

ارتقای بهره‌وری گندم در شرایط کم آبی و شوری آب در اقلیم‌های مختلف ایران

سمانه غزالی^{۱*}، غلامحسین رنجبر^۲، محمدحسن رحیمیان^۳

۱. استادیار اقتصاد کشاورزی، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

۲. دانشیار زراعت، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

۳. استادیار آبیاری، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

*. نویسنده مسئول: سمانه غزالی، پست الکترونیک: s.ghazali@areeo.ac.ir

چکیده

کم آبی و شوری آب، دو عامل محدودکننده کشت گندم در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌روند. هدف این پژوهش، مطالعه‌ی روشمند پژوهش‌های موردی با هدف بررسی تأثیر کمیت و کیفیت آب بر عملکرد محصول و در نتیجه تغییر رفاه اقتصادی گندم‌کاران است. از این‌رو، روش فراتحلیل برای بررسی نتایج ۳۴ پژوهش موردی منتشر شده در بازه‌ی زمانی ۱۳۷۵ تا ۱۴۰۳ به‌کار گرفته شد. نخست، خوشه‌بندی داده‌ها با در نظر گرفتن سه متغیر ورودی آب مصرفی، شوری آب و اقلیم انجام شد. بر این اساس، چهار اقلیم اصلی «معتدل و مرطوب»، «سرد»، «گرم و خشک» و «گرم و مرطوب» لحاظ شد. سپس تغییرات رفاه اقتصادی گندم‌کاران ناشی از به‌کارگیری آب شور با استفاده از تابع تولید آب-شوری در هر خوشه‌ی مطالعاتی ارزیابی شد. نتایج در سه خوشه‌ی مطالعاتی نشان داد که در صورت ثابت بودن آب متوسط مصرفی، افزایش شوری آب دارای تأثیر منفی و معنی‌دار است؛ درحالی‌که افزایش آب مصرفی با مقادیر شوری متوسط در هر خوشه، می‌تواند عملکرد را در خوشه‌های دوم و سوم افزایش دهد. به‌طور کلی، رفاه اقتصادی گندم‌کاران ناشی از به‌کارگیری آب شور در سه خوشه‌ی اول، دوم و سوم به‌ترتیب ۱/۶، ۰/۲ و ۰/۲ هزار ریال بر مترمربع کاهش یافته است. بر اساس مرور مطالعات سه دهه‌ی اخیر، عملکرد ارقام سیروان و نارین در شرایط آبیاری شور (بیش از ۲ دسی زیمنس بر متر) بیش از ۸۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار گزارش شده است. بنابراین در اقلیم «گرم و خشک» (استان‌های اصفهان، خراسان جنوبی، سیستان و بلوچستان، فارس، کرمان و یزد) که بالاترین متوسط شوری آب را داراست، لازم است از ارقام متحمل به شوری استفاده شود.

واژگان کلیدی: رفاه اقتصادی، آب مصرفی، شوری آب، اقلیم، ارقام متحمل به شوری، فراتحلیل.

مقدمه

مناطق مستعد، حتی تا دو برابر مقدار فعلی وجود دارد که با برنامه‌ریزی‌ها و سرمایه‌گذاری‌های لازم در میان‌مدت قابل‌دستیابی خواهد بود (حیدری، ۱۴۰۰). در این راستا، کمیت و کیفیت آب آبیاری به‌طور قابل‌توجهی بر بهره‌وری محصولات کشاورزی اثرگذار است (رحیمیان و همکاران، ۱۴۰۰؛ رنجبر و همکاران، ۱۴۰۳). درآمد خالص گندم‌کاران در دشت بیرجند (شهیدی و میری، ۱۳۹۷) و وضعیت اقتصادی تولید گندم در گرگان (کیانی و همکاران، ۱۳۸۲) تحت شرایط کم‌آبی و شوری آب بررسی شده‌اند. درآمد بهره‌برداران کشاورز در اروپا (بروکول، ۲۰۲۱) و وضعیت خانوارهای کم‌درآمد در کشورهای درحال‌توسعه (روبک و بیورنلند، ۲۰۲۲) تحت تأثیر کمیت و کیفیت آب در خارج از کشور نیز مطالعه شده‌اند. با این وجود، موارد یادشده به‌صورت منطقه‌ای هستند و در این زمینه، دستاوردی برای بهره‌برداران در سطح ملی وجود ندارد. افزون بر منابع آب، اقلیم و الگوی بارش نیز از عوامل تعیین‌کننده‌ی تولید و بهره‌وری گندم به شمار می‌روند. از این رو، بررسی تأثیر اقلیم بر بهبود بهره‌وری گندم در گستره‌ی ایران، ضرورتی انکارناپذیر دارد. بدین ترتیب، هدف ترویجی این مطالعه، ارائه‌ی راهکارهای مناسب برای بهبود بهره‌وری و وضعیت اقتصادی گندم‌کاران تحت شرایط کم‌آبی و شوری آب در اقلیم‌های مختلف کشور است.

معرفی دستاورد

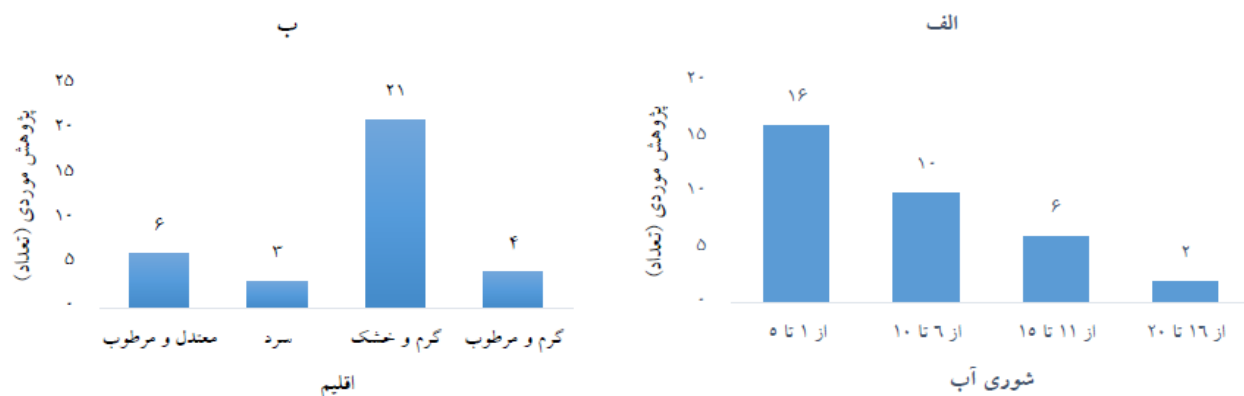
برای بررسی هدف مطالعاتی، روش فراتحلیل به‌منظور ترکیب داده‌ها از پژوهش‌های موردی روی اثر به‌کارگیری آب شور بر عملکرد گندم به‌کار گرفته شد. فراتحلیل، با تجمع نتایج پژوهش‌های مستقل، امکان دستیابی به الگوهای مشترک و پنهان در پشت یافته‌های پراکنده را فراهم می‌سازد. این روش به تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از مطالعات مستقل اولیه با تمرکز بر سؤال مشابه اشاره دارد و هدف اولیه‌ی آن، ارائه تخمینی از پدیده‌ی مورد مطالعه است.

