

ارزیابی اقتصادی کشت گندم تحت الگوی کم آبیاری در شرایط

شور: مطالعه موردی کشتزار شوری تحقیقات صدوق

سامانه غزالی، محمد حسن رحیمیان، غلامحسین رنجبر

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۲

چکیده

سامانه و روش آبیاری به‌عنوان راهکاری برای بهینه‌سازی مصرف آب در کشت گندم، در برخی از منطقه‌های گندم‌کاری کشور به کار گرفته شده است. در این راستا، توسعه این سامانه به دلیل هزینه‌های بالای راه‌اندازی با محدودیت رو به رو شده است. هدف این مطالعه، ارزیابی اقتصادی کشت گندم با روش الگوهای کم‌آبیاری در شرایط شوری خاک است. آزمایش اولیه در مزرعه تحقیقات شوری صدوق، واقع در شهر اشکذر استان یزد طی دو سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۰-۱۴۰۱ انجام شد. داده‌های مورد نیاز روی اقلام مختلف هزینه، عملکرد و قیمت گندم (رقم نارین) با طراحی پرسشنامه در الگوهای مختلف کم‌آبیاری به دست آمد. ارزیابی اقتصادی کشت گندم با لحاظ دو نرخ تنزیل ۱۵٪ و ۲۰٪ صورت پذیرفت. در این راستا از شاخص‌های ارزش خالص کنونی (NPV)، نسبت سودمندی به هزینه (B/C) و بودجه‌بندی جزئی استفاده شد. نتایج نشان داد که در شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر، تیمار دوم (نوارهای تیپ با فاصله ۶۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت سه‌ردیفه) با عملکرد ۵۰۳۸ کیلوگرم در هکتار، بالاترین سودمندی اقتصادی (NPV: ۲۶۵ و B/C: ۱/۶۴) را دارد. در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر، تیمار چهارم (نوارهای تیپ با فاصله ۱۴۰ سانتی‌متر و آرایش هفت‌ردیفه) با عملکرد ۳۸۶۸ کیلوگرم در هکتار، بیشترین سودمندی اقتصادی (NPV: ۱۳۷ و B/C: ۱/۳۴) را ایجاد کرده است. بنابراین، تیمار دوم برای سطح‌های شوری پایین و تیمار چهارم برای سطح‌های شوری بالا از نظر اقتصادی پیشنهاد و تأکید می‌شوند.

طبقه‌بندی JEL: Q25, Q12, H43, D61

واژگان کلیدی: آرایش کشت گندم؛ سامانه آبیاری تیپ؛ مدیریت آبیاری؛ تیمارهای آبیاری؛ ارزیابی اقتصادی.

^۱به ترتیب: استادیار اقتصاد کشاورزی، استادیار آبیاری و دانشیار زراعت، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

مقدمه

در سال‌های اخیر، کاهش کمی منابع آب کشاورزی منجر به بروز مسئله‌هایی مانند خشکسالی و کمبود آب در ناحیه‌های عمده زیر کشت گندم مانند استان‌های فارس، خراسان، خوزستان، گلستان، و یزد شده است. این اراضی همچنین با افت کیفیت منابع آبی و مسئله شوری خاک رو به رو هستند (Robi et al., 2025; Si et al., 2023). در این زمینه، شوری آب آبیاری توام با نبود آب کافی برای آبشویی و نظارت و مهار مناسب املاح خاک، از چالش‌های اساسی و تهدیدی جدی برای پایداری کشاورزی در این منطقه‌ها به‌شمار می‌رود (Daba & Qureshi, 2021; Tessema et al., 2022). چالش‌های کاهش کمی و کیفی منابع آب می‌تواند سبب شورتر شدن خاک ناحیه ریشه در اثر آبیاری نامناسب و همچنین، کاهش عملکرد محصول و ناپایداری کشاورزی شود (Etikala et al., 2021; Mohanavelu et al., 2021). از سوی دیگر، بخش کشاورزی در این ناحیه‌ها همواره موظف به صرفه‌جویی و کاهش مصرف آب بوده است؛ امری که با نیاز به آب بیشتر برای آبشویی اراضی زیر کشت گندم در تضاد آشکار قرار دارد. در چنین شرایطی، اتخاذ یک راهبرد مناسب ضروری است؛ راهبردی که ضمن کاهش مصرف آب، امکان آبشویی مؤثرتر و بیشتر را نیز فراهم کند.

آبیاری محصول‌های کشت شده ردیفی به صورت موضعی و در سطح کمتر می‌تواند هم حجم مصرفی آب را کاهش دهد و هم عمق آب آبیاری تزریق شده به محیط ریشه گیاه را افزایش داده و بنابراین آبشویی بهتر و در نتیجه کاهش و بیرون کردن املاح از زیر ناحیه ریشه را فراهم سازد (Gao et al., 2021; Brar et al., 2022). با این حال، آبیاری به صورت موضعی و حتی با انجام آبیاری قطره‌ای در مورد گیاهانی مانند گندم می‌تواند کل اراضی گندم‌زار را درگیر عملیات آبیاری سازد. اجرای آبیاری قطره‌ای در یک گندم‌زار به طور معمول با لحاظ فاصله لوله‌های فرعی آبیاری حدود ۶۰ سانتی‌متر صورت می‌پذیرد تا همپوشانی رطوبت خاک در کل سطح گندم‌زار بوجود آید. این مسئله موجب افزایش مصرف این گونه لوله‌ها، افزایش هزینه‌ها، و در برخی کشورها مانند ایران، موجب به صرفه نبودن اقتصادی آبیاری قطره‌ای در گندم‌زارها می‌شود (Wan et al., 2022). از سوی دیگر، تحقیقات انجام شده (Askaraliev et al., 2024; Liu et al., 2025) در زمینه کارایی مصرف آب در روش‌های نوین آبیاری، نشان داده است که در روش‌های موضعی، بازده آبیاری به یقین بیشتر بوده و حجم آب مصرفی نیز کمتر است. همچنین در مورد روش و سامانه آبیاری، عنوان شده که این روش می‌تواند منجر به کاهش دست کم ۳۰ درصدی مصرف آب و افزایش دست کم ۴۰ درصدی شاخص کارایی مصرف آب شود (Rashid et al., 2023). به

ارزیابی اقتصادی کشت...۱۴۳

همین دلیل است که روش موضعی این نوع آبیاری، در زراعت گندم و جو نیز موجب توجه و اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. بدین ترتیب، تلفیقی از افزایش فاصله‌های لوله فرعی سامانه آبیاری به بزرگتر از حد معمول، که می‌تواند بر کاهش هزینه موثر باشد، توام با تغییر آرایش کشت گندم به صورت ایجاد سطح‌های نکاشت در بین دو لوله فرعی و افزایش تراکم کشت در پیرامون نوارهای تیپ، که می‌تواند بر کاهش حجم آب مصرفی، مهار شوری خاک و افزایش عملکردهای محصول موثر باشد، انجام شده است. با این حال، ارزیابی اقتصادی الگوهای مختلف کم‌آبیاری پیش از اجرای آنها در گندم‌زار لازم می‌باشد.

تحقیقات مختلفی به ارزیابی اقتصادی الگوهای کم‌آبیاری در کشت گندم یا دیگر محصول‌های زراعی مورد نیاز پرداخته‌اند (Ghadami Firouzabadi et al., 2017; Habibzadeh et al., 2019; Justino et al., 2019; Asadi & Baghani, 2020; Petry et al., 2020; Afshar et al., 2021; Ghadami Firouzabadi et al (2017). Cavalcante et al., 2021; Lu et al., 2021). با بکارگیری سه نوع و روش سامانه آبیاری، شامل بارانی، تیپ، و جویچه‌ای بر چهار رقم گندم در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان انجام دادند. ارزیابی اقتصادی تیمارهای آزمایشی با استفاده از دو روش ارزش کنونی خالص و نسبت سود به هزینه صورت پذیرفت. نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از هر دو روش آبیاری بارانی و تیپ به جای روش جویچه‌ای برای همه رقم‌های گندم مورد استفاده دارای توجیه اقتصادی است. (Habibzadeh et al (2019) آزمایشی روی هزینه‌های اقتصادی و کاهش مصرف آب با روش آبیاری پیشرفته نسبت به سنتی در کشت گندم آبی در ۱۷ شهرستان استان آذربایجان غربی انجام دادند. نتایج این آزمایش نشان داد که شهرستان نقده در بین شهرستان‌های استان دارای بالاترین سود خالص حدود ۶۵ میلیون ریال در هکتار بوده است. بدین ترتیب، با توجه به کم بودن منابع آب در منطقه، استفاده از روش و سامانه آبیاری پیشرفته به جای افزایش سطح زیرکشت کارگشا خواهد بود. Justino et al (2019) بازده اقتصادی ناشی از آبیاری لوبیا معمولی در فصل دیم در برزیل مرکزی را ارزیابی کردند. شبیه‌سازی‌های عملکردهای لوبیا در تاریخ‌های کاشت مختلف و چهار مدیریت آب، شامل دیم و آبیاری با شروع ۷۰، ۵۰ و ۳۰ درصد از کل آب موجود خاک در نظر گرفته شد. عملکرد سامانه و روش کشت دیم بین ۵۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. آبیاری در ۷۰، ۵۰ و ۳۰ درصد کل آب موجود خاک به ترتیب عملکرد را از ۲۶/۷ به ۴۱/۴ درصد، از ۵/۵ به ۱۴/۵ درصد و از ۰/۴ به ۲/۴ درصد نسبت به سیستم دیم با دامنه‌های بسته به تاریخ کاشت افزایش داد. در این راستا، آبیاری در ۷۰ درصد کل آب موجود خاک شاخص اقتصادی همانند یا بهتری را نسبت

