نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، ص. ۱۲۶-۱۱۳

Water Management in Agriculture
Vol. 10, No. 2 Autumn And Winter 2024, 113-126

مقاله فنی-ترویجی

پیاده‌سازی راهکارهای فنی در مزارع کلزا و تأثیر آن در بهبود بهره‌وری آب (مطالعه موردی: شمال استان خوزستان)

محمد خرمیان [۱*] و علیرضا توکلی [۲]

چکیده

اجرای طرح احیای اراضی خوزستان بستر مناسبی را برای ترویج یافته‌های تحقیقاتی در زمینه استفاده درست از منابع آب، خاک و نهاده‌های کشاورزی و افزایش تولید محصولات زراعی فراهم نمود. ازاین‌رو، این مطالعه در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ باهدف ارزیابی بهره‌وری آب حاصل از بهبود مدیریت نهاده‌های تولید کلزا و مقایسه با مدیریت مرسوم در اراضی شمال استان خوزستان، اجرا شد. برای این منظور ۱۱ مزرعه (تیمار مدیریت برتر) برای اعمال راهکارهای فنی شامل برنامه‌ریزی آبیاری، کم خاک‌ورزی، تغذیه متعادل، کشت روی پشته و تراکم بذر مناسب، متناسب با شرایط مزرعه و امکانات بهره‌بردار انتخاب شد. میزان آب کاربردی، عملکرد دانه و بهره‌وری آب هریک از مزارع تعیین و با داده‌های مزارع اطراف با مدیریت مرسوم منطقه (تیمار شاهد) مقایسه شد. نتایج نشان داد که در تیمار شاهد میانگین عملکرد دانه و بهره‌وری آب در محصول کلزا به ترتیب ۲۴۱۳ کیلوگرم در هکتار و ۰/۵۱ کیلوگرم در مترمکعب بود که با اعمال راهکارهای فنی (تیمار برتر) به ۲۹۹۴ کیلوگرم در هکتار و ۰/۶۹ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار برتر افزایش یافت و این افزایش از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ($p=0.01$).

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، کلزا، خوزستان، ترویج کشاورزی

مقدمه

کلزا از دانه‌های روغنی مهم است که علاوه بر تأمین روغن، گسترش اشتغال در بخش صنعت، توسعه صنعت زنبورداری و تأمین کنجاله مورد نیاز طیور، نقش مهمی در افزایش تخلخل و نفوذپذیری خاک و درمجموع بهبود خصوصیات فیزیکی خاک داشته و بستر لازم برای افزایش عملکرد محصول بعدی را فراهم می‌آورد (سلیمان پور شمس،۱۳۹۱). سطح زیر کشت کلزا در سراسر جهان، در سال ۲۰۱۹ حدود ۳۵ میلیون هکتار بوده که پنج کشور کانادا، هند، چین، اتحادیه اروپا و استرالیا بیشترین سطح زیر کشت، با ۲۹/۸ میلیون هکتار (۸۵ درصد از کل مناطق کشت کلزا در سطح جهان) را به خود اختصاص داده‌اند (FAOSTAT, 2021). آمار سطح برداشت کلزا در ایران در سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸ فقط ۱۷۲۴۰ هکتار بوده که در سال زراعی ۹۶- ۱۳۹۵ به ۱۰۳ هزار هکتار با متوسط عملکرد (هیبرید و ارقام آزادگرده‌افشان) ۱۹۰۰ کیلوگرم در هکتار بالغ گردیده است. یکی از موضوعات اساسی در برنامه خودکفایی وزارت جهاد کشاورزی توسعه کشت کلزا و تأمین بخشی از روغن خوراکی کشور از این طریق است، به‌نحوی‌که برای خودکفایی در تولید دانه‌های روغنی پیش‌بینی‌شده که تولید این

[۱] استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران (* نویسنده مسئول: khorramy.mohamad@yahoo.com)

[۲] پژوهشیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

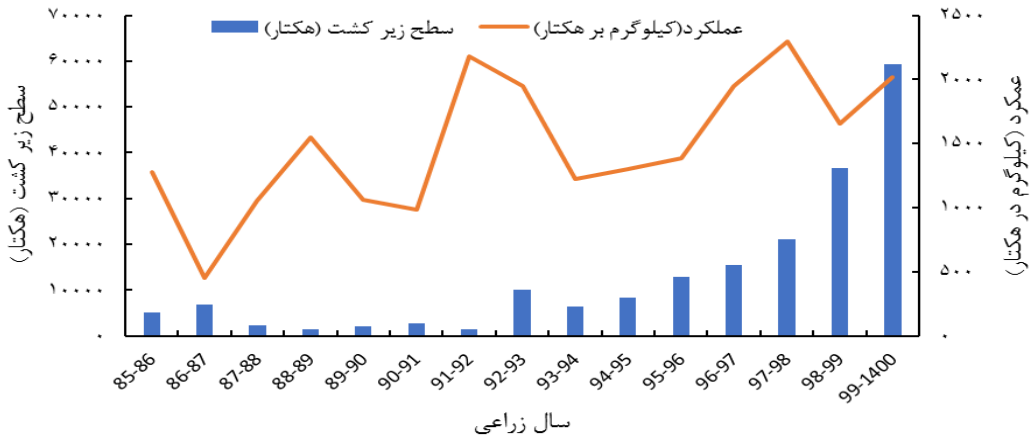
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۳

محصول از ۳۴۲ هزار تن در سال ۱۴۰۰ به یک میلیون و ۱۹۰ هزار تن در سال ۱۴۰۵ برسد (جدول ۱).

جدول ۱- برنامه خودکفایی در تولید دانه‌های روغنی (بی‌نام، ۱۴۰۰)

محصول	تولید	برنامه سال					
	(هزار تن)	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲	۱۴۰۳	۱۴۰۴	۱۴۰۵
کلزا	۳۴۲/۲	۵۱۲	۶۳۰	۷۳۲	۹۶۸	۱۱۹۰	
سویا	۵۲/۶	۱۳۰	۱۶۹	۲۰۰	۲۴۳	۳۲۱	
کنجد	۳۷/۵	۴۵	۵۵	۶۳	۷۲	۸۴	
گلرنگ	۵/۲	۲۷	۳۵	۴۴	۶۳	۹۳	
آفتابگردان	۴/۴	۲۵	۳۵	۴۱	۶۳	۸۷	

بر اساس داده‌های منتشرشده از سوی وزارت جهاد کشاورزی، استان‌های خوزستان و گلستان به ترتیب با سطح زیر کشت ۶۵ و ۵۵ هزار هکتار در جایگاه اول و دوم کشت این دانه روغنی قرار دارند (بی‌نام ۱۴۰۱). روند سطح زیر کشت و عملکرد کلزا در استان خوزستان با اقلیم گرم و خشک در یک بازه زمانی ۱۵ ساله از سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ تا ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- روند تغییرات سطح زیر کشت و عملکرد کلزا در استان خوزستان (بی‌نام، ۱۴۰۱)

تغییرات سطح زیر کشت و عملکرد این محصول در سال اجرای پروژه (سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷) حدود ۲۱۰۰۰ هکتار با متوسط عملکرد ۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ با ۷۴ درصد رشد به ۳۶۵۸۰ هکتار رسید (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹). روند افزایشی سطح زیر کشت کلزا بیانگر پذیرش بهره‌برداران به‌عنوان گیاهی مناسب در تناوب با سایر محصولات کشاورزی استان خوزستان است. ازاین‌رو لازم است که به‌موازات توسعه سطح زیر کشت کلزا، راهکارهای مؤثر در افزایش تولید در واحد سطح به‌تناسب شرایط منطقه در اختیار بهره‌برداران قرار گیرد. کاشت کلزا در استان خوزستان در نیمه اول مهر، به‌صورت مسطح (نواری) و در مواردی به‌صورت دو خط روی پشته ۷۵ یا ۶۰ سانتی‌متری و برداشت در ماه اردیبهشت