در سال‌های اخیر، بهره‌برداران بخش کشاورزی با مسائل اساسی از جمله کم‌آبی و شوری آب روبه‌رو هستند که تأمین مواد غذایی را دشوار ساخته است. این بهره‌برداران در کشورهای کمتر توسعه‌یافته، عمدتاً بر اهداف معیشتی نظیر از بین بردن گرسنگی و کاستن از فقر از طریق تولید غذای کافی تکیه دارند؛ درحالی‌که در کشورهای پیشرفته به ارتقای سطح رفاه اقتصادی توجه می‌شود (کیانی و آبیاری، ۱۳۹۸). بنابراین دسترسی بهره‌برداران کشاورزی به عوامل تولید اساسی نظیر آب باکیفیت، امری حیاتی است (رنجبر و همکاران، ۱۴۰۳). با توجه به اینکه آب باکیفیت در کشور به اندازه اراضی زراعی وجود ندارد، چاره‌ای جز به‌کارگیری منابع آبی شور برای تداوم فعالیت‌های کشاورزی نیست (رحیمیان و همکاران، ۱۴۰۰)؛ این راهکار می‌تواند رقابت موجود برای به‌کارگیری منابع آبی باکیفیت را نیز کاهش دهد (کیانی و صالحی، ۱۳۹۴).

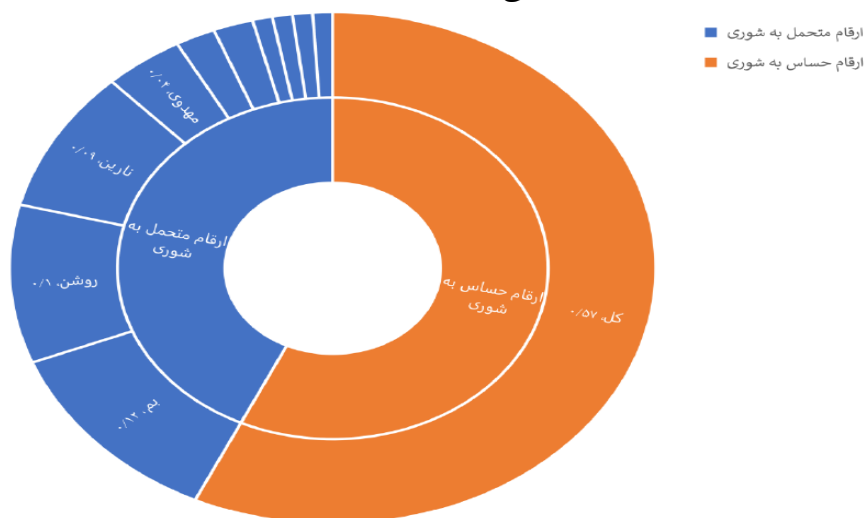
گندم در کشور و حتی در جهان محصولی راهبردی محسوب می‌شود و سطح زیرکشت زیادی (تقریباً نیمی از اراضی تحت کشت کشور) را به خود اختصاص می‌دهد. بدین ترتیب، مرور و تحلیلی بر وضعیت بهره‌وری آب گندم کشور و مقایسه مقادیر آن با مقادیر جهانی، اهمیت دارد. دامنه‌ی بهره‌وری آب گندم در کشور از ۰/۲۵ تا ۲/۲ کیلوگرم بر مترمکعب و در جهان از ۰/۳ تا ۳/۹ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر است. این گستره‌ی وسیع، نشان‌دهنده‌ی تأثیرپذیری شدید بهره‌وری از شرایط اقلیمی و عوامل گوناگون دیگر است. متوسط بهره‌وری آب گندم در کشور برابر ۰/۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب است که در مقایسه با اعداد جهانی در حد وسط (روبه‌پایین) قرار می‌گیرد. فاصله بهره‌وری آب گندم کشور تا کشورهای پیشرو با مقادیر بالای بهره‌وری آب گندم، نظیر بیشتر کشورهای اروپای غربی، آفریقای جنوبی و مصر در خاورمیانه، نسبتاً زیاد و نزدیک به ۵۰ درصد است. همچنین امکان زیادی برای افزایش بهره‌وری آب گندم در

(پیگوت و پولانین، ۲۰۲۰). روش فراتحلیل روی نتایج ۳۴ پژوهش موردی منتشر شده (پیوست ۱) در بازه‌ی زمانی ۱۳۷۵ تا ۱۴۰۳ به‌کار گرفته شد. حداکثر شوری آب در زراعت گندم در سطح ملی معادل ۲۰ دسی زیمنس بر متر بررسی شده است که توزیع شوری آب در شکل «۱-الف» آورده شده است. به‌طور مثال، شوری آب بین ۱ تا ۵ دسی زیمنس بر متر در ۱۶ پژوهش موردی بررسی شده است. همچنین مقادیر شوری آب از ۶ تا ۱۰، از ۱۱ تا ۱۵ و از ۱۶ تا ۲۰ دسی

زیمنس بر متر به‌ترتیب در ۱۰، ۶ و ۲ پژوهش موردی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. افزون بر این، نمودار توزیع اقلیمی نشان می‌دهد که گندم در چهار اقلیم مختلف در سطح کشور قابلیت کشت دارد (شکل ۱-ب). اقلیم «گرم و خشک» در ۲۱ پژوهش موردی بررسی شده است. افزون بر این، اقلیم‌های «معتدل و مرطوب»، «سرد» و «گرم و مرطوب» به‌ترتیب در ۶، ۳ و ۴ پژوهش موردی بررسی شده‌اند.



