تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد پانزدهم، شماره سوم، پائیز ۱۴۰۱

http://dx.doi.org/10.22077/escs.2021.3921.1934

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر آبیاری با استفاده از زه‌آب نیشکر بر روی خصوصیات کیفی خاک و عملکرد ۲۰ ژنوتیپ گندم در جنوب خوزستان

پیمان ورجاوند[1*]، سید بهرام اندرزیان[2]، علی مختاران[1]، عبدالنور مصدقی[3]

۱. استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز

۲. دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز

۳. محقق بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز

مشخصات مقاله

واژه‌های کلیدی:
بهره‌وری آب
زه‌آب
عملکرد
گندم
نیشکر

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۰۹/۰۲

تاریخ پذیرش:
۱۳۹۹/۱۰/۲۹

تاریخ انتشار:
پائیز ۱۴۰۱

۷۳۰-۷۱۹: (۳)۱۵

چکیده

با توجه به نیاز روزافزون بشر به تولید غذا، استفاده از آب‌های نامتعارف یکی از راهکارهای برون‌رفت از بحران آب در جهان تعریف شده است. یکی از انواع مختلف آب‌های نامتعارف، زه‌آب‌های کشاورزی است. تحقیق حاضر به‌منظور ارزیابی واکنش عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان و دوروم به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزارع شرکت کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر اجرا شد. تیمارهای موردمطالعه در این آزمایش شامل دو سطح کیفیت آب آبیاری (آب کارون و زه‌آب مزارع نیشکر) و نیز ۲۰ ژنوتیپ گندم به‌عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد میان ژنوتیپ‌های Bow، شعله، NARIN، BLOUDAN، سارنگ، ایرنا، Spn و پیشتاز در شرایط آبیاری با آب کارون و زه‌آب ناشی از مزارع نیشکر ازلحاظ صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده نگردید. همچنین رقم برات دارای بیشترین بهره‌وری آب آبیاری و آب کل با مقادیر به ترتیب ۱/۳۵ و ۱/۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب در شرایط آب کارون بود، این اعداد برای آبیاری با زه‌آب مربوط به رقم سیستان بود که به ترتیب ۱/۱۶ و ۰/۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد. به‌طورکلی، تحلیل خاک نشان داد کاربرد زه‌آب نه‌تنها موجب شور شدن خاک طی این کشت‌شده بلکه خاک مزرعه را به سمت سدیمی شدن نیز پیش برده است.

مقدمه

محدودیت آب برای آبیاری مزارع و همچنین وجود اراضی زراعی مستعد ولی فاقد آب آبیاری یک چالش اساسی در تولید محصولات زراعی در جنوب استان خوزستان است. بااین‌وجود حجم قابل‌توجهی از زه‌آب‌های کشت و صنعت‌های نیشکری در این مناطق بدون هیچ‌گونه بهره‌برداری از دسترس خارج می‌شوند. استفاده از آب‌های نامتعارف تحت چنین شرایطی می‌تواند در مدیریت بحران آب بسیار مؤثر و کارآمد باشد. یکی از استراتژی‌های مدیریت زه‌آب در بخش کشاورزی، بازچرخانی آن به‌منظور تولید پایدار محصولات اقتصادی است. منظور از زه‌آب نیشکر، آبی است که در اثر عمل زهکشی از مزرعه خارج می‌گردد. در شرایطی که آب آبیاری با کیفیت مناسب محدود و کمیاب است، استفاده مجدد زه‌آب نیشکر

* نگارنده پاسخگو: پیمان ورجاوند. پست الکترونیک: pvarjavand@yahoo.com

(با کیفیتی پایین‌تر از آب آبیاری تأمین‌شده از رودخانه کارون) در اراضی فاریاب از قابلیت‌های خاصی برخوردار است؛ اما استفاده از زه‌آب نیشکرها همانند آب‌شور نیاز به مدیریت مناسب و خاص دارد و هر گیاهی را نمی‌توان با زه‌آب‌ها آبیاری نمود (Fooladvand, 2009).

تنش شوری از تنش‌های غیرزنده مهم است که اثرات زیانباری بر عملکرد گیاه و کیفیت محصول دارد. این شرایط گیاه را وادار به صرف انرژی بیشتر از شرایط عادی جهت رشد و نمو می‌کند. پژوهش‌های زیادی در زمینه بررسی تأثیر آب‌شور بر رفتار گندم در ایران و جهان انجام شده است که هرکدام با توجه به ویژگی‌های مناطق مختلف، منحصربه‌فرد هستند. در یک پژوهش در جنوب خوزستان با استفاده از آزمایش مزرعه‌ای و مدل شبیه‌سازی نشان داده شد در صورت محدودیت آب آبیاری (غیر شور) در مرحله پر شدن دانه (عدم محدودیت آب آبیاری تا مرحله گرده‌افشانی) می‌توان از آب با هدایت الکتریکی ۴ دسی‌زیمنس بر متر در اراضی سنگین (لومی- رسی) و از آب با هدایت الکتریکی ۶ دسی‌زیمنس بر متر در اراضی سبک استفاده نمود. به شرطی که این اراضی دارای زهکش مناسب باشند و سهم آبشویی برای شستشوی املاح قبل از شروع فصل زراعی بعد در نظر گرفته شود (Andarzian, 2012). برخی منابع عملیات کشاورزی را که می‌تواند موجب کاهش شوری در منطقه توسعه ریشه شود، موردتوجه قرار داده‌اند. این عملیات شامل تسطیح اراضی، زمان آبیاری، الگوی کاشت، کوددهی و تغییر روش‌های آبیاری است. آنچه مسلم است بهبود وضعیت کنونی اراضی کشاورزی ازنظر شوری به عواملی مانند تسطیح، بهبود زهکش‌های زیرزمینی، استفاده از زیرشکن برای حذف لایه غیرقابل نفوذ و آبشویی قبل از کشت برای تسهیل جوانه زدن و سبز شدن گیاه بستگی دارد (Cheraghi and Dehghanian, 2014).