به سامانه و روش کشت دیم ارائه کرد. (Asadi and Baghani (2020) به بررسی اقتصادی روش‌های مختلف آبیاری، شامل قطره‌ای نواری، سامانه آبیاری بارانی دورانی، در استفاده از انرژی خورشیدی و مرسوم در تولید گندم در استان البرز پرداختند. بررسی اقتصادی برای انتخاب بهترین روش آبیاری با استفاده از شاخص سودمندی‌های خالص نهایی انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین سودمندی‌های خالص تولید گندم در روش‌های آبیاری بارانی، آبیاری بارانی دورانی و قطره‌ای نواری با استفاده از برق شبکه به ترتیب ۸۴/۶، ۸۵/۶ و ۹۰/۷ میلیون ریال در هکتار و با استفاده از سلول‌های خورشیدی به ترتیب ۷۲/۴، ۷۹/۷ و ۸۵/۳ میلیون ریال در هکتار محاسبه شد. در مجموع تیمار روش‌های قطره‌ای نواری با کاربرد برق شبکه به عنوان تیمار برتر و اقتصادی در تولید گندم پیشنهاد شد. (Petry et al (2020) مدل‌سازی تعادل آب خاک را با هدف پیش‌بینی عملکرد دانه و بازده اقتصادی سویای کشت شده در سطح‌های مختلف کمبود آب و قیمت‌ها انجام دادند. آزمایش در چهار مدیریت آب آبیاری انجام شد. آبیاری زمانی انجام شد که آب قابل دسترس خاک در ناحیه ریشه به ۷۵٪، ۶۴٪، ۶۰٪ و ۵۰٪ کل آب موجود رسید. فراسنجه‌های محصول و خاک در طول فصل زراعی پایش شد. نتایج این آزمایش نشان داد که عملکرد محصول و بازده اقتصادی برای تیمار نگهداری شده در ۷۵ درصد کل آب موجود بالاتر است. (Afshar et al (2021) پژوهشی در زمینه بررسی اقتصادی کاربرد نوار آبیاری تیپ در زراعت گندم در دو گندم‌زار واقع در مشهد و جلگه انجام دادند. این آزمایش دارای سه سطح آب آبیاری، یعنی ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری و اعمال سه فاصله نوار تیپ برای روش قطره‌ای بود. نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین درآمد خالص نهایی در مشهد و جلگه به ترتیب حدود ۱۸ و ۱۶ میلیون ریال در تیمار با فاصله نوار تیپ ۱۰۰ سانتی‌متر است. (Cavalcante et al (2021) به ارزیابی سودآوری ذرت با پیش‌فرض‌های مختلف بارش شبیه‌سازی شده، با و بدون آبیاری تکمیلی با آب شور پرداختند. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های تصادفی با چهار تکرار انجام شد. کرت‌ها با شبیه‌سازی تامین آب در خاک مربوط به چهار پیش‌فرض آب، شامل بارانی، نرمال، خشکسالی و خشکسالی شدید و کرت‌های فرعی با یا بدون آبیاری تکمیلی با آب شور ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر تشکیل شدند. میانگین عملکرد ذرت برابر ۱۳۰۸۳، ۱۱۵۳۲، ۱۰۳۵۸ و ۹۶۰۹ کیلوگرم در هکتار برای پیش‌فرض‌های بارانی، نرمال، خشکسالی، و خشکسالی شدید بود که با آب شور تکمیل شد. نتایج مربوط به درآمد کشاورز نشان داد که در شرایط عادی، مکمل‌سازی خشکسالی و خشکسالی شدید با آب

ارزیابی اقتصادی کشت...۱۴۵

شور به ترتیب از ۰/۹، ۱/۰ و ۲/۴ هکتار از نظر اقتصادی سودمند می‌شود، در حالی که کشت ذرت بدون آبیاری تکمیلی در دو پیش فرض آخر سودمند نیست. (Lu et al (2021) یک آزمایش کشتزاری دو ساله روی نظام و روش تناوب گندم زمستانه- ذرت تابستانه، شامل تیمارهای مختلف آبیاری دیم، کم‌آبیاری، و آبیاری کامل و چهار سطح به کارگیری کود نیتروژن در دشت گوانژونگ چین انجام دادند. نتایج این آزمایش نشان داد که برای نظام و روش تناوب گندم زمستانه- ذرت تابستانه، بالاترین عملکرد دانه معادل ۲۰/۲ تن در هکتار، گندم زمستانه و ذرت تابستانی، و درآمد خالص معادل ۲۶۶۹۸ یوان در هکتار در ترکیب کم‌آبیاری و سطح دوم کاربرد نیتروژن مشاهده شد.

به طور کلی، تحقیقات پرشماری در ایران و دیگر کشورها به ارزیابی اقتصادی الگوهای کم‌آبیاری، مانند تیپ و بارانی در کشت گندم یا دیگر محصول‌های زراعی پرداخته‌اند. در این زمینه، آزمایش‌های اولیه فنی روی الگوهای کم‌آبیاری جدید در سطح کشتزارهای تحقیقاتی پیش از معرفی آنها به کشاورزان صورت می‌پذیرد. علاوه بر این، ارزیابی اقتصادی الگوهای کم‌آبیاری برای پایداری کاربرد آنها توسط کشاورزان لازم و ضروری است. در این راستا، پژوهش‌های گذشته از دو روش ارزش کنونی خالص و نسبت سود به هزینه استفاده کرده‌اند و نتایج آنها بر اقتصادی بودن الگوی کم‌آبیاری تیپ تاکید دارد. با این حال، یک خلأی پژوهشی در نبود تحلیل حساسیت نتایج در پژوهش‌های گذشته دیده می‌شود. بنابراین، این پژوهش افزون بر ارزیابی اقتصادی کشت گندم تحت الگوهای کم‌آبیاری تیپ به تحلیل حساسیت اثر تغییر قیمت محصول بر سودآوری در پیش فرض‌های مختلف پرداخته است. بدین ترتیب، هدف این پژوهش تحلیل اقتصادی کشت گندم با الگوهای کم‌آبیاری تیپ محصول‌های کشت ردیفی در شرایط شور است که به لحاظ فنی امکان کاهش حجم آب مصرفی همراه با افزایش عمق آب مورد نظر برای آبیاری با روش تیپ را فراهم کرده‌اند.

