراین از آنجا که گندم در اواخر فصل رشد مواجه با تنشهای گرمایی می‌شود، در صورت کمبود آب، برای فرار از این تنش‌ها لازم است تاریخ کاشت زودتر در نظر گرفته شود تا هم از باران‌های پاییزه بهتر استفاده شود و هم مواجهه با گرمای آخر فصل نشوند.

جدول ۱- بهره‌وری فیزیکی آب کاربردی گندم در تیمارهای مختلف به تفکیک هر آزمایش

محل آزمایش	تیمار*	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	درصد افزایش	حجم آب (متر مکعب در هکتار)		بهره‌وری فیزیکی بر مبنای (کیلوگرم در مترمکعب)	
				آبیاری	باران	مجموع آبیاری و باران	آبیاری
گرگان	I_0	۳٦۳۳	۰	۰		۱/۳۳	–
	I_1	۳۹٦۵	۹	۸۳۳	۲۷۳۰	۱/۱۱	۰/٤
	I_2	٤۱۷٦	۱۵	۱٦۵۸		۰/۹۵	۰/۳۳
	I_3	۵۰٦۳	۳۹	۲۵۸۳		۰/۹۵	۰/۵٦
گنبد	I_0	۳٤۸۷	۰	۰		۱/۱۸	–
	I_1	۳۸۲۷	۱۰	۱۰۹۵	۲۹٦۰	۰/۹٤	۰/۳۱
	I_2	٤٤٤۸	۲۸	۲۲۵۵		۰/۸۵	۰/٤۳
	I_3	۵۳۸۸	۵۵	۳۲۱۹		۰/۸۷	۰/۵۹

- I_0 = بدون آبیاری، I_1 = یک آبیاری فقط در زمان کاشت ، I_2 = دو آبیاری در زمان کاشت گل‌دهی، I_3= سه آبیاری در زمان کاشت، یک هفته قبل از گلدهی و در مرحله خمیری



شکل۱- توزیع بارش در فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸به تفکیک دو شهرستان گرگان و گنبد

از نظر بهره‌وری فیزیکی برای هر دو شهرستان بهره‌وری بارش بالاتر از تیمارهای مختلف آبیاری بود (جدول۱). اگر چه عملکرد گندم در تیمار تک آبیاری در زمان کاشت برای هر دو شهرستان، نسبت به شرایط دیم تنها ۱۰ درصد منجر به افزایش عملکرد شد و تیمار سه آبیاری در زمان‌های کاشت، گل‌دهی و شیری در دو شهرستان گرگان و گنبد به ترتیب در حدود ۳۹ و ۵۵ درصد نسبت به دیم افزایش داشت، ولی ملاحظه می‌گردد که بهره‌وری آب کاربردی در تیمار تک آبیاری در زمان کاشت بالاتر از بقیه تیمارهای آبیاری بود. به عبارت دیگر آبیاری موجب افزایش عملکرد گندم شده‌است، ولی شرایط اقلیمی منطقه طوری است که آبیاری منجر به افزایش بهره‌وری فیزیکی آب کاربردی نشده‌است. مطالعات قبلی در همین منطقه روی گندم این نتیجه را تایید می‌کند (کیانی، ۱۳۹۷). اثربخشی آب آبیاری در جدول ۱ نشان می‌دهد که در تمام موارد اثربخشی آبیاری کمتر از ۰/٦ کیلوگرم در مترمکعب آب است. مقایسه تیمارهای این آزمایش نشان داده‌است که تیمار سه آبیاری در هر دو شهرستان توانسته اثربخشی بالاتری نسبت به دو تیمار دیگر داشته باشد. در شرایط استان گلستان نیاز آبی بخش قابل توجه‌ای از دوره رشد گندم بوسیله عامل غیرقابل کنترل باران تامین شده و آبیاری در اکثر موارد منجر به افزایش عملکرد گندم می‌گردد، ولی اثر بخشی لازم در افزایش بهره‌وری آب را ندارد. غیر قابل کنترل بودن عوامل اقلیمی، مدیریت آبیاری گندم را با مشکل جدی مواجه نموده است. به همین دلیل ضمن اینکه در اکثر موارد به بیشینه مقدار خود نمی‌رسد، تولید نیز از پایداری لازم برخوردار نیست.

نتایج بررسی نشان داد که عملکرد دانه در تیمارهای دیم (I_0) تک آبیاری در زمان کاشت (I_1) و دو آبیاری در زمان‌های کاشت و گل‌دهی (I_2) نسبت به تیمار سه آبیاری (I_3) به ترتیب در شهرستان گرگان در حدود ۳۹، ۱۵ و ۹ درصد و در گنبد ۵۵، ۲۸ و ۱۰ درصد کمتر بود. مقادیر تغییرات عملکرد و آب آبیاری نسبت شرایط دیم در جدول ۲ ارایه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود در تیمار سه آبیاری در مقایسه با شرایط دیم در گرگان و گنبد به ترتیب با مصرف آب آبیاری در حدود ۲۵۸۰ و ۳۲۲۰ متر مکعب در هکتار و عملکرد به ترتیب ۱٤۳۰ و ۱۹۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به دیم افزایش داشت. برای بقیه تیمارها هم روندی مشابه وجود دارد (جدول۲).

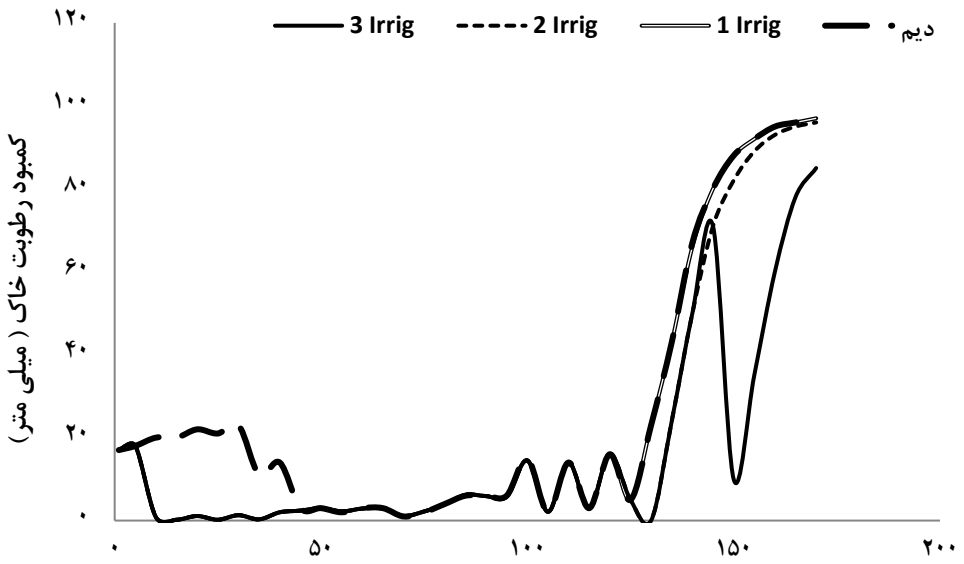
جدول ۲- مقایسه تغییرات عملکرد در مقابل تغییرات آب آبیاری در تیمارهای مختلف

محل آزمایش	تیمار	افزایش عملکرد نسبت به دیم (کیلوگرم در هکتار)	افزایش مصرف آب نسبت به دیم (متر مکعب در هکتار)
گرگان	I_0	-	-
	I_1	۳۳۲	۸۳۳
	I_2	٥٤٣	١٦٥٨
	I_3	١٤٣٠	٢٥٨٣
گنبد	I_0	-	٠
	I_1	٣٤٠	١٠٩٥
	I_2	٨١٤	٢٢٥٥
	I_3	١٩٠٠	٣٢١٩

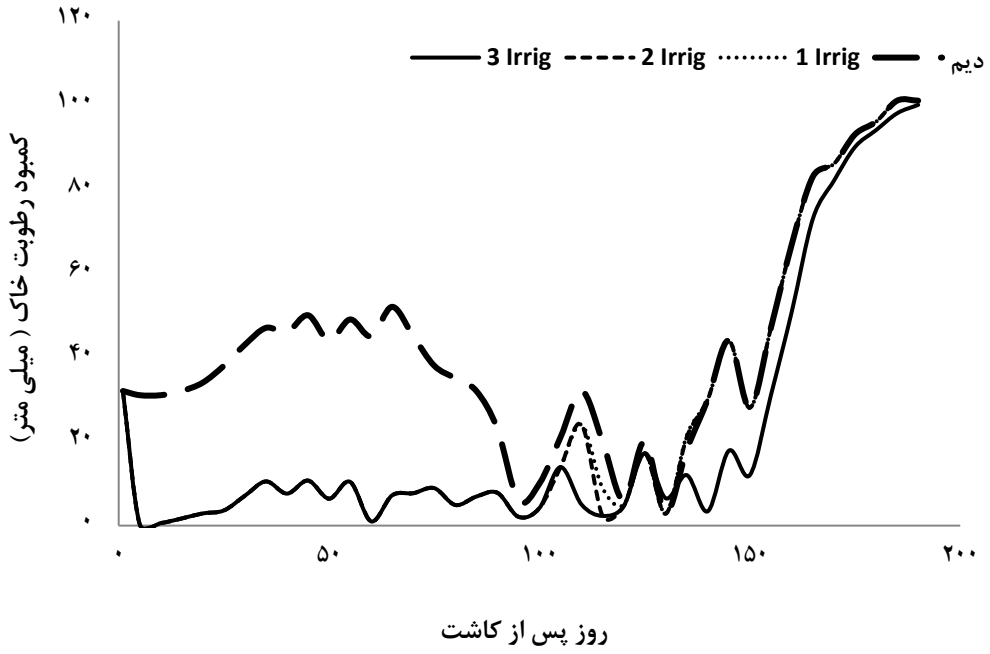
برای تحلیل اقتصادی بازده اقتصادی تیمارهای چهارگانه با روش نسبت فایده به هزینه مبتنی بر داده‌های آزمایش برآورد شد. برای این هدف، کل هزینه‌های یک هکتار زمین به تفکیک آبی و دیم بر اساس اطلاعات هزینه تولید محصولات کشاورزی در سال آزمایش شامل هزینه‌های آماده‌سازی زمین، کاشت، داشت، برداشت و زمین مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که کشت گندم تحت هر چهار تیمار واجد سودآوری اقتصادی است. در گرگان تیمار (I_3) دارای بالاترین نسبت فایده به هزینه به مقدار۲/۳ می باشد. این نسبت نشان می‌دهد به ازاء هر یک واحد هزینه در کشت گندم تحت تیمار سوم به طور میانگین ۲/۳ واحد درآمد ناخالص و ۱/۳ واحد درآمد خالص حاصل می شود. این نسبت برای تیمارهای تک آبیاری (I_1) و تیمار بدون آبیاری (I_0) برابر با ۲/۱ واحد است. به عبارت دیگر اگر چه درآمد خالص تیمار تک آبیاری در گرگان در حدود ۱/۱ برابر تیمار دیم بود ولی نسبت فایده به هزینه دو تیمار یکسان است و آبیاری در زمان کاشت منجر به افزایش عملکرد و درآمد شد، ولی آنقدر نبود که هزینه‌ها را جبران کند.

توزیع رطوبت خاک

برای بررسی کمبود رطوبت نیمرخ خاک و نحوه‌ی تاثیر آبیاری در تغییرات آن با استفاده از خروجی نرم‌افزار کراپ‌وات برای تیمارهای مختلف آبیاری و شرایط دیم، شکل‌های ۲ و ۳ ارایه شده‌است.



شکل۲- تغییرات کمبود رطوبت در نیمرخ خاک بصورت تابعی از فصل رشد گندم، در تیمارهای مختلف آبیاری، گرگان



شکل۳- تغییرات کمبود رطوبت در نیمرخ خاک بصورت تابعی از فصل رشد گندم، در تیمارهای مختلف آبیاری، گنبد

تغییرات رطوبت خاک در شهرستان گرگان (شکل۲) نشان می‌دهد که در ۵۰ روز اول پس از کاشت تنها تیمار دیم در حدود ۲۰ میلی‌متر کمبود رطوبت خاک دارد و بقیه تیمارها تا ۱۳۰ روز پس از کاشت مواجه با کمبود رطوبت در حدی که گندم مواجه با تنش رطوبتی شود مشاهده نمی‌شود. در گرگان از روز ۱۳۰ روز به بعد با گرم شدن هوا و کاهش بارندگی کمبود رطوبت خاک با شیب تند در حال افزایش است مرحله‌ای که گیاه در دوران زایشی قرار دارد باید آب تامین شود. تیمار سه آبیاری قدری توانست این شرایط را تعدیل کند. در بازه ۱۳۰ و ۱۵۰ روز پس از کاشت میزان کمبود رطوبت خاک در هر چهار تیمار سریع افزایش یافت. البته کمبود رطوبت خاک در تیمار سه آبیاری نسبت به بقیه تیمارها کمتر بود اما در ۱۵۰ روز پس از کاشت همزمان با آبیاری تیمار سه آبیاری، کمبود رطوبت خاک در این تیمار جبران شده ولی بقیه تیمارها مطابق با افزایش دما مواجه با تنش رطوبت آخر فصل شدند و در انتهای فصل نیز تقریبا تمام تیمارها از نظر رطوبت موجود در نیمرخ خاک تقریبا مشابه هستند به عبارت ساده‌تر گندم در انتهای فصل رطوبت موجود در خاک را تخلیه می‌کند. در شهرستان گنبد (شکل۳) ملاحظه می‌شود که گندم در ۱۰۰ روز اول تیمار دیم مواجه با کمبود رطوبت خاک در حدود ٤۰ میلی‌متر است و بقیه تیمارها که ابتدای کاشت آبیاری شدند با کمبود رطوبت خاک مواجه نشدند. از ۱۰۰ تا ۱۳۵ روز پس از کاشت که برخی از دوران زایشی است، بین تیمارها از نظر کمبود رطوبت مشابه هستند و گیاه در معرض تنش نیست. اما از ۱۳۵ روز به بعد که گندم در دوران زایشی است و همراه با افزایش گرما کمبود رطوبت خاک تقریبا در هر چهار تیمار با شیب تندی افزایش داشت. مقایسه تغییرات کمبود رطوبت خاک در دو شهرستان گرگان و گنبد نشان می‌دهد که در شهرستان گرگان در انتهای فصل یعنی مرحله شیری‌شدن گندم (حدودا ۱٤٥ روز پس از کاشت) در مرحله‌ای اتفاق افتاد که کمبود رطوبت خاک تا ۷۰ میلی‌متر رسیده بود (یعنی نیاز آبی بالا بود) در حالیکه که در شهرستان گنبد این تیمار در زمانی آبیاری شد (۱٤۰ روز بعد از کاشت) که خاک مواجه با کمبود رطوبت در حد ۳۰ میلی‌متر بود. خلاصه اینکه در دوران زایشی گندم (مرحله شیری)، تیمار سه آبیاری در مقایسه با تیمار دیم در شهرستان گنبد نسبت به شهرستان گرگان تنش رطوبتی بیشتری را تجربه کرد. نتایج عملکرد هم نشان داد که در شهرستان گنبد افزایش عملکرد گندم در تیمار سه بار آبیاری نسبت به دیم در حدود ۱۹۰۰کیلوگرم در هکتار در حالیکه در شهرستان گرگان این تفاوت در حدود ۱٤۰۰ کیلوگرم بود.

توصیه ترویجی

۱- الویت های اصلی آبیاری گندم در استان گلستان عبارتند از زمان کاشت، گلدهی و مرحله شیری است.

۲- به ازای هر یک واحد هزینه در کشت گندم با سه نوبت آبیاری به طور میانگین ۲/۳ واحد درآمد ناخالص و ۱/۳ واحد درآمد خالص حاصل می شود

۳- عملکرد گندم در اثر تک آبیاری در زمان کاشت، نسبت به شرایط دیم در حدود ۱۰ درصد افزایش داشت.