شکل ۱-الف، توزیع شوری آب و ب، توزیع مکانی زراعت گندم
منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۲- توزیع ارقام بر اساس تحمل به شوری در زراعت گندم
منبع: یافته‌های تحقیق

مصرفی حدوداً ۳۸۸ میلی‌متر در مترمربع است. خوشه‌ی اول دارای ۸۲ مشاهده (۳۳/۵٪) است. متوسط شوری آب و آب مصرفی به‌ترتیب برابر ۶/۲۷ دسی زیمنس بر متر و ۱۰۲۶ میلی‌متر در مترمربع هستند. خوشه‌ی سه با ۸۳ مشاهده (۳۳/۹٪) بزرگ‌ترین خوشه است. متوسط شوری آب ۱۰/۸۴ دسی زیمنس بر متر و متوسط آب مصرفی حدوداً ۱۸۹ میلی‌متر در مترمربع است. افزون بر این، اقلیم مشاهدات خوشه‌ی اول عمدتاً «سرد» و تا حدودی «معتدل و مرطوب»؛ اقلیم مشاهدات در خوشه‌ی دوم عمدتاً «گرم و خشک» و تا حدودی «گرم و مرطوب»؛ اقلیم مشاهدات خوشه‌ی سوم عمدتاً «گرم و خشک» است. همچنین ارقام متحمل به شوری در حدود ۹ درصد فراوانی در خوشه‌ی یک داشتند که در بین آن‌ها سه رقم نارین، بم و برزگر بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. با این حال، ارقام متحمل به شوری در خوشه‌های دو و سه به‌طور قابل‌توجهی مطالعه شده‌اند که به‌ترتیب حدود ۷۵ و ۸۴ درصد فراوانی داشتند.

جدول ۱- نتایج خوشه‌بندی پژوهش‌های موردی با در نظر گرفتن سه متغیر ورودی آب مصرفی، شوری آب، و اقلیم

متغیر ورودی	خوشه یک	خوشه دو	خوشه سه
عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)	۳۱۵/۵۸	۵۲۷/۱۳	۳۵۰/۰۴
شوری آب (دسی‌زیمنس بر متر)	۶/۲۷	۲/۸۱	۱۰/۸۴
آب مصرفی (میلی‌متر در مترمربع)	۱۰۲۶	۳۸۸/۲۰	۱۸۹/۵۰
ارقام متحمل به شوری (درصد)	۸/۸۶	۷۴/۷۰	۸۴/۰۹
اقلیم	سرد- معتدل و مرطوب	گرم و خشک- گرم و مرطوب	گرم و خشک

منبع: یافته‌های تحقیق

در آن ارتباط میان عملکرد گیاه و آب از نظر کمیت و کیفیت برآورد شده است، به‌کار گرفته شد. جدول ۲ نتایج کشت تولید گندم نسبت به شوری آب و آب مصرفی را نشان می‌دهد. برای خوشه‌ی اول با متوسط عملکرد ۳۱۶ گرم بر

توزیع ارقام گندم بر اساس تحمل به شوری در سطح ملی در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که در شکل ۲ پیداست، ۵۷ درصد از پژوهش‌های موردی روی کشت گندم در سطح ملی به ارقام حساس به شوری اختصاص دارد. از سوی دیگر، سه رقم متحمل به شوری بم، روشن و نارین به‌ترتیب با ۱۲، ۱۰ و ۹ درصد از کل زراعت گندم را تشکیل داده‌اند. پس از آن‌ها، ارقام مهدوی، سیستان، ارگ، افق، اکبری، برزگر و کویر به‌ترتیب با ۴، ۲، ۲، ۱، ۱ و ۱ درصد از پژوهش‌های موردی در سطح ملی قرار دارند.

با توجه به اینکه مطالعات موردی در مناطق مختلف کشور تحت شرایط متفاوت انجام شده‌اند، ناهمگنی بین مشاهدات وجود دارد. بدین ترتیب، ابتدا روی مشاهدات گردآوری شده از مطالعات موردی، خوشه‌بندی با به‌کارگیری الگوریتم دومرحله‌ای و با در نظر گرفتن سه متغیر ورودی آب مصرفی، شوری آب و اقلیم انجام شد. نتایج توصیفی خوشه‌ها در جدول ۱ نمایش داده شده است. بر این اساس، خوشه‌ی دو با ۸۰ مشاهده (۳۲/۷٪) کوچک‌ترین خوشه است. متوسط شوری آب تقریباً ۲/۸۱ دسی زیمنس بر متر و متوسط آب

برای معرفی دستاورد مناسب در جهت بهبود رفاه اقتصادی بهره‌برداران گندم در سه خوشه‌ی مطالعاتی، تابع تولید آب-شوری به پیروی از غزالی و همکاران (۱۴۰۴) که

مترمربع می‌تواند متوسط عملکرد گندم را نزدیک به ۶ درصد بالا آورد. برای خوشه‌ی سوم با متوسط عملکرد ۳۵۰ گرم بر مترمربع (جدول ۱)، افزایش شوری آب به اندازه یک درصد بیش از متوسط ۱۰/۸۴ دسی زیمنس بر متر، منجر به کاهش عملکرد گندم تا ۳۰ درصد می‌شود؛ همچنین افزایش مصرف آب به میزان یک درصد بیش از متوسط ۱۸۹ میلی‌متر در مترمربع می‌تواند متوسط عملکرد گندم را نزدیک به ۴۲ درصد بالا آورد.

