



افزایش بهره‌وری آب در کشت مکانیزه کلزا با استفاده از خطی کار کف کار در اراضی حاشیه دریاچه ارومیه

علی رشادصدقی^{۱*} و رامین نیکان‌فر^۲

۱- استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران. ۲- مربی پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

چکیده

وقوع خشکسالی‌های طولانی مدت، افزایش مصرف آب شهری و کشاورزی و اثر تغییر اقلیم بر کاهش منابع آبی، از مهم‌ترین عوامل بروز مشکلات زیست‌محیطی در مناطقی نظیر حوضه دریاچه ارومیه است. یکی از راهکارهای اولویت‌دار برای نجات دریاچه ارومیه، انجام اقدامات لازم برای افزایش بهره‌وری آب محصولات کشاورزی می‌باشد. هدف از این پروژه به‌کارگیری مجموعه‌ای از فنون کشاورزی در راستای افزایش بهره‌وری آب شامل تسطیح اولیه زمین، اعمال تغذیه مناسب گیاهی، کاشت کلزا با خطی کار کف کار در داخل جویچه‌هایی با عرض ۶۰ سانتی‌متر و آبیاری شباری (تیمار نوین) به عنوان جایگزینی برای روش مرسوم (تیمار شاهد) کشت کلزا بود. در روش مرسوم، کاشت بصورت دست‌پاش و بدون تسطیح اولیه زمین و آبیاری بصورت غرقابی انجام گرفت. برای ارزیابی تیمارها، پارامترهای عملکرد دانه، مقدار آب مصرفی در آبیاری، بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در شرایط خاک‌های شور (هدایت الکتریکی ۸-۶ دسی‌زیمنس بر متر) حاشیه دریاچه ارومیه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که با اعمال فنون کشاورزی در تیمار نوین، وزن هزاردانه کلزا شرایط بهتری نسبت به روش کشت مرسوم داشته و عملکرد دانه به میزان ۱۷/۵ درصد افزایش یافت. همچنین میزان مصرف آب آبیاری حدود ۲۰ درصد کاهش و بهره‌وری آب به میزان ۴۳ درصد نسبت به روش کشت مرسوم افزایش نشان داد. در بررسی اقتصادی، میزان درآمد خالص بهره‌بردار در تیمار نوین ۱۸ درصد بیشتر شده و بازده درآمدی مصرف آب به میزان ۴۳ درصد نسبت به روش کشت مرسوم بهبود یافت.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، خاک شور، خشکی، کاشت، کلزا.

* نویسنده مسئول: a.resahdsedghi@areeo.ac.ir

بیان مسئله

وقوع خشکسالی‌های طولانی مدت، افزایش مصرف آب شهری و کشاورزی و اثر تغییر اقلیم بر کاهش منابع آبی، از مهم‌ترین عوامل بروز مشکلات زیست‌محیطی در مناطقی نظیر حوضه دریاچه ارومیه است. بدون شک تداوم روند خشکی دریاچه ارومیه و ایجاد ریزگردهای نمکی خسارات و آسیب‌های بسیاری بر سلامت و بهداشت ساکنین حوضه و معیشت آنها، تخریب اکوسیستم و بخش کشاورزی حوضه (تخریب اراضی و باغات) را به همراه خواهد داشت. لذا تحقیق در زمینه استفاده از منابع آب جایگزین و نیز با عنایت به اینکه اکثریت مزارع به‌صورت سنتی و غرقابی آبیاری می‌شوند، ارائه روش‌های مصرف بهینه آن بسیار ضروری است (رشادصدقی و همکاران، ۱۴۰۰). مسئله مهم دیگر افزایش شوری آب و خاک‌های زراعی در اثر خشکسالی‌های اخیر است که محدودکننده تولید پایدار کشاورزی است. حدود ۵۰ درصد اراضی تحت آبیاری ایران، از جمله اراضی حاشیه دریاچه ارومیه با مشکل شوری مواجهند (مؤمنی، ۱۳۸۹).