بررسی اثر مدیریت آبیاری با آب‌شور بر روی شوری خاک در یک دوره تناوب زراعی گندم، آیش، چغندرقند و گلرنگ نشان داد که با بررسی سه سطح شوری با دو مدیریت آبیاری، مدیریت آب با شوری کم در اول فصل زراعی و آب با شوری متوسط یا زیاد در بقیه فصل رشد، در مقایسه با مدیریت آبیاری یکنواخت با شوری متوسط یا زیاد در طول فصل رشد، میزان شوری عصاره اشباع و نسبت جذب سدیم خاک را کاهش داده و عملکرد محصول را افزایش می‌دهد. همچنین نتایج نشان داد مدیریت کاربرد آب با شوری کم در مرحله جوانه زدن و استقرار گیاه در یک یا دو نوبت آبیاری اولیه و پس‌ازاین مرحله، کاربرد آب با شوری متوسط و زیاد تا پایان فصل زراعی می‌تواند ضمن حفظ تعادل املاح خاک، شرایط را برای کشت گیاهان متحمل و نیمه متحمل به شوری از قبیل گندم، چغندرقند و گلرنگ فراهم آورد (Feizi and Saadat,2015). رجایی و دستفال (Rajaie and Dastfal, 2017) ۱۴ رقم و لاین را در آب و خاک با شوری معادل ۹ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر را بررسی و نشان دادند عملکرد دانه ارقام و لاین‌های موردبررسی با غلظت سدیم برگ همبستگی منفی و با غلظت پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم همبستگی مثبت دارند. تأثیر شوری و حجم آب مصرفی بر روی گندم بهاره در شمال چین توسط ژیانگ و همکاران (Jiang et al., 2012) بررسی شد. آن‌ها در آزمایش ۳ ساله خود، ۹ رژیم متفاوت آبیاری شامل ۳ حجم آبیاری با ۳ سطح شوری را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که با افزایش حجم آب کاربردی، در شرایط شور و غیر شور مربوط به سال ۲۰۰۸، عملکرد افزایش نشان داده است و در سال ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰، بهره‌وری آب بین ۱/۶۳-۱/۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بوده است. درنهایت بیان نمودند که آبیاری با آب با شوری ۳/۲ دسی‌زیمنس بر متر تأثیری بر روی عملکرد و بهره‌وری ندارد. در تحقیقی دیگر فخرایی مطلق و همکاران (Fakhraie Motlagh et al., 2018) واکنش‌های فیزیولوژیک و زراعی گندم را به کاربرد روی در آب‌شور در شرایط گلخانه‌ای در برازجان موردبررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که در شرایط شوری، کاربرد مقادیر ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی، تأثیرات معنی‌دار مثبت بر ارتفاع، تعداد دانه در سنبله، میزان رطوبت نسبی برگ، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و غلظت روی در دانه ایجاد نمود. در پژوهشی اونابی میلانی (Onnabi Millani, 2019) به بررسی اثر متقابل تنش آبی و کود در شرایط شوری بر روی عملکرد محصول و بهره‌وری آب گندم در منطقه خسرو شاه استان آذربایجان شرقی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد ازنظر بهره‌وری آب، اختلاف بین تیمارهای آبیاری معنی‌دار بود و تیمار قطع آب در دو مرحله شیری و خمیری دانه، با متوسط ۱/۴۲ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و تیمار قطع آب در دو مرحله گلدهی با مقدار ۰/۷۱ کیلوگرم بر مترمکعب کمترین بهره‌وری مصرف آب را داشتند. سلیمان و همکاران (Seleiman et al., 2019) به بررسی رطوبت بهینه خاک برای آماده‌سازی زمین و تأثیر شخم در خاک با رطوبت بهینه و مرطوب بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد گندم پس از

آبیاری با کیفیت‌های متفاوت آب پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که آماده‌سازی زمین با رطوبت بهینه می‌تواند موجب بهبود مشخصات خاک مانند کاهش شوری، سدیکی، چگالی ظاهری و یا افزایش هدایت هیدرولیکی شود. همچنین آماده‌سازی زمین در این شرایط می‌تواند موجب افزایش عملکرد گندم آبیاری شده با آب نامتعارف شود. در منطقه موردمطالعه، بهترین زمان خاک‌ورزی به ترتیب ۲۰ و ۴۰ روز پس از آخرین آبیاری به ترتیب با آب‌شور و خیلی شور حادث شد. در تحقیق دیگر تأثیر حجم و شوری آب آبیاری بر روی عملکرد محصول و توزیع شوری در خاک را در منطقه دشت شمالی چین بررسی گردید. نتایج این تحقیق که شامل ۱۲ تیمار دارای چهار سطح آبیاری و ۳ سطح شوری آب آبیاری بوده نشان داد در تمامی تیمارها، شوری خاک، بخصوص در لایه سطحی ۴۰-۰ سانتی‌متری افزایش یافت. حجم آب مصرفی تأثیر معنی‌داری بر روی بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری کل داشت، حال‌آنکه حجم آب مصرفی و شوری آن اثر متقابل معنی‌داری بر روی عملکرد دانه نشان نداشتند (Wang, 2015). همام و نژیم (Hamam and Negim, 2014) در طی آزمایشی گلخانه‌ای تحت آبیاری با آب‌شور نشان دادند که تعداد پنجه در بوته، میزان زیست‌توده، روز تا ظهور سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مختلف گندم کاهش یافت. نرجسی و همکاران (Nargesi, et al., 2009) پس از ارزیابی ۲۷۸ لاین در شرایط شوری دریافتند که تنش شوری کلیه صفات رویشی و زایشی (خصوصاً زایشی) گندم نان را تحت تأثیر قرار داد. به‌نحوی‌که عملکرد دانه در آزمایش شاهد دو برابر عملکرد دانه در آزمایش تنش و وزن زیست‌توده در آزمایش شاهد سه برابر وزن زیست‌توده در آزمایش تنش بود. صابری و همکاران (Saberi, et al. 2013) گزارش کردند در شرایط تنش شوری فقط صفات وزن هزاردانه و عملکرد دانه در میان ژنوتیپ‌های مختلف گندم (۲۰ رقم و لاین) در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند.

با توجه به اهمیت مدیریت بهینه زه‌آب تولیدی در مزارع نیشکر، تحقیق حاضر با هدف بررسی و تعیین مناسب‌ترین ژنوتیپ گندم ازنظر عملکرد دانه در بین ژنوتیپ‌های موجود، جهت کشت و بهره‌برداری از زه‌آب حاصل از مزارع نیشکر در اراضی شرکت کشت و صنعت امیرکبیر اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی شرکت کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر در ۴۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان اهواز با موقعیت جغرافیایی ۳۱/۰۳۳۴ درجه شمالی و ۴۸/۲۷۷۵ درجه شرقی و ارتفاع ۱۱ متر از سطح دریا واقع شده است، اجرا گردید. این منطقه ازنظر تقسیم‌بندی اقلیمی کوپن، جزء مناطق خشک و فراخشک محسوب می‌شود. میانگین داده‌های هواشناسی ۱۰ سال گذشته منطقه موردمطالعه میزان بارندگی را ۱۴۱/۳ میلی‌متر در سال نشان می‌دهد (شکل ۱). خاک محل آزمایش از نوع رسی و لومی-رسی و pH برابر ۷/۸ بود. قابل‌ذکر است اراضی قسمت‌های جنوبی خوزستان دارای محدودیت‌های شوری-سدیمی شدن و سنگینی بافت می‌باشند و نیاز به مراقبت‌های ویژه در حل مشکل بالا بودن سطح آب زیرزمینی و تجمع نمک در سطح اراضی دارند.

آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. در کرت‌های اصلی آب آبیاری با دو کیفیت متفاوت (۱: آبیاری با آب کارون یا آب شیرین با هدایت الکتریکی متوسط ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر و ۲: آبیاری با زه‌آب حاصل از مزارع نیشکر یا آب‌شور با هدایت الکتریکی ۷ دسی‌زیمنس بر متر) انجام گردید. در کرت‌های فرعی ۲۰ ژنوتیپ گندم نان و دوروم قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل ۸ خط کاشت به فاصله ۲۰ سانتی‌متر و به طول سه متر اجرا شد. میزان بذر لازم برای هر تیمار بر اساس وزن هزاردانه و برحسب ۴۵۰ دانه در مترمربع محاسبه و تعیین گردید. عملیات تهیه زمین شامل یک شخم عمیق و دو دیسک عمود بر هم بود، که پس از خرد کردن کلوخه‌ها توسط دیسک، عملیات تسطیح به‌وسیله لولر (ماله) انجام گرفت. سپس کودهای موردنیاز در سطح مزرعه پاشیده شدند. میزان نیتروژن و فسفر خالص مصرفی به ترتیب ۱۸۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار بود که به ترتیب از منابع اوره و فسفات آمونیوم تأمین شدند. تمام فسفر و همچنین یک‌سوم نیتروژن، پس از تسطیح به خاک اضافه شد. مابقی کود نیتروژن در مراحل چهار تا شش برگی (بلافاصله پس از تنک نوبت دوم) و ابتدای به ساقه‌رفتن به‌طور یکسان تقسیط گردید.

مدیریت آبیاری (شامل دور و حجم آبیاری) طبق طراحی و بر اساس نیاز آبی اطلاعات هواشناسی ۱۰ سال گذشته ایستگاه هواشناسی کشت و صنعت امیرکبیر و مشخصات

فیزیکی خاک و در نظرگیری حداکثر تخلیه مجاز (MAD) معادل ۰/۶۵ انجام شد. همچنین بر اساس پایش مداوم رطوبت خاک به روش تعیین وزنی، تخلیه رطوبتی پیش‌بینی‌شده با مقدار حقیقی آن مقایسه گردید. به‌منظور مقایسه آب کاربردی مزرعه، نیاز آبی بر اساس رابطه پنمن-مانتیث فائو برای فصل کشت و همچنین بر اساس میانگین اطلاعات ۱۰ ساله منتهی به فصل کشت محاسبه گردید. اندازه‌گیری دبی آب ورودی به هر کرت با استفاده از W.S.C فلوم تیپ ۴ و رابطه (۱) انجام شد (Kiyani, 2015).

$$Q=0.0294*H^{(2.102)} \quad [۱]$$

که در آن Q، دبی آب ورودی به کرت برحسب لیتر در ثانیه و H عدد اشل فلوم برحسب سانتی‌متر است. عمق آب آبیاری در هر نوبت با استفاده از دبی آب ورودی به کرت، مدت‌زمان آبیاری و مساحت کرت آبیاری شده تعیین گردید. با توجه به اینکه در تیمار آبیاری با زه‌آب، مقدار شوری آب از شوری خاک مزارع معمول در شرکت کشت و صنعت (حدود ۴-۳ دسی‌زیمنس بر متر) بیشتر بود نیاز آبشویی با توجه به شوری خاک در ابتدای کشت و سطح شوری معادل عملکرد ۷۵ درصد پتانسیل گندم تعیین شد. با توجه به اینکه روش آبیاری، نواری به همراه مرز بین ارقام مختلف بوده و حداکثر نیاز آبشویی با استفاده از رابطه ۲ محاسبه‌شده ۱۷ درصد تعیین شد (Alizadeh, 2004).

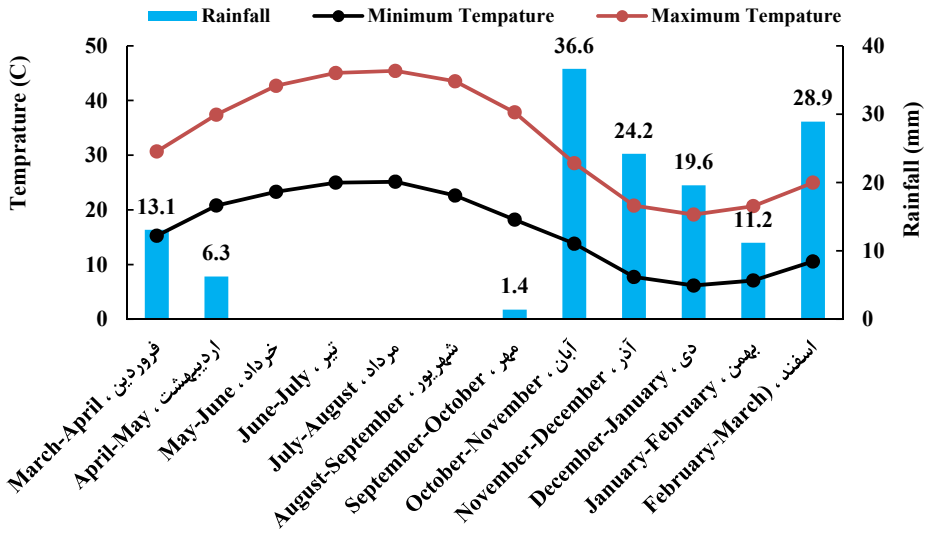
$$LF=100*\frac{EC_{iw}}{5*EC_e-EC_{iw}} \quad [۲]$$

که در آن LF کسر آبشویی به درصد، EC_{iw} هدایت الکتریکی آب آبیاری و EC_e هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک است که می‌تواند با سطح شوری معادل عملکرد موردنظر محصول نیز جایگزین شود. راندمان آبیاری با توجه به رطوبت اولیه خاک نشان داد بیش از ۲۰ درصد تلفات عمقی وجود دارد، عملاً نیاز آبشویی در محاسبات در نظر گرفته نشد. جدول ۱ مشخصات عمومی خاک مزرعه موردمطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱. مشخصات خاک مزرعه

Table 1. Farm soil specifications

Soil Texture	بافت خاک	عمق Depth	تخلخل قبل از کشت Porosity	وزن مخصوص ظاهری Bulk density	حد زراعی F.C	نقطه پژمردگی P.W.P
		cm	%	gr cm^{-3}	%-Volumetric	
Clay	رسی	0-25	54	1.53	36.3	22.0
Loam-Clay	لومی رسی	25-50	55	1.67	41.0	18.4
Loam-Clay	لومی رسی	50-75	52	1.77	39.6	18.4
Clay	رسی	75-100	52	1.87	34.8	18.4



شکل ۱. میانگین پارامترهای هواشناسی منطقه موردمطالعه

Fig. 1. Average of Climate data of studied area

یکی دیگر از پارامترهای مورداستفاده، بهره‌وری دانه گندم است که استفاده از رابطه ۳ محاسبه گردید.

$$P_r=\frac{Y}{W} \quad [۳]$$

که در آن P_r بهره‌وری برحسب کیلوگرم بر مترمکعب، Y عملکرد دانه برحسب کیلوگرم در هکتار و W حجم آب ورودی به کرت برحسب مترمکعب در هکتار است.