٤- عملکرد گندم با سه آبیاری در زمانهای کاشت، گلدهی و شیری شدن نسبت به دیم در حدود ٤۷ درصد افزایش داشت

۵- اثربخشی آبیاری چه از نظر فیزیکی و چه از نظر اقتصادی تیمار هدفمند سه آبیاری بر مبنای دوره رشد گندم انتخاب می‌شود و این پیام اصلی این نوشتار است.

٦- اگر امکان یک یا دو نوبت آبیاری وجود داشته باشد، در سال‌های خشک‌تر مراحل کاشت و گلدهی و در سال‌های مرطوب‌تر نیازی به آبیاری نیست.

فهرست منابع

۱- بی‌نام، ۱٤۰۲. آمارنامه کشاورزی محصولات زراعی ۱٤۰۱. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی اقتصادی، مرکز آمار فناوری اطلاعات و ارتباطات.

۲- کیانی، ع.ر. ۱۳۹۹. برنامه بهینه آبیاری گندم برای دستیابی به بالاترین بهره‌وری آب در شرایط کمبود آب. گزارش مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی به شماره ۵۸۹۲۸.

۳- کیانی، ع. ر. ۱۳۹۷. بررسی عملکرد و بهره‌وری آب گندم در روش آبیاری یک‌درمیان با استفاده از لوله‌های دریچه‌دار. گزارش مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی به شماره ٥٤٤٢٥.

٤- نیکوئی ع.ر.، کیانی ع.ر.، صابری ع.ر. پورمیدانی عباس و توکلی ع.ر. ۱٤۰٤. گزارش نظارت بر اجرای برنامه الگوی کشت ملی محصولات کشاورزی (استان گلستان) سال زراعی ۰۳-۱٤۰۲. مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی به شماره ٦٧٦١٢.

5- Smith, M. 1992. Cropwat: A computer program for irrigation planning and management. FAO Irrig and Drain. Paper No. 46:126 pp.

کاربرد حوضچه رسوب‌گیر در بهبود کیفیت آب استخر و کاهش نیاز به فیلترهای شن در سامانه‌های نوین آبیاری

رضا پورواعظی*[1] ، کوروش قادری[2] ، مجید رحیم پور[2] ، نادر کوهی [3]

۱- دانشجوی دکتری سازه های آبی، محقق غیر هیئت علمی 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- دانشیار بخش مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۳- 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: Poorvaezi.66@gmail.com

چکیده

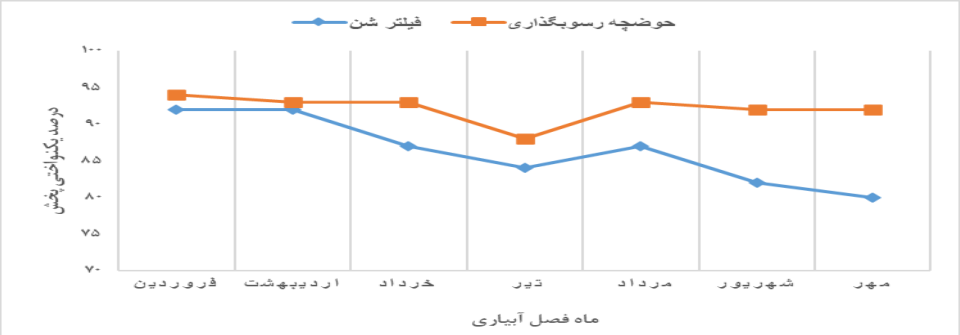
کیفیت آب ورودی به سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها و حفظ یکنواختی توزیع آب دارد. استفاده از فیلترهای شنی تحت فشار اگرچه رایج است اما در بسیاری از موارد به دلیل افزایش فشار و شکسته شدن دانه‌های شن، خود به منبع ورود ذرات ریز به شبکه تبدیل شده و هزینه‌های تعمیرات را افزایش می‌دهد. در این پژوهش، کارایی حوضچه رسوب‌گیر به‌عنوان جایگزینی کم‌هزینه و پایدار بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که طراحی و اجرای صحیح حوضچه رسوب‌گیر می‌تواند باعث عدم کاهش یکنواختی پخش در سیستم آبیاری گردد به‌طوری‌که در پایان فصل آبیاری میزان یکنواختی پخش در مزرعه‌ای که از فیلتر شن استفاده شده بود ۸۰ درصد و در مزرعه‌ای که از حوضچه آرامش به جای فیلتر شن استفاده گردیده بود ۹۲ درصد برآورد شد. همچنین تحلیل‌های اقتصادی نشان داد استفاده از این روش ضمن افزایش طول عمر تجهیزات، هزینه نگهداری سیستم را در طول فصل آبیاری کاهش می‌دهد. همچنین این جایگزینی موجب عدم کاهش فشار در سیستم آبیاری تحت فشار در اثر انسداد فیلترهای شن می‌گردد و باعث افزایش عملکرد سیستم‌های تصفیه ثانویه مانند فیلترهای دیسکی می‌گردد.

واژه های کلیدی: حوضچه رسوب‌گیر، فیلتر شن، کیفیت آب، یکنواختی پخش

بیان مسئله

- **روند تغییرات یکنواختی پخش قطره چکان ها در طول فصل آبیاری**

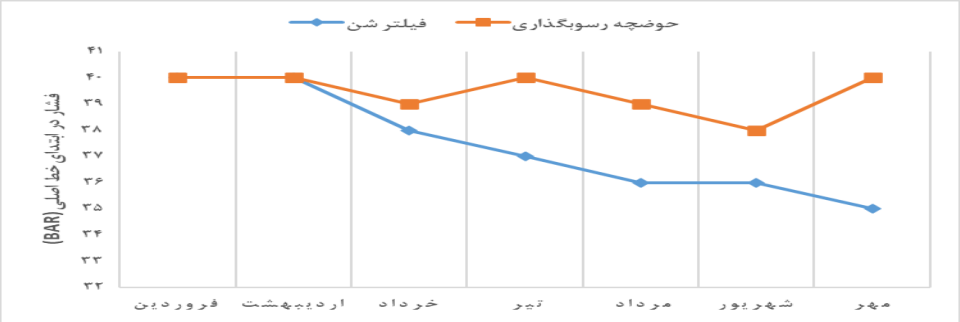
نمودار شکل ۱ میزان تغییرات یکنواختی پخش در قطره چکان های دو مزرعه مورد بررسی را نشان می دهد با توجه به اندازه گیری های ماهانه نشان داده شد که در طول فصل میزان یکنواختی پخش آب در مزرعه ای که از حوضچه رسوبگیر استفاده می‌کند بیشتر بوده و تغییرات آنها نیز در بازه کمتری اتفاق افتاد. در مزرعه ای که از فیلترهای شن جهت تصفیه اولیه آب استفاده شده بود، میزان یکنواختی پخش در طول فصل آبیاری به صورت نزولی بود . حتی استفاده از کودهای اسیدی در تیر ماه (اسید شویی) باعث افزایش قابل توجه این شاخص نگردید که می تواند نشان دهده گرفتگی فیزیکی با مواد معدنی باشد که ناشی از خرد شدن سیلیس‌های فیلتر شن و ورود آنها به قطره‌چکان باشد. نتایج این نمودار تأییدکننده نقش مؤثر حوضچه رسوب‌گیر در افزایش پایداری هیدرولیکی سیستم و جلوگیری از انسداد تدریجی قطره‌چکان‌ها می‌باشد.



شکل ۱ – درصد تغییرات یکنواختی پخش

- **مقایسه تغییرات فشار در ابتدای خط اصلی سیستم آبیاری تحت فشار**

با توجه به ورود ذرات مواد آلی و کلوییدی به فیلتر شن و خاصیت چسبندگی که بین این مواد و ذرات سیلیس موجود در فیلتر شن ایجاد می شود به مرور ظرفیت عبوری آب از فیلتر شن کاهش می‌یابد که این امر موجب افزایش فشار قبل از سیستم و کاهش فشار بعد از سیستم فیلتر شن می‌شود که با استفاده از شست‌وشوی معکوس می‌توان این اختلاف را کم کرد. ولی معمولا بعد از گذشت زمان و نفوذ این مواد به لایه‌های پایین‌تر فیلتر شن امکان خارج کردن آنها از فیلتر شن با استفاده از شست و شوی معکوس وجود ندارد همانطور که در نمودار شکل ۲ مشاهده می شود فشار در ابتدای سیستم در مزرعه ای که از فیلتر شن استفاده می کند به مرور تا انتهای فصل کاهش می یابد که یکی از علل آن را می‌توان گرفتگی فیلترهای شن و کاهش عملکرد آنها دانست. ولی در سیستم هایی که از فیلتر شن استفاده نمی‌شود تغییرات فشار تقریبا روند ثابتی دارد و کاهش نقطه‌ای در برخی زمان‌ها به علت گرفتگی جزئی در فیلترهای ثانویه بوده که پس از شستشوی این فیلترها، فشار به حالت نرمال اولیه باز می‌گردد.



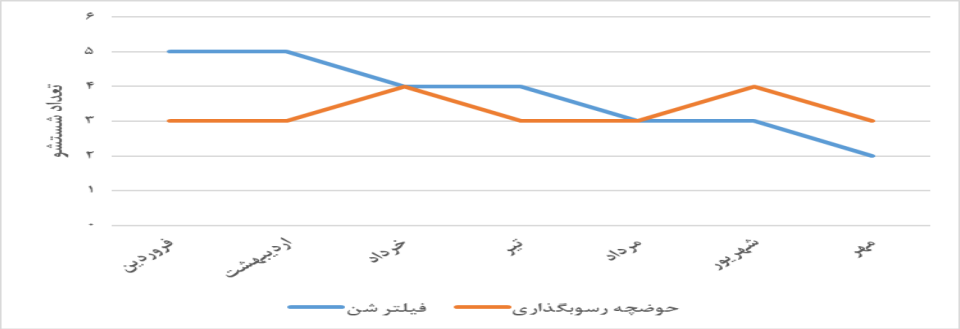
شکل ۲- نمودار تغییرات فشار در ابتدای خط اصلی سیستم آبیاری تحت فشار

- **مقایسه هزینه کل سیستم آبیاری در دو سناریو**

در سیستم دارای فیلتر شنی، هزینه‌ها شامل شست‌وشوی مکرر فیلتر، تعویض بستر شنی، مصرف انرژی بیشتر، تعمیرات ناشی از گرفتگی قطره‌چکان‌ها و توقف‌های ناخواسته در آبیاری است. در مقابل، استفاده از حوضچه رسوب‌گیر هزینه کل کاهش داده است؛ زیرا رسوب‌زدایی عمدتاً به صورت طبیعی انجام می‌شود، نیاز به شست‌وشوی پرفشار حذف می‌گردد و خسارت‌های ناشی از گرفتگی قطره‌چکان‌ها به حداقل می‌رسد. این کاهش هزینه‌ها اهمیت اقتصادی به‌کارگیری حوضچه رسوب‌گیر را نسبت به فیلترهای شنی پرهزینه نشان می‌دهد.

- **تعداد شست‌وشو در فیلتر ثانویه**

فیلتر های ثانویه معمولا وظیفه آب عبوری از فیلترهای شن را بر عهده دارند و در واقع ذرات عبوری از فیلترهای شن را از آب آبیاری جدا می‌کنند. همان طور که گفته شد سیلیس‌های موجود در فیلتر شن در اثر فشار آب و سایش با یکدیگر خرد شده و از فیلترشن به سمت فیلترهای ثانویه (در اینجا فیلترهای دیسکی) حرکت می‌کنند. معمولا ذرات درشت‌تر خرده‌های سیلیس در بین صفحات دیسک فیلترهای دیسکی به دام افتاده و در برخی موارد به دلیل فشار صفحات امکان شست و شوی این ذرات از بین فیلترهای دیسکی وجود ندارد و در واقع بین دو صفحه دیسک فاصله ایجاد شده که باعث می شود علاوه بر عبور ذرات کوچکتر به داخل خطوط آبیاری و در نهایت گرفتگی قطره چکان‌ها، کارایی فیلترهای دیسکی نیز کاهش می‌یابد (شکل ۳). معمولا در این مواقع با توجه به باز شدن مسیر آب در اثر فاصله افتادن بین دیسک‌های فیلتر ثانویه اختلاف فشار در دو طرف فیلتر ثانویه کاهش یافته و با اینکه فیلتر ممکن است حاوی ذرات جامد زیادی باشد ولی اختلاف فشار دو طرف فیلتراسیون به دلیل عبور آب از منافذ ایجاد شده بسیار کم نشان داده می شود . و در واقع مطابق شکل ۳ تعداد دفعات شست‌وشوی فیلترهای ثانویه کاهش پیدا کرده که باعث عبور ذرات از این فیلترها و در نهایت گرفتگی قطره‌چکان‌ها می‌شود. با توجه به نمودار شکل ۳ در مزرعه‌ای که از حوضچه رسوبگیر به جای فیلتر شن استفاده گردید تعداد شست‌وشوها در هر مرحله آبیاری تقریبا ثابت بود ولی در مزرعه ای که از فیلتر شن استفاده شد در طول فصل آبیاری در هر بار آبیاری نیاز به شست‌وشو در فیلترهای ثانویه روند کاهشی داشته است



شکل ۳- تعداد شست‌وشو در فیلتر ثانویه

معرفی دستاورد

کیفیت منابع آب یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در عملکرد و ماندگاری سامانه‌های آبیاری تحت فشار است زیرا وجود ذرات معلق، مواد آلی، رسوبات معدنی و ناخالصی‌های فیزیکی می‌تواند موجب کاهش دبی، افت فشار و در نهایت گرفتگی اجزای حساس شبکه مانند قطره‌چکان‌ها و نازل‌ها شود. این سامانه‌ها به دلیل قطر کم مجاری و حساسیت بالا به تغییرات کیفیت آب، نیازمند تأمین آبی نسبتاً عاری از رسوبات هستند تا کارایی توزیع آب، یکنواختی آبیاری و طول عمر تجهیزات حفظ شود. ازاین‌رو هرگونه افزایش بار رسوبی، ورود ذرات ریز یا اعمال فشارهای غیرمتعارف بر تجهیزات تصفیه می‌تواند باعث افزایش هزینه‌های نگهداری، کاهش کارایی و در برخی موارد اختلال کامل در سامانه گردد. بنابراین مدیریت پیشگیرانه کیفیت آب در مرحله آبگیر(حذف اولیه ذرات درشت و معلق) یکی از ضرورت‌های حیاتی برای پایداری و بهره‌وری سامانه‌های آبیاری تحت فشار محسوب می‌شود (۱). یکی از چالش‌های مهم در بسیاری از سامانه‌های آبیاری، عملکرد ناپایدار فیلترهای شنی به‌ویژه تحت فشارهای بالااست. هنگامی که فشار ورودی بیش‌ازحد استاندارد افزایش می‌یابد، ذرات شن درون فیلتر دچار سایش و خردشدگی می‌شوند و همین مسأله باعث تولید ذرات بسیار ریز سیلیسی می‌گردد که برخلاف هدف اولیه فیلتر، نه‌تنها حذف نمی‌شوند بلکه وارد شبکه آبیاری شده و سبب گرفتگی قطره‌چکان‌ها و کاهش یکنواختی آبیاری می‌شوند. علاوه بر این، فیلترهای شنی نیازمند شست‌وشوی معکوس دوره‌ای، نگهداری مستمر و صرف هزینه قابل‌توجه برای تعویض بستر شن هستند؛ موضوعی که برای بسیاری از بهره‌برداران، به‌ویژه در واحدهای کوچک، چالش‌برانگیز و هزینه‌زا است (۲).