صورت می‌گیرد. روش آبیاری در بسیاری از مناطق استان خوزستان به‌صورت ثقلی- نواری است که این امر می‌تواند در جابجایی بذور و درنتیجه بد سبزی و افزایش آب کاربردی و ماندابی شدن زمین به‌ویژه در اراضی کم شیب مؤثر باشد. طبق مطالعات، برای تهیه زمین و کاشت کلزا استفاده از دیسک یا یک‌بار عبور رتیواتور به‌جای گاوآهن برگردان دار کفایت می‌کند (Hemmat, 2009) حال‌آنکه نتایج یک نظرسنجی در استان خوزستان نشان داد که حدود ۶۰ درصد بهره‌برداران از شخم عمیق برای تهیه زمین استفاده می‌کنند (سلطانی تودشکی و خرمیان، ۱۳۸۹). استفاده از خاک‌ورزی مرسوم علاوه بر اینکه همسو با کشاورزی حفاظتی نیست، کارایی مصرف انرژی را کاهش خواهد داد (هدایتی پور و یونسی الموتی، ۱۳۹۷). رعایت تراکم بذر مورداستفاده از عوامل مهم افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌های تولید است. استفاده از تراکم ۴ تا ۶ کیلوگرم در هکتار در حالتی که تهیه زمین به‌درستی صورت گرفته کفایت می‌کند حال‌آنکه در برخی مزارع از تراکم‌های ۶ تا ۷ کیلوگرم در هکتار استفاده می‌شود. علاوه بر این زمان برداشت مناسب برای کاهش تلفات ریزش دانه نقش مهمی در افزایش بهره‌وری آب خواهد داشت. مدیریت بهینه کود شامل تعیین مقدار، زمان مصرف، نوع و روش مصرف کود است. در این بین روش تعیین مقدار کود موردنیاز، مهم‌ترین شاخص در مدیریت بهینه کود است. غالب بهره‌برداران اطلاع چندانی از وضعیت حاصلخیزی خاک مزرعه نداشته و برحسب تجربه خود یا کشاورزان مجاور تغذیه کلزا انجام می‌شود. علاوه بر این حذف بقایای گیاهی به‌ویژه به روش سوزاندن و خاک‌ورزی بی‌رویه باعث شده که کربن آلی خاک به‌شدت کاهش یابد. در مجموع می‌توان گفت که پایین بودن میزان آگاهی کشاورزان از مسائل کشاورزی نقش مهمی در کاهش بهره‌وری آب در مزرعه خواهد داشت (سلطانی تودشکی و خرمیان، ۱۳۸۹). ازاین‌رو با توجه به روند رو به رشد سطح زیر کشت کلزا (شکل ۱) از یک‌سو و تغییرات اقلیمی در جهت افزایش دما و کاهش بارش‌ها از سوی دیگر، اصلاح مدیریت بهره‌بردار در استفاده درست از منابع پایه (آب‌وخاک) و منابع کشاورزی (ادوات، کود و سموم) باهدف کاهش هزینه‌های تولید و افزایش بهره‌وری تولید ضرورتی انکارناپذیر است. مطالعات همت درباره اثر خاک‌ورزی بر عملکرد کلزا در منطقه اصفهان نشان داد که شیوه کم خاک‌ورزی (یک‌بار عبور رتیواتور) تقریباً به‌اندازه چهار بار عبور با گاوآهن بشقابی در تهیه بستر کلزا مؤثر بوده و عملکرد محصول مشابه با خاک‌ورزی مرسوم به دست آمد (Hemmat, 2009). مطالعات مشابه در منطقه مغان در مقایسه شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی در بقایای ذرت دانه‌ای بر عملکرد کلزا نشان داد که استفاده از ساقه خردکن، خاک ورز قلمی و دیسک بهترین شیوه تهیه بستر بذر کلزای پاییزه با میانگین عملکرد ۲۵۶۴ کیلوگرم در هکتار بود (تقی‌نژاد و جوادی، ۱۳۹۳). کریمی (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای، نشان داد که بهره‌برداران کشاورزی و منابع طبیعی در زمینه روش‌های عملی ارزیابی رطوبت خاک، تسطیح اراضی در آبیاری سطحی و روش‌های آن، روش تعیین فاصله دور آبیاری و نیاز آبی گیاه و همچنین نحوه تهیه زمین و تناوب زراعی نیازمند آموزش صحیح می‌باشند. نتایج ایجاد سایت‌های الگویی بهبود بهره‌وری آب گندم در برخی از مزارع شهرستان‌های شمالی استان خوزستان نشان داد که استفاده از کود پتاسِ بر مبنای توصیه کودی موجب افزایش عملکرد گندم و درنتیجه افزایش ۱۷ درصدی بهره‌وری آب شد (خرمیان،۱۳۹۱). رنجبر و همکاران (۱۳۹۴) با به‌کارگیری رقم، تغذیه و مدیریت آبیاری مناسب در اراضی دشت آزادگان واقع در پایین‌دست حوضه کرخه در دو قطعه زمین که یکی از آن‌ها مجهز به سامانه زهکشی و دیگری بدون سامانه زهکشی بود، نشان داد که به‌کارگیری توصیه‌های فنی در مزرعه مجهز به سامانه زهکشی موجب افزایش ۱۵ درصد عملکرد گندم نسبت به مدیریت بهره‌بردار (تیمار شاهد) شد. نیک‌خواه و همکاران (۱۳۹۴) در شرایط خاک شور با پیاده‌سازی راهکارهای مدیریتی تغییر روش آبیاری و تسطیح مناسب نشان داد که بدون کاهش عملکرد گندم می‌توان با کاهش مدت زمان آبیاری در مصرف آب صرفه‌جویی نمود و بهره‌وری آب را تا ۲۰ درصد نسبت به مزارع اطراف (تیمار شاهد) افزایش داد. خرمیان (۱۳۹۶a) با کاربرد رقم جدید گندم (چمران ۲) در قالب سایت‌های الگویی و تغییر سامانه آبیاری سطحی- نواری به سامانه آبیاری سطحی - جویچه‌ای در منطقه