روش تحقیق

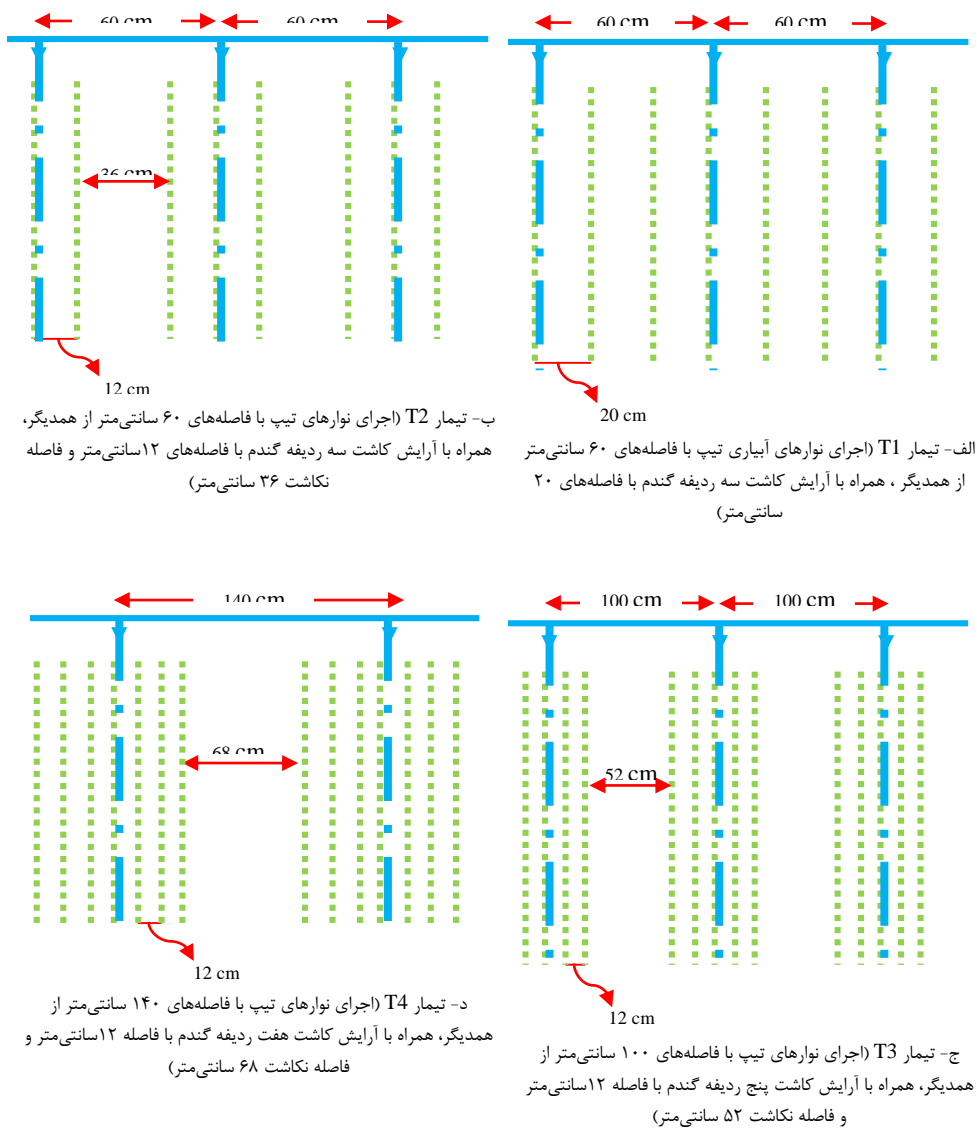
آزمایش کشتزاری

این پژوهش در زمینی به گستره حدود ۲۰۰۰ متر مربع در کشتزار تحقیقات شوری صدوق، وابسته به مرکز ملی تحقیقات شوری، واقع در شهر اشکدر استان یزد انجام شد. دوره اجرای آزمایش شامل دو سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۰-۱۴۰۱ بود. مبنای طبقه‌بندی دومارتن اصلاح‌شده، منطقه مورد بررسی و ارزیابی دارای اقلیم فراخشک و سرد است. میانگین بارندگی

سالانه ۶۹ میلی‌متر، میانگین توان بالقوه تبخیر سالانه ۳۰۹۰ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۲۰ درجه سلسیوس گزارش شده است. همچنین بیشینه و کمینه مطلق دمای سالانه به ترتیب ۴۴ و ۶/۵- درجه سلسیوس بوده است (Rahimian et al., 2024). رقم گندم مورد بررسی نارین بود که یکی از رقم‌های معرفی شده برای شرایط شور است. مبنای نتایج انجام شده آزمایش‌های ترویجی دارای میانگین عملکرد ۴/۵ تن در هکتار برای منطقه‌های شور کشور است (Amini Sefidab et al., 2017).

این آزمایش به صورت طرح فاکتوریل و در قالب سه بلوک، به عنوان تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو سطح شوری آب آبیاری به عنوان تیمارهای اصلی و چهار فاصله گذاری مختلف نوارهای آبیاری تیپ همراه با مدیریت کشت به عنوان عامل فرعی بودند. تیمارهای شوری آب آبیاری شامل دو سطح شوری پایین (سه دسی زیمنس بر متر) و شوری بالا (هشت دسی زیمنس بر متر) بوده که به منظور بررسی تأثیر تیمارهای مختلف (شوری آب آبیاری و مدیریت آبیاری) بر چگونگی تجمع و انتقال نمک در خاک، همگی کرت‌ها پیش از کاشت و آغاز آزمایش، آبشویی شدند تا شوری خاک کشتزار به یکنواختی لازم برسد. با توجه به اینکه در عملیات متداول آبیاری گندم به روش تیپ، فاصله نوارهای تیپ از همدیگر بر روی زمین در حدود ۶۰ سانتی‌متر است، از همین روش به عنوان شاهد (تیمار $T1$) استفاده شده است. در تیمار دوم (تیمار $T2$) فاصله نوارهای آبیاری تیپ ۶۰ سانتی‌متر از همدیگر بوده، اما آرایش کاشت به صورتی انتخاب شد که بین دو ردیف لوله فرعی آبیاری تیپ، یک فاصله نکاشت ۳۶ سانتی‌متری ایجاد شد و به طور همزمان، تراکم کاشت مد نظر در تیمار شاهد نیز حفظ شد. برای این منظور، سه ردیف کاشت گندم در زیر و دو طرف لوله فرعی و با فاصله‌های نزدیک‌تر از تیمار شاهد (۱۲ سانتی‌متر از همدیگر) ایجاد و کشت شدند. در تیمار سوم (تیمار $T3$) فاصله نوارهای آبیاری تیپ ۱۰۰ سانتی‌متر از همدیگر بوده، اما آرایش کاشت به صورتی انتخاب شد که بین دو ردیف لوله‌های آبیاری تیپ، فاصله نکاشت ۵۲ سانتی‌متری ایجاد شد و به طور همزمان، تراکم کاشت مد نظر تیمار شاهد نیز حفظ شد. برای این منظور، پنج ردیف کاشت گندم در زیر و دو طرف لوله‌های فرعی با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر از همدیگر ایجاد و کشت شدند. به طور مشابه، در تیمار چهارم (تیمار $T4$) فاصله نوارهای آبیاری تیپ ۱۴۰ سانتی‌متر از همدیگر بوده، اما آرایش کاشت بصورتی انتخاب گردید که بین دو ردیف لترال آبیاری تیپ، فاصله نکاشت ۶۸ سانتی‌متری ایجاد شد و به طور همزمان، تراکم کاشت مد نظر تیمار شاهد از طریق هفت ردیف کاشت گندم در زیر و طرفین لترال با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر از همدیگر ایجاد گردید. عملیات کاشت بذر در نیمه آبان‌ماه، به صورت ردیفی انجام گرفت. در شکل ۱ شمای کلی اجرای طرح از نظر تیمارهای مختلف آرایش کاشت گندم و فواصل بین نوارهای آبیاری تیپ نمایش می‌دهد.

ارزیابی اقتصادی کشت...۱۴۷



شکل ۱- شمای کلی اجرای طرح در تیمارهای آزمایشی

Figure 1- Schematic of the plan implementation in experimental treatments

ارزیابی اقتصادی

در این پژوهش، به منظور بررسی و ارزیابی اقتصادی تیمارها از سه روش ارزیابی «ارزش کنونی خالص»، «نسبت سود به هزینه» و «بودجه‌بندی جزئی» استفاده شد.

در علم اقتصاد، هنگامی که سودها و هزینه‌ها ناشی از اجرای یک پروژه مربوط به سال‌های مختلف باشد، نمی‌توان آنها را به طور مستقیم با هم جمع کرد. در آغاز ضروری است ارزش زمانی پول با نرخ تنزیل (i) مناسب به ارزش کنونی ($F=P(1+i)^t$) تبدیل شود سپس ارزش کنونی خالص (NPV) و نسبت سود به هزینه (BCR^r) به عنوان شاخص‌های سودآوری محاسبه می‌شوند. بدین ترتیب، برای معادل‌سازی ارزش‌ها از رابطه پرداخت یکبار در اقتصاد مهندسی استفاده شد و NPV و BCR با استفاده از رابطه‌های (۱) و (۲) ارزیابی شد (Soltani, 2007):

$$NPV_t = PV(B)_t - PV(TVC)_t \quad (1)$$

$$BCR_t = PV(B)_t / PV(TVC)_t \quad (2)$$

در رابطه‌های بالا، $PV(B)_t$ ارزش کنونی سودمندی‌های ناخالص در زمان t و $PV(TVC)_t$ ارزش کنونی هزینه‌های متغیر کل در زمان t برای تیمار آزمایشی است. اگر NPV مثبت و BCR بیشتر از یک باشند، اجرای آن تیمار آزمایشی اقتصادی است. انتخاب نرخ تنزیل برای معادل‌سازی ارزش‌ها به عامل‌هایی مانند تغییر ارزش زمانی پول در طول زمان، هزینه فرصت از دست رفته سرمایه، میزان خطر موجود و برتری‌های زمانی سرمایه‌گذاری بستگی دارد. البته به طور معمول، هزینه فرصت از دست رفته سرمایه عامل تعیین‌کننده نرخ تنزیل است. در این پژوهش، نرخ‌های بهره سپرده‌گذاری کوتاه‌مدت بانکی (حدود ۱۵٪) و بلندمدت (حدود ۲۰٪) به عنوان هزینه فرصت از دست رفته سرمایه لحاظ شدند.