جدول ۲- نتایج محاسبه کشش تولیدی (درصد) از طریق محاسبه تابع تولید آب-شوری

کشش تولید نسبت به	خوشه یک	خوشه دو	خوشه سه
شوری آب	-۰/۰۴۵	-۰/۰۱۲	-۰/۳۰۰
آب مصرفی	-۳/۷۷۹	۰/۰۵۹	۰/۴۱۸

منبع: یافته‌های تحقیق

(تقریباً ۲۶۰ ریال در مترمربع) می‌شود. افزون بر این، تغییر درآمد، هزینه و رفاه اقتصادی گندم‌کاران ناشی از یک واحد افزایش مصرف آب در خوشه‌ی اول به ترتیب برابر ۱۳۳۶/۷۶، ۲/۲۲ و ۱۳۳۸/۹۸- ریال در مترمربع به دست آمده است. به عبارتی، افزایش مصرف آب به اندازه یک واحد منجر به کاهش درآمد (حدود ۱/۳ هزار ریال در مترمربع)، افزایش هزینه (معادل ۲/۲۲ ریال در مترمربع) و کاهش رفاه اقتصادی (تقریباً ۱/۳ هزار ریال در مترمربع) می‌شود. در مجموع، نتایج ارزیابی تغییر رفاه گندم‌کاران ناشی از مصرف آب شور نشان از کاهش رفاه حدود ۱/۶ هزار ریال در مترمربع برای خوشه‌ی اول دارد. افزون بر این، تغییر درآمد، هزینه و رفاه اقتصادی گندم‌کاران ناشی از یک واحد افزایش شوری آب در خوشه‌ی دوم به ترتیب برابر ۲۶۸/۹۶۷، ۰/۳ و ۲۶۹/۲۶۷- ریال در مترمربع به دست آمده است. به عبارتی، افزایش شوری آب به اندازه یک واحد

مترمربع (جدول ۱)، افزایش شوری آب به اندازه یک درصد بیش از متوسط ۶/۲۷ دسی زیمنس بر متر، منجر به کاهش عملکرد گندم تا ۴/۵ درصد می‌شود؛ همچنین افزایش مصرف آب به میزان یک درصد بیش از متوسط ۱۰۲۶ میلی‌متر در مترمربع می‌تواند متوسط عملکرد گندم را ۳۷۸ درصد پایین آورد. برای خوشه‌ی دوم با متوسط عملکرد ۵۲۷ گرم بر مترمربع (جدول ۱)، افزایش شوری آب به اندازه یک درصد بیش از متوسط ۲/۸۱ دسی زیمنس بر متر، منجر به کاهش عملکرد گندم تا ۱/۲ درصد می‌شود؛ همچنین افزایش مصرف آب به میزان یک درصد بیش از متوسط ۳۸۸ میلی‌متر در

جهت ارزیابی تغییر درآمد، هزینه و رفاه اقتصادی بهره‌برداران گندم ناشی از به کارگیری آب شور، از تابع تولید آب-شوری استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ گزارش شده است. افزون بر این، محاسبه‌ی تغییر هزینه ناشی از افزایش شوری آب و افزایش مصرف آب با در نظر گرفتن نیاز آبشویی^۱ صورت پذیرفت. سطر آخر جدول ۳، تغییر رفاه گندم‌کاران ناشی از مصرف آب شور را نشان می‌دهد که مجموع تغییرات رفاهی گندم‌کاران نسبت به دو متغیر مستقل شوری آب و آب مصرفی است. بر اساس نتایج جدول ۳، تغییر درآمد، هزینه و رفاه اقتصادی گندم‌کاران ناشی از یک واحد افزایش شوری آب در خوشه‌ی اول به ترتیب برابر ۲۵۹/۲۱، ۰/۷۸ و ۲۵۹/۹۹- ریال در مترمربع به دست آمده است. به عبارتی، افزایش شوری آب به اندازه یک واحد منجر به کاهش درآمد (حدود ۲۵۹ ریال در مترمربع)، افزایش هزینه (معادل ۰/۷۸ ریال در مترمربع) و کاهش رفاه اقتصادی

¹. Leaching requirement

ریال در مترمربع) می‌شود. در مجموع، نتایج ارزیابی تغییر رفاه گندم‌کاران ناشی از مصرف آب شور نشان از کاهش رفاه حدود ۰/۲ هزار ریال در مترمربع برای خوشه‌ی دوم دارد. در نهایت، تغییر درآمد، هزینه و رفاه اقتصادی زراعت گندم ناشی از یک واحد افزایش شوری آب در خوشه‌ی سوم به ترتیب برابر ۱۱۱۳/۵۹۷-، ۱/۷۱ و ۱۱۱۵/۳۰۷- ریال در مترمربع به‌دست‌آمده است. به عبارتی، افزایش شوری آب به اندازه‌ی یک واحد منجر به کاهش درآمد (حدود ۱/۱ هزار

مترمربع) و افزایش رفاه اقتصادی (تقریباً ۸۸۸ ریال در مترمربع) می‌شود. در مجموع، نتایج ارزیابی تغییر رفاه گندم‌کاران ناشی از مصرف آب شور نشان از کاهش رفاه اقتصادی حدود ۰/۲ هزار ریال در مترمربع برای خوشه‌ی سوم دارد. جدول ۳- نتایج تغییر درآمد، هزینه و رفاه اقتصادی (ریال در مترمربع) بهره‌برداران گندم ناشی از بکارگیری آب شور و مصرف آب

منجر به کاهش درآمد (حدود ۲۶۹ ریال در مترمربع)، افزایش هزینه (معادل ۰/۳ ریال در مترمربع) و کاهش رفاه اقتصادی (تقریباً ۲۶۹ ریال در مترمربع) می‌شود. افزون بر این، تغییر درآمد، هزینه و رفاه اقتصادی زراعت گندم ناشی از یک واحد افزایش مصرف آب در خوشه‌ی دوم به ترتیب برابر ۹۱/۸۳۹، ۲/۷ و ۸۹/۱۳۹ ریال در مترمربع به‌دست‌آمده است. به عبارتی، افزایش مصرف آب به اندازه‌ی یک واحد منجر به افزایش درآمد (حدود ۹۲ ریال در مترمربع)، افزایش هزینه (معادل ۲/۷ ریال در مترمربع) و افزایش رفاه اقتصادی (تقریباً ۸۹ ریال در مترمربع)، افزایش هزینه (معادل ۱/۷۱ ریال در مترمربع) و کاهش رفاه اقتصادی (تقریباً ۱/۱ هزار ریال در مترمربع) می‌شود. افزون بر این، تغییر درآمد، هزینه و رفاه اقتصادی زراعت گندم ناشی از یک واحد افزایش مصرف آب در خوشه‌ی سوم به ترتیب برابر ۸۸۸/۹۲۲، ۱/۲۹ و ۸۸۷/۶۳۲ ریال در مترمربع به‌دست‌آمده است. به عبارتی، افزایش مصرف آب به اندازه‌ی یک واحد منجر به افزایش درآمد (حدود ۸۸۹ ریال در مترمربع)، افزایش هزینه (معادل ۱/۲۹ ریال در