میاناب شوشتر نشان داد که عملکرد و بهره‌وری آب در رقم چمران ۲ به ترتیب ۱۹ و ۳۴ درصد افزایش و راندمان کاربرد آب در مزرعه از ۴۹/۸ درصد در روش آبیاری سطحی- نواری به ۵۵/۳ درصد در روش آبیاری جویچه‌ای افزایش یافت. از طرفی نتایج پیاده‌سازی چغندرقند پاییزه در تناوب منطقه میاناب شوشتر در قالب سایت‌های الگویی نشان داد که با برنامه‌ریزی آبیاری (کاهش تلفات رواناب و آبیاری بر مبنای پایش رطوبت خاک) می‌توان عملکرد و بهره‌وری آب کاربردی را برای تولید شکر به ترتیب از ۸/۸ تن در هکتار و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمکعب به ۱۱/۵ تن در هکتار و ۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش داد (خرمیان،b۱۳۹۶). جعفر نژادی (۱۳۹۸) با انتخاب دو قطعه مزرعه در منطقه حمیدیه واقع در جنوب خوزستان و اعمال مدیریت آب و کود در یک قطعه و مقایسه آن با مدیریت بهره‌بردار (قطعه شاهد) نشان داد که کاربرد بهینه کودهای پایه و تکمیلی بر اساس برنامه غذایی و آزمون خاک موجب افزایش ۳۱ تا ۷۰ درصدی عملکرد گندم و ۴۳ تا ۱۰۰ درصدی بهره‌وری آب نسبت به مزرعه شاهد شد. نتایج مطالعات شیوه مناسب انتقال‌یافته‌های تحقیقاتی کشاورزی به بهره‌برداران نشان داد که عملکرد محصول گندم پیش و پس از انتقال‌یافته‌ها تفاوتی معنی‌دار داشته و شیوه روز مزرعه نسبت به شیوه‌های کارگاه آموزشی و هفته انتقال‌یافته‌ها اثربخشی بالاتری داشته است (حکیمی، ۱۳۹۱). صبوری و امامزاده (۱۳۹۴) عوامل ترویجی مؤثر در پذیرش فناوری‌های بهینه‌سازی مصرف آب کشاورزی در استان سمنان را به‌صورت پرسشنامه‌ای موردبررسی قرار داده و نشان دادند که به‌کارگیری روش‌های مشارکتی و استفاده از فناوری‌ها در مزارع نمایشی بیشترین نقش را در پذیرش فناوری‌های مرتبط با حفاظت آب در مزرعه داشت. جمع‌بندی مطالعات فوق نشان می‌دهد که برای استفاده بهینه از منابع آب‌وخاک، ارتقاء دانش کشاورزی و توانمندسازی بهره‌برداران و درنتیجه پایداری تولید، متناسب با توسعه و تکمیل زیرساخت‌ها، پیاده‌سازی فعالیت ترویجی- آموزشی ضروری است. در این راستا، سایت‌های الگویی در شمال استان خوزستان در محدوده طرح احیای اراضی ۵۵۰ هزار هکتاری به اجرا درآمد که در آن‌ها، به‌کارگیری و توسعه راهکارهای ساده فنی که در افزایش عملکرد و کاهش مصرف آب نقش دارند موردتوجه قرار گرفت. کلزا از گیاهان مهم روغنی است که به‌تازگی در تناوب استان خوزستان قرارگرفته و درنتیجه بهره‌برداران شناخت کمتری از این گیاه دارند. ازاین‌رو در مطالعه حاضر پیاده‌سازی توصیه‌های فنی در قالب سایت‌های الگویی کلزا باهدف ارتقای بهره‌وری مصرف آب، در چهار شهرستان شوش، شوشتر، اندیمشک و دزفول موردبررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر برای محصول کلزا از ابتدای سال زراعی ۱۳۹۶ در چهار شهرستان شوش، شوشتر، دزفول و اندیمشک و در ۱۱ مزرعه (به‌عنوان سایت‌های اصلی پیاده‌سازی راهکارهای فنی) اجرا شد. متوسط بارش بلندمدت در شهرستان‌های یادشده ۲۵۵ و متوسط تبخیر ۲۱۰۰ میلی‌متر در سال است که معمولاً بارش‌ها از آذرماه شروع‌شده و تا فروردین سال بعد ادامه دارد. سایت‌های الگویی کلزا در محدوده طرح احیای اراضی ۵۵۰ هزار هکتار (طرح ولایت) با مشارکت ترویج ادارات جهاد کشاورزی و بر مبنای میزان فعالیت‌های جهاد نصر در هر یک از مناطق موردنظر پیاده شد. انتخاب سایت اصلی (تیمار برتر) به نحوی بود که از نظر کیفیت آب‌وخاک و مدیریت بهره‌بردار نماینده سطح وسیعی از منطقه باشد، زارع از کشاورزان خوش‌نام و موردپذیرش اهالی روستا، آماده دریافت توصیه‌های پژوهشی، دارای ادوات لازم برای مراحل تهیه زمین، کاشت، داشت و برداشت باشد. دسترسی به مزرعه آسان باشد، به‌طوری‌که بتوان از بهره‌برداران دیگر برای بازدید از مزرعه و ترویج یافته‌های علمی دعوت نمود. سایت‌های تابعی به مجموعه قطعات مزارع اطراف سایت اصلی (حدود ۲۰ قطعه مزرعه) تعلق داشت که به لحاظ کیفیت آب‌وخاک، نوع گیاه و شرایط مشابه سایت اصلی بوده اما مدیریت آبیاری و سایر مسائل به زراعی مطابق نظر بهره‌بردار صورت گرفت. پراکنش سایت‌ها در مناطق مختلف بر اساس وسعت و تنوع فعالیت‌های جهاد نصر در زمینه تجهیز و نوسازی اراضی در

نظر گرفته شد، به‌نحوی‌که بیشترین سایت الگویی کلزا (بیش از ۴۵ درصد) در شوش و پس‌ازآن در شوشتر و کمترین آن در شهرستان اندیمشک (دهستان آزادی) و دزفول (مرکز دهستان سبیلی) پیاده شد (جدول ۲).