در چنین شرایطی، استفاده از روش‌های ساده، کم‌هزینه و نیاز اندک به نگهداری برای حذف ذرات معلق قبل از ورود آب به سیستم آبیاری اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. یکی از موثرترین این روش‌ها، استقرار یک حوضچه رسوب‌گیر در مسیر آبگیر استخر یا در محل ورود آب از قنات، چاه یا کانال است. حوضچه رسوب‌گیر با کاهش سرعت جریان و ایجاد محیطی آرام، امکان ته‌نشینی طبیعی ذرات درشت و متوسط را فراهم می‌کند و به‌عنوان یک مرحله پیش‌تصفیه عمل می‌نماید. این سازه ساده علاوه بر کاهش بار مواد معلق ورودی به استخر، از وارد شدن رسوبات به فیلترها جلوگیری کرده و در بسیاری موارد نیاز به استفاده از فیلتر شنی را به‌طور کامل حذف یا بسیار محدود می‌کند. کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری، افزایش عمر تجهیزات آبیاری، بهبود یکنواختی آبیاری و کاهش خطر گرفتگی قطره‌چکان‌ها از مهم‌ترین مزایای عمومی حوضچه رسوب‌گیر محسوب

می‌شود که آن را به گزینه‌ای اقتصادی و قابل‌اجرا برای اغلب مزارع تبدیل کرده است (۳). حوضچه رسوب‌گیر یکی از ساده‌ترین و درعین‌حال موثرترین سازه‌های پیش‌تصفیه آب در سامانه‌های آبیاری تحت فشار است که با هدف کاهش بار ذرات معلق قبل از ورود آب به استخر یا ایستگاه پمپاژ مورد استفاده قرار می‌گیرد. اساس عملکرد این حوضچه بر کاهش سرعت جریان و ایجاد زمان ماند کافی استوار است؛ شرایطی که امکان ته‌نشینی طبیعی رسوبات درشت و متوسط را فراهم می‌کند و از ورود آن‌ها به سیستم فیلتراسیون یا شبکه آبیاری جلوگیری می‌نماید. این سازه به دلیل هزینه ساخت پایین، نیاز اندک به نگهداری، سهولت لایروبی و عدم وابستگی به فشار و تجهیزات مکانیکی، یک گزینه به‌صرفه و قابل‌اجرا برای اغلب بهره‌برداران محسوب می‌شود. به‌کارگیری حوضچه رسوب‌گیر علاوه بر کاهش فشار وارد بر فیلترهای ثانویه، موجب بهبود کیفیت آب ورودی، افزایش عمر قطره‌چکان‌ها، کاهش وقوع گرفتگی و در نهایت ارتقای یکنواختی آبیاری در مزارع می‌گردد. این ویژگی‌ها سبب شده است که حوضچه‌های رسوب‌گیر در بسیاری از کشورها به‌عنوان مرحله‌ای ضروری در مدیریت ابتدایی کیفیت آب پیش از ورود به تجهیزات آبیاری شناخته شوند (٤).

در فیلترهای شنی، بستر شن به‌گونه‌ای طراحی شده است که جریان آب با سرعت و فشار کنترل‌شده از میان آن عبور کند تا ذرات معلق در آب امکان گیر افتادن و جداسازی را داشته باشند. هنگامی‌که فشار ورودی از حد استاندارد طراحی فراتر می‌رود، نیروی وارده بر بستر شن از محدوده تحمل دانه‌ها بیشتر شده و موجب افزایش تنش فشاری و برشی در میان ذرات می‌شود. این افزایش تنش، برخوردهای مکرر و شدید بین دانه‌ها را تقویت کرده و پدیده‌ای به نام سایش مکانیکی (Mechanical Abrasion)را به وجود می‌آورد. نتیجه این فرآیند، شکستگی، لب‌پریدگی و تولید ذرات ریز سیلیسی است که به‌راحتی از فیلتر عبور کرده و وارد شبکه آبیاری می‌شوند. فشار بیش‌ازحد همچنین باعث فشردگی بیش‌ازاندازه بستر و تغییر آرایش ذرات شده و افت کیفیت فیلتراسیون و افزایش فشار برگشتی را به همراه دارد. تداوم عملکرد فیلتر در این شرایط، نه‌تنها کارایی سیستم را کاهش می‌دهد بلکه با ورود ریزدانه‌ها به قطره‌چکان‌ها، احتمال گرفتگی، کاهش دبی، افزایش هزینه نگهداری و کاهش یکنواختی آبیاری را چند برابر می‌کند (٥).

ورود ذرات ریز معدنی یا آلی به شبکه آبیاری یکی از مهم‌ترین عوامل اختلال در عملکرد سامانه‌های قطره‌ای است زیرا قطره‌چکان‌ها دارای مجاری بسیار باریک، مسیرهای پیچ‌دار و کانال‌های جریان با سطح مقطع محدود هستند. این مجاری حساس حتی با حضور مقدار کمی از ذرات ریز دچار رسوب‌گذاری تدریجی، تجمع ذرات و در نهایت انسداد کامل می‌شوند. گرفتگی، ابتدا به‌صورت کاهش دبی و تغییر در الگوی توزیع آب ظاهر می‌شود و سپس یکنواختی آبیاری را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد، به‌گونه‌ای که برخی نقاط مزرعه دچار تنش آبی شده و عملکرد محصول کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، حضور ذرات ریز در طولانی‌مدت موجب افزایش فشار عملیاتی، افزایش دفعات شست‌وشوی شبکه، کاهش عمر قطره‌چکان‌ها و افزایش هزینه‌های نگهداری می‌شود. بنابراین هرگونه منبع تولید ذرات ریز (از جمله خردشدگی بستر فیلترهای شنی) می‌تواند به‌طور مستقیم کارایی کل سامانه آبیاری را تحت تأثیر قرار داده و پایداری آن را با چالش جدی مواجه کند. (٦). ورود ذرات ریز به سامانه‌های آبیاری تحت فشار نه‌تنها عملکرد هیدرولیکی شبکه را کاهش می‌دهد بلکه بار مالی قابل توجهی را نیز به بهره‌بردار

تحمیل می‌کند. تجمع تدریجی ذرات در قطره‌چکان‌ها و لوله‌ها موجب افزایش دفعات شست‌وشوی شبکه، نیاز به استفاده از مواد شیمیایی برای رفع گرفتگی و انجام عملیات پرهزینه پاک‌سازی دوره‌ای می‌شود. این فرآیند باعث بالا رفتن مصرف انرژی برای تأمین فشار موردنیاز، افزایش استهلاک پمپ‌ها و کاهش عمر مفید تجهیزات می‌گردد. علاوه بر این، گرفتگی گسترده یا مکرر قطره‌چکان‌ها بهره‌بردار را ناگزیر به تعویض بخش‌های آسیب‌دیده (قطره‌چکان‌ها، فیلترها و گاهی حتی لوله‌های فرعی) می‌کند که هزینه‌های جانبی قابل توجهی را به مزرعه تحمیل می‌نماید. از سوی دیگر، کاهش یکنواختی آبیاری ناشی از گرفتگی، افت عملکرد محصول و کاهش بهره‌وری آب را نیز در پی دارد که به‌عنوان هزینه پنهان اما بسیار مهم باید در نظر گرفته شود. در مجموع، ورود ذرات ریز به شبکه آبیاری یک عامل کلیدی در افزایش هزینه‌های مستقیم (تعمیر، تعویض و نگهداری) و غیرمستقیم (کاهش تولید و بهره‌وری) سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار است (۷).

- **معرفی حوضچه رسوبگیر**

حوضچه رسوب‌گیر یک سازه ساده اما کارآمد در مدیریت اولیه کیفیت آب آبیاری است که با هدف کاهش ذرات معلق پیش از ورود آب به استخر یا سامانه پمپاژ طراحی می‌شود. این حوضچه معمولاً شامل یک مخزن طویل و کم‌عمق است که به‌صورت روباز یا مسقف ساخته می‌شود و با کاهش سرعت جریان، امکان ته‌نشینی طبیعی ذرات معلق درشت و متوسط را فراهم می‌کند. ساختار حوضچه به‌گونه‌ای است که آب از طریق ورودی طراحی‌شده وارد شده، مسیر آرام و نسبتاً طولانی را طی کرده و در پایان از خروجی هدایت می‌شود؛ در این فاصله، انرژی جنبشی جریان کاهش یافته و ذرات سنگین‌تر تحت اثر نیروی گرانش در کف حوضچه رسوب می‌کنند. دیواره‌های هدایت‌کننده، حوضچه‌های چندمرحله‌ای و ناحیه لایروبی از اجزای معمول در طراحی این سازه‌ها به شمار می‌آیند. سادگی ساخت، نیاز کم به نگهداری و قابلیت دفع بخش قابل‌توجهی از بار رسوبی در مرحله پیش‌تصفیه، این سازه را به یکی از موثرترین و اقتصادی‌ترین روش‌های مدیریت رسوبات در سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار تبدیل کرده است (۱۲).

عملکرد حوضچه رسوب‌گیر بر پایه اصول هیدرولیک جریان آرام و مکانیزم ته‌نشینی ثقلی استوار است. هنگامی که آب حاوی ذرات معلق وارد حوضچه می‌شود، به‌واسطه افزایش سطح مقطع و کاهش سرعت جریان، انرژی جنبشی آب کاهش یافته و شرایط لازم برای ته‌نشینی ذرات ایجاد می‌گردد. سرعت ته‌نشینی هر ذره تابعی از چگالی، قطر، شکل ذره و ویسکوزیته آب است و مطابق قانون استوکس، ذرات درشت‌تر و متراکم‌تر با سرعت بیشتری به کف حوضچه منتقل می‌شوند. طراحی بهینه حوضچه (از جمله طول کافی برای ایجاد زمان ماند مناسب، عمق استاندارد و وجود مسیر جریان یکنواخت(به افزایش بازده رسوب‌گیری کمک می‌کند. علاوه بر این، جریان ورودی باید به‌گونه‌ای کنترل شود که از ایجاد تلاطم، بازآرایی رسوبات و حمل مجدد ذرات جلوگیری شود. در نتیجه، حوضچه‌های رسوب‌گیر با فراهم کردن محیطی پایدار و کم‌انرژی، نقش کلیدی در حذف بخش قابل توجهی از بار رسوبی و کاهش آسیب‌های ناشی از ورود ذرات به سامانه آبیاری ایفا می‌کنند (۸).

حوضچه‌های رسوب‌گیر بسته به نوع منبع آب، میزان بار رسوبی و شرایط بهره‌برداری به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند که رایج‌ترین آن‌ها شامل حوضچه‌های تک‌مرحله‌ای، چندمرحله‌ای و آرام‌سازی طولی هستند. حوضچه‌های تک‌مرحله‌ای ساده‌ترین نوع بوده و برای منابع با بار رسوبی متوسط استفاده می‌شوند. در مقابل، حوضچه‌های چندمرحله‌ای با ایجاد سه یا چند حوضچه متوالی، بازده رسوب‌گیری را افزایش می‌دهند و برای منابع با رسوبات سنگین یا متغیر توصیه می‌شوند. نوع دیگری از این سازه‌ها، حوضچه‌های طولی یا کانال‌های آرامش هستند که با طول زیاد و عمق کم طراحی می‌شوند تا جریان به‌صورت یکنواخت و بدون تلاطم حرکت کند. علاوه بر این، برخی حوضچه‌ها دارای دیواره‌های شکاف‌دار، صفحات هدایت‌کننده یا زبانه‌های انحرافی هستند تا مسیر جریان اصلاح شده و کارایی ته‌نشینی افزایش یابد. انتخاب نوع مناسب، به شرایط هیدرولوژیکی، دبی ورودی، سطح مزرعه و اهداف تصفیه اولیه بستگی دارد و نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش هزینه‌های تعمیرات و نگهداری سامانه آبیاری دارد (۱۳).

الف

ب

شکل ٤- الف) حوضچه آرامش تک‌مرحله‌ای ب) حوضچه آرامش چند مرحله‌ای .

- **مقایسه حوضچه رسوب‌گیر با فیلتر شنی**

-کاهش خردشدگی ذرات و تولید ریزدانه

در فیلترهای شنی، فشارهای عملیاتی بالا موجب سایش و شکستگی دانه‌های شن می‌شود و ذرات ریز سیلیسی تولیدشده می‌توانند به‌راحتی وارد شبکه آبیاری شوند و گرفتگی قطره‌چکان‌ها را تشدید کنند. در مقابل، حوضچه رسوب‌گیر بدون اعمال فشار و بدون تماس مکانیکی بین مواد، هیچ‌گونه تولید ریزدانه ندارد و نقش آن تنها کاهش سرعت جریان و ته‌نشینی طبیعی رسوبات است. این ویژگی باعث می‌شود رسوب‌گیر نسبت به فیلتر شنی از نظر جلوگیری از تولید ذرات مضر، عملکرد پایدارتر و مطمئن‌تری داشته باشد (۹).

- **هزینه ساخت و نگهداری پایین‌تر**

فیلترهای شنی به دلیل نیاز به شست‌وشوی معکوس، تعویض دوره‌ای بستر شن و کنترل مداوم فشار، هزینه نگهداری نسبتاً بالایی دارند. در مقابل، حوضچه رسوب‌گیر یک سازه غیرفعال است که تنها نیازمند لایروبی دوره‌ای بوده و هزینه عملیاتی و مصرف انرژی آن تقریباً صفر است. این تفاوت باعث می‌شود استفاده از رسوب‌گیر به‌ویژه برای بهره‌برداران کوچک و متوسط بسیار اقتصادی‌تر باشد (۱۰).

- **افزایش عمر تجهیزات آبیاری**

به‌دلیل عدم تولید ذرات ریز و کاهش ورود مواد معلق به شبکه، حوضچه رسوب‌گیر موجب کاهش فشار انسدادی بر قطره‌چکان‌ها و لوله‌های فرعی می‌شود و در نتیجه عمر مفید آن‌هاافزایش می‌یابد. فیلترهای شنی به‌ویژه در شرایط فشار نامناسب یا بار رسوبی بالا، خود به منبع تولید ذرات تبدیل می‌شوند و عمر تجهیزات پایین‌دست را کاهش می‌دهند. بنابراین رسوب‌گیر نه‌تنها کیفیت آب بلکه دوام کل سامانه آبیاری را بهبود می‌بخشد (۱۱).

- **پایداری عملکرد در منابع با بار رسوبی بالا**

در منابعی که آب دارای بار رسوبی زیاد است، فیلترهای شنی به‌سرعت دچار افزایش افت فشار و کاهش توان تصفیه می‌شوند و نیاز به شست‌وشوی معکوس مکرر دارند. اما حوضچه رسوب‌گیر به دلیل ظرفیت بالای ته‌نشینی و عدم وابستگی به فشار یا زبری بستر، در مواجهه با تغییرات شدید رسوب عملکرد پایدار و قابل اتکایی دارد. این ویژگی آن را برای چاه‌های ماسه خیز، آب‌های سطحی و کانال‌های کشاورزی بسیار مناسب می‌سازد (۱۲).

- **کاهش فشار وارد بر فیلترهای ثانویه**

با حذف اولیه ذرات در حوضچه رسوب‌گیر، بار رسوبی ورودی به فیلترهای توری، دیسکی یا هیدروسیکلون‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه دفعات شست‌وشو و استهلاک این تجهیزات کمتر می‌شود. در فیلتر شنی، به‌خصوص در شرایط فشار بالا، اعتبار تصفیه اولیه کم شده و بار بیشتری به واحدهای پایین‌دست منتقل می‌شود. بنابراین رسوب‌گیر نقش موثری در افزایش کارایی کل مجموعه فیلتراسیون دارد (۱۳).