آثار اقتصادی			خوشه یک	خوشه ده	خوشه سه
تغییر درآمد ناشی از یک واحد افزایش شوری آب	-۲۵۹/۲۱۰	-۲۶۸/۹۶۷	-۱۱۱۳/۵۹۷		
تغییر هزینه ناشی از یک واحد افزایش شوری آب	۰/۷۸۰	۰/۳۰۰	۱/۷۱۰		
تغییر رفاه* گندمکاران ناشی از افزایش شوری آب	-۲۵۹/۹۹۰	-۲۶۹/۲۶۷	-۱۱۱۵/۳۰۷		
تغییر درآمد ناشی از یک واحد افزایش مصرف آب	-۱۳۳۶/۷۶۰	۹۱/۸۳۹	۸۸۸/۹۲۲		
تغییر هزینه ناشی از یک واحد افزایش مصرف آب	۲/۲۲۰	۲/۷۰۰	۱/۲۹۰		
تغییر رفاه گندمکاران ناشی از افزایش مصرف آب	-۱۳۳۸/۹۸۰	۸۹/۱۳۹	۸۸۷/۶۳۲		
تغییر رفاه گندمکاران ناشی از مصرف آب شور	-۱۵۹۸/۹۷۰	-۱۸۰/۱۲۸	-۲۲۷/۶۷۵		

* رفاه برابر با کسر هزینه از درآمد است.

توصیه ترویجی

یافته‌های این مطالعه حکایت از آن دارد که آب مصرفی توسط بهره‌برداران گندم در اقلیم‌های «معتدل و مرطوب» و «سرد»، مانند گلستان، البرز، خراسان رضوی، خراسان شمالی و قزوین، بیش‌ازحد اقتصادی است. بدین ترتیب برای مصرف

منبع: یافته‌های تحقیق

کمتر آب توسط بهره‌برداران گندم در اقلیم‌های «معتدل و مرطوب» و «سرد» و در نتیجه بهبود پایداری کشاورزی، توصیه می‌شود آب‌بهای کشاورزی با توجه به ارزش اقتصادی نهاده‌ی آب تعیین شود. افزون بر این، بهره‌برداران در اقلیم‌های «گرم و خشک» و «گرم و مرطوب»، مانند اصفهان،

فارس، بوشهر و خوزستان که دارای متوسط آب مصرفی ۳۸۸ میلی‌متر در مترمربع هستند، می‌توانند درآمد خود را حدود ۹۰ هزار تومان در هکتار از طریق افزایش یک واحد آب مصرفی بالاتر ببرند. این بهره‌برداران در اقلیم‌های «گرم و خشک» و «گرم و مرطوب» توجه داشته باشند که افزایش مصرف آب تنها تا حد ۶۲۷ میلی‌متر در مترمربع امکان‌پذیر است و مصرف آب بیش از این حد، غیراقتصادی تشخیص داده می‌شود. در نهایت، بهره‌برداران اقلیم «گرم و خشک»، مانند خراسان جنوبی، سیستان و بلوچستان، کرمان و یزد، با متوسط آب مصرفی ۱۸۹ میلی‌متر در مترمربع، می‌توانند درآمد خود را حدود ۸۹۰ هزار تومان در هکتار از طریق افزایش یک واحد آب مصرفی ارتقا دهند. بهره‌برداران اقلیم «گرم و خشک» لازم است که افزایش مصرف آب را تا حد ۸۷۱ میلی‌متر در مترمربع رعایت کنند و مصرف بیشتر آب می‌تواند غیراقتصادی باشد. در این راستا، بهره‌برداران در اقلیم‌های یادشده لازم است از فناوری‌های آب‌اندوز، نظیر آبیاری تیپ، در زراعت گندم استفاده کنند تا از این طریق دستیابی به اهداف بلندمدت پایداری میسر باشد. از منظر کیفیت آب، افزایش شوری آب در همه‌ی اقلیم‌ها باعث کاهش رفاه اقتصادی بهره‌برداران می‌شود. بدین‌ترتیب، به‌کارگیری ارقام متحمل به شوری برای سازگاری با شرایط آبیاری شور به بهره‌برداران گندم توصیه می‌شود.

فهرست منابع

۱. ابراهیمی پاک، ن.ع.، تافته، آ.، عباسی، ف. و باغانی، ج. (۱۴۰۱). برآورد مقدار آب آبیاری گندم با استفاده از سامانه نیاز آب و مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری مزرعه‌ای. *تحقیقات آب و خاک ایران*، ۵۳(۹)، ۲۰۹۲-۲۰۷۵.
۲. افیونی، د. و مرجوی، ع.ر. (۱۳۸۸). بررسی واکنش واریته‌های مختلف گندم نان به شوری آب آبیاری. به‌زراعی کشاورزی، ۱۱(۲)، ۱-۱۰.