سایت‌های الگویی شهرستان شوش در محدوده اراضی پنج مرکز خدمات حر ریاحی، بن معلا، چنانه، سرخه و شاوور اجرا شد. اراضی موجود در محدوده مرکز خدمات حر ریاحی (با مجموع اراضی ۷۸۳۶ هکتار) قسمتی از اراضی شبکه دز است که دارای بافت خاک غالباً متوسط تا سنگین، بدون محدودیت شوری و کیفیت آب شبکه خوب (C2-S1) و بدون محدودیت آبیاری است. آبیاری سطحی روش رایج آبیاری و غالب کشت منطقه کلزا است. علاوه بر کلزا، کاشت گیاهانی مانند چغندرقند و صیفی‌جات در این منطقه رایج است. بیشترین فعالیت جهاد نصر در این مناطق احداث و تکمیل کانال‌های فرعی بوده است. اراضی مرکز دهستان شاوور حدود ۹۷۲۷ هکتار است که آب موردنیاز آن‌ها از طریق شبکه شاوور و در برخی موارد از طریق چاه تأمین می‌شود. بافت خاک این مناطق نسبتاً سنگین، با شوری کم و کیفیت آب مناسب (C2-S1) است. آبیاری سطحی روش رایج آبیاری و کشت غالب منطقه گندم است. علاوه بر این، کاشت کلزا و محصولات دیگری همانند ذرت و برنج در این منطقه رایج است. دشت دوسالق واقع در ساحل چپ رودخانه کرخه یکی از ۵ دشت آبخور سد تنظیمی انحرافی و شبکه اصلی آبیاری و زهکشی پای پل محسوب می‌شود. بافت خاک این مناطق غالباً سبک، با شوری نسبتاً بالا و کیفیت آب شبکه خوب (C2-S1) ارزیابی شده است. منبع تأمین آب علاوه بر شبکه، استفاده از چاه و رودخانه است. آبیاری سطحی (نواری و جویچه‌ای) روش رایج آبیاری و غالب کشت منطقه گندم است. گندم – ذرت تناوب رایج منطقه است. تسطیح اراضی و استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار ازجمله فعالیت‌های جهاد نصر در این منطقه است. سایت‌های الگویی شهرستان شوشتر در محدوده اراضی سه مرکز خدمات میان آب شمالی، عرب حسن (میاناب جنوبی) و زوویه اجرا شد. دشت میاناب شوشتر با وسعت ناخالص ۴۱۸۵۵ هکتار بین دو رودخانه گرگر و شطیط واقع شده است. رودخانه شطیط باکیفیت متوسط C2-S1 تا C3-S1 از محل سردهنه نهر داریون آب موردنیاز کشاورزی این دشت را تأمین می‌کند. شوری، فشردگی لایه‌های زیرین و درنتیجه ناتراوا بودن خاک محدودیت غالب اراضی این منطقه به شمار می‌رود. گندم، برنج و حبوبات غالب کشت‌های منطقه را تشکیل می‌دهد. تسطیح اراضی، احداث زهکش‌های زیرزمینی و کانال‌های فرعی ازجمله فعالیت‌های جهاد نصر در این منطقه است. شبکه آبیاری و زهکشی شرق دشت شعیبیه (منطقه زوویه) با وسعت حدود ۱۰۰۰۰ هکتار بین رودخانه‌های شطیط (کارون) و دز و اراضی تپه‌ماهوری جنوب شهر شوشتر محصور است. تأمین آب کشاورزی از رودخانه شطیط با کیفیت C2-S1 تا C3-S1 صورت می‌گیرد. شوری و قلیائیت، بالا بودن سطح آب زیرزمینی و فشردگی لایه‌های زیرین و درنتیجه ناتراوا بودن آن جزو محدودیت اراضی این منطقه به شمار می‌رود. گندم، برنج و حبوبات کشت غالب و آبیاری سطحی روش غالب تأمین آب موردنیاز گیاهان زراعی منطقه را تشکیل می‌دهد. تسطیح اراضی، قطعه‌بندی، احداث زهکش‌های زیرزمینی و کانال‌های فرعی ازجمله فعالیت‌های جهاد نصر در این منطقه است. سایت‌های الگویی کلزا در محدوده شهرستان‌های اندیمشک و دزفول به ترتیب در مرکز خدمات آزادی و سبیلی اجرا شد. بافت خاک در این مناطق سبک (لوم)، اراضی بدون محدودیت شوری، تأمین آب از شبکه آبیاری دز و در برخی موارد استفاده از چاه‌های عمیق، کیفیت آب خوب (C2-S1) است. معمولاً پذیرش راهکارهای ترویجی آب و خاک در بین کشاورزان زمانی بیشتر است که علاوه بر تمرکز بر فناوری‌های کم‌هزینه، حمایت‌هایی همانند پرداخت یارانه کود و بذر صورت گیرد (Namara et al., 2007). از این‌رو در سایت‌های الگویی یادشده، از راهکارهای ساده به زراعی به همراه مدیریت آبیاری برای افزایش بهره‌وری آب کاربردی استفاده شد. به‌عنوان نمونه تغذیه گیاه بدون اطلاع از وضعیت کمبود عناصر خاک یکی از چالش‌های مهم در مزارع بهره‌برداران است، به‌نحوی‌که در ۷۰ تا ۸۵ درصد موارد، بهره‌برداران بدون شناخت وضعیت خاک به لحاظ شوری و کمبود عناصر عملیات کود دهی را انجام می‌دهند (سلطانی تودشکی و

خرمیان، ۱۳۹۶). ازاین‌رو اغلب راهکارهای فنی مبتنی بر استفاده متعادل از کودهای شیمیایی با توجه به نتایج آزمون خاک صورت گرفت. به این صورت که پس از تهیه زمین، نمونه مرکب از خاک سایت اصلی تهیه و به آزمایشگاه ارسال و بر اساس مقادیر حاصل از آن (جدول ۲) و طبق نظر کارشناس، توصیه کودی به مسئول مروج پهنه ابلاغ و مطابق آن مقادیر کود پایه و سرک اعمال شد.

جدول ۲- برخی مشخصات خاک سایت‌های اصلی کلزا

کد مزرعه	شهرستان	نام مرکز خدمات کشاورزی	EC میلی موس بر سانتی‌متر	pH	OC درصد	Pava قسمت در میلیون	Kava
A1	شوش	حر ریاحی	۱/۵	۷/۷۱	۰/۹۶	۶/۱	۱۴۰
A2	شوش	بن معلا	۱/۲	۷/۵۱	۰/۹۸	۱۳/۹	۱۳۱
A3	شوش	چنانه	۶/۲	۷/۲۶	۰/۳۳	۵/۶	۱۰۴
A4	شوش	سرخه	۲/۳	۷/۵۱	۰/۵۹	۲۱/۶	۱۵۹
A5	شوش	شاوور	۳/۴	۷/۶۹	۰/۶۴	۵	۱۶۸
B1	شوشتر	میان آب	۲/۹	۷/۸	۰/۷۸	۱۴/۵	۱۷۸
B2	شوشتر	عرب حسن	۵/۵	۷/۶۶	۰/۵	۴/۴	۱۳۱
B3	شوشتر	زوویه	۲	۷/۵۵	۰/۸۳	۸/۷	۱۰۴
B4	شوشتر	زوویه	۳/۶	۷/۱۹	۰/۸۲	۱۵	۱۶۸
C1	اندیمشک	آزادی	۱/۵	۷/۶۵	۰/۶۹	۸/۵	۱۵۶
D1	دزفول	سبیلی	۱	۷/۸۸	۰/۵۵	۳/۹	۱۱۲

استفاده از گاوآهن برگردان دار و دیسک (خاک‌ورزی مرسوم) در تهیه زمین از چالش‌های دیگر مؤثر در فشردگی خاک و افزایش مصرف انرژی است. مطالعات نشان داد که میزان مصرف سوخت در تهیه زمین با گاوآهن برگردان دار حدود ۶۴ لیتر در هکتار و در صورت استفاده از سه نوبت دیسک به ۲۴ لیتر در هکتار کاهش یافت (هدایتی پور و یونسی الموتی ، ۱۳۹۷)، از این‌رو کم خاک‌ورزی (به‌صورت حذف گاوآهن و استفاده از ۲ تا ۳ نوبت دیسک) در سایت‌های الگویی کلزا توصیه شد. استفاده از آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در برخی سایت‌های الگویی که بافت خاک سبک و یا محدودیت آب داشتند، بر اساس زمان و مدت آبیاری با توجه به دفترچه طراحی و نظرات کارشناسی (به‌صورت پیش‌بینی بارش و یا وضعیت ظاهری رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه) اعمال شد. تنظیم کارنده باهدف کاهش مصرف بذر و تأمین تراکم لازم بوته در واحد سطح و همچنین تنظیم کمباین باهدف کاهش ریزش بذر ازجمله مواردی بودند که در سایت‌های الگویی اصلی و با نظارت محقق و مروج مسئول پهنه پیاده شد. در هریک از سایت‌های الگویی پس از اعمال راهکارها (جدول ۳) مقدار آب آبیاری با نصب فلوم در ابتدای قطعات مربوط به سایت اصلی اندازه‌گیری شد. پس از برداشت محصول عملکرد دانه ثبت و از رابطه (۱) بهره‌وری فیزیکی آب کاربردی (WP)، نسبت مقدار عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار) به حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) و بارش مؤثر، محاسبه شد (FAO, 2022).

$$WP = \frac{Y}{I + Re} \qquad (۱)$$

در این رابطه WP بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری دانه کلزا (کیلوگرم بر مترمکعب آب کاربردی)، Y عملکرد کلزا (کیلوگرم در هکتار)، I حجم آب آبیاری ورودی به مزرعه در طول دوره رشد (مترمکعب در هکتار) و Re بارش مؤثر در طول دوره رشد است.