به منظور انتخاب اقتصادی‌ترین تیمار در بین تیمارهای آزمایشی از روش بودجه‌بندی جزئی بر مبنای رابطه‌های (۳) و (۴) استفاده شد (Soltani, 2007):

$$Total\ benefits = B_T + C_0 \quad (3)$$

$$Total\ costs = C_T + B_0 \quad (4)$$

الف) سودهای کل ($Total\ benefits$) ناشی از اجرای هر تیمار آزمایشی، شامل: (۱) سودهای مستقیم ناشی از اجرای تیمار جدید (B_T) و (۲) میزان هزینه‌ای از تیمار شاهد (C_0) که در اثر جایگزینی با تیمار جدید صرفه‌جویی شده است.

ب) هزینه کل ($Total\ costs$) ناشی از اجرای تیمار جدید شامل: (۱) هزینه مستقیم اجرای تیمار آزمایشی (C_T) و (۲) سودی که از تیمار شاهد (B_0) در صورت حذف آن از دست می‌رود.

¹ Interest rate

² Net Present Value

³ Benefit Cost Ratio

ارزیابی اقتصادی کشت...۱۴۹

در صورتی که مجموع سودهای ناشی از اجرای یک تیمار آزمایشی ($B_T + C_0$) بیش از کل هزینه‌های آن ($C_T + B_0$) باشد، آن تیمار از نظر و دیدگاه اقتصادی بر تیمار شاهد برتری دارد. در غیر این حالت، تیمار شاهد انتخاب اقتصادی بهتری خواهد بود. در این ارزیابی، رتبه‌بندی تیمارهای آزمایشی با استفاده از دو شاخص انجام شده است: (۱) خالص سودهای اقتصادی و (۲) نسبت سود به هزینه.

داده‌های مورد نیاز روی اقلام مختلف هزینه، عملکرد و قیمت گندم با طراحی پرسشنامه برای الگوهای مختلف کم‌آبیاری در کشتزار تحقیقات صدوق به دست آمدند. هزینه شامل اجاره بهای زمین، هزینه‌های کاشت (بذر، ضدعفونی بذر، بذرکاری)، داشت (اجرای سامانه آبیاری تیپ، آب بها، تهیه کود شیمیایی، حشره‌کش، کودپاشی، سم‌پاشی، حذف علف هرز) و برداشت (برداشت و حمل تا مرکز تحقیقات) گندم که بر حسب ریال در واحد هکتار لحاظ شدند. همچنین، عملکرد و قیمت گندم به ترتیب بر حسب کیلوگرم بر هکتار و ریال بر کیلوگرم در نظر گرفته شدند. بدین ترتیب، نتایج سودآوری در واحد سطح می‌باشند و قابلیت تعمیم در سطح کشور را دارند.

نتایج و بحث

هزینه و درآمد تولید گندم در سطح شوری پایین

نتایج ارزیابی‌های هزینه و درآمد تولید گندم در سطح شوری پایین در دو سال آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج هزینه تولید نشان می‌دهد که هزینه تولید گندم برای تیمار سوم، یعنی اجرای نوارهای تیپ با فاصله‌های ۱۰۰ سانتی‌متر، و تیمار چهارم، یعنی اجرای نوارهای تیپ با فواصل ۱۴۰ سانتی‌متر، در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ کاهش یافته است. با توجه به اینکه سیستم آبیاری تحت فشار (تیپ) در این دو تیمار نیازمند تجهیزات کمتر شامل نوار تیپ مصرفی کوتاه‌تر و قطر چند راهه پایین‌تر است بنابراین هزینه‌های تولید تیمارهای سوم و چهارم کاهش پیدا کرده است. هزینه‌های ثابت سامانه آبیاری در سال دوم آزمایش، یعنی سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰، وجود ندارند و تنها هزینه‌های سالانه سامانه (یعنی هزینه خرید نوار تیپ و دستمزد اجرای نوار تیپ) با توجه به عمر سودمند یک ساله نوار تیپ لحاظ شده است. نتایج درآمد تولید گندم در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ نشان می‌دهد که تیمارهای اول تا چهارم به ترتیب دارای درآمد کل ۴۷۳/۳۷، ۵۶۹/۷۰، ۴۹۲/۵۱ و ۵۷۶/۳۱ میلیون ریال در هکتار بودند. بررسی دقیق‌تر اطلاعات این سال آزمایشی نشان داد که تیمار دوم دارای بیشترین عملکرد محصول اصلی دانه گندم برابر ۵۰۳۸ کیلوگرم در هکتار بوده است، در حالی که تیمار چهارم آزمایشی دارای بالاترین عملکرد محصول فرعی

کاه گندم برابر ۹۵۲۹ کیلوگرم در هکتار بوده است. افزون بر این، نتایج ارزیابی درآمد تولید گندم در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰ گویای این است که تیمارهای آزمایشی یک تا چهار به ترتیب دارای درآمد کل ۷۳۰/۷۱، ۷۸۵/۲۲، ۶۴۹/۹۲ و ۷۱۸/۲۱ میلیون ریال در هکتار بودند. مقایسه عملکرد محصول اصلی و محصول فرعی در این چهار تیمار آزمایشی برای سال دوم آزمایش نشان داد که تیمار دوم آزمایشی دارای بالاترین عملکرد محصول اصلی دانه گندم برابر با ۴۶۳۵ کیلوگرم در هکتار بوده است. با این حال، تیمار چهارم آزمایشی در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰ نیز دارای بیشترین عملکرد محصول فرعی کاه گندم برابر با ۸۳۳۳ کیلوگرم در هکتار بوده است.

جدول (۱) هزینه و درآمد (میلیون ریال در هکتار) تولید گندم در سطح شوری پایین

Table (1) Cost and income (IRR million/ha) of wheat production at low salinity conditions

درآمد Income		هزینه تولید Production cost		تیمار آزمایشی Experimental treatment
2021-2022	2020-2021	2021-2022	2020-2021	
730.71	473.37	403.02	299.09	نوارهای تیپ با فاصله ۶۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت سردیفه با فاصله‌های ۲۰ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 60 cm and a three-row planting arrangement with 20 cm spacing
785.22	569.70	403.02	299.09	نوارهای تیپ با فاصله ۶۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت سردیفه با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 60 cm and a three-row planting arrangement with 12 cm spacing
649.92	492.51	402.62	298.45	نوارهای تیپ با فاصله ۱۰۰ سانتی‌متر و آرایش پنج ردیفه با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 100 cm and a five-row arrangement with 12 cm spacing
718.21	576.31	402.43	298.04	نوارهای تیپ با فاصله ۱۴۰ سانتی‌متر و آرایش هفت‌ردیفه با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 140 cm and a seven-row arrangement with 12 cm spacing

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

سودآوری تیمارهای آزمایشی در سطح شوری پایین

نتایج ارزیابی ارزش کنونی درآمد خالص و نسبت سود به هزینه برای چهار تیمار آزمایشی در سطح شوری پایین و با لحاظ کردن نرخ‌های تنزیل متفاوت در جدول ۲ نشان داده شده است. بر مبنای نتایج جدول ۲، ارزش کنونی درآمد خالص برای تیمار دوم آزمایشی، یعنی اجرای نوارهای تیپ با فاصله‌های ۶۰ سانتی‌متر از همدیگر، همراه با آرایش کاشت سه ردیفه گندم با فاصله ۱۲ سانتی‌متر، در سطح شوری پایین و نرخ‌های تنزیل ۱۵٪ و ۲۰٪ به ترتیب برابر با

ارزیابی اقتصادی کشت... ۱۵۱

۲۷۳/۷۵ و ۲۵۶/۱۹ میلیون ریال در هکتار است. همچنین، نسبت سود به هزینه (BCR) برای تیمار دوم در شرایط شوری پایین و با نرخ‌های تنزیل ۱۵ و ۲۰ درصد به ترتیب برابر با ۱/۶۸ و ۱/۶۱ برآورد شده است. به بیان دیگر، به ازای هر ریال سرمایه‌گذاری در این تیمار، میانگین ۰/۶۴ ریال سود خالص به دست می‌آید. افزون بر این، تیمار دوم به‌عنوان گزینه اول سرمایه‌گذاری معرفی شد و پس از آن، تیمارهای چهارم، اول و سوم به‌ترتیب در اولویت‌های دوم، سوم و چهارم قرار گرفتند.