شکل ۵- ورود ذرات شن به داخل فیلترهای ثانویه (دیسکی) قرارگرفته بعد از فیلتر شن

- **محدودیت‌ها و نکات احتیاطی**
- **نیاز به فضای فیزیکی مناسب**

حوضچه‌های رسوب‌گیر با وجود کارایی بالا در حذف مواد معلق، به‌طور طبیعی نیازمند فضای فیزیکی کافی برای ایجاد زمان ماند مناسب و کاهش سرعت جریان هستند. این الزام فضایی ممکن است در مزارع کوچک، باغات فشرده یا سامانه‌هایی که محدودیت زمین دارند، یک چالش اجرایی مهم ایجاد کند. علاوه‌براین، رعایت فاصله ایمن از منابع آلودگی، جاده‌ها و سازه‌های مزرعه نیز ضروری است تا خطر نفوذ آلاینده‌ها یا فرسایش کناری کاهش یابد. بنابراین پیش از طراحی، ارزیابی دقیق توپوگرافی، محدودیت اراضی و حجم آب ورودی باید انجام شود تا عملکرد حوضچه با محدودیت‌های مکانی تطابق داشته باشد (۱۲).

- **نیاز دوره‌ای به لایروبی و مدیریت رسوبات**

هرچند حوضچه‌های رسوب‌گیر از نظر بهره‌برداری ساده‌اند، اما انباشته‌شدن رسوبات در کف آن‌ها می‌تواند به کاهش حجم مؤثر، کاهش زمان ماند و کاهش راندمان جداسازی ذرات منجر شود. اگر لایروبی دوره‌ای انجام نشود، حوضچه ممکن است به‌جای یک پیش‌تصفیه مؤثر، خود تبدیل به منبع بازگشت رسوب به سیستم شود، به‌ویژه در جریان‌های پرنوسان. مطالعات نشان داده‌اند که فرکانس لایروبی باید بر اساس بار رسوبی، دبی ورودی و شکل هندسی حوضچه تعیین شود تا عملکرد پایدار حفظ گردد. مدیریت صحیح رسوبات خارج‌شده نیز ضروری است تا از انتشار ثانویه آن‌ها به محیط جلوگیری شود (۱۳).

- **حساسیت کارایی حوضچه به شرایط هیدرولیکی و طراحی نامناسب**

عملکرد مطلوب یک حوضچه رسوب‌گیر به‌طور مستقیم به طراحی صحیح هندسی آن—شامل طول، عمق، عرض، زمان ماند و آرام‌سازی جریان—وابسته است. طراحی نامناسب می‌تواند منجر به ایجاد جریان‌های میان‌بر(short-circuiting) ، تلاطم بیش از حد، یا ته‌نشینی ناکامل شود، که در نتیجه راندمان حذف ذرات را کاهش می‌دهد. پژوهش‌ها تأکید می‌کنند که شرایط هیدرولیکی ورودی مانند تغییرات دبی، وجود جریان‌های پرفشار یا ورود ناگهانی سیلاب‌های کوچک می‌تواند عملکرد رسوب‌گیری را مختل کند و نیاز به آرام‌سازها و دیواره‌های هدایت‌کننده را افزایش دهد. به همین دلیل پایش شرایط هیدرولیکی و اصلاح‌های دوره‌ای در سازه ضروری است.

- **مراحل اجرای حوضچه رسوب‌گیر**

اجرای حوضچه رسوب‌گیر بر اساس یک فرآیند مرحله‌ای شامل آماده‌سازی، ساخت سازه، کنترل کیفیت و راه‌اندازی انجام می‌شود. در گام نخست، محل اجرا با بررسی شیب زمین، قابلیت دسترسی برای لایروبی و فاصله از استخر یا سامانه پمپاژ انتخاب می‌شود. سپس با توجه به نقشه‌های طراحی، عملیات تسطیح، خاک‌برداری و آماده‌سازی بستر انجام می‌گیرد و کف حوضچه با شیب ملایم (معمولاً ۱ تا ۲ درصد) به سمت ناحیه لایروبی شکل داده می‌شود. در مرحله بعد، بدنه حوضچه با استفاده از مصالح مناسب مانند بتن مسلح، آجر با اندود آب‌بند، یا لاینینگ‌های پلیمری (HDPE) ساخته می‌شود تا از نفوذ و فرسایش جلوگیری گردد. اجرای ورودی و خروجی نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد حوضچه دارد. ورودی باید به‌گونه‌ای سازه‌بندی شود که انرژی جریان را کاهش دهد؛ استفاده از صفحات پخش‌کننده، محفظه آرام‌ساز یا کانال انتقال با شکاف کنترل‌شده توصیه می‌شود. خروجی نیز باید به‌صورت سرریز یکنواخت یا اوریفیس کنترل‌شده طراحی گردد تا ارتفاع سطح آب و سرعت خروجی ثابت باقی بماند. نصب بفل‌ها، در صورت پیش‌بینی‌شدن در طراحی، در مرحله پس از بتن‌ریزی یا نصب لاینینگ انجام می‌شود تا جریان به‌صورت یکنواخت هدایت شود.

پس از تکمیل سازه، کنترل کیفیت و تست عملکرد انجام می‌شود. این مرحله شامل بررسی تراز کف، آب‌بندی دیواره‌ها، یکنواختی جریان، عدم وجود جریان‌های میان‌بر و آزمون دبی‌های مختلف ورودی است. در مرحله راه‌اندازی، میزان ته‌نشینی، عمق لجن و کیفیت آب خروجی باید به‌مدت چند روز یا چند هفته پایش شود تا در صورت نیاز اصلاحات اجرایی (افزودن بفل، تنظیم خروجی، اصلاح ورودی) انجام گردد. مرحله نهایی، تدوین برنامه لایروبی و نگهداری دوره‌ای است که شامل زمان‌بندی بازرسی (هفتگی)، نمونه‌برداری کیفیت آب خروجی (ماهانه)، و لایروبی (٦ تا ١٢ ماهه) است. ایجاد مسیر دسترسی برای ماشین‌آلات لایروبی و ناحیه تخلیه رسوبات بخش مهمی از برنامه بهره‌برداری محسوب می‌شود.

توصیه ترویجی

- **توصیه‌های کاربردی برای کشاورزان**

الف: اندازه پیشنهادی حوضچه رسوب‌گیر

برای به‌دست‌آوردن بیشترین کارایی، کشاورزان باید حوضچه‌ای انتخاب کنند که حجم آن با دبی آبگیری متناسب باشد. در شرایط معمول، حجم حوضچه باید به‌گونه‌ای باشد که زمان ماند آب بین ۳ تا ۱۰ دقیقه فراهم شود. به‌طور تجربی، برای هر ۳۰ لیتر بر ثانیه دبی ورودی، حداقل ۸ تا ۱۲ مترمکعب حجم مفید توصیه می‌شود. این حجم امکان ته‌نشینی ذرات ریز (۷۵–۱۵۰ میکرون) را فراهم کرده و از ورود آن‌ها به شبکه جلوگیری می‌کند.

ب. دوره پیشنهادی تمیزکاری و لایروبی

فرکانس لایروبی به میزان رسوبات آب بستگی دارد، اما در اغلب منابع آب کشاورزی کشور، لایروبی هر ۱۵ تا ٤٥ روز برای حفظ کارایی توصیه می‌شود. در مواقع وقوع بارندگی‌های شدید، کدورت بالا، یا افزایش ناگهانی فشار سیستم، بهتر است لایروبی زودتر انجام شود. عدم لایروبی مناسب باعث کاهش راندمان ته‌نشینی و بازگشت رسوبات به شبکه می‌شود.

ج. هشدار درباره طراحی ناقص

طراحی نادرست، یکی از رایج‌ترین دلایل ناکارآمدی حوضچه‌های رسوب‌گیر است. اگر سرعت جریان در حوضچه بیش از حد بالا باشد، نه‌تنها ذرات ته‌نشین نمی‌شوند، بلکه رسوبات کف حوضچه دوباره وارد جریان شده و گرفتگی قطره‌چکان‌ها افزایش می‌یابد. همچنین کوچک بودن بیش از حد حوضچه، نبود خروجی مناسب برای لایروبی، و ورود مستقیم جریان پرسرعت به کف، از خطاهای رایج طراحی هستند که باید از آن‌ها پرهیز شود.

- **توصیه‌های تخصصی برای کارشناسان**

الف– نکات مهم در نظارت بر ساخت و اجرای حوضچه

کارشناسان باید در مرحله ساخت، رعایت تراز دقیق ورودی و خروجی، اجرای بافل برای کاهش سرعت جریان، آب‌بندی کامل دیواره‌ها، و ایجاد مسیر انحرافی را کنترل کنند. زاویه ورودی آب نباید باعث آشفتگی جریان (Turbulence) شود؛ بنابراین، استفاده از دیفیوزر یا حوضچه آرامش (stilling area) قبل از ورود به محفظه اصلی توصیه می‌شود. همچنین لازم است خروجی لایروبی در کف حوضچه، به اندازه کافی بزرگ و قابل دسترس طراحی گردد.

ب– توجه به شرایط خاک، منبع آب و عوامل محیطی

کیفیت منبع آب و میزان ذرات معلق باید پیش از طراحی بررسی شود. در منابع با رسوبات بسیار ریز (Silt & Clay) ، افزایش طول مسیر حوضچه یا افزودن حوضچه دوم می‌تواند راندمان را افزایش دهد. در مناطق با خاک‌های شور یا قلیایی،

توصیه می‌شود مصالح سازه‌ای حوضچه به‌گونه‌ای انتخاب شود که در برابر فرسایش و تخریب شیمیایی مقاومت داشته باشد. در منابع سطحی مانند رودخانه، تغییرات فصلی دبی و کدورت باید در طراحی لحاظ شود تا در دوره‌های بارندگی یا سیلاب، کارایی سیستم کاهش نیابد.

فهرست منابع

1. FAO (Food and Agriculture Organization). (2011). Irrigation Water Quality Guidelines and Management. FAO Irrigation and Drainage Papers.
2. Burt, C., Clemmens, A., Bliesner, R., Merriam, J., & Hardy, L. (1997). Irrigation Performance Measures. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE.
3. Nakayama, F.S., & Bucks, D.A. (1991). Trickle Irrigation for Crop Production: Design, Operation and Management. Elsevier
4. Huang, C. & Linsley, R. (2013). Sedimentation Engineering—Processes, Measurements, Modeling, and Practice. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice.
5. Arbat, G., Puig-Bargués, J., Barragán, J., & Ramírez, J. (2017). Sand filter performance under different operating pressures in microirrigation systems. Agricultural Water Management, 180, 84–91.
6. Zhou, B., Niu, W., & Liao, R. (2017). Effects of particle size and concentration on clogging of drip emitters. Irrigation Science, 35, 265–276.
7. Lamm, F. R., & Ayars, J. E. (2015). Microirrigation for Crop Production: Design, Operation, and Management—Updated Review. Irrigation Science, 33(3), 207–225.
8. Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (2011). Applied Hydrology (updated edition). McGraw-Hill
9. Arbat, G., Lamm, F. R., Sourell, H., & Nelson, K. (2017). Effects of suspended solids on drip irrigation clogging and performance. Agricultural Water Management, 180, 129–136
10. Lamm, F. R., & Ayars, J. E. (2015). Microirrigation for crop production: Design, operation and management. Irrigation Science, 33(4), 399–415.
11. Zhou, B., Wu, P., & Zhao, X. (2017). Emitter clogging and its influence on the performance of drip irrigation systems: A review. Irrigation Science, 35(2), 85–96
12. Mays, L. W. (2011). Water Resources Engineering (2nd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
13. ASCE. (2013). Sedimentation Engineering: Processes, Measurements, Modeling, and Practice. American Society of Civil Engineers, Reston, VAMorris, G. L., & Fan, J. (2010). Reservoir Sedimentation Handbook: Design and Management of Dams, Reservoirs, and Watersheds for Sustainable Use (updated edition). McGraw-Hill Professional.

وضعیت مصرف و بهره‌وری آب در مزارع گوجه‌فرنگی مجهز به کنتورهای هوشمند در ارسنجان فارس

محمدعلی شاهرخ نیا

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

E.mail: mashahrokh@gmail.com

چکیده

یکی از راه‌های استفاده بهینه از منابع آب زیرزمینی کشور، تحویل حجمی آب با استفاده از کنتورهای هوشمند می‌باشد. دشت ارسنجان فارس اولین دشت در استان فارس است که در آن کنتورهای هوشمند آب و برق نصب و تحویل حجمی آب انجام شده است. در یک بررسی به میزان و بهره‌وری آب در ۸ مزرعه گوجه‌فرنگی این منطقه پرداخته شد. این مزارع به سیستم آبیاری قطره‌ای نواری مجهز بودند. در طول یکسال دبی ورودی به مزرعه، میزان محصول، میزان مصرف آب آبیاری اندازه‌گیری گردید. میزان بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل نیز محاسبه گردید. نیاز آبی گوجه‌فرنگی با سه سناریوی مختلف شامل نیاز آبی پنمن مانتیث در سال انجام آزمایش، نیاز آبی پنمن مانتیث ده‌ساله و نیاز آبی از سند ملی آب برآورد شد و با مقدار آب مصرفی مقایسه گردید. نتایج نشان داد که به‌طور میانگین میزان آب داده شده در مزارع مورد بررسی ۵۱ درصد بیشتر از میزان آب مورد نیاز به روش پنمن مانتیث در سال انجام تحقیق بود. بهره‌وری آب آبیاری گوجه‌فرنگی ٦/٨٤ کیلوگرم بر مترمکعب بود که از میانگین استانی این محصول کمتر بود. در نهایت راهکارهایی جهت بهبود بهره‌وری آب در مزارع گوجه فرنگی منطقه ارائه شد.

واژه های کلیدی: نیاز آبی، پنمن مانتیث، کنتور آب، تحویل حجمی آب

بیان مسئله

تقریباً بیلان آب تمام دشت‌های استان فارس که یکی از مهم‌ترین استان‌های تولیدکننده محصولات کشاورزی کشور می‌باشد، منفی بوده که این وضعیت نشان می‌دهد که مقدار آب برداشت شده، بیشتر از ظرفیت دشت‌ها بوده است (٤). یکی از راه‌های مؤثر جلوگیری از اتلاف آب در مزارع تحویل حجمی و به اندازه آب می‌باشد. کنتور آب ابزاری است که می‌تواند به‌منظور اندازه‌گیری دبی یا حجم آب مصرفی مورداستفاده قرار گیرد. درصورتی‌که کنتور علاوه بر اندازه‌گیری، توان کنترل بهره‌برداری از منابع را نیز دارا باشد، به آن کنتور هوشمند گفته می‌شود. در شکل ۱ یکی از انواع این کنتورها نمایش داده شده است. تاکنون تحقیقاتی در خصوص دقت و نقاط قوت و ضعف انواع کنتورهای آب در دنیا انجام شده است (۱۰، ۸، ۹، ۱۲ ، ۷).