کلزا به‌عنوان تنها گیاه روغنی پاییزه یکساله در بین دانه‌های روغنی دیگر می‌تواند در تناوب با غلات پاییزه قرارگیرد. کاشت کلزا به عنوان یک محصول پاییزه در برنامه تناوب کشت گندم و آیش می‌تواند علاوه بر تولید یک محصول روغنی، باعث افزایش محصول دهی غلات پاییزه مثل گندم نیز بشود (مجدنصری، ۱۳۹۲). در بررسی تحمل به شوری کلزا، آستانه کاهش عملکرد در دو رقم طلایه و استقلال ۴/۸ دسی‌زیمنس بر متر با شیب کاهش عملکرد به ترتیب ۸/۸ و ۱۰/۴ درصد بدست آمد (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۰). اساساً آب مورد نیاز کلزا به شرایط آب و هوایی، خاک، رقم و مدیریت زراعی محصول بستگی دارد. در تحقیقات انجام شده در دو اقلیم خشک و نیمه خشک استان اصفهان، نیاز خالص آبیاری کلزا به ترتیب ۴۸۹۲ و ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار برآورد شده است (جلالی و سالمی، ۱۳۹۹).

در خاک‌های شور، پس از آبیاری شیار، نمک خاک کف شیار شسته شده و قسمتی از آن به عمق خاک و قسمتی به‌طرف پشته‌ها حرکت کرده و پس از تبخیر از سطح خاک، در داخل پشته‌ها رسوب می‌کند (وادلیو فایرمن، ۱۹۴۹)؛ بنابراین با کاشت بذر در داخل جویچه آبیاری، به دلیل رطوبت بالای خاک بستر و کاهش تبخیر سطحی نسبت به پشته و شستشوی نمک خاک، شرایط مناسبی برای رشد گیاه و افزایش عملکرد محصول فراهم می‌شود. تحقیقات نشان داده است که هنگام آبیاری شیار در خاک‌های شور، به دلیل حرکت افقی املاح و تجمع شوری خاک از نقطه میانی کف جویچه به‌طرف پشته از مقدار شوری خاک در کف جویچه، ۳۰ تا ۵۰ درصد کاسته شده است. در نتیجه در روش کاشت مکانیزه گندم به وسیله خطی‌کار کف‌کار در داخل جویچه‌های آبیاری به عرض ۶۰ سانتی‌متر، به دلیل کاهش شوری خاک در کف جویچه و انتقال سریع‌تر آب به انتهای زمین و کاهش نفوذ عمقی آب در اثر وجود پشته‌ها، میانگین بهره‌وری آب حدود ۴۰ درصد بیش‌تر از روش‌های کاشت بر روی پشته و در سطح هموار بوده است (رشادصدقی و همکاران، ۱۳۹۷؛ صلح جو و همکاران، ۱۳۹۸؛ رشادصدقی و نیکان‌فر، ۱۴۰۰). با توجه به نتایج حاصل از بکارگیری خطی‌کار کف‌کار در کاشت گندم در شرایط خاک‌های شور، در این پروژه به منظور افزایش بهره‌وری

آب در کشت کلزا، مجموعه‌ای از فنون شامل تسطیح زمین قبل از کاشت، کاشت بذور در داخل جویچه‌هایی به عرض ۶۰ سانتی‌متر با ماشین خطی‌کار کف‌کار، آبیاری شیار و اعمال تغذیه مناسب گیاهی (تیمار نوین) به عنوان روش مناسب جایگزین برای روش کشت مرسوم منطقه (تیمار شاهد) که بصورت کاشت دست‌پاش بدون تسطیح اولیه زمین و آبیاری غرقابی انجام می‌گیرد، در شرایط اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه معرفی و از نظر میزان عملکرد دانه، مقدار آب مصرفی، بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی در شرایط خاک‌های شور منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت.

معرفی دستاورد (راهکار)