نتایج بررسی‌های اقتصادی با استفاده از روش بودجه بندی جزئی و تحلیل جایگزینی در سطح شوری پایین در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که جایگزینی تیمارهای دوم و چهارم به جای تیمار اول ارجحیت دارد و جایگزینی اقتصادی است. بدین معناست که با انجام جایگزینی، ارزش کنونی سودهای خالص افزایش می‌یابد. با این حال، جایگزینی تیمار سوم بجای تیمار اول ارجح نیست و این جایگزینی اقتصادی نمی‌باشد زیرا در صورت جایگزینی، ارزش کنونی سودهای خالص کاهش می‌یابد. البته با توجه به نتایج جدول ۲ نسبت سود به هزینه برای همه تیمارهای آزمایشی بزرگتر از یک ارزیابی شده است که نشان‌دهنده اقتصادی بودن همه تیمارهای آزمایشی است.

جدول (۲) ارزش کنونی درآمد خالص (میلیون ریال در هکتار) و نسبت سود به هزینه تیمارها در سطح شوری پایین با نرخ‌های تنزیل متفاوت

Table (2) Net Present Value of net income (IRR million/ha) and Benefit-Cost Ratio (BCR) of experimental treatments at low salinity conditions under different discount rates

رتبه‌بندی Ranking	نسبت سود به هزینه		ارزش کنونی درآمد خالص		ارزش کنونی درآمد ناخالص		ارزش کنونی هزینه تولید		تیمار آزمایشی Experimental treatment
	BCR		NPV		Present value of gross income		Present value of production cost		
	20%	15%	20%	15%	20%	15%	20%	15%	
3	1.43	1.49	180.78	198.33	602.04	602.04	421.26	403.71	نوارهای تیپ با فاصله ۶۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت سه‌ردیفه با فاصله‌های ۲۰ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 60 cm and a three-row planting arrangement with 20 cm spacing
1	1.61	1.68	256.19	273.75	677.46	677.46	421.26	403.71	نوارهای تیپ با فاصله ۶۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت سه‌ردیفه با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 60 cm and a three-row planting arrangement with 12 cm spacing
4	1.36	1.42	150.58	168.10	571.22	571.22	420.64	403.11	نوارهای تیپ با فاصله ۱۰۰ سانتی‌متر و آرایش پنج‌ردیفه با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 100 cm and a five-row arrangement with 12 cm spacing
2	1.54	1.61	226.98	244.49	647.26	647.26	420.28	402.77	نوارهای تیپ با فاصله ۱۴۰ سانتی‌متر و آرایش هفت‌ردیفه با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 140 cm and a seven-row arrangement with 12 cm spacing

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

ارزیابی اقتصادی کشت...۱۵۳

جدول (۳) تحلیل جایگزینی تیمارها به جای تیمار اول (میلیون ریال در هکتار) در سطح شوری پایین

Table (3) Substitution analysis of treatments instead of the first treatment (IRR million/ha) at low salinity conditions

تحلیل جایگزینی Substitution analysis	ارزش کنونی سودهای خالص تیمار NPV		مقایسه جایگزینی تیمارها Comparison of treatment substitutions
	20%	15%	
جایگزینی اقتصادی می‌باشد. It is an economic alternative	75.42	75.42	جایگزینی تیمار دوم بجای تیمار اول Substitution of the T2 treatment instead of the T1 treatment
جایگزینی اقتصادی نمی‌باشد. It is an uneconomical alternative	-30.20	-30.23	جایگزینی تیمار سوم بجای تیمار اول Substitution of the T3 treatment instead of the T1 treatment
جایگزینی اقتصادی می‌باشد. It is an economic alternative	46.20	46.16	جایگزینی تیمار چهارم بجای تیمار اول Substitution of the T4 treatment instead of the T1 treatment

Source: Research findings

منبع : یافته های تحقیق

هزینه و درآمد تولید گندم در سطح شوری بالا

نتایج ارزیابی‌های هزینه و درآمد تولید گندم در سطح شوری بالا در سال‌های آزمایش ۱۴۰۰-۱۳۹۹ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج هزینه‌های تولید نشان می‌دهد که هزینه‌های تولید گندم در همه‌ی چهار تیمار و دو سال آزمایشی با هزینه‌های همانند برای سطح شوری پایین برابر است. بدین ترتیب، سطح شوری بر هزینه‌های تولید گندم اثرگذار نبوده است و در این آزمایش برای هر دو سطح شوری پایین و بالا از حجم آب برابر استفاده شده است. نتایج درآمدهای تولید گندم در سال ۱۳۹۹-۱۴۰۰ نشان می‌دهد که تیمارهای اول تا چهارم به ترتیب دارای درآمد کل ۴۴۲/۴۸، ۴۳۷/۳۹، ۴۰۳/۵۹، و ۴۳۳/۸۵ میلیون ریال در هکتار بودند. بررسی جزئی‌تر داده‌های این سال آزمایشی نشان داد که تیمار اول دارای بیشترین عملکرد محصول اصلی دانه گندم برابر ۴۰۳۸ کیلوگرم در هکتار بوده است حال اینکه تیمار دوم آزمایشی دارای بالاترین عملکرد محصول فرعی کاه گندم برابر ۶۹۱۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. افزون بر این، نتایج ارزیابی درآمدهای تولید گندم در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰ گویای این است که تیمارهای آزمایشی یک تا چهارم به ترتیب دارای درآمد کل ۶۲۸/۸۵، ۵۸۸/۳۰، ۵۹۲/۳۳، و ۶۶۳/۳۱ میلیون ریال در هکتار بودند. مقایسه عملکردهای محصول اصلی و محصول فرعی در این چهار تیمار آزمایشی برای سال دوم آزمایش نشان داد که تیمار چهارم آزمایشی دارای بالاترین عملکردهای محصول اصلی دانه گندم برابر با ۳۸۶۸ کیلوگرم در هکتار بوده است. با این حال، تیمار چهارم

آزمایشی در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰ نیز دارای بیشترین عملکرد محصول فرعی کاه گندم برابر با ۶۹۴۹ کیلوگرم در هکتار بوده است.

جدول (۴) هزینه و درآمد (میلیون ریال در هکتار) تولید گندم در سطح شوری بالا

Table (4) Cost and income (IRR million/ha) of wheat production at high salinity conditions

درآمد		هزینه تولید		تیمار آزمایشی Experimental treatment
Income		Production cost		
2021-2022	2020-2021	2021-2022	2020-2021	
628.85	442.48	403.02	299.09	نوارهای تیپ با فاصله ۶۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت سه‌ردیفه با فاصله‌های ۲۰ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 60 cm and a three-row planting arrangement with 20 cm spacing
588.30	437.39	403.02	299.09	نوارهای تیپ با فاصله ۶۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت سه‌ردیفه با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 60 cm and a three-row planting arrangement with 12 cm spacing
592.33	403.59	402.62	298.45	نوارهای تیپ با فاصله ۱۰۰ سانتی‌متر و آرایش پنج ردیفه با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 100 cm and a five-row arrangement with 12 cm spacing
663.31	433.85	402.43	298.04	نوارهای تیپ با فاصله ۱۴۰ سانتی‌متر و آرایش هفت‌ردیفه با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 140 cm and a seven-row arrangement with 12 cm spacing

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

سودآوری تیمارهای آزمایشی در سطح شوری بالا

نتایج ارزیابی ارزش کنونی درآمد خالص و نسبت سود به هزینه برای چهار تیمار آزمایشی در سطح شوری بالا و با لحاظ کردن نرخ‌های تنزیل متفاوت در جدول ۵ نشان داده شده است. بر مبنای نتایج جدول ۵، ارزش کنونی درآمد خالص برای تیمار چهارم آزمایشی، یعنی اجرای نوارهای تیپ با فاصله‌های ۱۴۰ سانتی‌متر از همدیگر، همراه با آرایش کاشت هفت ردیفه گندم با فاصله ۱۲ سانتی‌متر، در سطح شوری بالا و نرخ‌های تنزیل ۱۵٪ و ۲۰٪ به ترتیب برابر با ۱۴۵/۸۱ و ۱۲۸/۳۰ میلیون ریال در هکتار است. همچنین، نسبت سود به هزینه (BCR) برای تیمار چهارم در شرایط شوری بالا و با نرخ‌های تنزیل ۱۵ و ۲۰ درصد، به ترتیب برابر با ۱/۳۶ و ۱/۳۱ برآورد شده است. به بیان دیگر، به‌ازای هر ریال سرمایه‌گذاری در این تیمار، میانگین ۰/۳۴ ریال سود خالص به دست آید. افزون بر این، تیمار چهارم به‌عنوان گزینه اول سرمایه‌گذاری

ارزیابی اقتصادی کشت... ۱۵۵

معرفی شد و پس از آن، تیمارهای اول، دوم و سوم به ترتیب در اولویت‌های دوم، سوم و چهارم قرار گرفتند.