جدول ۳- توصیه‌های مورداستفاده در سایت‌های اصلی کلزا در شهرستان‌های شوش، شوشتر، اندیمشک و دزفول

کد مزرعه	نام مرکز خدمات کشاورزی	توصیه‌های فنی مورداستفاده در سایت
A1	حر ریاحی	آزمون خاک و توصیه کودی، میزان بذر توصیه‌شده، کم خاک‌ورزی
A2	بن معلا	آزمون خاک و توصیه کودی، کشت روی پشته، آبیاری با سیفون
A3	چنانه	آبیاری بارانی، آزمون خاک و توصیه کودی، کاهش مصرف بذر
A4	سرخه	آبیاری بارانی، آزمون خاک و توصیه کودی، کاهش مصرف بذر
A5	شاوور	آزمون خاک و توصیه کودی، کم خاک‌ورزی، روش کاهش دبی
B1	میان آب	کشت روی پشته، آزمون خاک، کاهش مصرف بذر
B2	عرب حسن	آزمون خاک و توصیه کودی، تشخیص زمان آبیاری، تنظیم کمباین برداشت
B3	زوویه	آزمون خاک و توصیه کودی، کشت روی پشته، تنظیم کمباین برداشت
B4	زوویه	آزمون خاک و توصیه کودی، تشخیص زمان آبیاری، کم خاک‌ورزی
C1	آزادی	آزمون خاک و توصیه کودی، روش کاهش دبی، کم خاک‌ورزی
D1	سبیلی	آزمون خاک و توصیه کودی، کاهش مصرف بذر، مدیریت علف‌های هرز

نتایج و بحث

جدول ۴ نتایج محاسبات بهره‌وری آب کاربردی در سایت‌های اصلی و تابعی را نشان می‌دهد. سایت‌های الگویی شوش تا سه نوبت آبیاری (۲۶۴۰ مترمکعب در هکتار) شدند (جدول ۳). در مزرعه A1 دو نوبت آبیاری (۲۶ مهر و ۱۴ اسفند) به‌صورت سطحی صورت گرفت که مجموع آن‌ها ۱۸۱۶ مترمکعب در هکتار اندازه‌گیری شد. سایت‌های تابعی نیز با توجه به بارش‌ها و تاریخ کاشت مقادیر مشابهی دریافت کردند. در سایت A3 (آبیاری اول در ۲۹ مهر) با دو نوبت آبیاری بارانی و درمجموع ۷۰۲ مترمکعب در هکتار حجم آب کمتری نسبت به سایت تابعی (تیمار شاهد) اندازه‌گیری شد. بااین‌وجود مقدار عملکرد در این سایت حدود ۶/۶ درصد پایین‌تر از تیمار شاهد بود. از عوامل مؤثر در کاهش عملکرد می‌توان به شوری بالا و پایین بودن درصد مواد الی خاک (جدول ۱) اشاره نمود. باوجوداین محدودیت‌ها مقدار بهره‌وری آب در این مزرعه بیش از سایر سایت‌های الگویی بود. سایت A4 مجهز به سامانه آبیاری بارانی کلاسیک با آبپاش متحرک (جدول ۳) به دلیل مصادف شدن تاریخ کاشت با شروع بارش‌های پاییزه و تداوم بارش‌ها در طول دوره رشد و توجه به پیش‌بینی‌های هواشناسی عملیات آبیاری در طول دوره رشد صورت نگرفت، اما در سایت‌های تابعی با توجه به تاریخ کاشت و عدم توجه به پیش‌بینی‌های هواشناسی از یک تا چهار نوبت آبیاری صورت گرفت. تأمین نیاز آبی گیاه حاصل از بارش‌های پاییزه و زمستانه و افزایش عملکرد نسبت به سایت‌های تابعی موجب شد تا بهره‌وری آب کاربردی تیمار برتر ۰/۸ کیلوگرم بر مترمکعب برسد که نسبت به میانگین سایر سایت‌های الگویی اختلاف در سطح یک درصد معنی‌دار است (جدول ۴). در مجموع نتایج بررسی مقادیر میانگین عملکرد و بهره‌وری آب کاربردی سایت‌های الگویی در اراضی شوش نشان داد که راهکارهای فنی پیاده شده در سایت‌های اصلی (جدول ۳) موجب افزایش عملکرد از ۲۵۲۵ به ۲۸۵۴ کیلوگرم در هکتار (با ۱۷ درصد افزایش) و بهره‌وری آب از ۰/۴۵ به ۰/۶۳ کیلوگرم در هکتار با ۴۴ درصد نسبت به سایت‌های تابعی شده است.

سایت‌های کلزا واقع در اراضی شهرستان شوشتر با میزان بارش مؤثر ۳۳۵۱ مترمکعب در هکتار شرایط مشابه منطقه شوش را داشت. بارش‌های زیاد با پراکنش مناسب باعث کاهش تعداد نوبت آبیاری به یک تا دو نوبت شد، به‌نحوی‌که غالب آبیاری‌ها در مرحله آب اول (خاکاب) و مرحله نهایی رشد اتفاق افتاد (شکل ۲). ازاین‌رو کاربرد آب آبیاری در سایت‌های اصلی بین ۴۹۲ تا ۱۳۷۰ مترمکعب در هکتار اندازه‌گیری شد (جدول ۴). عملکرد کلزا در سایت‌های اصلی شوشتر بین ۳۰۰۰ تا ۳۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و در سایت‌های تابعی بین ۱۹۵۰ تا ۳۲۰۰ با میانگین ۲۴۴۴ کیلوگرم در هکتار بود که بیانگر اثربخشی پیاده‌سازی راهکارهای فنی است. به عبارتی با اجرای سایت الگویی در شرایط ترسالی و اعمال برخی راهکارهای زراعی موجب شد تا مقدار عملکرد حدود ۳۹ درصد افزایش یابد.

بهره‌وری آب کاربردی برای سایت‌های اصلی شوشتر بین ۰/۶۴ تا ۰/۷۸ و برای سایت‌های تابعی بین ۰/۴۸ تا ۰/۶ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود. مقایسه میانگین بهره‌وری آب در سایت‌های اصلی (۰/۷۳ کیلوگرم بر مترمکعب) با سایت‌های تابعی (با مقدار ۰/۵۳ کیلوگرم بر مترمکعب) حاکی از افزایش ۳۸ درصدی بهره‌وری آب بود.