خصوصیات آبیاری مقدار میانگین مشخصات آب آبیاری و زه‌آب نیشکر مورداستفاده در تحقیق حاضر به‌قرار جدول ۲ است. با توجه به جدول مشخص است که افزایش شوری زه‌آب نیشکر نسبت به آب آبیاری به بیش از ۴ برابر، مقدار سدیم را حدود ۲/۵ برابر افزایش داده و دیگر نمک‌های آب افزایش نیز داشته‌اند. از سوی دیگر، زه‌آب نیشکر نسبت به آب کارون دارای SAR پایین‌تر بوده درصورتی‌که SAR اصلاح‌شده آن به دلیل حضور بیشتر بی‌کربنات، نسبت به آب کارون افزایش نشان داده است.

جدول ۲. میانگین مشخصات آب آبیاری و زه‌آب نیشکر

Table 2. Average of water and drainage water specifications

کیفیت آب آبیاری Water Quality	SAR_{adj}	SAR	SO_4^{2-}	HCO_3^{1-}	Cl^-	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Na^+	TDS	pH	EC	Water Quality Class
	-- $(meq\ L^{-1})^{0.5}$ --		----------		meq L^{-1}			----------	mg L^{-1}		dS m^{-1}	
آب کارون Karun water	5.6	8.3	4.3	0.4	1.5	2.1	2.4	1.4	1115	7.6	1.7	C3-S2
زه‌آب نیشکر Sugarcane drainage water	8.3	7.9	20.4	1.7	2.6	13.9	14.3	2.8	4695	7.9	7.0	C4-S3

به‌منظور بررسی کیفیت آب آبیاری از روش ویلکاکس (Wilcox, 1955) استفاده گردید که نتیجه در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به این روش، کلاس کیفی آب کارون در تحقیق حاضر C3-S2 است. این کیفیت آب را نمی‌توان در اراضی دارای محدودیت زهکشی استفاده نمود و باید شرایط مناسب آبشویی در هنگام آبیاری برای این کلاس آب فراهم باشد. از سوی دیگر استفاده از این نوع آب در خاک‌های با بافت ریز با مقدار آبشویی کم می‌تواند مشکل تجمع سدیم را ایجاد نماید. از سوی دیگر سطح کیفی زه‌آب نیشکر در کلاس C4-S3 قرار دارد. در پایان فصل رشد نیز جهت تعیین اجزاء عملکرد دانه گندم با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای به‌طور تصادفی ۵ بوته از کل بوته‌های سطح نمونه‌برداری را جدا و سپس اقدام به شمارش تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه نمود. همچنین جهت برآورد عملکرد دانه گندم برداشت نهایی پس از حذف خطوط حاشیه، در سطح ۳ مترمربع از خطوط وسط با رطوبت ۱۴ درصد صورت گرفت. در پایان داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SAS ver. 9.3 تجزیه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون کمترین اختلاف معنی‌داری (LSD, α=٪۵) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتـایج تجزیـه واریانس متغیرهای اندازه‌گیری شده در جدول ۳ مشخص نمود که کیفیت آب آبیاری به‌طور معنی‌داری ارقام مختلف گندم را تحت تأثیر قرار داد (P<۰/۰۵). که این امر نشان‌دهنده پاسخ متفاوت ارقام گندم به شوری اسـت (جدول ۳). قابل‌ذکر است در حین آزمایش دو واریته از واریته‌های موردبررسی به دلیل عدم سازگاری با شرایط مزرعه از آزمایش حذف شدند. همان‌طور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله ژنوتیپ‌های گندم تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری قرار گرفت، به‌گونه‌ای که اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار گردید. این امر نشان‌دهنده تأثیر متفاوت کیفیت آب بر میزان این صفات است. همچنین برش‌دهی اثر متقابل (جدول ۳) نشان داد که آب کارون و آب زه‌آب تأثیر متفاوتی بر عملکرد دانه گذاشته است (P<۰/۰۰۰۱)؛ بنابراین واریته‌های مورد آزمایش به کاربرد نوع آب آبیاری واکنش متفاوت و معناداری از خود نشان دادند. پس از انجام تجزیه واریانس با محاسبه دو آماره ضریب تبیین (R^2) و ضریب تغییرات (CV) اطلاعات مفیدی حاصل شد. به‌نحوی‌که این آماره‌ها نشان دادند که بخش بزرگی از تغییرات بین داده‌ها

ناشی از تیمارهایی بوده که در این آزمایش وجود داشته‌اند. درواقع، در این شرایط نتایج نشان داد به ترتیب ۷۹، ۶۵، ۷۷، ۷۱، ۷۶ و ۹۲ درصد از کل تغییرات صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه و نیز تاریخ وقوع گلدهی ارقام مختلف گندم ناشی از تیمارها بوده است (جدول ۳). بعلاوه، ضریب تغییرات آزمایش برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده بین ۲ تا ۱۳ درصد متغیر و در دامنه مناسب به دست آمد (جدول ۳). نتایج مقایسه تیمارها در شرایط آب آبیاری شور (زه‌آب) و بدون شوری (آب کارون) نشان داد که ازنظر عملکرد دانه میان ارقام چمران ۲، سیروان، ایرنا، مهرگان و برات تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$). درصورتی‌که بین سایر ارقام اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳). ژنوتیپ‌های ۱-۶۳-۳۱، سیروان، ایرنا و برات در شرایط غیرشور و ژنوتیپ‌های سیستان، ۱-۶۳-۳۱، Bow، شعله، سیروان، سارنگ، ایرنا و برات در شرایط شور دارای بیشترین عملکرد و در گروه برتر قرار گرفتند. بر اساس تجزیه واریانس (جدول ۳) می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در میان اجزای عملکرد فقط تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله ارقام تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری قرار گرفتند و اثر متقابل آن‌ها نیز معنی‌دار شد؛ که این امر نشان‌دهنده تأثیر متفاوت سطوح شوری بر مقدار این صفات است. برش‌دهی اثر متقابل (جدول ۳) نشان داد که آب کارون و شور تأثیر متفاوتی بر این اجزاء داشت ($P<۰/۰۰۰۱$). بنابراین این واریته‌ها به نوع آب مصرفی جهت آبیاری واکنش معناداری نشان دادند ولی اثر این تیمارها بر وزن هزاردانه و تاریخ وقوع گلدهی ژنوتیپ‌ها تأثیر معنی‌داری نشان ندادند. عدم معنی‌دار بودن اثر متقابل این صفات یعنی این‌که تفاوت بین ارقام در شرایط آب کارون و آب‌شور یکسان و تحت تأثیر مقدار املاح واقع نشده است.