شکل ۱ - نمایی از یک کنتور هوشمند آب و برق

استفاده از کنتورهای هوشمند باعث می‌شود که کشاورزان برای حقابه خود، برنامه‌ریزی نموده و گیاهانی کشت نمایند که توجیه اقتصادی بیشتری داشته و در نتیجه بهره‌وری هر مترمکعب آب زیرزمینی افزایش یابد (۲). مصرف انرژی چاه‌ها پس از نصب کنتورهای هوشمند در استان زنجان حدود ۲۵٪ کاهش یافت. بعد از نصب کنتورهای هوشمند، کشاورزان منطقه بدون کاهش در میزان سطح کشت و محصول برداشتی و با اعمال راهکارهای مدیریت مصرف در بخش‌های آب و برق، موجب کاهش هزینه برق و آب مصرفی خود شدند(۵). نمونه‌ای از این راهکارها، به‌کارگیری سامانه‌های نوین آبیاری و استفاده از برنامه‌ریزی آبیاری است که باعث می‌شود گیاه در هر زمان، به اندازه نیاز خود آبیاری شود و در ابتدا و انتهای فصل رشد که نیاز آبی کمتر است، آبیاری بیش از اندازه انجام نشود. حقایقی مقدم (۱۳۹۳) به بررسی کنتورهای هوشمند نصب‌شده در استان خراسان پرداخت (۱). نتایج نشان داد که حدود ۷۸٪ از چاه‌های مورد بررسی به کنتور مجهز بودند و حدود نیمی از کشاورزان اطلاع چندانی از کنتورها نداشتند. حدود ۱۵٪ از بهره‌برداران از عملکرد این کنتورها رضایت نداشتند. پس از نصب آزمایشی کنتورهای هوشمند در ارسنجان فارس، حدود ۵۲ درصد از کنتورهای نصب شده به میزان سهمیه یا کمتر از سهمیه مجاز و حدود ٤٨ درصد بیش از میزان مجاز اقدام به بهره‌برداری از چاه‌ها نمودند. استفاده از کنتورهای هوشمند به شرطی که تصمیمات مدیریتی صحیحی در این خصوص اتخاذ گردد، می‌تواند نقش موثری بر وضعیت منابع آب کشور داشته باشد (٦).

شهرستان ارسنجان فارس یکی از شهرستان‌های پیشرو در امر نصب و بهره‌برداری از کنتورهای هوشمند آب بوده و محصولات مختلفی در آن به دست می‌آید. گوجه‌فرنگی یکی از کشت‌های غالب در منطقه می‌باشد. به نظر می‌رسد که علیرغم نصب و به‌کارگیری کنتورهای هوشمند در مزارع منطقه، اتلاف آب در این مزارع زیاد بوده و بهره‌وری آب مناسب نباشد. بنابراین در این بررسی ضمن بررسی وضعیت مصرف و بهره‌وری آب در تعدادی از مزارع گوجه‌فرنگی تحت سامانه آبیاری قطره‌ای نواری در شهرستان ارسنجان، راهکارهایی جهت کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری ارائه شد.

معرفی دستاورد

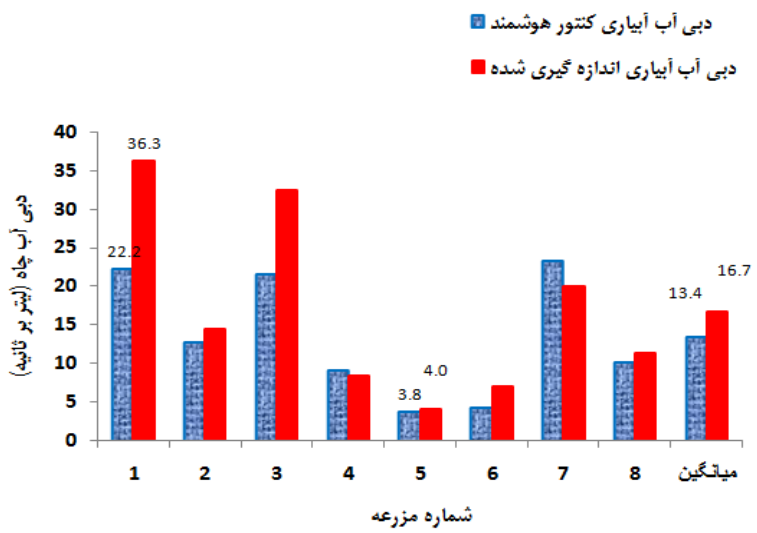
در یک بررسی به منظور بررسی میزان مصرف آب و بهره‌وری آب در مزارع گوجه‌فرنگی شهرستان ارسنجان، ۸ مزرعه انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۲ و ۳ دو تا از این مزارع گوجه‌فرنگی را نشان می‌دهد. در شکل ۲ مزرعه سمت چپ مزرعه مورد نظر است. بدین منظور در طول یک سال زراعی، دبی ورودی به مزارع حداقل در سه نوبت اندازه‌گیری 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. ابزار مورد استفاده برای اندازه‌گیری دبی ورودی به مزرعه، کنتورهای حجمی واسنجی‌شده بود. مقادیر نیاز آبی سالیانه با استفاده از سند ملی آب 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 گوجه‌فرنگی منطقه ارائه گردید.

شکل ۲- یکی از مزارع گوجه‌فرنگی مورد بررسی (مزرعه سمت چپ)

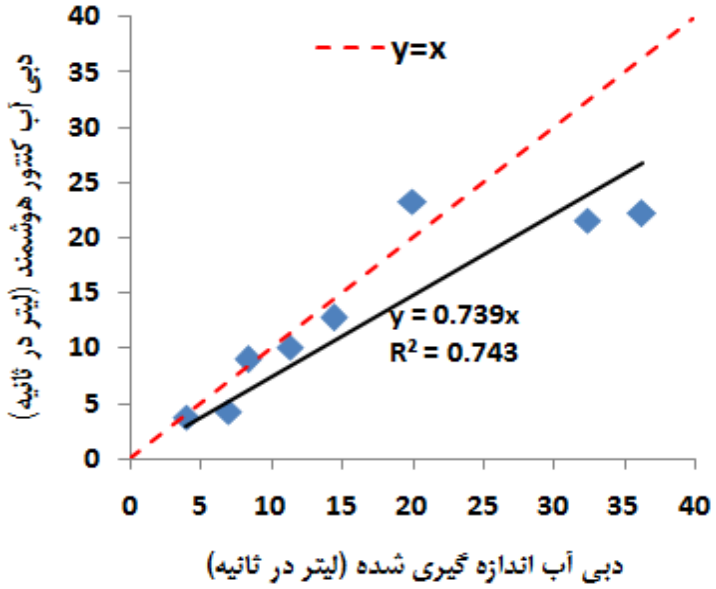
شکل ۳- یکی دیگر از مزارع گوجه‌فرنگی مورد بررسی

مزارع گوجه‌فرنگی در منطقه ارسنجان مجهز به سیستم آبیاری قطره‌ای نواری بودند و مزرعه‌ای یافت نشد که با سایر سیستم‌های آبیاری مانند غرقابی یا بارانی آبیاری شوند. دامنه تغییرات دبی در مزارع انتخابی از حداقل ٤ تا حداکثر ٣٦/٣ لیتر بر ثانیه متغیر بود. میانگین دبی مزارع مورد بررسی ١٦/٧ لیتر بر ثانیه بود. مساحت مزارع نیز از ١/٥ تا ١١ هکتار و به طور میانگین ٧/٢ هکتار بود. شکل ٤ و ٥ مقایسه دبی کنتورهای هوشمند و دبی اندازه‌گیری شده و خط رگرسیونی برازش شده به آن‌ها را نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد که به جز مزرعه ٤ و ٧، در بقیه مزارع میزان دبی اندازه‌گیری شده از دبی کنتورهای هوشمند بیشتر بوده است. به همین دلیل بیشتر نقاط در زیر خط y=x قرار گرفته‌اند و ضریب ٠/٧٣٩ معادله نشان می‌دهد که دبی کنتورهای هوشمند تقریباً ٠/٧٤ یا سه چهارم برابر دبی اندازه‌گیری شده واقعی بوده است.

میانگین میزان آب مصرفی اندازه‌گیری شده و گزارش‌شده توسط کنتورهای هوشمند به ترتیب ١٥٣٨٤ و ١٢٣٩٦ مترمکعب در هکتار بود. حداقل و حداکثر میزان آب مصرف اندازه‌گیری شده واقعی به ترتیب ٩٥٩٦ و ١٩٥٧٥ و گزارش شده توسط کنتورهای هوشمند به ترتیب ٧٤٦٢ و ١٦٨٧٣ مترمکعب در هکتار بود. میزان نیاز آبی برآورد شده به روش پنمن مانتیث در سال انجام آزمایش، بلند مدت و سند ملی نیاز آبی به ترتیب ١٠١٩٠، ٨٣٣٠ و ٨١٣٠ مترمکعب در هکتار بود. بنابراین می‌توان گفت که میزان آب مصرفی توسط کشاورزان حدوداً ٥١ درصد بیشتر از نیاز آبی گوجه‌فرنگی در سال انجام پروژه بوده است. شکل ٦ میزان آب مصرفی و نیاز آبی به روش‌های مختلف در مزارع گوجه‌فرنگی مورد بررسی را نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد که مقادیر آب مصرفی گزارش شده توسط کنتورهای هوشمند و مقادیر اندازه‌گیری شده مصرف آب در اغلب مزارع از نیاز آبی پیش‌بینی شده به روش‌های مختلف بیشتر است. همچنین در اغلب مزارع میزان آب مصرفی اندازه‌گیری شده از میزان آب مصرفی گزارش شده توسط کنتورهای هوشمند بیشتر است. مقادیر نیاز آبی سند ملی و بلندمدت پنمن مانتیث نزدیک به هم بوده و از نیاز آبی پنمن مانتیث در سال انجام پروژه کمتر است. شکل ٧ مقایسه مقادیر آب مصرفی کنتورهای هوشمند و اندازه‌گیری شده در مزارع گوجه‌فرنگی و خط رگرسیونی برازش شده به آن‌هارا نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که اکثر نقاط در زیر خط y=x قرار گرفتهاند و ضریب معادله رگرسیونی ٠/٧٩٣ می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که آب مصرفی گزارش شده توسط کنتورهای هوشمند تقریباً ٠/٧٩ آب مصرفی اندازه‌گیری شده بوده است.

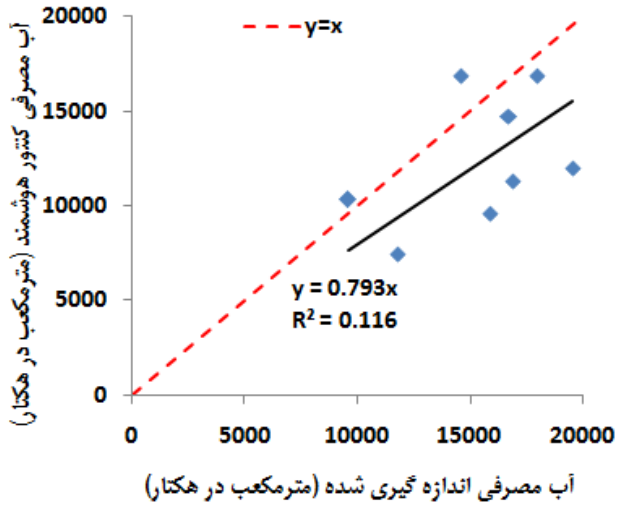


شکل ٤- مقایسه مقادیر دبی کنتور هوشمند و دبی اندازه‌گیری شده در مزارع گوجه‌فرنگی



شکل ٥- خط برازش شده به دبی کنتور هوشمند و اندازه‌گیری شده در مزارع گوجه‌فرنگی

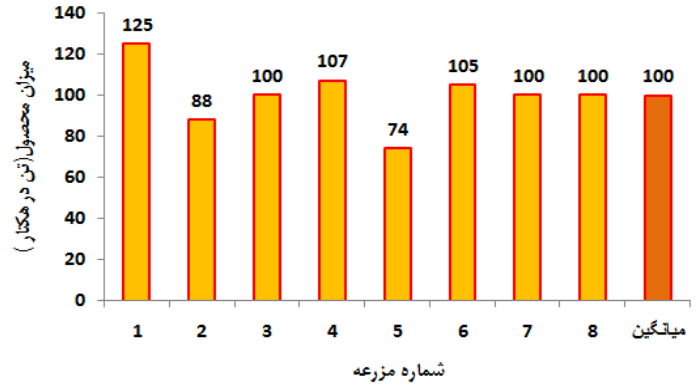
شکل ٦- میزان آب مصرفی و نیاز آبی گوجه‌فرنگی در روش‌های مختلف



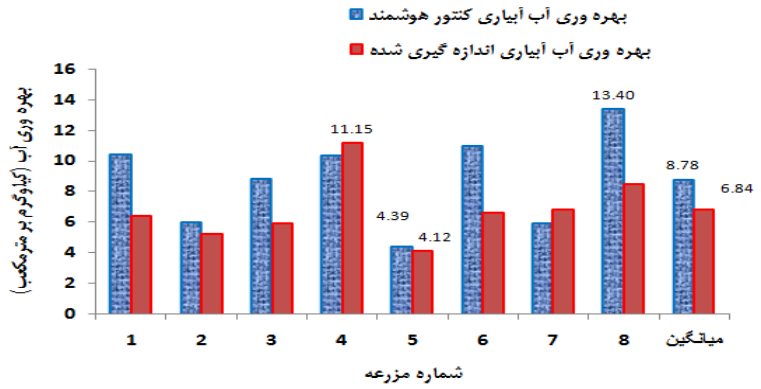
شکل ۷- مقایسه مقادیر دبی کنتورهای هوشمند و دبی اندازه‌گیری شده در مزارع گوجه‌فرنگی

شکل ۸ میزان عملکرد مزارع گوجه‌فرنگی تحت بررسی را نشان می‌دهد. میزان حداقل، حداکثر و میانگین عملکرد در این مزارع به ترتیب ٧٤، ١٢٥ و ١٠٠ تن در هکتار بود. شکل ۸ مقادیر بهره‌وری آب مزارع گوجه‌فرنگی مورد بررسی بر اساس مقادیر آب مصرفی اندازه‌گیری شده و گزارش شده توسط کنتورهای هوشمند را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های کنتور هوشمند، میزان حداقل، حداکثر و میانگین بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی به ترتیب برابر با ٤/٣٩، ١٣/٤٠ و ٨/٧٨ کیلوگرم بر مترمکعب و بر اساس داده‌های اندازه‌گیری شده به ترتیب ٤/١٢، ١١/١٥ و ٦/٨٤ کیلوگرم بر مترمکعب بود. طبق اطلاعات اخذ شده از اتاق بازرگانی شیراز و ایران، متوسط بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی در استان فارس و کشور به ترتیب ٦/٢٧ و ٣/٢ کیلوگرم بر مترمکعب

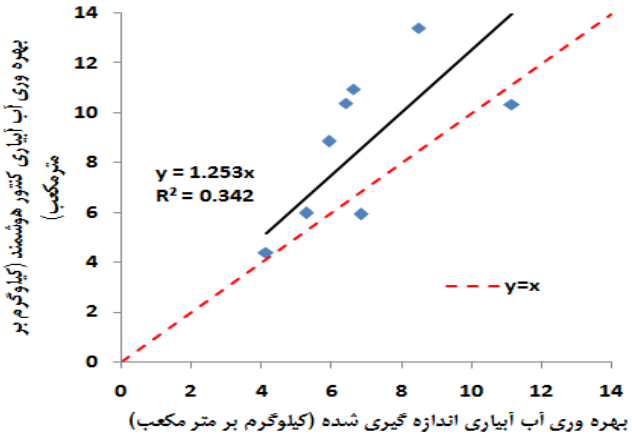
بوده است. بنابراین بهره‌وری آب آبیاری واقعی برای گوجه‌فرنگی در شهرستان ارسنجان (٦/٨٤) از میانگین استان فارس (٦/٢٧) کمتر نبوده است. میزان متوسط بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی که توسط فائو ارائه گردیده بین ١٠ تا ١٢ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. در اینجا نیز با توجه به این که میزان دبی و آب مصرفی گزارش شده توسط کنتورهای هوشمند کمتر از مقادیر اندازه‌گیری شده بوده، میزان بهره‌وری آب بر اساس داده‌های کنتورهای هوشمند نسبت به داده‌های واقعی افزایش یافته است. شکل ٩ مقایسه داده‌های اندازه‌گیری شده با خط y=x و خط برازش شده به داده‌های بهره‌وری آب را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که فاصله نقاط از خط y=x نسبتاً زیاد بوده و بهره‌وری آب بر اساس داده‌های کنتور هوشمند تقریباً ١/٢٥ برابر بهره‌وری آب بر اساس داده‌های اندازه‌گیری شده می‌باشد. متوسط تفاوت دوسری داده بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی ٢٨ درصد می‌باشد.



