

## ارزیابی اثر میزان و شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم سیروان

فاطمه حاجی آبادی، فرزاد حسن پور، مصطفی یعقوبزاده، حسین حمامی<sup>۱\*</sup> و سید محسن سیدی

کارشناس گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و دانش آموخته دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه زابل.

fhajiabadi2010@gmail.com

دانشیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه زابل. hassanpourir@UOZ.ac.ir

استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند. m.yaghoobzadeh@birjand.ac.ir

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند. hhamami@birjand.ac.ir

بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک،

ایران. mohsensayyedi@yahoo.com

### چکیده

تنش شوری و خشکی از مهم‌ترین عواملی هستند که رشد و نمو گیاهان را در نواحی خشک و نیمه‌خشک محدود می‌کنند. به منظور بررسی اثرات مقدار و شوری آب آبیاری بر روی عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم سیروان آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل مقدارهای مختلف آبیاری در چهار سطح (۱۲۵٪، ۱۰۰٪، ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز آبی گندم) و شوری آب آبیاری در سه سطح (۱/۶ دسی زیمنس بر متر، شش دسی زیمنس بر متر و ۷/۸ دسی زیمنس بر متر) بود. نتایج آزمایش نشان داد که اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیک و دانه گندم به طور معنی‌داری تحت تأثیر مقدار آب آبیاری، شوری آب آبیاری و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفتند. بیش‌ترین مقدار عملکرد بیولوژیک و دانه گندم متعلق به تیمار ۱۲۵٪ نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر به ترتیب با ۱۵۳۵ و ۵۸۸/۷۶ گرم در مترمربع بود. افت ۶۵٪ عملکرد بیولوژیک و دانه گندم در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی گندم × شوری ۷/۸ دسی زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار ۱۲۵٪ نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. عملکرد بیولوژیک و دانه بین تیمارهای ۱۲۵٪ نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر و ۱۰۰٪ نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. در تیمارهای مقدارهای آبیاری، اگرچه در بیشتر صفات تیمار ۱۲۵٪ نیاز آبی گندم برتر بود ولی اختلاف معنی‌داری با تیمار مصرف ۱۰۰٪ نیاز آبی گندم نداشت. با توجه به نتایج این آزمایش، ضرورت دارد در شرایط شور، برای ممانعت از تجمع شوری در منطقه توسعه ریشه و کاهش اثرات منفی آن، آبیاری طبق نیاز آبی گندم انجام گیرد.

واژه‌های کلیدی: تنش آبی، تنش شوری، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، نیاز آبی

۱- آدرس نویسنده مسئول: گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند.

\*- دریافت: آبان ۱۳۹۸ و پذیرش: خرداد ۱۳۹۹

## مقدمه

گندم به عنوان یک غله‌ی بسیار مهم، قدیمی و پرمصرف در جهان شناخته شده است که به عنوان غذای بسیاری از مردم در سطح جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (صنوبر و همکاران، ۱۳۸۹). تولید گندم به علت نوسانات در عوامل اقلیمی (عمدتاً میزان و پراکنش نزولات) در نقاط مختلف دنیا دارای نوسانات زیادی است (فائو<sup>۲</sup>، ۲۰۱۷). از آنجایی که گندم نقش اساسی را در امنیت غذایی کشور ایفا می‌کند، پیش‌بینی میزان تولید گندم قبل از برداشت، زمان کافی را برای مقابله با کمبود فراهم می‌کند (تاتاری و همکاران، ۱۳۸۸).

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است که به شدت بر امنیت غذایی در سراسر جهان تأثیر می‌گذارد (ژانگ<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر کمبود آب، کاهش کیفیت آب و خاک مانند افزایش شوری به عنوان یکی از عوامل مهمی شناخته شده است که سبب کاهش رشد و عملکرد محصولات مختلف از جمله گندم می‌شود (عباس<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کاهش کمیت و کیفیت آب از جمله مسائل محدودکننده تولید است (مصفا و سپاسخواه<sup>۵</sup>، ۲۰۱۹)؛ بنابراین استفاده از ارقامی که تحت شرایط محدودیت کمیت و کیفیت آب عملکرد بیشتری داشته باشند بسیار مهم است. با دستیابی به چنین ارقامی و تعیین حد تحمل آن‌ها به کم آبیاری می‌توان تا حد زیادی از اتلاف منابع آب جلوگیری نمود و در عین حال در شرایط محدودیت آب، عملکرد مناسبی نیز به دست آورد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۵). از طرف دیگر شوری آب آبیاری مانع عمده‌ای برای تولید بسیاری از گیاهان زراعی است. با این حال بسیاری از تحقیقات در سراسر دنیا نشان می‌دهد که با بهره‌گیری از روش‌های مناسب مدیریتی، می‌توان از آب‌های دارای کیفیت کمتر (آب‌های شور) در تولید گیاهان زراعی استفاده نمود (شالوهت<sup>۶</sup>، ۱۹۹۴). مطالعات مشابهی در زمینه