۳. آنالقلی، ا.، گالشی، س.، سلطانی، ا. و نوری‌نیا، ع. (۱۳۹۶). مقایسه واکنش به شوری در ارقام گندم متحمل با ارقام معرفی شده برای شرایط غیرشور. *تولید گیاهان زراعی*، ۱۰(۱)، ۲۲۶-۲۰۳.
۴. جعفرنژادی، ع.ر.، مسکینی ویشکایی، ف.، موسوی فضل، م.، لطفعلی‌آینه، غ. و بهبهانی، ل. (۱۴۰۰). ارزیابی اثر عناصر کم مصرف آهن و روی بر عملکرد کمی و کیفی گندم تحت تنش شوری در اقلیم خوزستان. *مهندسی زراعی*، ۴۴(۴)، ۳۶۷-۳۶۷.
۵. جعفرنژادی، ع.ر.، نورقلی‌پور، ف.، مسکینی ویشکایی، ف. و بهبهانی، ل. (۱۴۰۲). تاثیر محرک‌های رشد گیاهی بر عملکرد، غلظت عناصر غذایی برگ گندم و برخی ویژگی‌های خاک در شرایط تنش شوری. *تحقیقات کاربردی خاک*، ۱۱(۲)، ۵۸-۴۶.
۶. حاجی‌آبادی، ف.، حسن‌پور، ف.، یعقوب‌زاده، م.، حمامی، ح. و سیدی، س.م. (۱۳۹۹). ارزیابی اثر میزان و شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم سیروان. *پژوهش آب در کشاورزی*، ۳۴(۱)، ۷۹-۶۵.
۷. حیدری، ن. (۱۴۰۰). بهره‌وری آب گندم در ایران و مقایسه آن با مقادیر چند کشور. *پژوهش آب در کشاورزی*، ۳۵(۴)، ۴۳۵-۴۲۱.
۸. راوری، س.ذ.ا.، دهقانی، ح. و نقوی، ه. (۱۳۹۵). ارزیابی تحمل به شوری ارقام گندم نان بر اساس شاخص‌های تحمل مبتنی بر نسبت پتاسیم به سدیم برگ پرچم. *تحقیقات غلات*، ۶(۲)، ۱۴۴-۱۳۳.
۹. رحیمیان، م.ح.، غلامی، ح.، رنجبر، غ.ح.، بیرامی، ح.، مروج‌الاحکامی، ب.، کریمی، م. و چراغی، س.ع.م. (۱۴۰۰). برهم‌کنش حجم آب مصرفی و شوری آب آبیاری بر عملکرد گندم در مناطق خشک (مطالعه موردی: یزد). *آب و توسعه پایدار*، ۸(۴)، ۵۰-۴۳.
۱۰. رخ‌افروز، خ.، امام، ی. و پیراسته‌انوشه، ه. (۱۳۹۵). اثر کلرمکوات کلراید بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم

۱۹. شیران تفتی، م.، پیراسته انوشه، ه. و امینی سفیداب، ا. (۱۳۹۸). تعیین آستانه تحمل به شوری لاین‌های امیدبخش گندم تحت شرایط گلخانه و مزرعه. *تحقیقات غلات*، ۹(۳)، ۲۴۸-۲۳۵.
۲۰. عمران، س.، ارزانی، ا.، اسماعیل زاده مقدم، م.، نجفی میر، ک.ت. و محلوچی، م. (۱۴۰۱). اثر تنش شوری بر عملکرد و کیفیت دانه لاین‌های گندم. *تولید و فراآوری محصولات زراعی و باغی*، ۱۲(۲)، ۴۷-۳۵.
۲۱. غزالی، س.، رنجبر، غ.ج. و رحیمیان، م.ج. (۱۴۰۴). آثار اقتصادی آبیاری با آب شور در زراعت گندم: یک فراتحلیل در تعدادی از مناطق گندم کاری کشور. *گزارش علمی مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی*، ۶۷۸۸۰.
۲۲. فخرایی مطلق، ر.، کوچک زاده، ا.، بخشنده، ع.، پوزش شیرازی، م. و پشت دار، ع. (۱۳۹۷). پاسخ فیزیولوژیک و زراعی گندم به کاربرد روی در آبیاری با آب شور. *مهندسی زراعی*، ۴۱(۱)، ۸۸-۷۳.
۲۳. فیضی، م. (۱۳۸۱). تاثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد محصول گندم. *علوم خاک و آب*، ۱۶(۲)، ۲۱۴-۲۲۱.
۲۴. قادریفر، ف.، عالیمقام، س.م.، پوری، ک.، قربانی، م.ج. و خاوری، ف. (۱۳۹۳). مطالعه تاثیر شوری بر سبز شدن و عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L) پرایمینگ شده. *تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی*، ۱(۳)، ۱۴-۱.
۲۵. قاسمی، آ.، سلوکی، م.، گلگاری، ص.، مهدی نژاد، ن.، فاخری، ب. و جباری، م. (۱۴۰۲). شناسایی ژنوتیپ‌های گندم متحمل به تنش شوری با استفاده از ارزیابی تغییرات سیستم دفاعی آنزیمی و شاخص‌های تحمل به تنش. *تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک*، ۵(۱)، ۱۶۵-۱۸۴.
۲۶. کریمی، م. (۱۳۹۸). تاثیر سطوح مختلف کیفیت آب آبیاری و کود سولفات آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد
- گندم تحت شرایط تنش خشکی. *تولید و فراآوری محصولات زراعی و باغی*، ۲۰(۶)، ۱۱۱-۱۲۲.
۱۱. رنجبر، غ.ج. و بناکار، م.ج. (۱۳۹۲). تاثیر تاریخ کاشت و تنش شوری بر عملکرد دانه و عقیمی سنبله گندم، رقم بم. *تنش‌های محیطی در علوم زراعی*، ۶(۲)، ۱۱۱-۱۲۱.
۱۲. رنجبر، غ.ج. و بناکار، م.ج. (۱۳۹۲). مناسب ترین تاریخ کاشت گندم در شرایط شور استان یزد بر اساس عملکرد دانه و کارایی مصرف آب. *پژوهش آب ایران*، ۷(۱۲)، ۱۲۱-۱۲۹.
۱۳. رنجبر، غ.، پیراسته انوشه، ه.، امام، ی. و حسین زاده، س.ج. (۱۳۹۲). تاثیر تنش شوری بر مراحل مختلف رشد گندم رقم روشن. *تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی*، ۵(۱)، ۳۱-۲۳.
۱۴. رنجبر، غ. و نیکخواه، م. (۱۳۹۴). مقایسه ارقام و لاین‌های امید بخش گندم در مناطق شور استان یزد. *اکوفیزیولوژی گیاهی*، ۷(۲۱)، ۱۰-۱.
۱۵. رنجبر، غ.ج.، رحیمیان، م.ج.، هاشمی نژاد، ی.، شیران تفتی، م. و ساکی حسینی، ع. (۱۳۹۹). بهبود عملکرد و کارایی مصرف آب گندم در اراضی پایین‌دست حوضه رودخانه کرخه. *دانش آب و خاک*، ۳۰(۱)، ۱۴-۱.
۱۶. رنجبر، غ.ج.، گلکاری، ص.، دهقانی، ف.، سلطانی گردفرامری، و. و رحیمیان، م.ج. (۱۴۰۳). بررسی واکنش به شوری سه رقم زودرس گندم دیم با رقم برزگر در استان یزد. *تولید و فراآوری محصولات زراعی و باغی*، ۱۴(۳)، ۸۳-۶۹.
۱۷. سعیدی، ر.، ستوده نیا، ع. و بابایی، س.غ.ر. (۱۴۰۰). اثر آبیاری تکمیلی با سطوح مختلف شوری بر عملکرد گندم دیم در قزوین. *مدیریت آب در کشاورزی*، ۸(۲)، ۸۹-۱۰۰.
۱۸. شهیدی، ع. و میری، ز. (۱۳۹۷). تاثیر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم گندم در دشت بیرجند. *تولید گیاهان زراعی*، ۱۱(۲)، ۶۱-۵۱.