شکل ٨- میزان عملکرد مزارع گوجه‌فرنگی مورد بررسی



شکل ٩- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی بر اساس داده‌های کنتور هوشمند و اندازه‌گیری شده



شکل ۱۰- رابطه برازش شده بر داده‌های بهره‌وری آب اندازه‌گیری شده گوجه‌فرنگی

توصیه ترویجی

با توجه به نتایج به دست آمده اگر بتوان میزان آب داده شده به مزارعی که اتلاف آب دارند را به‌گونه‌ای کاهش داد که باعث کاهش محصول نشود هم در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود و هم هزینه‌های کشاورزان کاهش خواهد یافت. به عبارت دیگر بهره‌وری آب افزایش خواهد یافت. راهکارهایی که برای افزایش بهره‌وری آب وجود دارد عبارتند از:

۱- استفاده از سامانه‌های آبیاری مناسب: به‌طور معمول راندمان سامانه‌های آبیاری قطره‌ای بیشتر از بارانی و راندمان سامانه‌های آبیاری بارانی بیشتر از آبیاری سطحی (غرقابی) است. یک بررسی در استان فارس نشان داد که میانگین مصرف آب در مزارع گوجه‌فرنگی سه شهرستان که با آبیاری سطحی سنتی آبیاری می‌شدند به‌طور میانگین حدود ۲۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار بوده است (۳). بنابراین با تغییر سامانه آبیاری می‌توان از مصرف زیاد آب جلوگیری کرد به شرط آن که برنامه‌ریزی آبیاری توصیه شده توسط طراحان سامانه آبیاری رعایت شود.

۲- رعایت برنامه‌ریزی آبیاری: برنامه‌ریزی آبیاری نشان می‌دهد که چه زمانی باید هر آبیاری را شروع کرد و چه زمانی آبیاری را خاتمه داد. اگر زمان شروع و خاتمه آبیاری به دقت تعیین شود هم تلفات آب کاهش می‌یابد و هم میزان محصول تولیدی کاهش نمی‌یابد. برای برنامه‌ریزی آبیاری می‌توان از سامانه تعیین نیاز آبی محصولات کشاورزی کشور (سامانه نیاز آب)، تعیین نیاز آبی از روش پنمن مانتیث فائو و ابزارهایی نظیر تانسیومتر و انواع دستگاه‌های سنجش رطوبت خاک بهره جست.

۳- افزایش دقت کنتورهای هوشمند: ممکن است کنتورهای هوشمند نصب شده بر روی چاه‌ها، خراب بوده یا به‌درستی 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 منطقه‌ای یا شرکت‌های مربوطه اطلاع داد تا در اسرع وقت نسبت به بررسی دقیق‌تر و حل مشکل اقدام شود.

فهرست منابع

۱- حقایقی مقدم، س. ا. ۱۳۹۳. تأثیر نصب کنتورهای هوشمند در کاهش مصرف آب و انرژی چاه‌های کشاورزی. گزارش فنی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۲- 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.

۳- شاهرخ نیا، م.ع.، زارع، ا. و استخر، ا. ۱۳۹٦. نگاهی به میزان و بهره‌وری مصرف آب مزارع در استان فارس. مجموعه گزارش‌ها و مقالات کشاورزی، اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی فارس.

٤- شرکت سهامی آب منطقه‌ای فارس. ۱۳۹۵. بانک اطلاعاتی منابع آب، شیراز، ایران.

٥- محمدی، ب.، رضایی، ع. و سهیل، ح. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر استفاده از کنتورهای هوشمند آب و برق بر مصرف انرژی مشترکین کشاورزی. دومین کنفرانس منطقه‌ای سیرد، دی ماه ۱۳۹۲، تهران، ایران.

٦- ناصری، ح. ا. ۱۳۹٤. گزارش تحلیلی عملکرد کنتورهای هوشمند آب و برق نصب‌شده در دشت‌های داراب و ارسنجان. شرکت سهامی آب منطقه‌ای فارس.

7- 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.

8- Sheffield, R.E., Henry, C.G., Bankston, D., Hadden, W.A. 2013. Measuring irrigation flow. Louisiana State University Agricultural Center, Pub. 3241-L.

9- 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.

10- Styles, S. and Groundwater, L. 2012. Implementation of magnetic meter for irrigation volumetric measurement. ITRC paper no. P 12-006, presented at World Environmental and Water Resources Congress, May 20-24, 2012, Albuquerque, NM.

11- Van Zyl., J. 2011. Introduction to integrated water meter management. Edition 1, Water Research Commission, Republic of South America.

12- Wahl, T.L. and Magallanez, H. 2014. Low-cost pipeline flow meter. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Water Resources Research Laboratory, Denver, Colorado.

پهنه‌بندی کیفیت آب‌های زیرزمینی برای مدیریت آبیاری قطره‌ای در دشت بردسیر

هادی کریمی[1]، نادر کوهی چله کران[2]، رضا پورواعظی روکرد[3]*

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

۳- کارشناس تحقیقات 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.ir

چکیده

کیفیت آب‌های زیرزمینی یکی از عوامل تعیین‌کننده در پایداری عملکرد سامانه‌های آبیاری قطره‌ای است، زیرا رسوب‌گذاری یا خورندگی آب می‌تواند موجب انسداد قطره‌چکان‌ها و کاهش یکنواختی توزیع آب گردد. هدف این پژوهش ارزیابی پتانسیل رسوب‌گذاری آب زیرزمینی با استفاده از شاخص اشباع لانژیلر (LSI) و تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر برای مدیریت پیشگیرانه سامانه‌های آبیاری است. بدین منظور از ۳٤ حلقه چاه کشاورزی نمونه‌برداری و پارامترهای سدیم، پتاسیم، کلراید، بیکربنات، کربنات، سولفات، کلسیم، منیزیم، pH، هدایت الکتریکی (EC)، TDS ، TSS و SAR اندازه‌گیری شد. پس از محاسبه لانژیلر، نقشه توزیع مکانی آن با روش درون‌یابی فاصله وزنی معکوس تهیه گردید. نتایج نشان داد بخش قابل‌توجهی از منطقه دارای لانژیلر مثبت و مستعد رسوب کربنات کلسیم است که خطر گرفتگی قطره‌چکان‌ها را افزایش می‌دهد. بر اساس نقشه تولیدی، راهکارهای مدیریتی شامل انتخاب فیلتر مناسب، اسیدشویی دوره‌ای و اصلاح طراحی سامانه پیشنهاد شد. استفاده از این روش پیش از احداث سیستم آبیاری می‌تواند هزینه نگهداری را کاهش داده و طول عمر سامانه را افزایش دهد.

واژه های کلیدی: رسوب‌گذاری، شاخص لانژیلر، قطره‌چکان، رسوب کربنات کلسیم، درون‌یابی مکانی

بیان مسئله

در مناطق خشک و نیمه‌خشک، با توجه به افزایش تقاضا برای تولیدات کشاورزی و محدودیت منابع آبی، بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی اهمیت بسزایی دارد. این آب‌ها به عنوان منبع اصلی تأمین آب شرب، مصارف صنعتی و کشاورزی، نیازمند ارزیابی کیفی دقیق به منظور مدیریت بهینه منابع آبی می‌باشند (۱). نظر به اینکه رسوبات یا تغییرات شیمیایی می‌توانند سبب انسداد تدریجی مسیرهای کوچک سامانه‌های آبیاری قطره‌ای گردند (۲)، توسعه این سیستم‌ها به عنوان یک راهکار مؤثر در راستای ارتقای بهره‌وری آب، به طور قابل‌توجهی به کیفیت آب مورد استفاده در آبیاری وابسته است (۳). به طوری که در بسیاری از آب‌های زیرزمینی، حضور یون‌های کلسیم و بی‌کربنات می‌تواند در شرایط تغییر فشار و دما منجر به تشکیل رسوب کربنات کلسیم در لوله‌ها شود (٤). از سوی دیگر، آب‌های دارای خاصیت خورندگی موجب تخریب اتصالات فلزی و کاهش عمر تجهیزات می‌شوند (٥). بنابراین ارزیابی هم‌زمان رفتار رسوب‌گذاری و خورندگی پیش از اجرای سیستم آبیاری ضروری است.

شاخص‌های متعددی به منظور ارزیابی کیفیت آب آبیاری، علاوه بر pH و EC، توسعه یافته‌اند. از جمله این شاخصها میتوان به شاخص کیفیت آب آبیاری ، نسبت جذب سدیم، نسبت کلی و سایر شاخصهای ترکیبی اشاره نمود که با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی، امکان نمایش توزیع مکانی کیفیت آب را فراهم می‌آورند (٦). مطالعات نوین حاکی از آن است که ادغام این شاخص‌ها با تکنیک‌های نقشه‌برداری مکانی نظیر درون‌یابی به روش عکس فاصله، ابزاری کارآمد در راستای پیش‌بینی پراکنش کیفیت آب زیرزمینی در مقیاس منطقه‌ای، به‌ویژه در زمینه مدیریت منابع آب و طراحی سیستم‌های آبیاری به شمار می‌رود (۷). شاخص اشباع لانژیلر (LSI)، با مبنا قرار دادن تعادل شیمیایی کربنات کلسیم، پتانسیل آب در ایجاد رسوب یا خوردگی را تعیین نموده و بدین ترتیب، ریسک انسداد یا آسیب ناشی از خوردگی در تجهیزات آبیاری را پیش‌بینی می‌نماید. LSI به طور خاص، نشان‌دهنده‌ی میزان انحراف pH آب از pH اشباع آن با کربنات کلسیم است. مقدار LSI مثبت نشان می‌دهد که آب فوق اشباع است و تمایل به رسوب‌گذاری دارد، در حالی که مقدار LSI منفی حاکی از این است که آب غیر اشباع بوده و خاصیت خورندگی دارد. LSI صفر نشان‌دهنده‌ی تعادل است (۸).

نظر به تغییرات مکانی کیفیت آب و محدودیت‌های موجود در اندازه‌گیری دقیق، استفاده از روش‌های زمین‌آماری جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر، ابزاری مدیریتی اثربخش خواهد بود. پژوهش حاضر با هدف تهیه نقشه خطر مرتبط با عملکرد سیستم‌های آبیاری قطره‌ای بر اساس شاخص LSI و ارائه راهکارهای مدیریتی بهینه برای طراحی و نگهداری این سیستم‌ها در دشت بردسیر به انجام رسیده است.

معرفی دستاورد

منطقه مورد مطالعه در اقلیم خشک تا نیمه‌خشک قرار دارد که میانگین بارندگی سالانه کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر و تبخیر-تعرق سالانه بالا (بیش از ۲۰۰۰ میلی‌متر) دارد. کشاورزی منطقه عمدتاً متکی بر منابع آب زیرزمینی بوده و بهره‌برداری مداوم از چاه‌ها موجب نگرانی درباره افت سطح آب و تغییر کیفیت شیمیایی آن شده است. از نظر زمین‌شناسی، آبخوان منطقه عمدتاً از رسوبات آبرفتی کواترنری تشکیل شده و ترکیب لیتولوژیکی آن شامل ماسه، سیلت و لایه‌های رسی است که بر کیفیت شیمیایی آب اثرگذار هستند. به منظور پوشش کامل محدوده آبخوان، نمونه‌برداری از ۳٤ حلقه چاه کشاورزی (شکل ۱) صورت گرفت. موقعیت جغرافیایی چاه‌ها با استفاده از دستگاه پرتابل GPS ثبت گردید.

شکل ۱- پراکنش مکانی چاه‌های نمونه‌برداری شده

نمونه‌ها در بطری‌های پلی‌اتیلنی یک لیتری جمع‌آوری شدند. سازمان حفاظت از آب‌وهوا آمریکا تأکید می‌کند که نمونه‌برداری باید پس از رسیدن پارامترهای فیزیکی-شیمیایی آب به پایداری انجام شود. پمپاژ به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه (یا بیشتر بسته به دبی و مشخصات چاه) یکی از روش‌های رایج برای رسیدن به این پایداری است (۹). در این پژوهش به منظور حصول اطمینان از بازنمایی مناسب نمونه‌ها از آبخوان، پیش از نمونه‌برداری، چاه آب به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه پمپاژ گردید (شکل ۲). نمونه‌ها در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری و ظرف مدت ۲٤ ساعت به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه، پارامترهای سدیم، پتاسیم،کلراید، بیکربنات، کربنات، سولفات، کلسیم، منیزیم، PH، هدایت الکتریکی (EC)،TDS، TSS و SAR اندازه‌گیری و

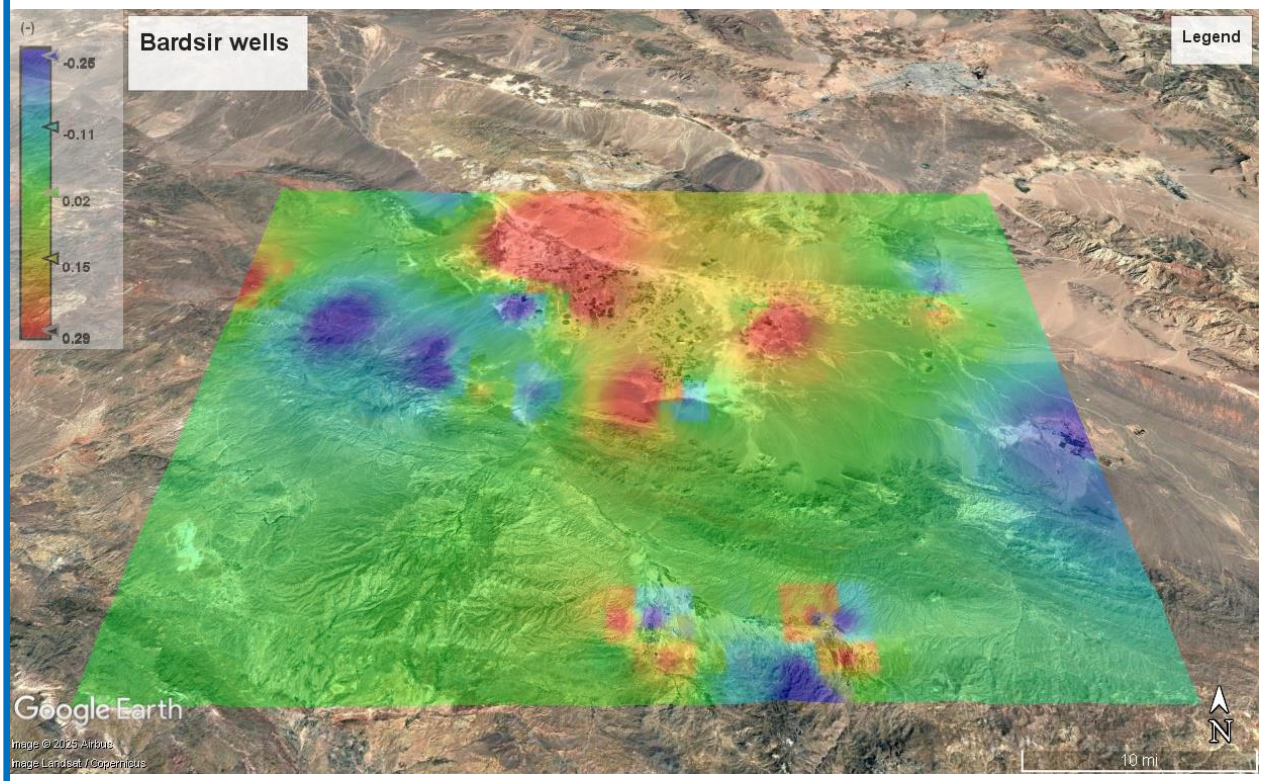
شاخص لانژیلر (LSI) بر اساس اختلاف pH اندازه‌گیری‌شده و pH تعادلی محاسبه شد. به‌منظور تعیین pH تعادلی، از معادلات موجود در استاندارد ASTM D3739 استفاده شد.