استفاده از آب‌های شور بر روی گندم انجام شده است به عنوان مثال نتایج یک مطالعه نشان داد که استفاده از آب شور دارای سطوح شوری ۲، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر بر برخی از صفات گندم اثر معنی‌دار داشت به طوری که به ترتیب ۳۴ و ۴۸/۵ درصد کاهش نسبت به شوری دو دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (منصوری، ۱۳۸۵). همچنین تحقیقی در مورد بررسی اثرات توأم تغییرات شوری در سطوح مختلف شوری (به ترتیب معادل ۱/۴، ۴/۵ و ۹/۶ دسی زیمنس بر متر) به عنوان کرت‌های اصلی و چهار سطح عمق آب آبیاری (به ترتیب معادل ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی گیاه) به عنوان کرت‌های فرعی در سه تکرار بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم قدس و روشن انجام گردید و گزارش شد که افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۴ به ۹/۶ دسی زیمنس بر متر منجر به افزایش معنی‌دار پروتئین دانه به میزان ۸/۵ درصد شد. کاهش معنی‌دار عملکرد دانه (۲۶/۵ درصد)، وزن هزار دانه (۲۱/۳ درصد)، عملکرد بیولوژیک (۲۱/۸ درصد)، شاخص برداشت (۲۱/۶ درصد) و کاهش تعداد سنبله در مترمربع (۶۵/۷ درصد) نیز با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۴ به ۹/۶ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (زمانی و همکاران، ۱۳۸۶). نتایج مطالعه دو ساله انجام‌شده بر روی گندم در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شیراز (کوشکک) نشان داد که تیمارهای ۶۵ درصد آبیاری کامل و ۳۵ درصد آبیاری کامل به ترتیب منجر به کاهش ۲۰ و ۲۶ درصدی در سال اول و در سال دوم به ترتیب منجر به کاهش ۱۷ و ۳۰ درصدی عملکرد دانه گندم شدند که دلیل این اختلاف در میزان بارندگی سال اول (۳۶۳ میلی‌متر) در مقایسه با سال دوم بود (۴۳۹ میلی‌متر) (مصفا و سپاسخواه، ۲۰۱۹). در هر دو سال انجام آزمایش، افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۶ دسی زیمنس به پنج دسی زیمنس منجر به کاهش عملکرد معنی‌دار تیمارهای ۶۵ درصد آبیاری کامل و ۳۵ درصد آبیاری کامل در مقایسه با آبیاری کامل نشد بنابراین در شرایط محدودیت وجود آب می‌توان

<sup>۵</sup> Mosaffa and Sepaskhah<sup>۶</sup> Shalhevet<sup>۲</sup> FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations<sup>۳</sup> Zhang<sup>۴</sup> Abbas

در شرایط کمبود آب در هر کدام از مراحل بحرانی رشد که اتفاق افتد کاهش عملکرد را به دنبال خواهد داشت (عیدی زاده و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج تحقیقی دیگر نشان داد که شوری آب آبیاری بر روی وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت، اثر معنی داری دارد (شهیدی و میری، ۱۳۹۷).

اثر خشک سالی به عنوان یک چالش مهم در تولید گندم را می توان از طریق معرفی رقم های گندم متحمل به کم آبی کاهش داد. گروه به نژادی گندم آبی با بررسی و تحقیق، کشت رقم سیروان را در مناطق مواجه با تنش خشکی پیشنهاد نمودند (نجفیان و همکاران، ۱۳۹۱). رقم سیروان به عنوان رقمی که دارای خصوصیات همچون شاخص حساسیت به تنش پایین برای عملکرد و وزن هزار دانه، نیمه مقاوم به بیماری های زنگ زرد، سیاه و قهوه ای، مقاوم به خوابیدگی و درصد پروتئین دانه نسبتاً بالا معرفی شده است (نجفیان و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج آزمایش های مختلف انجام شده بر روی رقم سیروان در کرج (در مقایسه با رقم پیشتاز)، زرقان فارس (در مقایسه با رقم مرودشت)، داراب فارس (در مقایسه با رقم چمران)، دزفول (در مقایسه با رقم چمران) و گرگان (در مقایسه با رقم تجن) در شرایط آبیاری نرمال (بدون تنش) نشان داد که به ترتیب ۶، ۴، ۱۱، ۱۲ و ۳ درصد عملکرد رقم سیروان در مقایسه با سایر ارقام بیشتر بود (نجفیان و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج مقایسه عملکرد در شرایط تنش خشکی نشان داد که شاخص حساسیت به تنش خشکی برای رقم سیروان ۰/۹ بود که در مقایسه با اغلب ارقام مورد مطالعه این شاخص کمتر بود که نشان دهنده تحمل بیشتر این رقم به خشکی است (نجفیان و همکاران، ۱۳۹۱).

در شرایط فعلی که علاوه بر محدودیت منابع آب در کشور، حجم بزرگی از این آب ها در گروه آب های لب شور و شور قرار دارند، لزوم بررسی توأم تنش های کم آبی و شوری در کشور و مخصوصاً در منطقه خراسان جنوبی شدیداً احساس می شود و به همین علت مطالعه بر روی

از آب های دارای شوری بیشتر به دلیل تجمع کمتر املاح در خاک (شستشو) استفاده کرد (مصفا و سپاسخواه، ۲۰۱۹). در مطالعه ای دیگر به بررسی اثرات توأم تنش های خشکی و شوری بر عملکرد گندم رقم داراب ۲ پرداخته شد و نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی تعداد سنبله در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیکی گیاه معنی دار نبود در حالی که بر تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و شاخص برداشت تأثیر معنی دار بود (روحانیان و همکاران، ۱۳۹۰).