گندم (*Triticum aestivum* L.). تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۱۲(۴)، ۱۳۱۲-۱۳۰۳.

۲۷. کریمی، م. (۱۳۹۹). اثرات متقابل شوری آب آبیاری و کود نیتروژنه اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) رقم بم. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۱۳(۳)، ۹۵۱-۹۳۷.

۲۸. کریمی، م.، خیام باشی، ب.، چراغی، س.ع.م.، نیکخواه، م.، رحیمیان، م.ح.، پیراسته انوشه، ه.، شیران تفتی، م. و سلطانی گردفرامری، و. (۱۳۹۹). بررسی پاسخ گندم به سطوح مختلف کود فسفر و شوری در شرایط مزرعه‌ای. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۱۳(۱)، ۳۱۸-۳۱۳.

۲۹. کیانی، ع. و اسدی، م.ا. (۱۳۸۷). استفاده از آب شور برای تولید گندم و بررسی روند تجمع املاح در نیم‌رخ خاک. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۲۱(۳)، ۱۳۷-۱۲۸.

۳۰. کیانی، ع.ر. و عباسی، ف. (۱۳۸۹). شوری در کشاورزی (چالش‌ها و راهکارها). موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۳۱. کیانی، ع.ر.، میرلطیفی، س.م.، همایی، م.، آبیاری، ن.م. (۱۳۸۲). بررسی اقتصادی تولید گندم در شرایط شوری و کم آبی. اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۴۳ و ۴۴، ۱۸۰-۱۶۵.

۳۲. کیانی، ع.ر. و صالحی، م. (۱۳۹۴). تجاربی از تولید گندم و کوشیا با استفاده از منابع آب و خاک شور در استان گلستان. آب و توسعه پایدار، ۲(۲): ۵۹-۶۶.

۳۳. کیانی، ع.ر. و آبیاری، ن.م. (۱۳۹۸). استفاده از آب‌های شور برای تولید پایدار گندم. مدیریت آب در کشاورزی، ۶(۲)، ۲۰-۱۱.

۳۴. محمدزاده، ا.ر.، سیادت، ح. و پذیرا، ا. (۱۳۹۲). اثر شوری خاک و آب بر رشد و عملکرد چند ژنوتیپ گندم نان. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۶(۲)، ۱۱۰-۹۷.

۳۵. نرجسی، و.، مجیدی هروان، ا.، زالی، ع.، مردی، م. و نقوی، م.ر. (۱۳۸۹). اثر تنش شوری بر عملکرد دانه و صفات گیاهی لاین‌های نوترکیب خالص گندم نان. علوم زراعی/ایران، ۱۲(۳)، ۳۰۴-۲۹۱.

۳۶. نوری‌نیا، ع.ع. و کیانی، ع.ر. (۱۳۸۰). بررسی امکان استفاده از آب شور در آبیاری تکمیلی گندم و جو در منطقه گرگان. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی، ۸۱/۳۴۴.

37. Brockwell, E., Elofsson, K., Marbuah, G., & Nordmark, S. (2021). Spatial analysis of water quality and income in Europe. *Water Resources and Economics*, *35*, 100-182.
38. Kiani, A. R., & Mirlatif, S. M. (2012). Effect of different quantities of supplemental irrigation and its salinity on yield and water use by winter wheat (*Triticum aestivum*). *Irrigation and Drainage*, *61*, 89-98.
39. Pigott, T. D., & Polanin, J. R. (2020). Methodological guidance papers: High-quality meta-analysis in a systematic review. *Review of Educational Research*, *90*(1), 24-46.
40. Pirasteh-Anosheh, H., Ranjbar, G., Hasanuzzaman, M., Khanna, K., Bhardwaj, R., & Ahmad, P. (2022). Salicylic acid-mediated regulation of morpho-physiological and yield attributes of wheat and barley plants in deferring salinity stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, *41*(3), 1291-1303.
41. Ranjbar, G. H. (2010). Salt sensitivity of two wheat cultivars at different growth stages. *World Applied Sciences Journal*, *11*(3), 309-314.
42. Ranjbar, G. H., Cheraghi, S. A. M., & Qadir, M. (2010). Yield response of different wheat genotypes in saline areas of Lower Karkheh River Basin of Iran. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, *8*(1), 50-54.
43. Robak, A., & Bjornlund, H. (2022). Poor water service quality in developed countries may have a greater impact on lower-income households. In *Wicked Problems of Water Quality Governance*. 191-214.