جدول ۳. آماره‌های ضریب تبیین و ضریب تغییرات و تجزیه واریانس عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، سنبله در مترمربع، دانه در سنبله، وزن هزاردانه و تاریخ وقوع گلدهی ارقام مختلف گندم

Table 3. Explanation coefficient and coefficient of variation statistics and analysis of variance of grain yield, biological yield, spike per square meter, grain per spike, 1000-grain weight and flowering date of different wheat genotypes

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تاریخ گلدهی Flowering date	وزن هزاردانه 1000-grain weight	دانه در سنبله Grain per spike	سنبله در مترمربع Spike per square meter	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
بلوک Block	2	9.4 ^{ns}	1.0 ^{ns}	98.4 ^{ns}	8677.8 ^{ns}	9955819 ^{ns}	204642 ^{ns}
کیفیت آب آبیاری Water quality (A)	1	0.000 ^{ns}	3.0 ^{ns}	53.3 ^{ns}	89216.5 *	5689807 ^{ns}	8269800***
اشتباه اصلی Ea	2	0.000	7.8	30.6	3420.0	2306947	56493
رقم Genotype (B)	19	166.7 ***	100.2 ***	105.8 ***	16743.9 ***	15212973***	2429315***
اثر متقابل A*B Interaction (A*B)	19	0.000 ^{ns}	13.0 ^{ns}	52.1 ***	6534.9 ***	5252855 *	397710*
اشتباه فرعی Eb	76	3.8	8.9	17.6	2137.1	2913013	212586
ضریب تغییرات CV(%)	-	*2.1*	*7.7*	*11.6*	*12.9*	*12.7*	*9.5*
R^2	-	*0.92*	*0.76*	*0.71*	*0.77*	*0.65*	*0.79*

برش‌دهی اثر متقابل: سطوح آب آبیاری برای هر رقم

Crossing Interaction: Irrigation water levels for each genotypes

کیفیت آب Water Quality	df	میانگین مربعات Mean squared error					
آب کارون Karun Water	19	-	-	82.6***	14632.0 ***	9740671***	1641017***
زه‌آب نیشکر Sugarcane Drainage Water	19	-	-	75.2***	8646.5 ***	10725159***	1186009***

***، * و ^{ns} به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۰/۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌دار بودن است.

***, *, ns: are significance at the probability level of 0.1%, 5% and non-significance, respectively.

نتایج تجزیه واریانس مشخص نمود که بین وزن هزاردانه و تاریخ وقوع گلدهی ارقام مختلف، تفاوت بسیار معنی‌داری وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ازلحاظ تعداد سنبله در مترمربع میان ژنوتیپ‌های ۱-۶۳-۳۱، Bam، تیرگان، دز، شوش، مهرگان، خلیل و برات در سطوح شور و غیرشور تفاوت بسیار معنی‌داری وجود دارد (جدول ۵). به‌نحوی‌که ژنوتیپ‌های ۱-۶۳-۳۱،Bow، Bam، تیرگان، دز، شوش، ایرنا، خلیل و برات در گروه A و ژنوتیپ‌های نارین، شبرنگ و Spn در گروه C قرار گرفتند. همچنین میان تعداد دانه در سنبله ژنوتیپ‌های سیستان، Bam، شبرنگ و در شرایط شوری و بدون شوری اختلاف معناداری مشاهده گردید نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل کیفیت آب آبیاری و ژنوتیپ‌های مختلف گندم معنی‌داری نگردید، اما بین ارقام متفاوت ازنظر تاریخ ظهور گلدهی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۰۱$). بااین‌وجود، کیفیت آب آبیاری بر این صفت معنی‌دار نبود و اختلاف معنی‌داری شرایط شور و غیرشور ملاحظه نگردید؛ که این امر مبین این واقعیت است که تنش شوری تغییر مؤثری در زمان گلدهی ایجاد ننموده است؛ به‌عبارت‌دیگر، در این مطالعه اگرچه تنش موجب تغییر دوره گلدهی شده ولی به‌طور معنی‌داری زمان گلدهی را تحت تأثیر قرار نداده است.

جدول ۴. مقایسه میانگین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله ارقام مختلف گندم در سطوح شوری آب آبیاری

Table 4. Comparison between grain yield, biological yield, spike per square meter and grain per spike of different wheat genotypes

		تعداد دانه در سنبله Grain per spike				تعداد سنبله در مترمربع Spike per square meter			
Genotype	رقم	Pr > |t|	میزان تفاوت Difference	آب شور Saline Water	آب کارون Karun Water	Pr > |t|	میزان تفاوت Difference	آب شور Saline Water	آب کارون Karun Water
Sistan	سیستان	0.0003	-13.0	47.3	34.3	0.247	44.3	363.3	407.7
1-63-31	۱-۶۳-۳۱	0.251	-4.0	40.3	36.3	0.012	97.3	363.3	460.7
Bow	باو	0.443	-2.7	41.3	38.7	0.074	69.0	358.7	427.7
Bam	بم	0.009	-9.3	45.7	36.3	0.000	144.3	302.0	446.3
Shoele	شعله	0.292	-3.7	35.3	31.7	0.072	69.3	285.7	355.0
Narin	نارین	0.127	5.3	28.7	34.0	0.917	4.0	266.0	270.0
Bloudan	بلودان	0.127	5.3	36.0	41.3	0.669	-16.3	307.0	290.7
Shabrang	شبرنگ	0.023	8.0	38.3	46.3	0.365	-34.7	272.3	237.7
Tirgan	تیرگان	0.058	-6.7	30.7	24.0	<.0001	160.3	312.7	473.0
Chamran 2	چمران ۲	0.105	5.7	34.3	40.0	0.502	25.7	329.0	354.7
Dez	دز	0.007	-9.7	32.7	23.0	<.0001	163.7	277.7	441.3
Shoush	شوش	0.152	-5.0	39.0	34.0	0.020	90.3	351.7	442.0
Sirvan	سیروان	0.292	3.7	32.3	36.0	0.284	-41.0	413.7	372.7
Sarang	سارنگ	0.058	6.7	28.0	34.7	0.269	-42.3	431.3	389.0
Irna	ایرنا	0.443	-2.7	36.7	34.0	0.143	56.3	370.3	426.7
Mehrgan	مهرگان	0.251	-4.0	37.0	33.0	0.002	121.0	285.7	406.7
Khalil	خلیل	0.848	-0.7	38.0	37.3	0.034	82.0	357.3	439.3
Spn	اس پی ان	0.631	-1.7	38.3	36.7	0.237	45.3	231.0	276.3
Barat	برات	1.000	0.0	39.7	39.7	0.035	81.7	364.7	446.3
Pishtaz	پیشتاز	0.631	1.7	34.0	35.7	0.438	-29.7	400.7	371.0