جدول ٤- میزان آب کاربردی و بهره‌وری آب محصول کلزا در سایت‌های اصلی و تابعی

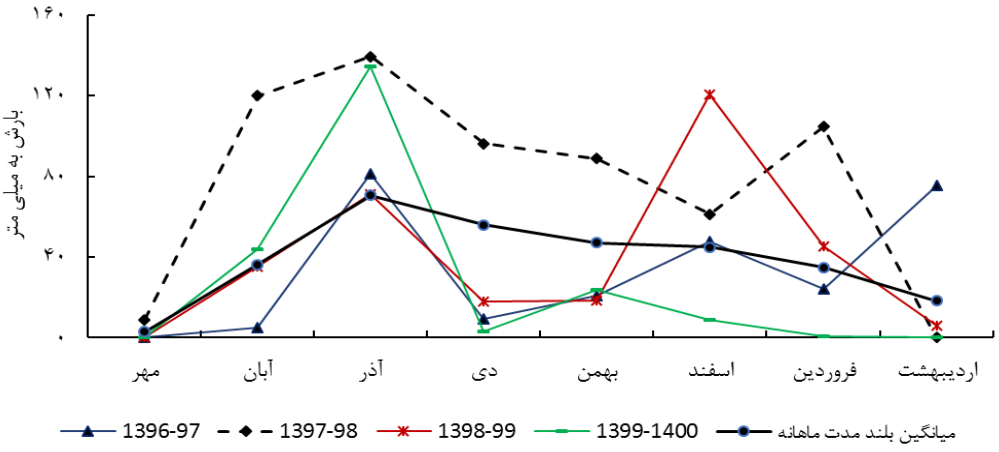
کد سایت	شهرستان	میزان کاربرد آب مترمکعب در هکتار		عملکرد کیلوگرم در هکتار		بهره‌وری آب کیلوگرم بر مترمکعب		درصد افزایش بهره‌وری
		تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	
A1		۱۸۱۶	۱۸۱۶	۳۴۰۰	۳۰۲۰	۰/۶۴	۰/۵۷	۱۲/۳
A2		۱۶۱۷	۱۶۱۷	۳۱۲۰	۲۶۳۴	۰/۶۲	۰/۵۲	۱۹/۲
A3	شوش	۷۰۲	۲۵۰۰	۲۴۰۰	۲۵۷۰	۰/۵۸	۰/۴۳	۳۴/۹
A4		۰	۲۳۱۰	۲۷۰۰	۲۰۳۰	۰/۸	۰/۳۶	۱۲۲
A5		۱۷۷۸	۲۶۴۲	۲۶۵۰	۲۳۷۱	۰/۵۱	۰/۳۹	۳۰/۸
	میانگین	۱۱۸۳	۲۱۷۷	۲۸۵۴	۲۵۲۵	۰/۶۳	۰/۴۵	۴۳/۸
B1		۱۳۷۰	۱۳۷۰	۳۰۰۰	۲۵۳۹	۰/۶۴	۰/۵۵	۱۶/۴
B2		۹۵۶	۹۵۶	۳۲۰۰	۲۰۸۹	۰/۷۴	۰/۴۹	۵۱
B3	شوشتر	۷۲۵	۷۲۵	۳۰۰۰	۱۹۵۰	۰/۷۴	۰/۴۸	۵۴/۲
B4		۴۹۲	۴۹۲	۳۰۰۰	۲۳۰۰	۰/۷۸	۰/۶	۳۰
	میانگین	۸۸۵/۷	۸۸۵/۷	۳۰۵۰	۲۴۴۴/۵	۰/۷۳	۰/۵۳	۳۷/۹
C1	اندیمشک	۰	۰	۳۳۰۰	۳۱۲۰	۰/۹۱	۰/۸۶	۵/۸
D1	دزفول	۱۸۷۸	۱۷۶۲	۳۱۶۶	۱۹۲۶	۰/۵۹	۰/۳۶	۶۴
میانگین کل		۹۸۷	۱۲۰۶	۳۰۹۲	۲۵۰۴	۰/۷۲	۰/۵۵	۳۸

عملکرد کلزا در سایت اصلی اندیمشک ۳۳۰۰ و میانگین عملکرد سایت‌های تابعی ۳۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و بهره‌وری آب سایت اصلی و تابعی به ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۸۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود که بیانگر افزایش ۵/۸ درصدی عملکرد و بهره‌وری آب کلزا در سایت اصلی است (جدول ۴). در سایت الگویی دزفول با توجه به بارش‌ها و پیش‌بینی‌های هواشناسی، سایت اصلی دو نوبت و سایت‌های تابعی بین یک تا سه نوبت آبیاری شدند. با این توصیف میزان آب کاربردی در سایت اصلی و میانگین سایت‌های تابعی به ترتیب ۱۸۷۸ و ۱۷۶۲ مترمکعب در هکتار اندازه‌گیری شد. عملکرد محصول در سایت اصلی ۳۱۶۶ و میانگین سایت‌های تابعی ۱۹۲۶ کیلوگرم در هکتار و مقدار بهره‌وری آب، با احتساب مقدار بارش مؤثر (معادل ۳۵۲۵ مترمکعب در هکتار)، برای سایت اصلی ۰/۵۹ و میانگین سایت‌های تابعی ۰/۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود که بیانگر افزایش ۶۴ درصدی بهره‌وری آب در سایت اصلی بود (جدول ۴).

نتایج تحلیل سایت‌های الگویی یادشده نشان داد که میانگین کاربرد آب بین صفر (تأمین کلیه نیاز آبی گیاه با بارش) تا ۸۶۱/۵ مترمکعب در هکتار و غالباً به‌صورت آبیاری اول (خاکاب) و آبیاری انتهای فصل متغیر بود. کاهش آب کاربردی کلزا در کلیه سایت‌های الگویی شمال خوزستان ارتباط مستقیمی با بارش‌ها داشت. شکل ۲ توزیع بارش در سال زراعی ۹۸-۹۷ را با سال زراعی قبل و بعد و میانگین درازمدت مقایسه نموده است. کل بارش سال زراعی ۹۸-۹۷ از ابتدا تا انتهای

فصل زراعی ۶۲۰ میلی‌متر بود که مقدار بارش مؤثر[1] در محصول کلزا با توجه به تاریخ کاشت و برداشت در سایت‌های مختلف بین ۳۳۷ تا ۳۵۲ میلی‌متر (Ali and Mubarak, 2017) با میانگین ۳۴۳ میلی‌متر برآورد شد. همان‌طور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود به‌غیراز ماه اردیبهشت در کلیه ماه‌های دیگر مقدار و پراکنش بارش سال زراعی ۹۸-۹۷ بیش از سال زراعی ۹۷-۹۶ و حتی بیش از میانگین بلندمدت بوده و در برخی ماه‌ها این تفاوت بسیار زیاد است. ازاین‌رو تعداد نوبت آبیاری مزارع کلزا و به‌ویژه سایت‌های الگویی کمتر از سال‌های قبل بود، به‌نحوی‌که آبیاری‌ها تا ۲ نوبت و در سال زراعی قبل بین ۵ تا ۶ نوبت اندازه‌گیری شد. پیش‌بینی وضعیت هواشناسی برای تخمین زمان آبیاری و جلوگیری از آبیاری‌های غیرضروری ازجمله مواردی است که نگرش و مهارت بهره‌بردار (شاهرودی و چیذری، ۱۳۸۷) و توصیه‌های مروج (Afrakhteh et al., 2015) در پذیرش آن مؤثر بودند. نتایج مطالعات افراخته و همکاران نشان داد که حضور مروجان و روش‌های مشارکتی ترویجی در پذیرش راهکارهای فنی در زمینه آب کشاورزی نقش مهمی دارد (Afrakhteh et al., 2015). با این توصیف میانگین درصد آب صرفه‌جویی شده در سایت‌های اصلی حدود ۱۸ درصد اندازه‌گیری شد که این امر بیانگر امکان بهینه‌سازی کاربرد آب آبیاری به‌صورت استفاده از پیش‌بینی هواشناسی و به تعویق انداختن عملیات آبیاری در شرایط احتمال بارش مؤثر، پایش رطوبت خاک به‌صورت لمسی قبل از شروع آبیاری، کاهش دبی و تشخیص زمان قطع آبیاری در شرایط ترسالی به قوت شرایط خشک‌سالی است. به‌کارگیری راهکارهای فنی در این سایت‌ها (جدول ۳) باعث شد تا میانگین شاخص بهره‌وری آب در مناطق مختلف برای تیمار برتر ۰/۷۲ و برای تیمار شاهد ۰/۵۵ کیلوگرم بر مترمکعب اندازه‌گیری شود که به‌طور میانگین ۳۸ درصد افزایش را نشان داد. مطالعات کریمادس و همکاران نشان داد که استفاده از راهکارهای فنی بهبود کاربرد آب نه‌تنها موجب کاهش مصرف آب می‌شود بلکه منجر به افزایش تولید و بهبود امنیت غذایی کشاورزان می‌شود (Cremades et al., 2015).