محققین دیگر نیز توانایی تحمل، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم به شوری آب آبیاری در مراحل حساس رشد را بررسی کردند و نشان دادند که رقم سایسون با افزایش سطح شوری آب به ۱۶ دسی زیمنس درصد سبز شدن ۸۱ درصد، ارتفاع ۴۲ درصد، وزن هزار دانه ۲۸/۹ درصد، تعداد دانه در سنبله ۳۹/۱ درصد، عملکرد بیولوژیک ۷۶/۴ درصد و عملکرد دانه ۷۷/۱ درصد کاهش یافت (سعادتیان و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج بسیار متنوعی در مورد آستانه تحمل به شوری در گندم گزارش شده است. در برخی آزمایش ها آستانه تحمل را شش دسی زیمنس بر متر (نیمه متحمل به شوری) (ماس و هافمن<sup>۷</sup>، ۱۹۷۷)، در برخی دیگر در ۲ دسی زیمنس بر متر (نیمه حساس به شوری) (استفان و وال<sup>۸</sup>، ۱۹۹۷) و در برخی دیگر ۸ دسی زیمنس بر متر (متحمل به شوری) (فرانکوئیس<sup>۹</sup> و همکاران، ۱۹۸۶) بیان کرده اند. آستانه تحمل به شوری به عوامل مختلفی مانند رقم مورد مطالعه، مدیریت آبیاری، شرایط آب و هوایی، حاصلخیزی خاک و مدیریت زراعی بستگی دارد. در تحقیقی، اثر رژیم های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام چمران، افلاک و وریناک گندم در شرایط اقلیمی ورامین را بررسی کردند و در این آزمایش مشاهده شد که تنش رطوبتی خاک، عملکرد دانه گندم را از طریق کاهش وزن هزار دانه (تا ۱۶ درصد)، تعداد پنجه در مترمربع (تا ۲۳/۳ درصد) و تعداد سنبلچه در سنبله در مترمربع (تا ۲۶/۹ درصد) کاهش می دهد و عملکرد گندم

<sup>9</sup> Francois

<sup>7</sup> Maas, E.V., Hoffman

<sup>8</sup> Steppuhn and Wall

تأثیرات توأم کم آبیاری و شوری بر رشد و عملکرد گیاهان به عنوان ابزار کارآمد در مدیریت پایدار منابع آبی این مناطق اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. با توجه به اینکه گندم یکی از محصولات استراتژیک است و با توجه به در نظر گرفتن شرایط اقلیمی استان خراسان جنوبی، این مطالعه باهدف بررسی اثرات مقدارهای مختلف آبیاری و شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم و همچنین کارآیی مصرف آب رقم سیروان انجام شد.

#### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر همزمان سطوح آبیاری و شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم و همچنین کارآیی مصرف آب رقم سیروان، آزمایشی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح آبیاری (شامل ۱- آبیاری با تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی گندم (تنش شدید) ۲- آبیاری با تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی (تنش متوسط)، ۳- آبیاری با تأمین ۱۰۰

درصد نیاز آبی (بدون تنش) و ۴- آبیاری با تأمین ۱۲۵ درصد نیاز آبی) و سه سطح شوری آب آبیاری (شامل آبیاری با آب ۱/۶، ۶ و ۷/۸ دسی زیمنس بر متر) بود. مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با عرض جغرافیایی ۵۳ و ۳۲ شمالی و طول جغرافیایی ۱۳ و ۵۵ شرقی و با ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا و به دلیل وجود سه حلقه چاه عمیق با شوری‌های مختلف در آن، امکان تأمین آب با شوری‌های متفاوت طبیعی برای انجام طرح انتخاب گردید. در اواخر آبان ماه ۱۳۹۶ برای آماده‌سازی زمین، با گاوآهن برگردان دار شخم زده شد و در مرحله بعد در اوایل آذرماه ۱۳۹۶ عملیات خرد کردن کلوخه‌های سطحی توسط دیسک صورت پذیرفت. پس از آن به کمک لولر<sup>۱۰</sup>، کار تسطیح نهایی انجام شد. قبل از پیاده کردن نقشه اجرایی طرح ابتدا نمونه خاک از اعماق ۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتی‌متری خاک از نقاط مختلف زمین (۱۰ نمونه برای هر عمق برداشت شده و نمونه‌های هر عمق با یکدیگر مخلوط شدند) برداشت گردیده و تحت انجام آزمایش‌های لازم برای تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک قرار گرفتند. نتایج به دست آمده در جدول ۱ ارائه گردیده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	پتاسیم قابل جذب (mg.kg <sup>-1</sup> )	فسفر قابل جذب (mg.kg <sup>-1</sup> )	کربن آلی (%)	اسیدیته	هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (dS.m <sup>-1</sup> )	جرم مخصوص ظاهری (g.cm <sup>-3</sup> )	بافت خاک	پارامترهای هیدرولیکی خاک		
								θ <sub>FC</sub> (%)	θ <sub>PWP</sub> (%)	θ <sub>sat</sub> (%)
۰-۳۰	۲۵۹/۲	۱۰/۶۲	۰/۴۹۵	۷/۸	۸	۱/۴	لوم	۳۱/۷	۱۵	۴۶
۳۰-۶۰	۳۲۱/۴	۸/۴۳	۰/۴۰۵	۷/۴	۷/۵۱	۱/۲۵	لوم	۳۱/۰	۱۵/۵	۴۶/۶
۳۰-۹۰	۳۴۱/۵	۹/۷	۰/۳۴۷	۷/۳	۶/۹۳	۱/۳۳	لوم	۳۱/۰	۱۶/۵	۴۷/۰

قرار گرفتند. جدول ۲ نتایج خصوصیات نمونه‌های آب را نشان می‌دهد.