Table 4. Continued **جدول ۴. ادامه**

Genotype	رقم	عملکرد بیولوژیکی Biological yield Kg/ha				عملکرد دانه Grain yield Kg/ha			
		Pr > |t|	میزان تفاوت Difference	آب شور Saline Water	آب کارون Karun Water	*Pr > |t|	میزان تفاوت Difference	آب شور Saline Water	آب کارون Karun Water
Sistan	**سیستان**	0.034	-2992	14469	11477	0.351	-350	5508.3	5158.3
1-63-31	**۱-۶۳-۳۱**	0.757	432	16669	17101	0.168	519	5391.7	5910.7
Bow	**باو**	0.389	-1205	14531	13325	0.180	504	5081.3	5585.3
Bam	**بم**	0.670	594	13831	14425	0.123	582	4616.7	5198.3
Shoele	**شعله**	0.766	-415	14070	13655	0.934	31	4825.3	4856.3
Narin	**نارین**	0.072	-2536	12787	10251	0.236	446	3638.0	4083.7
Bloudan	**بلودان**	0.724	-493	12499	12006	0.806	-92	4044.0	3952.3
Shabrang	**شبرنگ**	0.010	-3675	14299	10624	0.118	590	4025.0	4614.7
Tirgan	**تیرگان**	0.098	2329	10964	13293	0.612	190	4098.0	4287.7
Chamran 2	**چمران ۲**	0.097	2336	10788	13124	<.0001	1687	3827.3	5514.7
Dez	**دز**	0.402	1170	11558	12728	0.380	329	3756.3	4085.3
Shoush	**شوش**	0.689	-558	14424	13867	0.299	390	4498.0	4887.7
Sirvan	**سیروان**	0.732	-478	13991	13513	0.050	744	5216.7	5960.7
Sarang	**سارنگ**	0.179	-1887	14940	13053	0.077	669	5031.7	5700.3
Irna	**ایرنا**	0.072	-2538	16298	13759	0.011	973	5079.3	6052.3
Mehrgan	**مهرگان**	0.975	43	13094	13138	0.002	1186	4135.3	5321.0
Khalil	**خلیل**	0.487	-970	16241	15271	0.279	406	5254.3	5660.7
Spn	**اس پی ان**	0.464	-1023	10802	9779	0.251	431	3756.3	4187.7
Barat	**برات**	0.009	3731	11334	15065	0.000	1458	4958.3	6416.7
Pishtaz	**پیشتاز**	0.680	-575	15889	15314	0.609	-192	5200.0	5008.3

* اگر آماره |t| < Pr بزرگتر از ۰/۰۵ باشد فرض برابری میانگین دو تیمار رد می‌شود و فاقد اختلاف معنی‌دار آماری می‌باشند.

* If Pr > |t| is greater than 0.05, the assumption of equality of the mean of the two treatments is rejected and there are no statistically significant differences.

جدول ۵ نتایج مربوط به حجم آب کاربردی مزرعه، نیاز آبی محصول (با استفاده از رابطه پنمن‌مانتیث فائو) و باران مؤثر را نشان می‌دهد. باران مؤثر با توجه به تاریخ‌های آبیاری، رطوبت خاک و داده‌های هواشناسی فصل کشت تعیین‌شده است. مشاهده می‌شود سال آبی موردمطالعه نسبت به دوره ۱۰ ساله گذشته، شرایط خاص داشته و نیاز آبی گندم کمتر است. از سوی دیگر با در نظرگیری باران مؤثر، آب ورودی به مزرعه ۵۶۳۰ مترمکعب در هکتار بوده است. با توجه به پایش رطوبتی خاک، در هر نوبت آبیاری (تعداد دفعات آبیاری ۵ مرتبه بوده است)، کسر آبشویی موردنیاز مزرعه تأمین شد.

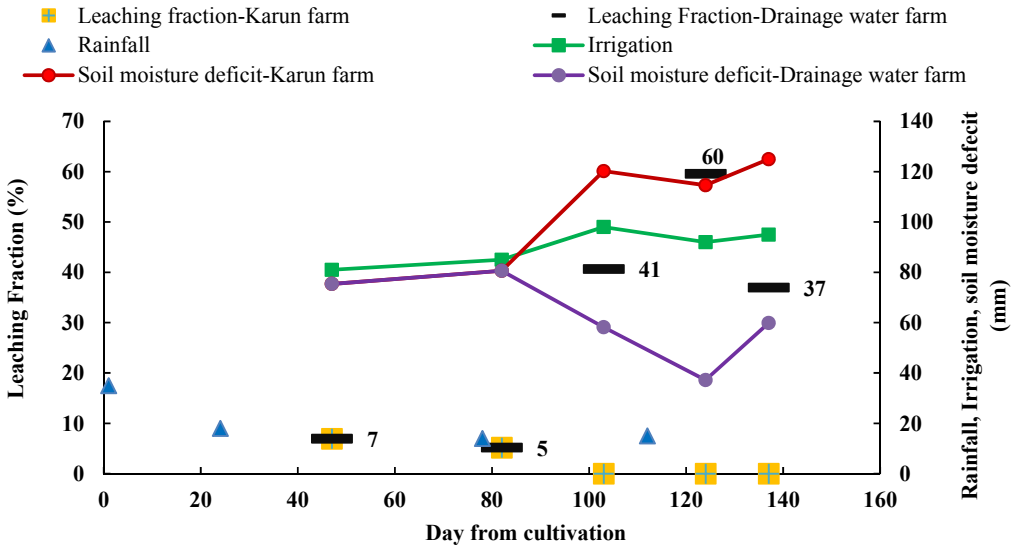
جدول ۵. حجم آب کاربردی مزرعه و نیاز آبی محصول

Table 5. Applied water of farm and crop water requirement

Water Qualiy	کیفیت آب	نیاز آبی بر اساس اطلاعات هواشناسی ۱۰ ساله 10-years climate data water requirement	نیاز خالص آبی فصل کشت Net water requirement of cultivation season	باران مؤثر Effective rainfall	حجم آب کاربردی Applied water volume	شوری Salinity
		----------$m^3\ ha^{-1}$----------				$dS\ m^{-1}$
Karun	**کارون**	6120	4960	870	4760	1.7
Sugarcane drainage water	**زه‌آب نیشکر**	6120	4960	870	4760	7.0

با بررسی بهره‌وری، نتایج نشان داد در شرایط آبیاری با آب کارون بیشترین بهره‌وری آب و آب کل به ترتیب به میزان ۱/۳۵ و ۱/۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب مربوط به رقم برات به دست آمد. درصورتی‌که بیشترین بهره‌وری آب و آب کل در استفاده از زه‌آب مزارع نیشکر به ترتیب با مقدار ۱/۱۶ و ۰/۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب برای رقم سیستان محاسبه شد. تفاوت در ژنوتیپ‌های دارای حداکثر بهره‌وری آب و زه‌آب نیشکر حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌های مختلف گندم به تغییر در کیفیت آب آبیاری است. کمترین مقدار بهره‌وری آب کارون و زه‌آب نیشکر به ترتیب مربوط به رقم BLOUDAN با بهره‌وری آب آبیاری و آب کل ۰/۸۳ و ۰/۷۰ و رقم نارین با مقادیر ۰/۷۶ و ۰/۶۵ کیلوگرم بر مترمکعب بود. در کل برای ژنوتیپ‌های مطالعه شده میانگین بهره‌وری آب کارون ۱/۰۸ و ۰/۹۱ برای آب آبیاری و آب کل بود و این مقادیر برای زه‌آب نیشکر به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۸۲ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل گردید.