برای اجرای آزمایش‌ها، ابتدا قطعه زمینی به مساحت حدود ۱۹۰۰۰ مترمربع در اراضی حوضه دریاچه ارومیه با خاک شور در محدوده شوری ۶ تا ۸ دسی زیمنس بر متر انتخاب گردید. زمین زراعی مورد آزمایش در شهرستان اسکو، شهر ایلخچی، شوراكت جنوبی، روستای مرجانلو به ترتیب با طول و عرض جغرافیایی ۴۵:۵۴:۴۷ درجه شرقی و ۳۷:۵۶:۳۲ درجه شمالی در حوضه آبریز شرق دریاچه ارومیه قرار داشت. برای اعمال تیمار نوین قطعه زمینی به وسعت ۱۲۰۰۰ مترمربع اختصاص یافت که در آن، عملیات آماده‌سازی زمین در شرایط وجود بقایای گیاهی گندم به صورت شخم با گاواهن برگردان‌دار به عمق ۲۵-۲۰ سانتی‌متر و دیسک زنی و تسطیح با لولر انجام گرفت. سپس در تاریخ ۲۳ شهریور ماه عمل کاشت کلزا در داخل جویچه‌های به عرض ۶۰ سانتی‌متر با خطی‌کار کف‌کار انجام گرفته و بصورت نواری آبیاری گردید (شکل ۱ تصویر سمت راست). رقم کلزا مورد کشت، روهان (Rohan) تیپ هیبرید زمستانه NPZ آلمان با وزن هزار دانه ۴/۷۹ گرم، درصد خلوص ۹۸ و قوه نامیه ۹۲ درصد بوده و با توجه به شوری و کمبود مواد آلی خاک‌های منطقه، میزان کاشت ۱۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. در عملیات کاشت تیمار نوین فاصله بین موزع‌های خطی‌کار کف‌کار حدود ۱۰ سانتی‌متر بود که برای فراهم کردن حداقل فاصله مناسب بین ردیف‌های کاشت (۲۰ سانتی‌متر)، موزع^{*}های خطی‌کار بصورت یک درمیان بسته شد و بدین ترتیب در داخل هر جویچه آبیاری دو ردیف به فاصله ۲۰ سانتی‌متر کشت گردید (شکل ۲). در این تیمار عملیات کوددهی طبق توصیه بخش تحقیقات خاک و آب و بر اساس نتایج آزمایش اولیه خاک، به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در سه نوبت به ترتیب به میزان ۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار همراه با آبیاری اول (پس از کاشت)، مرحله ساقه‌دهی و شروع گلدهی، کود فسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، گوگرد بنتونیت ۷۵ کیلوگرم در هکتار و کود پتاس ۵۰ کیلوگرم در هکتار هم‌زمان با عمل کاشت انجام شد. همچنین قبل از کاشت، بذور کلزا با اسید هیومیک به میزان ۱/۵ کیلوگرم به ازای ۷۰ کیلوگرم بذر آغشته گردید. در طول دوره رشد محصول کنترل علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها طبق نظر کارشناسان مربوطه انجام گرفت. مابقی قطعه زراعی به وسعت ۶۷۰۰ مترمربع به تیمار شاهد (روش کشت مرسوم) اختصاص داده شد. در تیمار

* قسمتی از خطی‌کار که کار انتقال بذر از مخزن به لوله سقوط و تنظیم میزان کاشت بذر در هر ردیف را انجام می‌دهد.

شاهد، پس از عملیات خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۲۵-۲۰ سانتی‌متر و دیسک زنی، با عمل مرزکشی کرت‌هایی به ابعاد ۱۲ × ۸ متر ایجاد شده و عمل کاشت هم‌زمان با تیمار نوین به میزان ۱۲ کیلوگرم در هکتار و به صورت دست‌پاش انجام شد. بر اساس نتایج آزمون خاک، بافت خاک لوم رسی بوده و میزان هدایت الکتریکی در دو محدوده عمق ۳۰-۶۰ و ۰-۳۰ سانتی‌متری به ترتیب ۵/۲۸ و ۷/۶۳ دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیتته گل اشباع ۸ بود. منبع آب آبیاری چاه و میزان اسیدیتته آب ۷/۰۸ و هدایت الکتریکی آن ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد. در تیمار کشت نوین، با استفاده از نرم افزار کراپ‌وات نیاز آبی بر اساس داده‌های به‌روز هواشناسی و میزان آبی که براساس تبخیر و تعرق از دسترس گیاه خارج شده است برآورد شده و از طریق آبیاری در اختیار گیاه قرار گرفت.