کرت‌های مورد استفاده برای این آزمایش دارای مساحت نه مترمربع (۳×۳) بودند. هر کرت شامل ۱۵ ردیف کاشت بود، همچنین جهت کاهش خطا، سهولت در رفت و آمد و راحتی در اندازه‌گیری صفات، بین بلوک‌ها و تیمارها یک متر و نیم فاصله در نظر گرفته شد. کلیه تیمارها به صورت تصادفی در داخل بلوک‌ها قرار داده شدند. آبیاری

به دلیل وجود سه حلقه چاه با شوری‌های طبیعی ۱،۶/۶ و ۷/۸ دسی زیمنس بر متر در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و با توجه به هدف استفاده از آب‌های طبیعی با شوری‌های مختلف و بررسی تأثیر آن‌ها در این تحقیق، ابتدا جهت تعیین خصوصیات آب‌های آبیاری، از هر یک از چاه‌های شماره ۱، ۲ و ۳ نمونه‌ای تهیه شده و خصوصیات مختلف آن مورد ارزیابی

<sup>10</sup> Leveler

$$D_{I1} = \sum_{j=1}^8 ((\theta_{FCj} - \theta_{BIj}) \times D_j) \quad (1)$$

در این رابطه:

$D_{I1}$ : عمق آب آبیاری در تیمار بر حسب میلی‌متر،  $\theta_{FCj}$ : درصد رطوبت حجمی در نقطه رطوبتی ظرفیت زراعی،  $\theta_{BIj}$ : درصد رطوبت حجمی قبل از آبیاری،  $D_j$ : عمق نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری رطوبت و  $j$ : تعداد لایه‌های اندازه‌گیری شده. مقدار آب آبیاری با ضرب نمودن عمق آب محاسبه شده در مساحت هر کرت بدست آمد. مقدار آب مصرفی برای تیمارهای ۱۲۵، ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گندم بر اساس نتایج شهیدی و همکاران (۱۳۸۷) و محاسبه عمق آبیاری به ترتیب برابر ۶۶۷۵، ۵۳۴۰، ۴۰۰۵ و ۲۶۷۰ مترمکعب در هکتار تعیین شد.

به روش آبیاری کرتی با استفاده از لوله‌ای با دبی ۱/۶ لیتر بر ثانیه و بر اساس تقویم آبیاری در نه نوبت انجام شد. مقدار آب مورد نیاز در هر مرحله از آبیاری با استفاده از کنتورهای حجمی نصب شده در انتهای لوله‌های انتقال آب اندازه‌گیری گردید. در هر نوبت آبیاری، عمق خالص آب در تیمار شاهد با روش مستقیم تعیین شد. بدین منظور، قبل از هر نوبت آبیاری، نمونه‌های خاک از محدوده‌های عمقی ۰-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰، ۳۰-۴۰، ۴۰-۵۰ سانتی‌متری برداشت و میزان رطوبت وزنی در آن‌ها تعیین می‌شد. سپس، از آنجایی که هدف از آبیاری در تیمار شاهد، رساندن میزان رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی است، از رابطه ذیل برای تعیین عمق آب آبیاری استفاده شد.

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده

شماره چاه	کلاس‌بندی آب (ویل کاکس)	کلاس‌بندی آب (فانو)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	نسبت جذب سدیم	آنیون‌ها (meq/lit)						
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Hco <sub>3</sub> <sup>-</sup>	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
۱	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	Low salinity	۱/۶	۸	۷/۵	۳/۵	۲/۷	۱۳/۳	۰/۰۸	۸/۸	۴/۹	۶/۴
۲	C <sub>4</sub> S <sub>2</sub>	Medium salinity	۶	۷/۹	۸/۷	۱۷/۱	۵/۹	۲۹/۴	۰/۴	۲۵/۹	۱۰/۱	۲۰/۲
۳	Out of range	High salinity	۷/۸	۷/۴	۹/۸	۲۸/۸	۱۱/۲	۴۱/۱	۰/۷	۴۹/۱	۱۰/۶	۲۱/۸

در شرایط شوری ۷ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل بود (مهاجر میلانی و همکاران، ۲۰۰۰). کودهای فسفره و پتاسیمی و یک چهارم کود ازته، قبل از کشت (داخل شیارهای ایجادشده برای کشت در عمق ۵ سانتی‌متر قرار داده شده و سپس حدود دو سانتی‌متر بر روی آن خاک ریخته و سپس بذور کشت شد. بقیه کود ازته در دو نوبت و به میزان مساوی در مراحل پنجه‌دهی و به ساقه‌رفتن به صورت سرک مصرف شد. در طول فصل رشد نیز به موازات اعمال تیمارهای آزمایش، کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز صورت گرفت. شکل ۱ نمایی شماتیک از طرح را نشان می‌دهد.