به‌منظور بررسی دقیق‌تر سهم آبشویی اعمال‌شده در هر نوبت آبیاری، در شکل ۲، عمق آبیاری، کمبود رطوبتی خاک در حداکثر عمق ریشه محتمل (۸۵ سانتی‌متر) و کسر آبشویی حقیقی ارائه شده است. با توجه به این شکل می‌توان بیان داشت که کسر آبشویی مورد نیاز در مزرعه آبیاری با زه‌آب نیشکر در سه نوبت آبیاری آخر، به‌خوبی تأمین شد با توجه به اینکه آبیاری با آب‌شور، موجب بروز تنش شوری در گیاه می‌شود، نمی‌توان انتظار داشت توانایی گیاه در جذب رطوبت، مشابه با آبیاری با آب کارون باشد، لذا با انجام عملیات آبیاری با زه‌آب نیشکر، به دلیل وجود تنش شوری در محیط ریشه گندم، عملاً آب مورداستفاده گیاه کمتر شده و لذا قبل از هر نوبت آبیاری، کمبود رطوبتی خاک نسبت به شرایط آب کارون نیز کمتر بود و در نتیجه آن در شرایط عمق آبیاری یکسان با آب کارون، کسر آبشویی در قطعات آبیاری شده با زه‌آب نیشکر بیشتر بود. از سوی دیگر باوجوداینکه سهم آبی که صرف آبشویی شده است در شرایط استفاده از زه‌آب، خیلی بیشتر از شرایط استفاده از آب کارون است ولی حجم نمک آبشویی شده با آب کارون بیشتر بوده (جدول ۶) و کیفیت خاک در شرایط استفاده از زه‌آب کاهش چشمگیرتری داشته است (جدول ۷) که دلیل این امر قابلیت بیشتر آب کارون در انحلال نمک‌ها به دلیل کمتر بودن نمک محلول در آن است. با نگاهی دقیق‌تر به شکل ۲ می‌توان دریافت که باوجوداینکه در سه نوبت آخر آبیاری، عمق هر آبیاری بیشتر از دفعات اول بوده ولی کمبود رطوبتی خاک در این بازه نیز در شرایط استفاده از آب کارون افزایش داشته که این امر درنتیجه رسیدن گندم به مرحله توسعه و افزایش شدید نیاز آبی آن است، ولی همان‌طور که توضیح داده‌شده در شرایط استفاده از زه‌آب، باوجود نیاز آبی محصول، تنش شوری مانع جذب آب کافی شده است.



شکل ۲. نمودار تغییرات بارندگی، آبیاری، کمبود رطوبتی و کسر آبشویی

Fig. 2. Variation of rainfall, irrigation, moisture deficit and leaching fraction

به‌منظور بیلان‌بندی نمک در خاک، انجام مطالعات لایسیمتری بهترین روش است، ولی با توجه به محدودیت‌های اجرایی در پروژه حاضر و نیاز به اجرای آن در ابعاد مزرعه تحقیقاتی ترویجی، امکان مطالعه لایسمتری وجود نداشته و لذا انتظار دقت کامل در بیلان‌بندی نمک در پروفیل یک متری از خاک غیرمنطقی است. به‌منظور تعیین مقدار نمک در خاک از میانگین شوری عصاره اشباع خاک در پروفیل ۱ متری برای یک هکتار مزرعه در هر زمان و تخلخل خاک استفاده شد. همچنین مقدار نمک ورودی به خاک با توجه به حجم آب آبیاری و آبشویی در هر بازه زمانی و با توجه به شوری همان بازه، تعیین گردید. جدول ۶، مقادیر نمک در ابتدا، انتهای فصل و مقدار نمک ورودی توسط سیستم آبیاری و حجم تخمین زده‌شده از نمک خروجی از پروفیل خاک درنتیجه آبشویی را نشان می‌دهد. با توجه به جدول مشخص است در قطعه آبیاری با زه‌آب نیشکر، نمک در پروفیل ۷۵ سانتی‌متری سطحی خاک که مهم‌ترین بخش خاک ازنظر فعالیت ریشه است تجمع یافته است. مقدار نسبی شستشوی نمک در تیمارهای آبیاری با آب کارون و زه‌آب نیشکر به ترتیب ۱۳/۳ و ۲/۹ درصد بود. همان‌طور که بیان شد، در مزرعه آبیاری با زه‌آب نیشکر، کسر آبشویی واقعی بیشتر از مزرعه آبیاری با آب شیرین (کارون) بود، زیرا در هر نوبت آبیاری، میزان رطوبت اولیه خاک در مزرعه آبیاری شده با زه‌آب بیشتر بود. در این جدول پارامتر درصد مازاد یا کمبود آب نشان‌دهنده تفاوت مقدار آبی است که به مزرعه درمجموع داده‌شده با آب موردنیاز آب در طول فصل کشت که این عدد ۱۳/۵ درصد نتیجه شده است. این عدد درمجموع کمتر از نیاز آبشویی مزرعه (۱۷ درصد) بود و مهم‌ترین دلیل عدم تأمین کامل آن محدودیت نفوذپذیری خاک مزرعه و عدم امکان آبیاری با عمق بیشتر بود. بااین‌وجود طبق توضیحات قبل واضح است که در شرایط استفاده از زه‌آب (که آبشویی اهمیت ویژه‌ای دارد) به دلیل کاهش برداشت آب توسط گیاه، نیاز آبشویی در هر نوبت از آبیاری به‌خوبی تأمین شده است.

جدول ۶. مقادیر بیلان نمک خاک

Table 6. Salt balance Values

کیفیت آب Water Qualiy	نمک Salt آبشویی شده Leached	باقیمانده Residual	ورودی Entering	اولیه Initial	مازاد یا کمبود آب Deficit or excess Water	آب موردنیاز Water requirement	آب کاربردی+ بارندگی مؤثر Applied water+Effective rainfall
		ton ha^{-1}			%	----------m^3 ha^{-1}----------	
کارون Karun	2.1	13.7	4.0	11.8	13.5	4960	5630
زه‌آب نیشکر Sugarcane drainage water	1.1	37.4	26.7	11.8	13.5	4960	5630

یکی از روش‌های طبقه‌بندی خاک‌های شور استفاده از سیستم «آزمایشگاه شوری خاک آمریکا» است که از دو معیار EC_e[۱]، یا همان هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، (به‌عنوان شاخص مربوط به پتانسیل اسمزی) و ESP[۲] (به‌عنوان شاخص مربوط به پراکنده شدن ذرات خاک) بهره می‌گیرد (جدول ۷). با توجه به نتایج آزمایش خاک مزرعه در پروفیل ۱۰۰ سانتی‌متری خاک و معیارهای آزمایشگاه شوری خاک آمریکا، تغییرات در کیفیت خاک مزرعه موردمطالعه مشابه با جدول ۷ نتیجه گردید. با توجه به جدول می‌توان بیان نمود که انجام آبیاری با آب کارون در طول یک‌فصل کشت گندم، تغییر محسوس در کیفیت خاک مزرعه ایجاد ننموده است، ولی آبیاری با زه‌آب نیشکر، خاک غیرشور- غیرسدیمی ابتدای کشت را نه‌تنها به شور تبدیل نموده است، بلکه به سمت سدیمی شدن نیز پیش می‌برد. لذا به‌منظور پیشگیری از سدیمی شدن خاک در شرایط استفاده از زه‌آب نیاز به در نظرگیری تمهیداتی است تا بتوان حین کشت و پس‌ازآن از مقدار شوری و درصد سدیم قابل‌تبادل کاست.