نتایج نشان داد که میانگین شاخص لانژیلر در این ۳٤ حلقه چاه برابر با ۰/۰۲ است. این بدان معناست که به طور متوسط، آب این چاه‌ها تمایل کمی به رسوب‌گذاری دارد. با این حال، دامنه تغییرات شاخص لانژیلر در بین چاه‌ها قابل توجه است. حداکثر مقدار LSI مشاهده شده در این بررسی برابر با ۱/۰۵ بود که نشان‌دهنده پتانسیل رسوب‌گذاری نسبتاً بالای آب در برخی از چاه‌ها است. در مقابل، حداقل مقدار LSI برابر با ۰/٤٤- بود که نشان می‌دهد آب در برخی از چاه‌ها ممکن است خاصیت خورندگی داشته باشد. انحراف معیار شاخص لانژیلر در این ۳٤ حلقه چاه برابر با ۰/۳۹ محاسبه شد. این مقدار انحراف معیار نشان‌دهنده پراکندگی نسبتاً زیاد مقادیر LSI در بین چاه‌ها است. به طور کلی، داده‌های حاصل از این بررسی نشان می‌دهند که آب این چاه‌ها دارای پتانسیل بالایی برای رسوب‌گذاری بوده و این موضوع می‌تواند خطر انسداد قطره‌چکان‌ها در سیستم‌های آبیاری را افزایش دهد. بر اساس طبقه‌بندی کیفیت آب و با توجه به مقادیر شاخص لانژیلر، مشخص شد که ۵۰ درصد از چاه‌های مورد بررسی در محدوده خطر گرفتگی ناشی از رسوب‌گذاری قرار دارند. این بدان معناست که نیمی از چاه‌ها دارای آبی هستند که احتمال ایجاد رسوب و گرفتگی در قطره‌چکان‌های سیستم آبیاری را دارد.

شکل ۲- نمونه‌برداری از چاه‌های آب

برای تعمیم مکانی داده‌ها از روش درون‌یابی فاصله وزنی معکوس استفاده شد و نقشه پهنه‌بندی خطر تهیه گردید. نتایج نشان داد بیشتر بخش‌های منطقه دارای LSI مثبت هستند که نشان‌دهنده تمایل آب به رسوب‌گذاری کربنات کلسیم است. این

وضعیت مهم‌ترین عامل گرفتگی قطره‌چکان‌ها محسوب می‌شود (۲). بخش‌های محدودی نیز LSI منفی داشتند که خطر خوردگی تجهیزات در آن‌ها وجود دارد. تحلیل مکانی، نقشه پهنه‌بندی نشان داد که آب‌های بخش شمالی و مرکزی مستعد رسوب‌گذاری شدید و متوسط هستند. در شرق و شمال غرب منطقه: آب تقریباً پایدار همراه با لکه‌های محدود خورنده است که این الگو با سازندهای آهکی منطقه همخوانی دارد؛ افزایش کلسیم و قلیائیت عامل اصلی LSI مثبت بوده است.



شکل ۳- پهنه‌های لانژیلر با بهره‌گیری از روش درون‌یابی فاصله وزنی معکوس

می‌توان نتیجه گرفت اگر کیفیت آب قبل از اجرا بررسی نشود، حدود ۵۰ درصد سامانه‌های آبیاری منطقه طی ۲ تا ٤ سال دچار افت یکنواختی خواهند شد. اما با مدیریت مبتنی بر نقشه کیفیت آب، طول عمر سیستم حداقل دو برابر افزایش می‌یابد بر اساس نقشه تهیه‌شده سه پهنه مدیریتی می‌تواند تعریف شود. استفاده از این نقشه قبل از طراحی سامانه می‌تواند هزینه‌های نگهداری را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دهد.

جدول ۱- سه پهنه مدیریتی تعریف شده برای دشت بردسیر

پهنه	وضعیت	توصیه مدیریتی
پرخطر	رسوب‌گذاری شدید	اسیدشویی منظم + فیلتر قوی
متوسط	احتمال گرفتگی	شست‌وشوی دوره‌ای
کم‌خطر	مناسب	نگهداری معمول

جدول ۲- دستورالعمل مدیریتی پیشنهادی تعریف شده برای دشت بردسیر

کلاس پهنه	محدوده LSI	نوع فیلتر	برنامه نگهداری	طراحی پیشنهادی
خورنده	LSI < ۰	توری ساده	پایش اتصالات	حذف فلز
پایدار	۰≥ LSI ≥ -۰/۱	دیسکی	شست‌وشوی معمول	عادی
رسوب‌گذار متوسط	۰/۵≥ LSI > ۰	دیسکی + شستشو	اسید هر ۲ ماه	قطره‌چکان دبی بالا
رسوب‌گذار شدید	LSI >۰/۵	شنی + دیسکی	اسید ماهانه	پیش‌تصفیه ضروری

توصیه ترویجی

۱- رسوب کربنات کلسیم، ناشی از خروج آب از حالت تعادل، در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای به دلیل عواملی نظیر افت فشار، افزایش دما و تبخیر در خروجی قطره‌چکان‌ها، تشدید می‌گردد. بر این اساس، حتی آب‌های با شاخص LSI اندکی مثبت نیز می‌توانند منجر به گرفتگی شدید شوند. یافته‌ها نشان می‌دهند که تنها ۲۳٪ از منطقه، بدون نیاز به مدیریت خاص، قابل استفاده است؛ بنابراین، طراحی یکسان سیستم آبیاری در کل منطقه، اقدامی غیر اصولی و مغایر با اصول مدیریت صحیح منابع آب خواهد بود. در غیر این صورت، احتمال بروز مشکلات جدی در سیستم‌های آبیاری افزایش می‌یابد.

۲- در مناطق با شاخص LSI بالا، استفاده از روش‌های اسیدشویی به صورت دوره‌ای و منظم، ضروری به نظر می‌رسد. این روش، با حل کردن رسوبات کربنات کلسیم، از گرفتگی قطره‌چکان‌ها جلوگیری کرده و عملکرد سیستم را بهبود می‌بخشد.

۳- همچنین، انتخاب قطره‌چکان‌های مقاوم به رسوب و دارای قابلیت خود شستشویی می‌تواند در کاهش مشکلات ناشی از رسوب‌گذاری مؤثر باشد.

٤- استفاده از فیلتراسیون مناسب، با حذف ذرات معلق و مواد آلی موجود در آب، از تشکیل رسوبات و گرفتگی جلوگیری می‌کند. جدول ۲ دستورالعمل مدیریتی پیشنهادی برای دشت بردسیر را ارائه می‌دهد.

۵- در نهایت، پایش مداوم کیفیت آب و شاخص LSI ، به منظور شناسایی تغییرات و اتخاذ تدابیر مدیریتی مناسب، امری ضروری است. با توجه به تنوع کیفیت آب در منطقه، انجام آزمایش‌های دوره‌ای آب و تجزیه و تحلیل نتایج، می‌تواند به انتخاب مناسب‌ترین روش‌های مدیریتی و بهینه‌سازی عملکرد سیستم‌های آبیاری کمک کند. در نظر گرفتن این نکات، علاوه بر افزایش طول عمر سیستم‌های آبیاری، به کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات و همچنین بهبود بهره‌وری آب منجر خواهد شد.

فهرست منابع

l- Aizari, H.S., et al., *Assessment of groundwater quality for irrigation purpose using irrigation water quality index (IWQI).* Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 2024. **32**(1): p. 1–11–1–11.

2- Bucks, D.A., F. Nakayama, and R. Gilbert, *Trickle irrigation water quality and preventive maintenance.* Agricultural water management, 1979. **2**(2): p. 149–162.

3- Keller, J. and R.D. Bliesner, *Sprinkle and trickle irrigation*. 1990.

4-Ayers, R.S. and D.W. Westcot, *Water quality for agriculture*. Vol. 29. 1985: Food and agriculture organization of the United Nations Rome.

5-Edzwald, J.K., *Water quality & treatment: a handbook on drinking water.* 2011.

6-Boukich, O., et al., *Assessment of groundwater quality for irrigation using a new customized irrigation water quality index.* Journal of Hydrology: Regional Studies, 2025. **59**: p. 102346.

7-Messaid, N., et al., *Assessment of Groundwater Quality for Irrigation in the Semi-Arid Region of Oum El Bouaghi (Northeastern Algeria) Using Groundwater Quality and Pollution Indices and GIS Techniques.* Water, 2025. **17**(22): p. 3266.

8-Nkpoidet, M.M., N.I. Udosen, and J.E. Thomas, *Hydrochemical assessment of groundwater quality using water quality index, irrigation indices, and corrosivity models in a hydrocarbon-impacted coastal aquifer.* Discover Geoscience, 2025. **3**(1): p. 111.

9-Agency, U.S.E.P., *Groundwater sampling*. 2017.

اثر بخشی داربستی کردن باغ‌های انگور در ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی

افشین یوسف گمرکچی

بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.

E.mail: a.gomrokchi@areeo.ac.ir

چکیده

با توجه به محدودیت شدید منابع آب در سطح کشور، تاک‌داران تا حد ممکن اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار را در باغ‌های مدرن و سنتی خود پیاده‌سازی و اجرا نموده‌اند. لیکن اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار صرفاً بخشی از هدف ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی در این محصول بوده و لازم است سایر اجزاء و ارکان ارتقاء بهره‌وری را به‌منظور پایداری تولید، پیاده‌سازی نمود. یکی از مهم‌ترین عواملی که در بهره‌وری تولید انگور نقش دارد فرم پرورش آن است. به عبارتی رویکرد توأمان اصلاح شیوه آبیاری و اصلاح شیوه تربیت بوته در کنار هم، اثرگذاری قابل توجهی در ارتقاء ارکان بهره‌وری محصول انگور خواهد داشت. هدف از اجرای تحقیق حاضر بررسی تأثیر روش تربیت انگور در سطح باغ‌های انگور شهرستان تاکستان بر شاخص بهره‌وری آب بود تا شناخت دقیق‌تری از میزان تأثیرگذاری عوامل مختلف در ارتقاء بهره‌وری آب در این محصول حاصل گردد. نتایج نشان داد که روش تربیت داربستی انگور در مقایسه با روش خزنده (زمینی) تأثیر مثبت و معنی‌داری بر شاخص‌های مورد مطالعه داشت، به‌طوری‌که باعث کاهش حدود ۳۰ درصد در حجم آب مصرفی، افزایش ۱۱ درصدی عملکرد و ٤٤ درصدی بهره‌وری آب آبیاری شد به نحوی که شاخص بهره‌وری آب آبیاری در باغ‌های انگور به شیوه تربیت داربستی، ۱/٤۳ کیلوگرم بر مترمکعب و در باغ‌های انگور به روش تربیت خزنده، ۰/۹۹ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد گردید. نتایج این پژوهش مؤید آن بود که اصلاح روش تربیت بوته در باغ‌های انگور، در ارتقاء بهره‌وری آب اثرگذار بود و این اقدامات باید در کنار به‌کارگیری و پیاده‌سازی سامانه‌های آبیاری مورد توجه و حمایت سیاست‌گذاران قرار گیرد.

واژه های کلیدی: آبیاری، بهره‌وری آب، تاکستان، روش تربیت تاک.

بیان مسئله

انگور (*Vitis vinifera* L.) یکی از محصولات مهم باغی ایران است، به نحوی که در سال ۱٤۰۳ رتبه سوم تولید محصولات باغی کشور به میزان ۳/٦۲ میلیون تن و سهم ۱۳/٤۱ درصد از کل میزان تولید محصولات باغی، مرتبط با این محصول بوده است (۲). در چند سال اخیر مشکل کم‌آبی به صورت تهدیدی جدی برای تولید محصول انگور در کل ایران مطرح شده است. این در حالی است که از حدود ۲۲۰ هزار هکتار باغ آبی انگور در سطح کشور، اغلب آن‌ها به روش جویچه‌ای آبیاری می‌شوند (۹). از سوی دیگر هدایت و تربیت انگور اغلب تاکستان‌های مناطق ایران به‌صورت سنتی جوی و پشته (روش خزنده) بوده که میـــوه آن در اثر ســرمای دیررس بهـــاره و بارندگی‌های اواخر تابستان خسارت می‌بیند و از طرف دیگر به علت نزدیک بودن شاخه به سطح خاک و تجمع هوایی سرد دچار سرمازدگی زمستانه می‌شوند که تاک‌داران برای جلوگیری از خسارت مجبور به زیر خاک کردن بوته‌ها می‌شوند که هزینه بسیار زیادی دارد (٤). همچنین در شکل خزنده امکان بهره‌گیری از روش‌های مکانیزه در عملیات مدیریتی مانند کنترل علف‌های هرز و مشکل مبارزه با آفات و بیماری‌ها دچار مشکل شده و این امکان از تاک‌داران سلب می‌شود. این در حالی است که به علت وجود پیچک و ساختار فرم‌پذیری شاخه، بوته گیاه دارای خاصیت شکل‌پذیری بسیار بالایی است (۵). به عبارتی می‌توان علاوه بر روش خزنده (سنتی) روش‌های تربیت و هرس متنوعی را در باغ‌های انگور پیاده‌سازی و اجرا نمود.

در سیستم‌های ایستاده و رو سیمی اغلب مشکلات موجود در روش‌های سنتی وجود ندارد و میوه از کمیت و کیفیت بهتری برخوردار است (٦). این روش‌ها بسته به نوع رقم، نوع استفاده، شرایط اقلیمی منطقه و مسائل مکانیزاسیون و اقتصادی در هر منطقه متفاوت هستند (۱۰). برخی مطالعات نشان داده‌اند که نوع روش تربیتی، عملکرد کمی ارقام انگور را تحت تأثیر قرار داده است (۱۱ ، ۷). همچنین اصلاح فرم پرورش انگور از سنتی به داربستی برای جلوگیری از زیر خاک کردن بوته‌ها، جلوگیری از ضایعات قبل از برداشت و کاهش عملکرد و حذف هزینه‌های سم‌پاشی اضافی انگور دارای مزیت می‌باشد.

با توجه به محدودیت شدید منابع آب در سطح کشور، تاک‌داران تا حد ممکن اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار را در باغ‌های مدرن و سنتی خود پیاده‌سازی و اجرا نموده‌اند. لیکن اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار صرفاً بخشی از هدف ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی در این محصول بوده و می‌بایست سایر اجزاء و ارکان ارتقاء بهره‌وری را به‌منظور پایداری تولید، پیاده‌سازی نمود. مطالعات عباسی و همکاران (۱۳۹۹) در قطب‌های تولید انگور در سطح کشور نشان داد، میانگین بهره‌وری آب آبیاری در تولید محصول انگور از ۱/۸۸ تا ٦/۸۷ کیلوگرم بر مترمکعب در سطح کشور متغیر بوده که این بازه وسیع تغییرات بهره‌وری آب آبیاری از یک‌سو نشان دهنده خلأ عملکرد محصول و از سوی دیگر پتانسیل بالای ارتقاء بهره‌وری آب در تولید محصول انگور در سطح کشور است (۸).