مقدار بذر مورد نیاز برای کشت، با استفاده از وزن هزار دانه (۳۲ گرم)، درصد جوانه‌زنی (۹۸ درصد)، میزان ناخالصی بذرها و میزان بذرهای شکسته شده (یک درصد) مقدار بذر لازم برای تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع محاسبه شد و سپس برای نه مترمربع حساب شده و بر روی ۱۵ ردیف کشت گردید (برای هر کرت ۱۱۸/۷۴ گرم). به منظور اطمینان از سبز شدن بذور کشت شده و غلبه بر سله سطحی خاک، در کلیه کرت‌ها، آبیاری اول و دوم (بلافاصله پس از کاشت (۱۳۹۶/۰۹/۲۶) و ۱۴ روز پس از کاشت (۱۳۹۶/۱۰/۱۰)) با آب مورد استفاده در تیمار شاهد (۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر)، صورت پذیرفت. کود شیمیایی مورد استفاده بر اساس آزمون خاک و با توجه به توصیه کودی

S <sub>1</sub> I <sub>2</sub>	S <sub>3</sub> I <sub>3</sub>	S <sub>1</sub> I <sub>4</sub>	S <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	S <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	S <sub>3</sub> I <sub>4</sub>	S <sub>2</sub> I <sub>3</sub>	S <sub>1</sub> I <sub>3</sub>	S <sub>3</sub> I <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> I <sub>4</sub>	S <sub>2</sub> I <sub>1</sub>
S <sub>3</sub> I <sub>4</sub>	S <sub>1</sub> I <sub>3</sub>	S <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> I <sub>4</sub>	S <sub>3</sub> I <sub>3</sub>	S <sub>2</sub> I <sub>4</sub>	S <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> I <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	S <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	S <sub>3</sub> I <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> I <sub>3</sub>
S <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	S <sub>1</sub> I <sub>3</sub>	S <sub>3</sub> I <sub>3</sub>	S <sub>2</sub> I <sub>4</sub>	S <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> I <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> I <sub>3</sub>	S <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	S <sub>3</sub> I <sub>4</sub>	S <sub>3</sub> I <sub>2</sub>	S <sub>1</sub> I <sub>4</sub>	S <sub>2</sub> I <sub>1</sub>

شکل ۱- نقشه کاشت (I و S به ترتیب بیانگر سطوح آبیاری و شوری می‌باشند)

خشکی، رشد محصول در مرحله گل‌دهی کاهش یافته و موجب افزایش سقط دانه‌ها و در نهایت کاهش تعداد دانه در سنبله‌ها می‌شود (احمد<sup>۱۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). از دلایل کاهش تعداد دانه به هنگام تنش آبی، می‌توان به کاهش تعداد گل و کم شدن تعداد گل‌هایی که به دانه تبدیل می‌شوند اشاره کرد (احمد و همکاران، ۲۰۱۵). در شرایط تنش کم آبی، کمبود آب طی مرحله زایشی از طریق کاهش قدرت سنبله‌ها در جذب مواد فتوسنتزی موجب کاهش تعداد گلچه‌های بارور می‌شود. در واقع کمبود آب تعداد دانه تولیدی توسط گیاه را کاهش می‌دهد (نبی زاده، ۱۳۸۲). در تحقیقی روی اثر تنش رطوبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم گندم در شهر قدس گزارش کردند که خشکی باعث کاهش معنی‌دار ویژگی تعداد دانه در سنبله گندم شد (معاونی و همکاران، ۱۳۸۸).

اثر مقدار آب آبیاری بر وزن هزار دانه گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). کاهش آب در دسترس گیاه باعث کاهش سطح برگ و کاهش فتوسنتز شده که در نتیجه مواد کمتری تولید و به دانه‌ها منتقل شده و این امر موجب کاهش وزن دانه‌ها گردید. از سوی دیگر در اثر خشکی، طول دوره پر شدن دانه‌ها نیز کاهش یافته که این موضوع نیز منجر به کاهش دوره انتقال مواد به دانه‌ها و در نتیجه کاهش وزن دانه‌ها می‌شود (احمد و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج مطالعات سنجری و یزدان سپاس<sup>۱۳</sup> (۲۰۰۸) بر روی ۱۲ رقم گندم زمستانه نشان داد

برای تعیین عملکرد دانه، بیولوژیک و شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به بیولوژیک ضربدر ۱۰۰) در زمان رسیدگی فیزیولوژیک پس از حذف ۲ خط حاشیه و نیم متر ابتدا و انتهای هر کرت از سطح ۱ مترمربع بخش مرکزی هر کرت برداشت به صورت برش از سطح خاک انجام شد (۱۳۹۷/۰۳/۱۱). عملکرد بیولوژیک پس از جدا نمودن اجزای عملکرد و خشک کردن کامل کل نمونه‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۷۸ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. سپس دانه‌ها جدا و توزین گردید و عملکرد دانه و شاخص برداشت محاسبه گردید. برای انجام تجزیه و تحلیل از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از روش LSD محافظت‌شده استفاده شد.