[۱] هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک

[۱] Saturated soil extract electrical conductivity

[۲] درصد سدیم قابل تبادل

[۲] Exchange Sodium Percentage

جدول ۷. تغییرات کیفی خاک

Table 7. Soil quality variations

Water Qualiy	کیفیت آب	پارامتر Parameter	پس از کشت After cultivation	قبل از کشت Before cultivation
Karun	کارون	EC_e	4.1	3.4
		ESP	5.8	4.4
		نوع خاک Soil type	شور-غیر سدیمی Saline-Non sodic	غیرشور-غیرسدیمی Non-saline and non-sodic
Sugarcane Drainage Water	زه‌آب نیشکر	EC_e	7.6	3.4
		ESP	8.9	4.4
		نوع خاک Soil type	شور-غیر سدیمی Saline-Non sodic	غیرشور-غیرسدیمی Non-saline and non-sodic

نتیجه‌گیری نهایی

درمجموع، نتایج نشان داد میان ژنوتیپ‌های Bow، شعله، NARIN، BLOUDAN، سارنگ، ایرنا، Spn و پیشتاز در شرایط آبیاری با آب کارون و زه‌آب ناشی از مزارع نیشکر ازلحاظ صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده نگردید. این نتیجه حاکی از این است که در صورت تکرار این امر در آزمایش‌های سازگاری و پایداری می‌توان این گروه از ژنوتیپ‌ها را به‌عنوان ارقام متحمل به شوری جهت آزمایش‌های مزرعه‌ای معرفی نمود. بعلاوه، با بررسی نتایج مشخص شد که ارقام برات و سیستان به ترتیب بیشترین بهره‌وری آب را در شرایط استفاده از آب کارون و زه‌آب داشتند. از سوی دیگر تحلیل کیفی خاک بیان داشت آبیاری با استفاده از زه‌آب در اراضی موردمطالعه (اراضی دارای زهکش زیرزمینی در مناطق مرکزی و جنوبی استان خوزستان) می‌تواند به‌مرور زمان خاک را از شرایط شور به سمت شورسدیمی پیش ببرد که به‌منظور پیشگیری از این مخاطره در نظرگیری سهم آبشویی مناسب در هر نوبت آبیاری و همچنین انجام عملیات خاک‌آب قبل از هر کشت با آب شیرین ضروری است.

قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی با عنوان «پایش آب و خاک و ارزیابی واکنش ارقام مختلف گندم متحمل به شوری با استفاده از آب کارون و زه‌آب مزارع نیشکر در جنوب خوزستان (مطالعه موردی مزرعه تحقیقاتی کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر)» به سفارش شرکت کشت و صنعت امیرکبیر است و نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از حمایت‌های این شرکت تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

Alizadeh, A., 2004. Irrigation System Design, 5th Edition (Revised). Ferdowsi University of Mashhad Publication. 583p. [In Persian].

Andarzian, S.B., 2012. Study of feasibility of use of farm Drainage water to reduce the impact of wheat yield end-season drought stress using field experiment and simulation technique. Research report, No. 91/4/19/47138, AREO, Tehran, Iran. [In Persian].

Cheraghi, S.A.M., Dehghanian, S.E., 2014. Adaptation of developed technologies in wheat cultivated fields under saline condition. Journal of Water Management in Agriculture. 1, 1-10. [In Persian with English summary].

Kiyani, A., 2015. Instructions for Measuring Irrigation Water in the Field. Agriculture Education Publication. 94p. [In Persian].

Fakhraie Motlagh, R., Koochakzadeh, A., Bakhshandeh, A., Poozesh Shirazi, M., Poshtdar, A., 2018. Physiologic and agronomic response of wheat to application of zinc in irrigation with saline water. Journal of Agricultural Engineering. 31, 73-88. [In Persian with English summary].

Feizi, M., Saadat, A., 2015. Effect of irrigation management with saline waters on soil salinity in the crop rotation. Journal of Water and Irrigation Management. 5, 11-25. [In Persian with English summary].

Fooladvand, H., 2009. Principles of Irrigation. Novid Shiraz Publications, Shiraz, Iran. [In Persian].

Jiang, J., Huo, Z., Feng, S., Zhang, C., 2012. Effect of irrigation amount and water salinity on water consumption and water productivity of spring wheat in Northwest China. Journal of Field Crops Research. 137, 78-88.

Onnabi Milani, A., 2019. Interaction effect of water stress and fertilizer on yield and water productivity of wheat in saline condition. Iranian Journal of Water and Soil Research. 50, 1509-1520. [In Persian with English summary].

Rajaie, M., Dastfal, M., 2017. Evaluation of yield and salinity tolerance indices in wheat lines and cultivars under saline conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences. 10, 139-150. [In Persian with English summary].

Seleiman, M.F., Kheir, A., Al-Dhumri, S., Alghamdi, A.G., Omar, E.S.H., Aboelsoud, H.M., Abdella, K.A., Abou El Hassan, W.H., 2019. Exploring optimal tillage improved soil characteristics and productivity of wheat irrigated with different water qualities. Journal of Agronomy. 9, 233.

Wang, X., Yang, J., Liu, G., Yao, R., Yu, S., 2015. Impact of irrigation volume and water salinity on winter wheat productivity and soil salinity distribution. Agricultural Water Management. 149, 44-54.

Wilcox, L.V., 1955. Classification and Use of Irrigation Waters. USDA Publication. USA.

Narjesi, V., Majidi Hervan, E., Zali, A.A., Mardi, M., Naghavi, M.R., 2009. Effect of salinity stress on grain yield and plant characteristics in bread wheat recombinant inbred lines. Iranian Journal of Crop Sciences. 12, 291-304. [In Persian with English summary].

Saberi, M., Ameni, H., Samadzadeh, A.R., Tajali, H., 2013. Evaluation of some wheat genotypes under salinity stress in field conditions. Environmental Stress in Crop Science. 6, 77-85. [In Persian with English summary].

Hamam, K. A., Negim, O., 2014. Evaluation of wheat genotypes and some soil properties under saline water irrigation. Annals of Agricultural Sciences. 59, 165-176.