نتایج بررسی و ارزیابی‌های اقتصادی با استفاده از روش بودجه بندی جزئی و تحلیل جایگزینی در سطح شوری بالا در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد که جایگزینی تیمار چهارم به جای تیمار اول ارجحیت دارد و جایگزینی اقتصادی است. بدین معنا است که با انجام جایگزینی، ارزش کنونی سودمندی‌های خالص افزایش می‌یابد. با این حال، جایگزینی تیمارهای دوم و سوم به جای تیمار اول ارجح نیست و این جایگزینی اقتصادی نمی‌باشد زیرا در صورت جایگزینی، ارزش کنونی سودمندی‌های خالص کاهش می‌یابد. البته با توجه به نتایج جدول ۵ نسبت سود به هزینه برای تمامی تیمارهای آزمایشی بزرگتر از یک ارزیابی شده است که نشان‌دهنده‌ی اقتصادی بودن تمامی تیمارهای آزمایشی است.

نتایج این پژوهش که بر برتری‌های الگوی کم آبیاری تأکید دارد، به طور کامل با یافته‌های (2021) Afshar et al و (2020) Asadi and Baghani که سامانه روش آبیاری تیپ را پیشنهاد و تأکید می‌کنند، هماهنگ است. همچنین، از نظر کاربرد شاخص‌های مختلف اقتصادی، نیز تفاوت معناداری میان نتایج این پژوهش و نتایج پژوهش (2020) Asadi and Baghani مشاهده نمی‌شود.

جدول (۵) ارزش کنونی درآمد خالص (میلیون ریال در هکتار) و نسبت سود به هزینه تیمارها در سطح شوری بالا با نرخ‌های تنزیل متفاوت
Table (5) Net Present Value of net income (IRR million/ha) and Benefit-Cost Ratio (BCR) of experimental treatments at high salinity conditions under different discount rates

رتبه‌بندی Ranking	نسبت سود به هزینه BCR		ارزش کنونی درآمد خالص NPV		ارزش کنونی درآمد ناخالص Present value of gross income		ارزش کنونی هزینه تولید Present value of production cost		تیمار آزمایشی Experimental treatment
	20%	15%	20%	15%	20%	15%	20%	15%	
	2	1.27	1.33	114.40	131.95	535.66	535.66	421.26	
3	1.22	1.27	91.58	109.13	512.85	512.85	421.26	403.71	نوارهای تیپ با فاصله ۶۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت سردیفه با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 60 cm and a three-row planting arrangement with 12 cm spacing
4	1.18	1.24	77.32	94.84	497.96	497.96	420.64	403.11	نوارهای تیپ با فاصله ۱۰۰ سانتی‌متر و آرایش پنج ردیفه با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 100 cm and a five-row arrangement with 12 cm spacing
1	1.31	1.36	128.30	145.81	548.58	548.58	420.28	402.77	نوارهای تیپ با فاصله ۱۴۰ سانتی‌متر و آرایش هفت‌ردیفه با فاصله‌های ۱۲ سانتی‌متر Type strips with a spacing of 140 cm and a seven-row arrangement with 12 cm spacing

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

ارزیابی اقتصادی کشت... ۱۵۷

جدول (۶) تحلیل جایگزینی تیمارها به جای تیمار اول (میلیون ریال در هکتار) در سطح شوری بالا
Table (6) Substitution analysis of treatments relative to the first treatment (IRR million/ha) under high salinity conditions

تحلیل جایگزینی Substitution analysis	ارزش کنونی سودمندی‌های خالص تیمار NPV		مقایسه جایگزینی تیمارها Comparison of treatment substitutions
	20%	15%	
جایگزینی اقتصادی نمی‌باشد. It is an uneconomical alternative	-22.82	-22.82	جایگزینی تیمار دوم بجای تیمار اول Substitution of the T2 treatment instead of the T1 treatment
جایگزینی اقتصادی نمی‌باشد. It is an uneconomical alternative	-37.08	-37.11	جایگزینی تیمار سوم بجای تیمار اول Substitution of the T3 treatment instead of the T1 treatment
جایگزینی اقتصادی می‌باشد. It is an economic alternative	13.90	13.86	جایگزینی تیمار چهارم بجای تیمار اول Substitution of the T4 treatment instead of the T1 treatment

Source: Research findings

منبع : یافته های تحقیق

تحلیل حساسیت سودآوری تحت پیش فرض‌های افزایش قیمت گندم

نتایج تحلیل حساسیت سودآوری‌ها با سه پیش فرض افزایش قیمت گندم در جدول (۷) نشان داده شده است. در این راستا، ارزش کنونی درآمد خالص با شرایط شوری پایین برای تیمار دوم در نرخ‌های تنزیل ۱۵ و ۲۰ درصدی به ترتیب برابر ۳۴۱/۴۹ و ۳۲۳/۹۴ میلیون ریال در هکتار در پیش فرض اول؛ ۴۰۹/۲۴ و ۳۹۱/۶۹ میلیون ریال در هکتار در پیش فرض دوم و ۴۷۶/۹۸ و ۴۵۹/۴۳ میلیون ریال در هکتار در پیش فرض سوم حاصل شده است. همچنین، نسبت سود به هزینه با شرایط شوری پایین برای این تیمار در نرخ‌های تنزیل ۱۵ و ۲۰ درصدی به ترتیب برابر ۱/۸۵ و ۱/۷۷ در پیش فرض اول؛ ۲/۰۱ و ۱/۹۳ در پیش فرض دوم و ۲/۱۸ و ۲/۰۹ در پیش فرض سوم به دست آمد. افزون بر این، ارزش کنونی درآمد خالص با شرایط شوری بالا برای تیمار چهارم در نرخ‌های تنزیل ۱۵ و ۲۰ درصدی به ترتیب برابر ۲۰۰/۶۷ و ۱۸۳/۱۶ میلیون ریال در هکتار در پیش فرض اول؛ ۲۵۵/۵۳ و ۲۳۸/۰۲ میلیون ریال در هکتار در پیش فرض دوم و ۳۱۰/۳۹ و ۲۹۲/۸۷ میلیون ریال در هکتار در پیش فرض سوم حاصل شده است. همچنین، نسبت سود به هزینه با شرایط شوری بالا برای تیمار چهارم در نرخ‌های تنزیل ۱۵ و ۲۰ درصدی به ترتیب برابر ۱/۵۰ و ۱/۴۴ در پیش فرض اول؛ ۱/۶۳ و ۱/۵۷ در پیش فرض دوم و ۱/۷۷ و ۱/۷۰ در پیش فرض سوم به دست آمده است. مقایسه نتایج سودآوری تحت پیش فرض‌های افزایش قیمت گندم بین تیمارهای آزمایشی نشان داد که تیمار دوم در شرایط شوری پایین و تیمار چهارم در شرایط شوری بالا دارای بیشترین ارزش کنونی درآمد خالص و نسبت سود به هزینه هستند.

جدول (۷) تحلیل حساسیت ارزش کنونی درآمد خالص (میلیون ریال در هکتار) و نسبت سود به هزینه تیمارها با پیش فرض‌های مختلف افزایش قیمت گندم
Table (7) Sensitivity analysis of Net Present Value of net income (IRR million/ha) and Benefit-Cost Ratio (BCR) under different wheat price increase scenarios

پیش فرض افزایش ۳۰ درصد قیمت گندم				پیش فرض افزایش ۲۰ درصد قیمت گندم				پیش فرض افزایش ۱۰ درصد قیمت گندم				تیمار آزمایشی	سطح شوری
Scenario of a 30% increase in wheat price				Scenario of a 20% increase in wheat price				Scenario of a 10% increase in wheat price				Experimental treatment	Salinity level
نسبت سود به هزینه		ارزش کنونی سودهای خالص		نسبت سود به هزینه		ارزش کنونی سودهای خالص		نسبت سود به هزینه		ارزش کنونی سودهای خالص			
BCR		NPV		BCR		NPV		BCR		NPV			
20%	15%	20%	15%	20%	15%	20%	15%	20%	15%	20%	15%		
1.86	1.94	361.39	378.94	1.71	1.79	301.18	318.74	1.57	1.64	240.98	258.53	تیمار اول T1	پایین Low
2.09	2.18	459.43	476.98	1.93	2.01	391.69	409.24	1.77	1.85	323.94	341.49	تیمار دوم T2	
1.77	1.84	321.94	339.47	1.63	1.70	264.82	282.35	1.49	1.56	207.70	225.23	تیمار سوم T3	
2.00	2.09	421.16	438.67	1.85	1.93	356.43	373.94	1.69	1.77	291.71	309.22	تیمار چهارم T4	
1.65	1.72	275.10	292.65	1.53	1.59	221.53	239.09	1.40	1.46	167.97	185.52	تیمار اول T1	بالا High
1.58	1.65	245.43	262.99	1.46	1.52	194.15	211.70	1.34	1.40	142.87	160.42	تیمار دوم T2	
1.54	1.61	226.70	244.23	1.42	1.48	176.91	194.44	1.30	1.36	127.11	144.64	تیمار سوم T3	
1.70	1.77	292.87	310.39	1.57	1.63	238.02	255.53	1.44	1.50	183.16	200.67	تیمار چهارم T4	