برای مقایسه میانگین و تحلیل آماری نتایج، ابتدا میانگین عملکرد و بهره‌وری آب سایت‌های تابعی در محدوده هر مرکز خدمات (۱۱ منطقه) به‌صورت جداگانه محاسبه شد. در مرحله بعد میانگین عملکرد و بهره‌وری آب کاربردی سایت‌های تابعی با سایت اصلی هر منطقه با استفاده از آزمون T مقایسه شد تا مشخص شود که آیا پیاده‌سازی راهکارهای فنی تغییری در افزایش عملکرد و بهره‌وری آب داشته است یا خیر (جدول ۵).



شکل ۲- میانگین بارش در سال قبل، بعد و سال اجرای پروژه

[1] Effective Rainfall

جدول ۵- آزمون t برای بررسی تفاوت عملکرد و بهره‌وری آب سایت اصلی و میانگین سایت‌های تابعی کلزا

متغیر	مرحله	میانگین	انحراف استاندارد	t	p-value
عملکرد	سایت اصلی	۲۹۹۴	۳۰۰/۷	۴/۴۹۳	۰/۰۰۱**
	سایت‌های تابعی	۲۴۱۳	۴۰۹/۳		
بهره‌وری آب	سایت اصلی	۰/۶۹	۰/۱۱۷	۵/۱۴۵	۰/۰۰۱**
	سایت‌های تابعی	۰/۵۱	۰/۱۴۲		

نتیجه‌گیری

همان‌گونه که در جدل ۵ مشاهده می‌شود میانگین عملکرد کلزا در کلیه سایت‌های تابعی ۲۴۱۳ کیلوگرم بر هکتار بود که با اجرای سایت الگویی و اعمال راهکارهای فنی به ۲۹۹۴ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت و این افزایش ازنظر آماری نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. از طرفی میانگین بهره‌وری آب در سایت‌های تابعی ۰/۵۱ کیلوگرم بر مترمکعب بود که با اعمال راهکارهای فنی ۰/۶۹ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یافت که این افزایش به لحاظ آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. این امر بیانگر نقش مثبت اجرای یافته‌های ترویجی در مزارع کلزا است. این نتایج با یافته‌های سایر محققان در خصوص اعمال راهکارهای فنی و نظرات کارشناسی در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی کاملاً همخوانی دارد. (پناهی،۱۳۹۱؛ غنجی و همکاران،۱۳۹۴، بومان و همکاران (Bouman et al 2007)، جعفر نژادی، ۱۳۹۸). نتایج یک مطالعه پرسشنامه‌ای نشان داد که خدمات ترویجی نقش مؤثری در مدیریت بهینه منابع آب در نظام کشاورزی ایران داشته (پناهی،۱۳۹۱؛ غنجی و همکاران،۱۳۹۴) و با اعمال مدیریت صحیح آبیاری می‌توان، اولاً مانع کاهش عملکرد محصول شد و ثانیاً در برداشت آب نیز صرفه‌جویی نموده و درمجموع بهره‌وری آب را افزایش داد (بومان و همکاران، ۲۰۰۷).

نتایج میدانی رنجبر و همکاران (۱۳۹۴) در پیاده‌سازی یافته‌های تحقیقاتی در قالب سایت‌های الگویی نشان داد که استفاده از رقم مناسب گندم، تغذیه متعادل و روش آبیاری و زهکشی مناسب، موجب افزایش ۱۵ درصدی عملکرد دانه گندم نسبت به شرایط بدون اعمال راهکارها در اراضی پایین‌دست حوضه کرخه (دشت آزادگان) شد. از طرفی یافته‌های غنجی و همکاران (۱۳۹۴) درزمینه‌ی شناسایی عوامل تأثیرگذار بر فناوری مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی و منابع طبیعی نشان داد که پنج مؤلفه با ضریب تبیین ۸۴/۵ درصد با مدیریت منابع آب زراعی در ارتباط بود. مؤلفه‌های مدیریت تأسیسات آب در مزرعه (۱۷/۹ درصد)، فعالیت‌های آموزشی – ترویجی (۱۰/۶ درصد) و دانش و اطلاعات کشاورزان (۹/۱ درصد) به ترتیب بیشترین نقش را در این زمینه داشته‌اند.

رهیافت ترویجی

یکی از روش‌های ترویج انتقال فناوری‌ها به سطح مزرعه و ایجاد زمینه برای پذیرش فناوری‌های ساده و درعین‌حال کاربردی، پیاده‌سازی سایت‌های الگویی است به‌نحوی‌که در هر یک از آن‌ها متناسب با شرایط بهره‌بردار بتوان بهره‌وری آب و انرژی و سایر نهاده‌های کشاورزی را افزایش داد. کلزا از محصولاتی است که سطح زیر کشت آن در شهرستان‌های یادشده در حال افزایش است. مجموع سطح زیر کشت این مناطق در سال زراعی ۹۸-۹۷ حدود ۲۱۰۰۰ هکتار بود. بر اساس یافته‌های این تحقیق در صورت فراگیر شدن نتایج می‌توان انتظار داشت که کاربرد آب در سامانه‌های آبیاری به‌طور میانگین ۱۸ درصد معادل ۴۶۰۰۰۰۰ مترمکعب برای کلزا آبی کاهش یابد، بدون آنکه تأثیری در کاهش عملکرد داشته باشد.

پیاده‌سازی شیوه کم خاک‌ورزی در چهار سایت الگویی (حذف گاوآهن و استفاده از ۲ تا ۳ نوبت دیسک سبک) نقش مهمی در کاهش مصرف سوخت داشت؛ بنابراین با حذف گاوآهن در اراضی زیر کشت کلزا در خوزستان می‌توان مصرف سوخت را از ۶۴ به ۲۴ لیتر در هکتار کاهش و درمجموع ۸۴۰۰۰۰ لیتر سوخت صرفه‌جویی نمود. در این مطالعه با اجرای راهکارهای فنی ترویجی، میانگین افزایش عملکرد کلزا ۲۳/۵ درصد معادل ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بود، بدون آنکه بهره‌بردار هزینه اضافی را متحمل شود. ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود که وزارت جهاد کشاورزی با پشتیبانی از تداوم و استمرار این فعالیت‌ها، زمینه را برای توسعه و پایداری دستاوردهای یادشده فراهم نماید.

منابع

احمدی، ک.، عباد زاده، ح. ر.، حاتمی، ف.، عبدشاه، ه. و کاظمیان، ع. ۱۳۹۹. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، جلد اول: محصولات زراعی، ۸۹ صفحه.

بی‌نام. ۱۴۰۰. برنامه تحول کشاورزی با رویکرد جهادی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. ۶۲۲ صفحه.

بی‌نام. ۱۴۰۱. گزارش سطح، تولید و عملکرد محصولات زراعی در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱. وزارت جهاد کشاورزی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، جلد اول: محصولات زراعی، ۹۱ صفحه.

پناهی، ف .۱۳۹۱ .تحلیل عوامل مؤثر بر مدیریت بهینه منابع آب در نظام کشاورزی ایران، پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، ۵(۱): ۱۱۷-۱۰۱.

تقی نژاد، ج. و جوادی، ا. ۱۳۹۳. اثر نظام‌های خاک‌ورزی بر برگردان کردن بقایای گیاهی ذرت دانه‌ای و عملکرد کلزا در مغان. ماشین های کشاورزی. ۴(۲): ۳۵۲-۳۵۹.

جعفر نژادی، ع.ر. ۱۳۹۸. ارائه مناسب‌ترین مدیریت حاصلخیزی به‌منظور افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب و کود در کشت گندم رامسه (حمیدیه). گزارش نهایی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، شماره مصوب ۹۵۰۰۱۶-۹۵۰۰۲-۰۰۴-۱۰-۴۶. ۲۶ صفحه.