شکل ۱- آبیاری نواری با جویچه‌های کم عرض (تصویر سمت راست)؛ آبیاری غرقابی (تصویر سمت چپ)

عملیات آبیاری برای هر دو تیمار طبق توصیه‌های زراعی و براساس نیاز در مراحل مختلف رشد گیاه در پنج نوبت، دو بار در مرحله کاشت در پاییز و سه بار در مراحل ساقه‌دهی، شروع گلدهی و پرشدن دانه اجرا شد (جدول ۱). در تیمار شاهد، آبیاری بصورت غرقابی و تا زمان پر شدن کرت‌ها انجام می‌گردید (شکل ۱ تصویر سمت چپ). برای کوددهی از کود اوره در دو مرحله پس از کاشت و در زمان ساقه‌دهی هر بار به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. لازم به توضیح است که کلیه عملیات زراعی در تیمار شاهد توسط خود زارع و بر اساس روش مرسوم انجام گرفته است. عملیات برداشت محصول در هر دو تیمار در تاریخ ۱۲ تیرماه ۱۴۰۱ بوسیله کمباین غلات انجام گرفت. برای ارزیابی دو روش کاشت-آبیاری، شاخص‌های وزن هزاردانه و عملکرد دانه کلزا، میزان مصرف آب و بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در هر یک از دو قطعه تیمار نوین و شاهد اندازه‌گیری و محاسبه شد. همچنین با بررسی هزینه‌های تولید و درآمد حاصله در هریک از دو روش نوین و شاهد، میزان افزایش درآمد خالص بهره‌بردار در اعمال روش جدید با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی محاسبه گردید.

خصوصیات عملکردی کلزا

نتایج داده‌های وزن هزاردانه و عملکرد دانه تیمارهای آزمایشی در جدول ۲، نشان می‌دهد که تیمار روش نوین احتمالاً به دلیل تسطیح اولیه زمین و ایجاد یکنواختی در توزیع بذر و عمق کاشت توسط خطی کار (در کاشت به روش دستپاش، بذور ممکن است پس از پوشاندن با خاک، در عمق‌های مختلف خاک قرار گیرند) و اعمال تغذیه گیاهی بر اساس توصیه کودی، از نظر وزن هزاردانه شرایط بهتری نسبت به تیمار شاهد داشته و عملکرد دانه به میزان ۱۷/۵ درصد بیشتر بوده است.

جدول ۱- زمان‌بندی عملیات اجرایی پروژه

ردیف	عنوان فعالیت	زمان اجرا	شرح اقدامات انجام شده در تیمار نوین
۱	خاک‌ورزی اولیه	۱۴۰۰/۰۵/۲۸	شخم با گاوآهن برگردان‌دار به عمق ۲۵-۲۰ سانتی‌متر
۲	خاک‌ورزی ثانویه	۱۴۰۰/۰۶/۰۶	دیسک زنی
۳	تسطیح زمین	۱۴۰۰/۰۶/۰۷	تسطیح مزرعه با استفاده از لولر با عرض کار ۴ متر
۴	بذر مالی، کوددهی و کاشت	۱۴۰۰/۰۶/۲۳	بذر مالی با اسید هیومیک، کاشت بذر کلزا همزمان با کودکاری فسفات تریپل، کود پتاس و گوگرد بنتونیت
۵	پخش کود اوره و آبیاری اول	۱۴۰۰/۰۶/۲۵	آبیاری شیاری و اندازه‌گیری آب مصرفی توسط فلوم
۶	آبیاری نوبت دوم	۱۴۰۰/۰۷/۲۰	آبیاری شیاری و اندازه‌گیری آب مصرفی
۷	مبارزه با علف‌های هرز	۱۴۰۰/۰۸/۲۰	سمپاشی با کلتودیوم ۱۲٪ در مرحله سه چهار برگه به مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار بوسیله سمپاش لانس‌دار
۸	مبارزه با علف‌های هرز	۱۴۰۱/۰۱/۱۷	سمپاشی با سوپرگلانت در مرحله ساقه‌دهی به مقدار ۲ لیتر در هکتار
۹	پخش کود سرک و آبیاری سوم	۱۴۰۱/۰۱/۲۰	کود سرک اوره ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله ساقه‌دهی و آبیاری شیاری و اندازه‌گیری آب مصرفی
۱۰	آبیاری نوبت چهارم	۱۴۰۱/۰۲/۱۸	آبیاری در شروع گلدهی و اندازه‌گیری آب مصرفی
۱۱	مبارزه با آفات و بیماری‌ها	۱۴۰۱/۰۲/۲۵	سمپاشی با مالاتیون (۱ لیتر در هکتار) در مرحله غلاف‌بندی
۱۲	آبیاری نوبت پنجم	۱۴۰۱/۰۳/۰۲	آبیاری در زمان پرشدن دانه و اندازه‌گیری آب مصرفی
۱۳	برداشت محصول	۱۴۰۱/۰۴/۱۲	بوسیله کمباین غلات