Source: Research findings

منبع : یافته های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر مبنای نتایج به دست آمده از ارزیابی اقتصادی کشت گندم با الگوی کم آبیاری در شرایط سطح‌های شوری پایین و بالا، عملکرد کل گندم در تیمار اجرای نوارهای آبیاری تیپ با فاصله‌های ۶۰ سانتی‌متر از همدیگر، همراه با آرایش کاشت سه ردیفه گندم با فاصله‌های ۲۰ سانتی‌متر به عنوان تیمار شاهد به ترتیب ۱۱۳۴۱ و ۱۰۵۲۲ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ و ۱۱۹۶۴ و ۹۸۹۱ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰ بوده است. در نتیجه، عملکرد کل گندم در تیمار شاهد در سطح شوری بالا نسبت به سطح‌های شوری پایین به ترتیب ۷/۲ و ۱۷/۳ درصد در سال‌های اول و دوم آزمایش کاهش یافته است. بدین ترتیب، نتیجه‌گیری می‌شود که سال دوم آزمایش در مقایسه با سال اول دارای کاهش عملکرد بیشتر برای محصول گندم بوده است. این بدین معناست که در شرایط شوری با گذشت زمان درصد کاهش عملکرد گندم در تیمار شاهد نرخ افزایشی دارد. افزون بر این، درآمد خالص تیمار شاهد در سطح شوری بالا نسبت به شوری پایین، به ترتیب ۳۳/۳ و ۳۷/۰ درصد در نرخ‌های تنزیل ۱۵٪ و ۲۰٪ کاهش یافته است. بنابراین، نتیجه‌گیری می‌شود که نرخ تنزیل بالاتر در مقایسه با نرخ کمتر دارای کاهش سودآوری‌های بیشتر برای محصول گندم در تیمار شاهد بوده است.

در سطح شوری بالا، تیمار دارای نوارهای تیپ با فاصله ۱۴۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت هفت ردیفه گندم با فاصله ردیف ۱۲ سانتی‌متر، بیشترین ارزش کنونی درآمد خالص را دارد. این ارزش در مقایسه با سطح شوری پایین، به ترتیب ۴۰/۲ و ۴۳/۶ درصد در نرخ‌های تنزیل ۱۵٪ و ۲۰٪ کاهش یافته است. در اینجا نیز چنین نتیجه‌گیری می‌شود که نرخ تنزیل بالاتر در مقایسه با نرخ کمتر دارای کاهش سودآوری‌های بیشتر برای محصول گندم در تیمار چهارم بوده است. همچنین، نسبت سود به هزینه برای تیمار یاد شده (نوار تیپ ۱۴۰ سانتی‌متر با کاشت هفت‌ردیفه)، به عنوان تیمار ارجح در سطح شوری بالا، در مقایسه با شرایط شوری پایین، به ترتیب ۱۵/۵ و ۱۴/۹ درصد در نرخ‌های ۱۵٪ و ۲۰٪ کمتر به دست آمده است. بنا بر نسبت سود به هزینه چنین نتیجه‌گیری می‌شود که افزایش نرخ تنزیل با کاهش سودآوری به نسبت یکسانی برای محصول گندم در تیمار چهارم همراه بوده است.

در نهایت، از نظر اقتصادی، تیمار دارای نوار تیپ ۶۰ سانتی‌متر با آرایش کاشت سه‌ردیفه (فاصله ۱۲ سانتی‌متر و فاصله نکاشت ۳۶ سانتی‌متر) به عنوان تیمار برتر در شرایط شوری پایین، و تیمار با نوار تیپ ۱۴۰ سانتی‌متر و آرایش هفت‌ردیفه (فاصله نکاشت ۶۸ سانتی‌متر) در شرایط شوری

بالا توصیه می‌شود. در این راستا، نتایج تحلیل حساسیت سودآوری‌ها با پیش فرض ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد افزایش قیمت گندم بر ارجحیت تیمار دوم آزمایشی در شرایط شوری پایین و برتر بودن تیمار چهارم آزمایشی در شرایط شوری بالا تاکید دارند. بدین ترتیب، نتیجه‌گیری می‌شود که افزایش قیمت گندم بر ترتیب ارجحیت تیمارهای آزمایشی از نظر سودآوری تاثیرگذار نبوده است.

پیامدهای این پژوهش آن است که توجیه و تفسیر اقتصادی الگوی سامانه کم‌آبیاری در شرایط شور، می‌تواند به پذیرش آن از سوی کشاورزان منجر شده و در نهایت موجب کاهش مصرف آب و نظارت و مهار شوری شود. بنابراین، با توجه به سودآوری‌های اقتصادی سامانه و روش آبیاری تیپ در شرایط شوری بالا، تیمار مبتنی بر اجرای نوارهای تیپ با فاصله ۱۴۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت هفت ردیفه گندم به‌عنوان گزینه ارجح برای مدیریت کم‌آبیاری در منطقه‌های شور پیشنهاد و تاکید می‌شود. راهکار پیشنهاد شده مبتنی بر به‌کارگیری سامانه و روش کم‌آبیاری تیپ همراه با کاهش فاصله ردیف‌های گندم با تغییر فاصله نازل‌های کاشت به صورت مکانیکی بر روی دستگاه‌های کارنده غلات عملیاتی خواهد بود. بدین ترتیب، این راهکار به طور کامل با شرایط کشتزاری همخوانی دارد و اجرای آن در سطح کلان عملیاتی خواهد بود. نتایج این تحقیق می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های مربوط به بهینه‌سازی مصرف آب و نظارت و مهار شوری در اراضی تولید محصول‌های کشاورزی کشور استفاده شود.

منابع

- Afshar, H., Sharifan, H., Ghahraman, B. and Bannayan Aval, B. (2021) Economic Study of the Application of Drip Irrigation Method (Tape) in Wheat Cultivation. *Water Management in Agriculture*, 7(2): 31-46. (In Farsi). doi:20.1001.1.24764531.1399.7.2.3.2
- Amini Sefidab, A., Akbari Mogadam, H., Saberi, M.H., Tabatabaee, M.T., Afuni, D., Ravari, Z., Mohammadi, A., Afshari, F., Zakeri, A., Ata Hosseini, M., Akbari, A. and haji akhondi meibidi, H. (2017) Narin, A Newirrigated Bread Wheat Cultivar, High Qrain Yield, Adapted to Temperate and Warm Climate Zones with Salinity of Soil and Water. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops*, 6(2): 135-147. (In Farsi). doi:10.22092/rafhc.2018.109042.1059
- Asadi, H. and Baghani, J. (2020) Economical Assessment of Different Irrigation Methods Using New and Traditional Energies in Irrigated Wheat Cultivation. *Water Resources Engineering*, 13(47): 101-108. (In Farsi). doi:20.1001.1.20086377.1399.13.47.8.5