حکیمی،ه. ۱۳۹۱. ارزیابی تأثیر شیوه‌های انتقال‌یافته‌های تحقیقاتی بر عملکرد محصول در بخش ترویج سازمان جهاد کشاورزی خوزستان. فصلنامه علمی کتابداری و اطلاع‌رسانی ۱۵ (۱): ۱۶۴-۱۴۳.

خرمیان، م. ۱۳۹۶a. ارزیابی بهره‌وری آب آبیاری و اقتصادی ارقام گندم در شبکه آبیاری و زهکشی میاناب شوشتر. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره ثبت ۵۲۴۶۳.

خرمیان، م. ۱۳۹۶b. بررسی امکان توسعه چغندرقند پاییزه تحت مدیریت‌های مختلف آبیاری در شبکه آبیاری و زهکشی میاناب شوشتر. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره ثبت ۵۲۳۹۵.

خرمیان،م. ۱۳۹۱. بهره‌وری آب آبیاری گندم در مزارع شمال استان خوزستان. اولین همایش کشاورزی در مناطق خشک، اسفند. دانشگاه پیام نور شادگان.

رنجبر،غ.، شیران،م.، رحیمیان،م.ح. و هاشمی نژاد، ی. ۱۳۹۴. تأثیر یافته‌های تحقیقاتی بر بهبود عملکرد گندم در اراضی پایین‌دست حوضه کرخه. اولین همایش ملی بررسی ابعاد فنی،اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی طرح احیای ۵۵۰هزار هکتاری اراضی خوزستان و ایلام.دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۶۸ صفحه.

سلطانی تودشکی، ع.ر. و خرمیان. م.۱۳۸۹. شناسایی میزان آگاهی کشاورزان از مسائل آب‌وخاک، امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری موردنیاز و راهکارهای تقویت ارتباط بین کشاورزان و کارشناسان گزارش نهایی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره ثبت ۸۹/۱۴۶۶/۷۱.

سلیمان پور شمس، ش. ۱۳۹۱. تعیین تاریخ کاشت و تراکم بوته بر کمیت عملکرد دانه ارقام ذرت زودرس دهقان و

فجر به‌عنوان کشت دوم در منطقه معتدل استان کرمانشاه. گزارش نهایی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۲۸ صفحه

شاهرودی، ع.ا. و چیذری، م. ۱۳۸۷. عوامل تأثیرگذار بر مشارکت کشاورزان در مدیریت شبکه‌های آبیاری (مطالعه موردی در استان خراسان رضوی). مجله تحقیقات و توسعه کشاورزی ایران .۳۹ (۱): ۷۵-۶۳.

صبوری، م.ص. و امامزاده، ع. ن. ۱۳۹۴. بررسی عوامل ترویجی مؤثر بر پذیرش فناوری‌های حفاظت آب در استان سمنان. تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. ۴۶ (۳): ۶۳۳-۶۴۴.

غنجی، م .، معصومیان، ع.، خوشنودی فر، ز .و صفاری، ح . ۱۳۹۴ .شناسایی و تبیین عوامل تأثیرگذار بر فناوری مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی و منابع طبیعی، پژوهش و فناوری ۲: ۱۲۸-۱۱۳.

کریمی، س. ۱۳۸۴. نیازسنجی آموزشی – ترویجی آب و خاک. مطالعات صورت گرفته توسط معاونت ترویج و نظام‌های بهره‌برداری وزارت جهاد کشاورزی.

نیکخواه،م.، رحیمیان، م. ح.، روستا، م.ج. و رزاقان،ح. ۱۳۹۴. ارزیابی برخی راهکارهای مدیریتی افزایش شاخص کارایی مصرف آب مزارع گندم در شرایط شور (مطالعه موردی: منطقه ابرکوه در استان یزد). آب و توسعه پایدار. ۱ (۳): ۸۳-۵۳.

هدایتی پور،ا. و یونسی الموتی، م. ۱۳۹۷. تأثیر روش‌های خاک‌ورزی بر مصرف انرژی و عملکرد گندم آبی در منطقه اراک. مجله پژوهشی تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی. ۱۹ (۷۱): ۲۸-۱۷.

Afrakhteh, H., Armand, M., and Bozayeh, F. 2015. Analysis of Factors Affecting Adoption and Application of Sprinkler Irrigation by Farmers in Famenin County, Iran. International Journal of Agricultural Management and Development, 5(2), 89. https://doi.org/10.5455/ijamd.158625

Ali, M., and Mubarak, S. 2017. Effective Rainfall Calculation Methods for Field Crops: An Overview, Analysis and New Formulation. Asian Research Journal of Agriculture, 7(1), 1–12. https://doi.org/10.9734/arja/2017/36812.

Bouman, B.A. M., Lampayan, R.M., and Tuong, T.P. 2007. Water management in irrigated rice: coping with water scarcity. Los Banos (Philippines): International Rice Research Institute. 54 p

Cremades, R., Wang, J., and Morris, J. 2015. Policies, economic incentives and the adoption of modern irrigation technology in China, 399–410. https://doi.org/10.5194/esd-6-399-2015.

FAO. 2022. The dimensions of water productivity. www.fao.org/in-action/remote-sensing-for-water-productivity.

Hemmat, A. 2009. Reduction in primary tillage depth and secondary tillage intensity for irrigated canola production in a loam soil in center Iran. Journal of Agricultural Science and Technology 11: 275-288.

Namara, R, Hussain.I, Bossio, D, Verma, Sh. 2007. Innovative Land and Water Management Approaches in ASIA: Productivity Impacts, Adoption Prospects and Poverty. Outreach. Irrigation and Drainage. 56:335–348.

World Food and Agriculture (FAO) – Statistical Yearbook 2021. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2021.

Water Management in Agriculture
Vol. 10, No. 2, Autumn And Winter 2024, 113-126

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۲، پاییز و زمستان۱۴۰۲، ص. ۱۲۶-۱۱۳

Implementation of Technical Solutions in Canola Fields and Its Impact on Improving Water Productivity (Case Study: North of Khuzestan Province)

M. Khorramian[1*] and A.R Tavakoli[2]

Abstract

The implementation of the Khuzestan Land reclamation Plan, has been provided a suitable platform to promoting research findings on the proper use of soil and water resources, agricultural inputs and increasing crop production. Therefore, this study was carried out in the agricultural year 2017-2018 with the aim of evaluating the water productivity resulting from improved management of canola production inputs and comparing it with conventional management in the northern lands of Khuzestan province. For this purpose, 11 farms (Superior management treatment) were selected to apply technical packages including irrigation scheduling, using the minimum tillage, applying balanced plant nutrition, raised bed planting, proper seed rate, according to farm conditions and farmer facilities. In each of these farms, the amount of applied water during the growing season, grain yield and water productivity were determined and compared with the surrounding farms data with traditional management (control treatment). The results showed that the average canola grain yield and water productivity increased from 2413 kg ha^{-1} and 0.51 kg m^{-3} in the control treatment to 2994 kg ha^{-1} and 0.69 kg m^{-3} in the superior treatment, respectively. This increase was statistically significant at the level of 1%.

Keywords: Agricultural extension, Canola, Khuzestan, Water productivity

[1] Assistant Professor Agricultural Engineering Research Department. Safiabad Agricultural Research and Education and Natural Resources Center, AREEO, Dezful, Iran (* Corresponding Author Email: khorramy.mohamad@yahoo.com)
[2] Research assistant Agricultural Engineering Research Institute, AREEO, Karaj, Iran
Received: 29 Mar 2022
Accepted: 23 Apr 2023