جدول ۲- خصوصیات عملکردی

وزن هزاردانه کلزا (گرم)	عملکرد دانه کلزا (کیلوگرم بر هکتار)
۳/۹۴	۲۳۵۰
۳/۵۲	۲۰۰۰

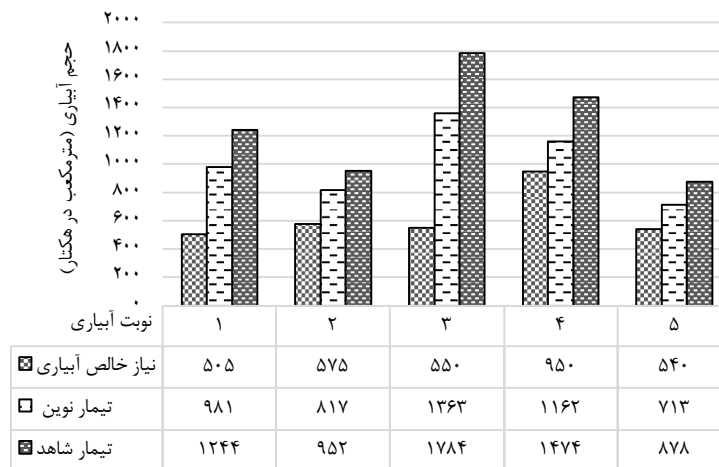


شکل ۲- کاشت کلزا در داخل جویچه‌های به عرض ۶۰ سانتی‌متر توسط خطی کار کف‌کار

بهره‌وری فیزیکی آب

برای محاسبه بهره‌وری فیزیکی آب لازم بود که کل آب داده شده به مزرعه اعم از آب آبیاری و بارش‌های مؤثر برآورد گردد. طبق روش ضریب ثابت در بکارگیری نرم افزار کراپ‌وات، ۸۰ درصد بارندگی‌های ماهانه بالای ۱۰ میلی‌متر در طول دوره رشد به عنوان بارش مؤثر منظور شد (تافته و همکاران، ۱۳۹۸). در این تحقیق بارش مؤثر در ماه‌های زمستان که بارش بیشتر از تبخیر و تعرق گیاه است و گیاه نیازی به آب ندارد، محاسبه و اعمال نشده و چون کاشت در اواخر شهریور ماه انجام گرفته بود، بارش مؤثر برای این ماه نیز لحاظ نگردید. میزان عملکرد دانه در تیمار نوین و شاهد به ترتیب ۲۳۵۰ و ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و مجموع میزان آب ورودی به مزرعه در پنج نوبت آبیاری بدون احتساب بارندگی مؤثر، به ترتیب ۵۰۳۶ و ۶۳۳۲ مترمکعب در هکتار اندازه‌گیری شد (جدول ۳). همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در تیمار روش نوین، آبیاری زمین متناسب با نیاز آبی گیاه (استخراج شده از نرم افزار کراپ وات) انجام گرفته است (به علت بسته بودن انتهای کرت، جریان آب ۱۰ متر مانده به انتهای کرت قطع گردید). در شکل ۳، میزان آب داده شده به مزرعه تیمارها در نوبت‌های آبیاری در مقایسه با نیاز خالص آبیاری گیاه کلزا نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد با تسطیح اولیه زمین، کاشت ردیفی کلزا با خطی کار کف‌کار و آبیاری شپاری، میزان مصرف آب آبیاری ۲۰ درصد کاهش یافته است. میزان بهره‌وری آب در تیمار نوین و شاهد با احتساب بارندگی مؤثر در طول دوره رشد گیاه به ترتیب ۰/۳۹۹ و ۰/۲۷۸ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد (جدول

۳. بنابراین افزایش عملکرد محصول و کاهش مصرف آب آبیاری در تیمار نوین باعث افزایش ۴۳ درصدی بهره‌وری آب در کشت کلزا گردیده است.