- Askaraliev, B., Musabaeva, K., Koshmatov, B., Omurzakov, K. and Dzhakshylykova, Z. (2024) Development of modern irrigation systems for improving efficiency, reducing water consumption and increasing yields. *Machinery & Energetics*, 15(3). doi:10.31548/machinery/3.2024.47
- Brar, A.S., Kaur, K., Sindhu, V.K., Tsolakis, N. and Srari, J.S. (2022) Sustainable water use through multiple cropping systems and precision irrigation. *Journal of Cleaner Production*, 333: 130117. doi:10.1016/j.jclepro.2021.130117
- Cavalcante, E.S., Lacerda, C.F.D., Costa, R.N.T., Gheyi, H.R., Pinho, L.L., Bezerra, F.M.S. and Canj, J.F. (2021) Supplemental irrigation using brackish water on maize in tropical semi-arid regions of Brazil: Yield and economic analysis. *Scientia agrcola*, 78(1): e20200151. doi:10.1590/1678-992X-2020-0151
- Daba, A.W. and Qureshi, A.S. (2021) Review of soil salinity and sodicity challenges to crop production in the lowland irrigated areas of Ethiopia and its management strategies. *Land*, 10(12): 1377. doi:10.3390/land10121377
- Etikala, B., Adimalla, N., Madhav, S., Somagouni, S.G. and Keshava Kiran Kumar, P.L. (2021) Salinity problems in groundwater and management strategies in arid and semi- arid regions. *Groundwater geochemistry: pollution and remediation methods*, 42-56. doi:10.1002/9781119709732.ch3
- Gao, Y., Zhang, M., Yao, C., Liu, Y., Wang, Z. and Zhang, Y. (2021) Increasing seeding density under limited irrigation improves crop yield and water productivity of winter wheat by constructing a reasonable population architecture. *Agricultural Water Management*, 253: 106951. doi:10.1016/j.agwat.2021.106951
- Ghadami Firouzabadi, A., Chaeichi, M. and Seyedan, S.M. (2017) Effects of different irrigation systems on yield, some agronomic traits, and water productivity of different wheat genotypes and their economic assessment in Hamedan. *Journal of Water Research in Agriculture*, 31(2): 139-149. (In Farsi). doi:10.22092/jwra.2017.113159
- Habibzadeh, Y., Evazi, A. and Abdi, S. (2019) Evaluation of relevant areas of wheat cultivation with priority of reduction in water use in West Azerbaijan Province. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 51(3): 205-220. (In Farsi). doi:10.22059/ijfcs.2019.280903.654610
- Justino, L.F., Jnior, J.A., Battisti, R., Heinemann, A.B., Leite, C.V., Evangelista, A.W.P. and Casaroli, D. (2019) Assessment of economic returns by using a central pivot system to irrigate common beans during the rainfed season in Central Brazil. *Agricultural Water Management*, 224: 105749. doi:10.1016/j.agwat.2019.105749
- Liu, X., Zhao, Z. and Rezaeiapanah, A. (2025) Intelligent and automatic irrigation system based on internet of things using fuzzy control technology. *Scientific Reports*, 15(1), 14577. doi:10.1038/s41598-025-98137-2
- Lu, J., Geng, C., Cui, X., Li, M., Chen, S. and Hu, T. (2021) Response of drip fertigated wheat-maize rotation system on grain yield, water productivity and

- economic benefits using different water and nitrogen amounts. *Agricultural Water Management*, 258: 107220. doi:10.1016/j.agwat.2021.107220
- Mohanavelu, A., Naganna, S.R. and Al-Ansari, N. (2021) Irrigation induced salinity and sodicity hazards on soil and groundwater: An overview of its causes, impacts and mitigation strategies. *Agriculture*, 11(10): 983. doi:10.3390/agriculture11100983
- Petry, M.T., Basso, L.J., Carlesso, R., Armoa, M.S. and Henkes, J.R. (2020) Modeling yield, soil water balance, and economic return of soybean under different water deficit levels. *Engenharia Agrícola*, 40(4): 526-535. doi:10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n4p526-535/2020
- Rahimian, M.H., Ranjbar, G.H., Gholami, H., Nikkhah, M., Karimi, M., Pirasteh Anousheh, H., Besharat, N. and HajiAbedi, A. (2024) Feasibility study on increasing the lateral spacing of drip irrigation system through changing the pattern of wheat planting rows in saline and non-saline conditions. National Salinity Research Center (NSRC), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran. (In Farsi).
- Rashid, M., Haider, S., Masood, M.U., Pande, C.B., Tolche, A.D., Alshehri, F. and Elkhrachy, I. (2023) Sustainable Water Management for Small Farmers with Center-Pivot Irrigation: A Hydraulic and Structural Design Perspective. *Sustainability*, 15(23): 16390. doi:10.3390/su152316390
- Robi, F., Kuma, Y., Alemayehu, S. and Mengistu, H. (2025) Review on Opportunities and Challenges of Low Land Irrigated Wheat Production in Ethiopia: In the Case of Afar Region. *Science*, 6(1): 1-8. doi:10.11648/j.sf.20250601.11
- Si, Z., Qin, A., Liang, Y., Duan, A. and Gao, Y. (2023) A review on regulation of irrigation management on wheat physiology, grain yield, and quality. *Plants*, 12(4): 692. doi:10.3390/plants12040692
- Soltani, G.R. (2007) *Agricultural Economic Engineering*. Shiraz: University of Shiraz. (In Farsi).
- Tessema, N., Yadeta, D., Kebede, A. and Ayele, G.T. (2022) Soil and irrigation water salinity, and its consequences for agriculture in Ethiopia: a systematic review. *Agriculture*, 13(1): 109. doi:10.3390/agriculture13010109
- Wan, W., Zhao, Y., Wang, Z., Li, L., Jing, J, Lv, Z. and Jiang, D. (2022) Mitigation fluctuations of inter-row water use efficiency of spring wheat via narrowing row space in enlarged lateral space drip irrigation systems. *Agricultural Water Management*, 274: 107958. doi:10.1016/j.agwat.2022.107958



Economic Evaluation of Wheat Cultivation under Low-Irrigation Pattern in Saline Conditions: The Case Study Sadooq Research Farm
Samane Ghazali, Mohammad Hassan Rahimian, Gholamhassan Ranjbar¹

Received: 12 March.2025

Accepted: 1 June.2025

Extended Abstract

Introduction

In recent years, the quantitative reduction of agricultural water resources has led to issues such as drought and water shortage in major wheat fields, which these areas have faced with a decline in the quality of water resources and salinity issues. In this context, the salinity of irrigation water, coupled with the lack of sufficient water for leaching and proper control of soil salts, is considered to be the main challenge threatening agriculture in these wheat fields. Drip irrigation (tape) is a strategy used to optimize water consumption in wheat farming, and it has been implemented in some wheat-growing regions of the country. However, the expansion of this method has recently been limited due to high startup costs. Although previous studies have addressed the economic evaluation of different irrigation patterns, there is a research gap in economically substituting irrigation patterns to maximize benefits. To the best of our knowledge, the economic evaluation of irrigation patterns with an emphasis on different wheat cultivation arrangements has not been conducted. This study aims to economically evaluate wheat cultivation under low-irrigation patterns (tape) in soil saline conditions. The required data on various cost items, yield, and price of wheat (Narin variety) were obtained by designing a questionnaire in different low-irrigation patterns.

Materials and Methods

The economic evaluation of wheat cultivation was carried out considering two discount rates of 15% and 20%. Accordingly, net present value (NPV), benefit-cost ratio (BCR), and partial budgeting were used. In economics,

¹ Respectively: Assistant Professor of Agricultural Economics, Assistant Professor of Irrigation and Associate Professor of Crop Science, National Salinity Research Center (NSRC), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.

Email: s.ghazali@areeo.ac.ir

when the benefits and costs of the implementation of a project are related to different years, they cannot be directly added together. First, this is necessary to convert the time value of money to its present value ($F=P(1+i)^t$) with an appropriate interest rate. Then, the NPV and the BCR are calculated as profitability indicators.

Results and Discussion

The results showed that at a salinity of 3 dS/m, the second treatment (60 cm spacing of strips and three-row planting arrangement) with a yield of 5038 kg/ha had the highest economic benefit (NPV: 256 and B/C: 1.64). In addition, replacing the second and fourth treatments is preferable to the first treatment and is an economic substitution. This means that the NPV increases by making the substitution. However, the substitution of the third treatment is not preferable to the first treatment and this substitution is uneconomical as the NPV decreases if substituted. At a salinity of 8 dS/m, the fourth treatment (140 cm spacing of the strips and seven rows) with a yield of 3868 kg/ha produced the highest economic benefit (NPV: 137 and B/C: 1.34). Moreover, replacing the fourth treatment is preferable to the first treatment and is an economic substitution. This means that the NPV increases by making the substitution. However, the substitution of the second and third treatments is not preferable to the first treatment, and these substitutions are uneconomical as the NPV decreases if substituted. The limitation that this study has faced is not calculating the volume of water consumed for wheat cultivation in high and low salinity conditions. Thus, this study considered the same water cost under high and low salinity conditions.

Conclusion and Recommendations

Hence, the second treatment for low salinity conditions and the fourth treatment for high salinity conditions are economically suggested. The policy implication of the economic evaluation of the deficit irrigation pattern under saline conditions is the widespread adoption of this irrigation system by farmers due to its profitability, which results in reduced water consumption and controlled salinity levels. Policymakers should provide low-interest facilities to farmers to set up a tape irrigation system and provide farmers with the necessary training in using and maintaining this irrigation system, in addition to adjusting the spacing of row crops.

JEL Classification: D61, H43, Q12, Q25

Keywords: Wheat cropping arrangement; Tape irrigation system; Irrigation management; Irrigation treatments; Economic evaluation.