پیوست ۱- مشخصات پژوهش‌های موردی مطالعاتی

ردیف	نویسنده (سال)	عنوان	منطقه مطالعاتی
۱	افیونی و مرجوی (۱۳۸۸)	بررسی واکنش واریته های مختلف گندم نان به شوری آب آبیاری	رودشت
۲	آناقلی و همکاران (۱۳۹۶)	مقایسه واکنش به شوری در ارقام گندم متحمل با ارقام معرفی شده برای شرایط غیرشور	آق‌قلا و گرگان
۳	جعفرنژادی و همکاران (۱۴۰۰)	ارزیابی اثر عناصر کم‌مصرف آهن و روی بر عملکرد کمی و کیفی گندم تحت تنش شوری در اقلیم خوزستان	خوزستان
۴	جعفرنژادی و همکاران (۱۴۰۲)	تأثیر محرک‌های رشد گیاهی بر عملکرد، غلظت عناصر غذایی برگ گندم و برخی ویژگی‌های خاک در شرایط تنش شوری	اهواز
۵	حاجی‌آبادی و همکاران (۱۳۹۹)	ارزیابی اثر میزان و شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم سیروان	بیرجند
۶	راوری و همکاران (۱۳۹۵)	ارزیابی تحمل به شوری ارقام گندم نان بر اساس شاخص‌های تحمل مبتنی بر نسبت پتاسیم به سدیم برگ	کرمان
پرچم			
۷	رحیمیان و همکاران (۱۴۰۰)	برهم‌کنش حجم آب مصرفی و شوری آب آبیاری بر عملکرد گندم در مناطق خشک (مطالعه موردی: یزد)	یزد
۸	رخ افروز و همکاران (۱۳۹۵)	اثر کلرمکوات کلراید بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم تحت شرایط تنش خشکی	شیراز
۹	رنجبر و بناکار (۱۳۹۲)	تأثیر تاریخ کاشت و تنش شوری بر عملکرد دانه و عقیمی سنبله گندم، رقم بم	یزد
۱۰	رنجبر و بناکار (۱۳۹۲)	مناسب‌ترین تاریخ کاشت گندم در شرایط شور استان یزد بر اساس عملکرد دانه و کارایی مصرف آب	یزد
۱۱	رنجبر و همکاران (۱۳۹۲)	تأثیر تنش شوری بر مراحل مختلف رشد گندم رقم روشن	یزد
۱۲	رنجبر و نیکخواه (۱۳۹۴)	مقایسه ارقام و لاین‌های امید بخش گندم در مناطق شور استان یزد	ابرکوه

ادامه‌ی پیوست ۱- مشخصات پژوهش‌های موردی مطالعاتی

ردیف	نویسنده (سال)	عنوان	منطقه مطالعاتی
۱۳	رنجبر و همکاران (۱۳۹۹)	بهبود عملکرد و کارایی مصرف آب گندم در اراضی پایین دست حوضه رودخانه کرخه	حوضه رودخانه کرخه
۱۴	رنجبر و همکاران (۱۴۰۳)	بررسی واکنش به شوری سه رقم زودرس گندم دیم با رقم برزگر در استان یزد	یزد
۱۵	سعیدی و همکاران (۱۴۰۰)	اثر آبیاری تکمیلی با سطوح مختلف شوری بر عملکرد گندم دیم در قزوین	قزوین
۱۶	شهیدی و میری (۱۳۹۷)	تأثیر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم گندم در دشت بیرجند	بیرجند
۱۷	شیران تفتی و همکاران (۱۳۹۸)	تعیین آستانه تحمل به شوری لاین‌های امیدبخش گندم تحت شرایط گلخانه و مزرعه	یزد
۱۸	عمرانی و همکاران (۱۴۰۱)	اثر تنش شوری بر عملکرد و کیفیت دانه لاین‌های گندم	کبوترآباد
۱۹	فخرایی مطلق و همکاران (۱۳۹۷)	پاسخ فیزیولوژیک و زراعی گندم به کاربرد روی در آبیاری با آب شور	برازجان
۲۰	فیضی (۱۳۸۱)	تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد محصول گندم	رودشت
۲۱	قادریر و همکاران (۱۳۹۳)	مطالعه تأثیر شوری بر سبز شدن و عملکرد گندم (<i>Triticum aestivum</i> L) پرایمینگ شده	گرگان
۲۲	قاسمی و همکاران (۱۴۰۲)	شناسایی ژنوتیپ‌های گندم متحمل به تنش شوری با استفاده از ارزیابی تغییرات سیستم دفاعی آنزیمی و شاخص‌های تحمل به تنش	زابل
۲۳	کریمی (۱۳۹۸)	تأثیر سطوح مختلف کیفیت آب آبیاری و کود سولفات آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم (<i>Triticum aestivum</i> L)	یزد
۲۴	کریمی (۱۳۹۹)	اثرات متقابل شوری آب آبیاری و کود نیتروژنه اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم (<i>Triticum aestivum</i> L) رقم بم	یزد

ادامه‌ی پیوست ۱- مشخصات پژوهش‌های موردی مطالعاتی

ردیف	نویسنده (سال)	عنوان	منطقه مطالعاتی
۲۵	کریمی و همکاران (۱۳۹۹)	بررسی پاسخ گندم به سطوح مختلف کود فسفر و شوری در شرایط مزرعه‌ای	یزد
۲۶	کیانی و اسدی (۱۳۸۷)	استفاده از آب شور برای تولید گندم و بررسی روند تجمع املاح در نیم‌رخ خاک	گرگان
۲۷	کیانی و عباسی (۱۳۸۹)	شوری در کشاورزی (چالش‌ها و راهکارها)	گلستان
۲۸	محمدزاده و همکاران (۱۳۹۲)	اثر شوری خاک و آب بر رشد و عملکرد چند ژنوتیپ گندم نان	نیشابور
۲۹	نرجسی و همکاران (۱۳۸۹)	اثر تنش شوری بر عملکرد دانه و صفات گیاهی لاین‌های نوترکیب خالص گندم نان	اردکان
۳۰	نورینیا و کیانی (۱۳۸۰)	بررسی امکان استفاده از آب شور در آبیاری تکمیلی گندم و جو در منطقه گرگان	گرگان
۳۱	Kiani and Mirlatifi (2012)	Effect of different quantities of supplemental irrigation and its salinity on yield and water use by winter wheat (Triticumaestivum)	گرگان
۳۲	Pirasteh-Anosheh et al. (2022)	Salicylic acid-mediated regulation of morpho-physiological and yield attributes of wheat and barley plants in deferring salinity stress	اردکان و اشکذر
۳۳	Ranjbar (2010)	Salt Sensitivity of Two Wheat Cultivars at Different Growth Stages	یزد
۳۴	Ranjbar et al. (2010)	Yield Response of Different Wheat Genotypes in Saline Areas of Lower Karkheh River Basin of Iran	خوزستان