شکل ۱- میزان آبیاری تیمارهای آزمایشی در مقایسه با نیاز خالص آبیاری مزرعه کلزا

جدول ۳- میزان عملکرد و آب مصرفی و بهره‌وری آب در تیمار نوین و شاهد

تیمارهای آزمایشی	میزان آب ورودی به مزرعه (مترمکعب در هکتار)						عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
	آبیاری اول (۱۴۰۰/۶/۲۵)	آبیاری دوم (۱۴۰۰/۷/۲۰)	آبیاری سوم (۱۴۰۱/۱/۲۰)	آبیاری چهارم (۱۴۰۱/۲/۱۸)	آبیاری پنجم (۱۴۰۱/۳/۲)	بارندگی مؤثر (کیلوگرم بر مترمکعب)		
نوین	۲۳۵۰	۹۸۱	۸۱۷	۱۳۶۳	۱۱۶۲	۷۱۳	۸۵۳	۰/۳۹۹
شاهد	۲۰۰۰	۱۲۴۴	۹۵۲	۱۷۸۴	۱۴۷۴	۸۷۸	۸۵۳	۰/۲۷۸

هزینه‌ها و درآمد حاصل از تولید محصول

در بررسی اقتصادی تیمارها، کلیه هزینه‌های تولید کلزا در روش‌های کاشت مختلف، اعم از هزینه خرید نهاده‌های مصرفی، دستمزد و کرایه ماشین‌های کشاورزی و همچنین درآمد ناخالص بهره‌بردار که از فروش محصول حاصل گردیده، محاسبه شد. با کسر مجموع هزینه‌های تولید و هزینه اجاره زمین زراعی از درآمد ناخالص، میزان درآمد خالص بهره‌بردار به ازای یک هکتار زمین حاصل گردید که در جدول ۴ به تفکیک تیمارها نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد، در تیمار کشت مکانیزه علی‌رغم هزینه‌کرد بیشتر برای استفاده از ماشین‌های

علی رشاد صدقی

کشاورزی و کود شیمیایی، به دلیل بالاتر بودن میزان عملکرد محصول، درآمد ناخالص بیشتری نسبت به روش کشت مرسوم حاصل گردیده است. همچنین با وجود پرداخت سهم بیشتری از درآمد بابت اجاره زمین، درآمد خالص بهره‌بردار در استفاده از روش کشت مکانیزه به میزان ۱۸ درصد نسبت به روش مرسوم بیشتر شده است.

جدول ۴- هزینه و درآمد حاصل از تولید محصول تیمارهای آزمایشی (ارقام به هزار ریال در هکتار)

تیمارهای آزمایشی	هزینه کل تولید	هزینه اجاره زمین*	درآمد ناخالص	درآمد خالص
تیمار نوین	۱۸۶۳۰۰	۱۱۰۴۵۰	۵۵۲۲۵۰	۲۵۵۵۰۰
تیمار شاهد	۱۵۹۷۸۵	۹۴۰۰۰	۴۷۰۰۰۰	۲۱۶۲۱۵

*طبق عرف منطقه هزینه اجاره زمین، ۲۰ درصد درآمد فروش محصول است.

بهره‌وری اقتصادی آب

در بررسی بهره‌وری اقتصادی آب، شاخص درآمد حاصل از تولید محصول و بازده خالص به ازای واحد حجم آب مصرفی در نظر گرفته شد. طبق نتایج نشان داده شده در جدول ۵، با اعمال روش‌های نوین کشت کلزا به دلیل افزایش عملکرد محصول و کاهش مصرف آب، میزان درآمد بهره‌بردار به ازای واحد حجم آب مصرفی ۴۳ درصد نسبت به روش کشت مرسوم افزایش یافته است. حتی علی‌رغم صرف هزینه‌های بیشتر تولید در تیمار نوین نسبت به تیمار شاهد (جدول ۴)، میزان درآمد خالص بهره‌بردار به ازای واحد حجم آب مصرفی در تیمار نوین ۴۴ درصد افزایش داشته است (جدول ۵).

جدول ۵- بهره‌وری اقتصادی آب در تیمارهای آزمایشی

تیمارهای آزمایشی	مجموع آب آبیاری و بارش مؤثر (مترمکعب در هکتار)	درآمد به ازای واحد حجم آب (ریال بر مترمکعب)	بازده خالص واحد حجم آب (ریال بر مترمکعب)
تیمار نوین	۵۸۸۹	۹۳۷۷۶	۴۳۳۸۶
تیمار شاهد	۷۱۸۴	۶۵۴۲۳	۳۰۰۹۷