## نتایج و بحث

### اثرات ساده مقدار آب آبیاری بر اجزای عملکرد گندم

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که مقدار آب آبیاری اثر معنی‌داری بر تعداد سنبله گندم داشت (جدول ۳). از مهم‌ترین نتایج و مضرات کمبود رطوبت که در تحقیقات مختلف اشاره شده است کاهش تعداد سنبله‌های بارور و غیر بارور در غلات مختلف از جمله گندم و جو است (کریمی، ۱۳۹۸؛ ماشی و همکاران، ۱۳۸۶؛ هوشمند<sup>۱۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). اثر مقدار آبیاری بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود (جدول ۳). خشکی سبب کاهش تعداد دانه در سنبله می‌گردد. در واقع، به دلیل بروز تنش

<sup>13</sup> Sanjari and Yazdansepas

<sup>11</sup> Houshmand

<sup>12</sup> Ahmed

که تنش خشکی باعث کاهش شدید وزن هزار دانه شد. کاهش وزن هزار دانه گندم در اثر اعمال تیمارهای خشکی معاونی و همکاران (۱۳۸۸) و قربانی و همکاران (۱۳۸۲) را گزارش کردند.

جدول ۳- میانگین مربعات اثر مقدار آب آبیاری و شوری آن بر اجزای عملکرد گندم رقم سیروان

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۱۹/۵۳ <sup>ns</sup>	۰/۴۴ <sup>ns</sup>	۰/۱۸ <sup>ns</sup>
مقدار آب آبیاری	۳	۳۱۶۶۵/۳۳**	۹/۰۴**	۳۸/۲۳**
شوری آب آبیاری	۲	۱۰۵۴۳۰/۱۹**	۳۳۰/۸۶**	۸۶/۶۳**
مقدار آب آبیاری × شوری آب آبیاری	۶	۵۸۵۵/۷۵**	۵/۲۳*	۷/۰۵**
خطا	۲۲	۱۸/۹۵	۱/۷۵	۰/۴۴
ضریب تغییرات		۰/۹۵	۵/۲۶	۱/۷۳

<sup>ns</sup>، \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

سنبله گندم، تحت تأثیر تنش شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت.

#### اثرات متقابل مقدار آب آبیاری در شوری آب آبیاری بر اجزای عملکرد گندم

نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل مقدار آب آبیاری و شوری آب آبیاری بر اجزای عملکرد گندم در جدول ۳ نشان داده شده است. اثرات متقابل برای تعداد سنبله و وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود در حالی که اثر متقابل مقدار آب آبیاری و شوری آب آبیاری بر تعداد دانه در سنبله در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج برش دهی اثرات متقابل مقدار آب آبیاری در شوری آب آبیاری (جدول ۴) نشان داد که در هر چهار سطح مقدار آبیاری، شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری بر اجزای عملکرد گندم شامل تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه دارد.

#### اثرات ساده شوری آب آبیاری بر اجزای عملکرد گندم

نتایج تجزیه واریانس اثر شوری آب آبیاری بر تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه نشان داد که شوری آب آبیاری به طور معنی‌داری بر این صفات‌ها اثرگذار بوده است (جدول ۳). کاهش معنی‌دار تعداد گلچه‌های بارور و تعداد دانه در سنبله با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۸۸ به ۷/۲۲ و ۱۴/۱۶ دسی زیمنس بر متر گزارش شد در حالی که افزایش شوری آب آبیاری به ۷/۲۲ و ۱۴/۱۶ دسی زیمنس بر متر منجر به تغییر معنی‌دار وزن هزار دانه رقم بم نگرید (کریمی، ۱۳۹۸). این نتایج نشان دهنده وابستگی شدید اجزای عملکرد در پاسخ به تنش شوری به نوع رقم گندم دارد. افزایش شوری آب آبیاری باعث افزایش گلچه‌های نابارور می‌شود؛ بنابراین کاهش تعداد دانه در سنبله روی می‌دهد (کریمی، ۱۳۹۸). قربانی و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند که تعداد دانه در

جدول ۴- برش‌دهی اثرات متقابل تیمار مقدار آب آبیاری و شوری آن بر اجزای عملکرد گندم رقم سیروان

سطوح آبیاری	درجه آزادی	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
۵۰ درصد نیاز آبی	۲	۳۵۶۳۲**	۷۵/۴۴**	۳۷/۱۶**
۷۵ درصد نیاز آبی	۲	۴۲۶۷۹**	۱۴۸**	۱۲/۴۱**
۱۰۰ درصد نیاز آبی	۲	۳۶۹۸۸**	۵۶/۷۸**	۳/۴۵**
۱۲۵ درصد نیاز آبی	۲	۷۶۹۸/۱**	۶۶/۳۳**	۵۴/۷۷**

<sup>ns</sup> و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

طور بارزی باعث اختلال در تولید دانه‌های گرده و همچنین گرده‌افشانی می‌گردد که در نهایت کاهش تعداد دانه‌های بارور را به دنبال خواهد داشت. در واقع، به دلیل بروز تنش خشکی، رشد محصول در مرحله گل‌دهی کاهش یافته و موجب افزایش سقط دانه‌ها و در نهایت کاهش وزن سنبله‌ها می‌شود (احمد و همکاران، ۲۰۱۵). تنش شوری پتانسیل عملکرد گندم را از طریق کاهش تعداد پنجه‌های بارور کاهش می‌دهد (ال هندای و همکاران، ۲۰۰۵). بیش‌ترین میزان وزن هزار دانه گندم (۴۳ گرم) متعلق به تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر بود که البته با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۵). کمترین مقدار وزن هزار دانه (۳۲ گرم) نیز متعلق به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۷/۸ دسی زیمنس بر متر بود که مقدار این ویژگی را نسبت به تیمارهای برتر حدود ۲۵ درصد کاهش داد.

بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد سنبله گندم (به ترتیب ۶۵۳ و ۲۵۱) به ترتیب در تیمارهای ۷۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر و ۵۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۷/۸ دسی زیمنس بر متر مشاهده شدند. لازم به ذکر است اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای ۷۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر از نظر تعداد سنبله گندم وجود نداشت (جدول ۵). تیمار ضعیف نسبت به تیمار برتر افت حدود ۶۰ درصدی تعداد سنبله گندم را نشان داد. در کلیه تیمارهای مقدار آبیاری، افزایش شوری آب آبیاری منجر به کاهش معنی‌دار تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و همچنین وزن هزار دانه با روند تقریباً مشابه شد (جدول ۵). کمبود همزمان رطوبت و شوری منجر به کاهش تعداد کل سنبله‌ها و همچنین سنبله‌های بارور می‌گردد (کریمی، ۱۳۹۸؛ ماشی و همکاران، ۱۳۸۶؛ هوشمند و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین، خشکی و شوری به

جدول ۵- اثر متقابل مقدار آب آبیاری و شوری آب آبیاری بر اجزای عملکرد گندم رقم سیروان

تیمار	شوری (ds.m <sup>-1</sup> )	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
				آبیاری (درصد نیاز آبی)
۵۰	۱/۶	۴۵۴/۳ <sup>ce</sup> (CD)	۲۸/۶ <sup>b</sup> (B)	۳۹/۳ <sup>de</sup> (BC)
	۶	۴۲۰/۶ <sup>f</sup> (C-E)	۲۴/۳ <sup>c</sup> (C)	۳۴/۵ <sup>g</sup> (DE)
	۷/۸	۲۵۱/۰ <sup>.i</sup> (F)	۱۸/۶ <sup>d</sup> (D)	۳۲/۴ <sup>h</sup> (E)
۷۵	۱/۶	۶۵۳/۳ <sup>a</sup> (A)	۲۹/۳ <sup>b</sup> (B)	۴۰/۵ <sup>bc</sup> (AB)
	۶	۴۷۶/۳ <sup>d</sup> (CD)	۲۵/۶ <sup>c</sup> (C)	۳۹/۵ <sup>cde</sup> (BC)
	۷/۸	۴۲۶/۳ <sup>f</sup> (C-E)	۱۹/۶ <sup>d</sup> (D)	۳۶/۶ <sup>f</sup> (CD)
۱۰۰	۱/۶	۵۷۶/۶ <sup>ab</sup> (AB)	۳۳/۶ <sup>a</sup> (A)	۴۱/۴ <sup>ab</sup> (AB)
	۶	۴۷۰/۶ <sup>d</sup> (CD)	۲۵/۶ <sup>c</sup> (C)	۴۰/۱ <sup>cd</sup> (AB)
	۷/۸	۳۵۴/۶ <sup>h</sup> (E)	۲۰/۶ <sup>d</sup> (D)	۳۹/۳ <sup>cde</sup> (BC)
۱۲۵	۱/۶	۴۹۶/۰ <sup>.c</sup> (BC)	۳۰/۰ <sup>.b</sup> (B)	۴۳/۱ <sup>a</sup> (A)
	۶	۴۷۵/۰ <sup>.d</sup> (CD)	۲۴/۳ <sup>c</sup> (C)	۳۸/۱ <sup>e</sup> (BC)
	۷/۸	۳۹۹/۶ <sup>g</sup> (DE)	۲۰/۶ <sup>d</sup> (D)	۳۴/۵ <sup>g</sup> (DE)

میانگین‌های هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند. حروف بیرون پرانتز مقایسه میانگین اثرات متقابل کلی و حروف درون پرانتز مقایسه میانگین به روش برش‌دهی را نشان می‌دهد.

نتایج تجزیه واریانس داده نشان داد که عملکرد بیولوژیک و دانه گندم به طور معنی‌داری تحت تأثیر مقدار آب آبیاری قرار گرفتند (جدول ۶). کاهش رطوبت خاک باعث کاهش قدرت رشد و تقسیم سلولی گیاهان شده که

اثرات ساده مقدار آب آبیاری بر عملکرد دانه و بیولوژیک گندم، شاخص برداشت و کارآیی مصرف آب



شاخص برداشت و کارایی مصرف آب نیز به طور معنی داری تحت تاثیر کاهش مقدار آب آبیاری قرار گرفتند. در برخی موارد گزارش شده است که کاهش مقدار آب آبیاری باعث ورود سریع تر گیاه به فاز زایشی شده و رشد رویشی محدود می شود؛ بنابراین در این شرایط شاخص برداشت افزایش یابد (حیدری و همکاران، ۱۳۸۵).