همان‌طور که اشاره گردید بوته انگور به دلیل وجود پیچک و ساختار فرم‌پذیری شاخه، دارای خاصیت شکل‌پذیری بسیار بالایی است و این فرم‌پذیری ساقه که در معدودی از درختان باغی وجود دارد، می‌تواند جهت ارتقاء بهره‌وری محصول مورد استفاده قرار گیرد. به عبارتی رویکرد توأمان اصلاح شیوه آبیاری و اصلاح شیوه تربیت بوته در کنار هم اثرگذاری قابل توجهی در ارتقاء ارکان بهره‌وری محصول انگور خواهد داشت. لیکن از منظر عملیات میدانی، تغییر روش آبیاری بسیار پراهمیت‌تر از تغییر سیستم تربیت انگور مورد توجه سیاست‌گذاران و تاک‌داران قرار گرفته و اولویت‌های تخصیص اعتبار بیشتر متمرکز بر اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار در باغ‌های انگور بوده است.

استان قزوین با سهم ۱۱/٦٦ درصدی از کل میزان تولید محصول انگور کشور در سال ۱٤۰۳، به‌عنوان یکی از قطب‌های تولید این محصول است (۲). شهرستان تاکستان با سطح باغ‌های بارور انگور حدود ۱۸۰۰۰ هکتار نقش اساسی در تولید استان دارد. اطلاعات ثبت‌شده ۲۵۹٦۰ بهره‌بردار باغ‌های انگور در استان قزوین نشان دهنده آن است که میانگین وسعت باغ‌های انگور در استان حدود ۱ هکتار بوده است (۱) که این کوچک بودن سطح باغ‌های می‌تواند محدودیت‌های جدی را در برخی مباحث مدیریتی همچون اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار به همراه داشته باشد. متأسفانه در طی چند سال اخیر مشکل کم‌آبی نظیر سایر مناطق دیگر کشور در این شهرستان نیز به‌صورت تهدیدی جدی برای تولید این محصول با ارزش مطرح شده است. از این‌رو به‌کارگیری بهترین شیوه‌های مدیریتی به تاک‌داران انگور کمک می‌کند تا تولیدشان همچنان باکیفیت، سودآور و پایدار باقی بماند. با توجه به اجرای طرح فراز (سیستم داربستی انگور) در طی حدود یک دهه گذشته در استان، عمده پژوهش‌ها با محوریت اثربخشی این روش تربیتی انگور در ارتقاء کمی و کیفی محصول و مقایسه آن با روش خزنده (زمینی)، انجام شده است. در این راستا و با توجه لزوم پایش حجم آب مصرفی به‌عنوان یک عامل اصلی تولید، تحقیق حاضر به بررسی اثر بخشی داربستی کردن باغ‌های انگور در ارتقاء بهره‌وری آب پرداخته است.

معرفی دستاورد

در این تحقیق حجم آب مصرفی۲۰ باغ انگور ۹ تا ۱۲ ساله در شهرستان تاکستان در طول فصل زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ اندازه‌گیری شد. همچنین عملکرد محصول در دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸، به دلیل سرمازدگی شدید حادث شده در اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۸، پایش شد. انتخاب باغ‌ها به نحوی انجام گرفت که دو روش تربیت (داربستی و خزنده) را پوشش دهد. مشخصات روش‌های تربیتی مورد بررسی شامل:

الف)کوردون دیواری:

در روش تربیت کوردون سه جوانه نگه‌داری می‌شود و یک جوانه برای پرورش فرم به بالا هدایت می‌گردد و دو جوانه را بر روی سیم در ردیف اول می‌بندند سپس جوانه‌های رو به پایین حذف و جوانه‌های بالا نگه‌داری می‌شوند و شاخه‌های روی سیم‌ها را پس از اینکه طول آن‌ها به ۱۲۵ سانتیمتر رسید بعد از ٤ تا ٦ جوانه، حذف می‌شود (٤). در این روش پایه‌ها از یک میله ساده تشکیل‌شده که دارای چهار رشته سیم می‌باشد که سیم اول برای نگه‌داری تنه ولوله‌های آبده آبیاری قطره‌ای، سیم دوم و سوم برای نگهداری بازوهای اصلی و سیم چهارم جهت نگه‌داری شاخه‌های سال می‌باشد. از هر تنه چهار بازو گرفته می‌شود که هر دو بازو در یک سیم روبروی هم قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که سیم اول پس از قوی شدن تنه برای نگه‌داری لوله‌های آبیاری تحت‌فشار استفاده می‌گردد (شکل ۱).

شکل ۱- نمایی از باغ انگور با روش تربیت کوردون در منطقه نرجه (الف و ب)

(الف) باغ انگور با روش آبیاری قطره‌ای

(ب) اندازه‌گیری میدانی دبی ورودی با استفاده از دبی سنج اولتراسونیک

ب) روش خزنده:

در این روش پس از کاشت، نهال انگور یا قلمه را طوری هرس می‌کنند که دو جوانه روی نهال بیرون خاک باقی بماند. پس از رشد در بهار و تابستان و ریزش برگ‌ها شاخه‌های ضعیف را حذف می‌کنند و شاخه‌های باقیمانده را از بالای جوانه دوم حذف می‌کنند به‌طوری‌که در پایان سال دوم بوته مو دارای چهار جوانه باشد. در پایان سال سوم بوته مو دارای چهار شاخه یا بازو می‌باشد که فاصله بازوها از سطح زمین ۳۰ تا ٤٠ سانتیمتر است. بعد از چهار سال بوته مو ٥ تا ٦ بازو دارد که هرکدام ۲ تا ٤ شاخه تولید می‌کند که ۲ تا ۳ شاخه از آن‌ها باردهنده می‌باشد (٤). در این روش زمین به‌صورت جوی و پشته می‌باشد که تنه در جوی قرارگرفته و بازوها و شاخه‌های بارده روی پشته‌ها قرار می‌گیرد (شکل ۲).

(الف) باغ انگور با روش آبیاری قطره‌ای

(ب) باغ انگور با روش آبیاری سطحی

شکل ۲- نمایی از باغ‌های انگور در روش تربیت خزنده در منطقه نرجه (الف و ب)

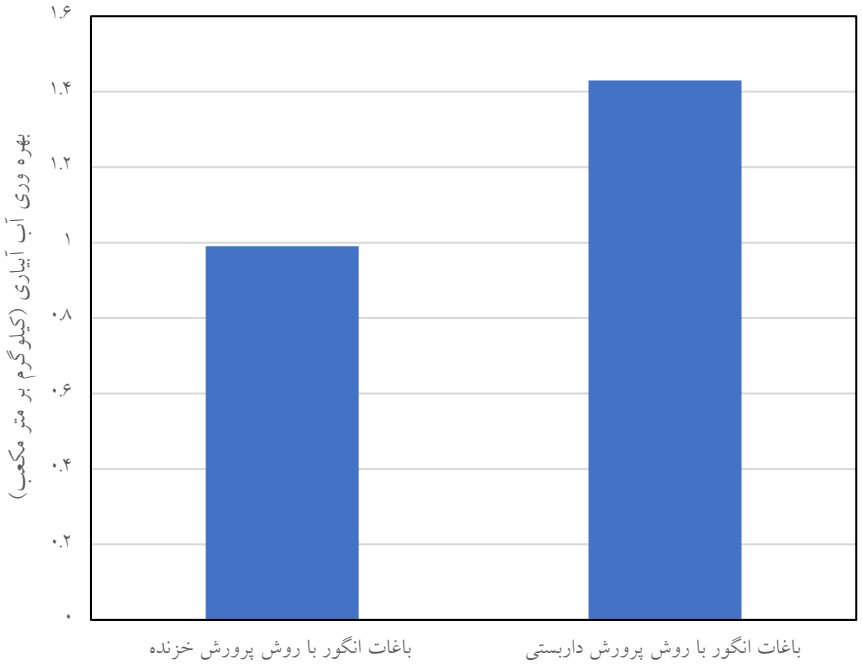
تحلیل آماری مقایسه عملکرد و حجم آب مصرفی در دو روش تربیتی داربستی و خزنده در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- مقایسه صفات مورد بررسی در روش‌های تربیت کوردون و خزنده

روش	تعداد مشاهده	رقم	میانگین مساحت باغ (هکتار)	میانگین عملکرد دوساله (تن بر هکتار)	حجم آب مصرفی (مترمکعب بر هکتار)
کوردون	۱۰	بیدانه سفید	۲/۰۵	۷/۱۲^{a}	٤٩٦٧^{b}
خزنده	۱۰	بیدانه سفید	۱/۱۱	٦/۳۸^{b}	٦٥٢٣^{a}

*وجود حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است.

نتایج بررسی نشان دهنده آن است که روش تربیت داربستی انگور بیدانه سفید در مقایسه با روش خزنده (زمینی) تأثیر مثبت و معنی‌داری بر شاخص‌های مورد مطالعه داشت، به‌طوری‌که باعث کاهش حدود ۳۰ درصد در حجم آب مصرفی و افزایش ۱۱ درصد عملکرد گردید و شاخص بهره‌وری آب آبیاری از ۰/۹۹ کیلوگرم بر مترمکعب در باغ‌های انگور خزنده، به ۱/٤۳ کیلوگرم بر مترمکعب در باغ‌های انگور داربستی افزایش داشت (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه شاخص بهره‌وری آب آبیاری در باغ‌های انگور مورد مطالعه

علیرغم آنکه حجم آب مصرفی در باغ‌های انگور سنتی(خزنده) بیشتر از باغ‌های داربستی می‌باشد، لیکن در این باغ‌ها دسترسی به آب و مدیریت آبیاری با محدودیت بسیار شدیدی مواجهه است. در اغلب این باغ‌ها، دور آبیاری متناسب با نظام حقابه‌بری چاه می‌باشد که به دلیل خرده مالک بودن قطعات آبیاری، عمدتاً دور آبیاری اعمال شده در سطح این باغ‌ها کمترین تناسبی با نیاز آبی باغ را داراست و این امر حتی در باغ‌هایی که به سامانه آبیاری تحت فشار تجهیز شده و امکان ذخیره آب آبیاری وجود دارد، نیز مشهود است. به نحوی که انگورکاران منطقه عمدتاً با کاهش تعداد دفعات آبیاری، با این مشکل مبارزه نموده‌اند که این کار کاهش کمی محصول را به دنبال داشته است. به عبارتی یکی از چالش‌های عمده در افزایش کارایی مصرف آب در باغ‌های سنتی با روش تربیت خزنده، نظام حقابه‌بری و نحوه مدیریت آب آبیاری در باغ است. نکته حائز اهمیت آن است که امروزه در مباحث کارشناسی و فنی صرفاً استفاده از قابلیت‌های سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار به‌عنوان یک راهکار اصلی در مدیریت آبیاری و افزایش کارایی مصرف آب در باغ‌های انگور اشاره شده و نقش اقدامات مدیریتی همچون اصلاح روش تربیت بوته، مباحث مکانیزاسیون و ... کمتر مورد توجه و حمایت سیاست‌گذاران قرار گرفته است. به نحوی که کشت انگور خزنده و زمینی (بجای داربستی) در خیلی از تاکستان‌های ایران هنوز انجام می‌گیرد.

توصیه ترویجی

مزیت‌های جایگزینی سیستم داربستی به‌جای سیستم سنتی در مواردی همچون هزینه تولید، عملکرد، درصد پوسیدگی میوه، میزان قند، مدت‌زمان ماندگاری محصول و ... مورد بررسی قرار گرفته است (۳). نتایج این پژوهش نیز نشان داد که روش تربیت داربستی انگور در مقایسه با روش خزنده (زمینی) باعث کاهش حدود ۳۰ درصد در حجم آب مصرفی، افزایش ۱۱ درصدی عملکرد و ٤٤ درصدی بهره‌وری آب آبیاری شده است. در این راستا حسب نتایج حاصل از پایش میدانی باغ‌های انگور در محدوده شهرستان تاکستان، توصیه‌های ترویجی ذیل ارائه شده است.

۱- روش کاشت انگور (داربستی بجای خزنده) تأثیر بسزایی بر عملکرد و بهره‌وری آب دارد.

۲- نتایج تحقیق نشان داد روش کوردون در تربیت انگور بی‌دانه با توجه به افزایش عملکرد و کاهش حجم آب مصرفی نسبت به روش خزنده برتری دارد لذا این روش برای منطقه تاکستان توصیه می‌گردد.

۳- تغییر روش‌های سنتی کاشت از خزنده به داربستی ارتباط مستقیم با نظام حقابه بری باغ داشته و در صورتی که منابع آبی مطمئنی برای باغ وجود نداشته باشد بهره‌برداران نباید اقدام به اجرای سیستم داربستی در باغ نمایند.

٤- در باغ‌های مدرن، تعداد تاک بیشتری در واحد سطح کشت می‌شود و می‌توان انتظار داشت در صورت وجود منابع آبی مطمئن، محصول بیشتری هم تولید شود. با فراهم شدن استفاده از ماشین‌آلات در این گونه باغ‌ها، عملیات داشت شامل: شخم زدن، سمپاشی و دفع علف‌های هرز سهل‌تر و با سرعت بیشتری انجام می‌شود.

فهرست منابع

۱-آمارنامه داخلی سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین. ۱٤۰۳. مدیریت هماهنگی ترویج سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین.

۲- بی‌نام. ۱٤۰٤. آمارنامه کشاورزی. جلد سوم محصولات باغبانی و گلخانه‌ای. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی.

۳- دادار، ع. ۱۳۹۹. جایگزینی سیستم داربستی به‌جای سیستم سنتی در پرورش انگور. مجله ترویجی انگور. ۱ (۲): ۱۰-۱.

۴- دولتی بانه، ح. ۱۳۹۵. انگور (مدیریت جامع کشت، پرورش، تولید و فراوری). انتشارات دانشگاه کردستان. ٦٧٤ صفحه.

۵- رسولی و. ۱۳۹٤. تربیت عملی تاک به روش کوردون. نشریه ترویجی شماره ۹٤/۱۵، انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۶- رسولی، و. و داودی، ع. ۱۳۹۲. بررسی میزان سازگاری روش‌های مختلف تربیت انگور رقم بی‌دانه سفید در منطقه تاکستان (فاز دوم). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین.

۷- رسولی، و.، محمود زاده، ح. ۱۳۹۸. اثر سامانه‌های مختلف تاک‌داری بر عملکرد کمی و کیفی انگور رقم بی‌دانه قرمز (رکورد پنج‌ساله). نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲٦(۳): ۵۷-٦۹.

۸- عباسی، ف.، ناصری، ا.، رضوانی، م.، گودرزی، م.، کریمی، م.، اسلامی، ا.، طاهری، م.، یوسف گمرکچی، ا.، طایفه رضایی، ح.، خسروی، ح.، موسوی فضل، ح.، قدمی فیروزآبادی، ع.، باغانی، ج.، عباسی، ن. و اکبری، م. ۱۳۹۹. آب کاربردی و بهره‌وری آب در تاکستان‌های کشور. نشریه تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۲۱ (۸۰): ۱٤۸-۱۳۳.

۹- عروجیان، ا.، میرلطیفی، م. و دهقانی سانیج، ح. ۱٤۰۰. تأثیر آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و جویچه‌ای بر بهره‌وری آب دو سیستم کشت داربستی و خزنده انگور. تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۲۲(۸٤): ۳٦-۱۹.

۱۰- محمود زاده، ح.، رسولی، و.، قربانیان، د. ۱۳۸۸. اثر برخی روش‌های تربیت تاک بر رشد رویشی، عملکرد و کیفیت میوه انگور رقم سفید بی‌دانه. مجله باغبانی نهال و بذر، ۲-۲۵(٤): ۳۷۳-۳۸۷.

11- Zhang, D., Hongying, J., Xingli, C. and Xue, F.X. 1995. Studies on the essential relationship between canopy and microclimate vine growth, grape yield and berry quality. Acta Hort. Sinica. 22. 110-116.