توصیه ترویجی

نتایج این تحقیق نشان داد که با بکارگیری فنون جدید کشاورزی از جمله تسطیح اولیه زمین قبل از کاشت، کاشت ردیفی کلزا در داخل جویچه با استفاده از خطی‌کار کف‌کار و استفاده از روش آبیاری شیاری در شرایط خاک‌های شور (هدایت الکتریکی ۸-۶ دسی زیمنس بر متر)، بهره‌وری آب به میزان ۴۳ درصد نسبت به روش کشت مرسوم (کاشت دست‌پاش و آبیاری غرقابی) افزایش می‌یابد. از نظر اقتصادی نیز علی‌رغم صرف هزینه‌های ماشینی بیشتر در روش کشت مکانیزه، با افزایش عملکرد محصول، درآمد خالص بهره‌بردار نسبت به روش کشت مرسوم ۱۸ درصد افزایش یافت. از طرفی با اعمال روش‌های نوین کشت کلزا به دلیل داشتن عملکرد بالاتر و کاهش مصرف آب، میزان درآمد بهره‌بردار به ازای واحد حجم آب مصرفی ۴۳ درصد نسبت به روش کشت مرسوم افزایش

نشان داد. بنابراین باتوجه به مزایای ذکر شده، بکارگیری فنون جدید کشاورزی در این تحقیق به‌ویژه روش کاشت ردیفی کلزا با خطی کار کف‌کار در داخل جویچه‌های آبیاری درکلیه اراضی شور منطقه توصیه می‌شود.

منابع

- تافته، ا.، دواتگر، ن. و عزیزی برهان، ع. ۱۳۹۸. مروری بر روش‌های تعیین و تخمین بارش مؤثر برای تعیین نیاز آبیاری. نشریه فنی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، شماره ۵۷۴.
- جلالی، ا. ه. و سالمی، ح. ر. ۱۳۹۹. برآورد نیاز آبی مراحل مختلف فنولوژیک گیاه کلزا در دو اقلیم استان اصفهان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۴(۴): ۷۸۱-۷۹۵.
- رشادصدقی، ع.، ناصری، ا. و محمدی قرمزگلی، خ. ۱۳۹۷. مقایسه روش‌های کاشت مکانیزه گندم در خاک‌های شور. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (فروست ۵۵۲۱۰)، کرج. ایران.
- رشادصدقی، ع.، نیکان فر، ر. ۱۴۰۰. افزایش کارایی مصرف آب در کشت مکانیزه گندم با استفاده از خطی‌کار کف‌کار در شرایط خاک‌های شور، نشریه آب و توسعه پایدار، سال هشتم، شماره ۱، صفحات ۹۶-۸۹. doi: 10.22067/jwsd.v8i1.88985
- رشادصدقی، ع.، توسلی، ع.، توکلی، ع.، نیکان فر، ر.، مطلبی فرد، ر.، بایبوردی، ا.، سیدی صاحب‌اری، ف.، ناصری، ا.، محمدی مزرعه، ح. و عادلزاده، ر. ۱۴۰۰. اعمال تکنیک مناسب برای کاهش مصرف آب در زراعت گندم (در قالب طرح تحول آموزشی- ترویجی احیای دریاچه ارومیه). گزارش علمی فنی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره فروست ۱۲۴۲ مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی.
- شهبازی، م.، کیانی، ع. و رئیسی، س. ۱۳۹۰. تعیین آستانه تحمل به شوری در دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.). نشریه علوم زراعی ایران، جلد ۱۳، شماره ۱، صفحات ۳۱-۱۸.
- صلح جو، ع.، دهقانیان، ا.، پرویزی، ع.، غیائی، ع.، علوی‌منش، م. و بهارلو، ا. ۱۳۹۸. بررسی اثر عرض جویچه‌سازها در خطی‌کار کف‌کار بر عملکرد گندم و بهره‌وری مصرف آب. گزارش پژوهشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره فروست ۱۶۵۲.
- مجدنصری، ب. ۱۳۹۲. تأثیر تناوب زراعی کلزا، گندم در جهت افزایش بهره‌وری از منابع آب و خاک، اولین همایش ملی بحران آب، ۲۵ و ۲۶ اردیبهشت ماه ۱۳۹۲، اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان).
- مؤمنی، ع. ۱۳۸۹. پراکنش جغرافیایی و سطوح شوری منابع خاک ایران. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۴، شماره ۳.

Wadleigh C. H. and Fireman, M. 1949. Salt distribution under furrow and basin irrigated cotton and its effect on water removal. Soil Science Society of America Proceeding, 13: 527-530.