منجر به کاهش میزان ماده خشک تولیدی می گردد (حیدری و همکاران، ۱۳۸۵). کمبود رطوبت از طریق افزایش پیری برگ ها، شاخص سطح برگ را کاهش داده و موجب کاهش تولید فراورده های فتوسنتزی و عملکرد بیولوژیک و دانه می شود (اصغری<sup>۱۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۱؛ کاکیر<sup>۱۵</sup>، ۲۰۰۴؛ رجائی و همکاران، ۲۰۱۶؛ یوسفی و همکاران، ۱۳۹۴).

جدول ۶- میانگین مربعات اثر مقدار آب آبیاری و شوری آن بر عملکرد، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب گندم رقم سیروان

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	کارایی مصرف آب
تکرار	۲	۴۱۳۴/۰۳ <sup>NS</sup>	۸/۶۷ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۱۰۳ <sup>**</sup>	۴/۳۱ <sup>NS</sup>
مقدار آب آبیاری	۳	۲۴۶۷۸۵/۸۸ <sup>**</sup>	۳۵۸۹۴/۲۹ <sup>**</sup>	۰/۰۰۸۰۲ <sup>**</sup>	۰/۴۷ <sup>**</sup>
شوری آب آبیاری	۲	۹۴۹۵۸۶/۱۱ <sup>**</sup>	۱۵۲۹۸۲/۰۴ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۰۲ <sup>NS</sup>	۰/۹۱ <sup>**</sup>
مقدار آب آبیاری × شوری آب آبیاری	۶	۲۵۵۱۲/۹۶ <sup>**</sup>	۳۲۰۲/۳۷ <sup>**</sup>	۰/۰۰۹۵۲ <sup>**</sup>	۰/۰۶ <sup>**</sup>
خطا	۲۲	۲۱۶۳/۵۷	۵۰/۹۰	۰/۰۰۰۴۳	۰/۰۰۰۳۹
ضریب تغییرات (%)		۴/۳۶	۱/۷۱	۵/۲۶	۲/۰۷

NS و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد

هر سیستم کشت درون جوی و روی پشته گردید این در حالی بود که در هر دو نوع سیستم کشت افزایش شوری آب آبیاری به ۵ دسی زیمنس بر متر اثر معنی داری بر کارایی مصرف آب نداشت (مصفا و سپاسخواه، ۲۰۱۹).

#### اثرات ساده شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه، بیولوژیک گندم، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شوری آب آبیاری به طور معنی داری بر عملکرد دانه و بیولوژیک و همچنین کارایی مصرف آب اثر داشت در حالی که بر شاخص برداشت اثر معنی داری نداشت (جدول ۶). اثر معنی دار افزایش شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه و عملکرد کاه و اثر غیر معنی دار شوری آب آبیاری بر شاخص برداشت گندم رقم بم گزارش شده است (کریمی، ۱۳۹۸). نتایج فرهودی (۱۳۹۲) نشان داد که افزایش سطح شوری به ۶ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر کاهش معنی دار وزن خشک اندام هوایی و همچنین محتوی نسبی آب برگ و از سوی دیگر افزایش سدیم در برگ در ارقام مختلف گندم را سبب می شود. کاهش قدرت جذب آب و سمیت سدیم منجر به کاهش رشد گیاه شده و در نتیجه عملکرد دانه و بیولوژیک را تحت تاثیر قرار می دهد. نتایج یک بررسی دو ساله نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری به ۷/۵ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر منجر به کاهش معنی دار کارایی مصرف آب گندم در

اثرات متقابل شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه و بیولوژیک گندم، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل مقدار آب آبیاری در شوری آب آبیاری برای عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب در جدول ۶ نشان داده شده است. اثر متقابل مقدار آب آبیاری در شوری آب آبیاری در هر چهار ویژگی شامل عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب در سطح یک درصد معنی دار است. نتایج برش دهی اثرات متقابل تیمار مقدار آب آبیاری و شوری آب آبیاری بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب در جدول ۷ نشان داده شده است. نتایج برش دهی نشان می دهد که در هر چهار سطح مقدار

سنبله، تعداد دانه و وزن هزار دانه گردید لذا کاهش عملکردهای بیولوژیک و دانه گندم نیز قابل انتظار بود. یوسفی و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی روی گیاه زراعی کلزا گزارش نمودند که در تنش‌های توام خشکی و شوری با کاهش شدید پتانسیل آب در محیط ریشه و تشدید اثر تنش شوری به سبب تجمع یون‌های سدیم و کلر، نفوذپذیری غشا افزایش یافته که منجر به کاهش وزن خشک اندام هوایی و در نهایت عملکرد دانه شد. غربی و همکاران (۱۳۹۲) نیز در بررسی ارزیابی تحمل به تنش شوری و خشکی لاین‌های گندم دوروم تحت شرایط گلخانه‌ای اعلام کردند این تنش‌ها منجر به کاهش اجزای عملکرد و عملکرد دانه و بیولوژیک گندم شدند. احمد و همکاران (۲۰۱۳) و ارس<sup>۱۶</sup> و سوارز (۲۰۱۷) در مورد گیاه جو و اسفناج گزارش کردند که ترکیب تنش‌های خشکی و شوری سبب کاهش فزاینده عملکرد بیولوژیک و دانه این گیاهان شد. کاهش عملکرد دانه در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۷/۸ دسی زیمنس بر متر کمتر از کاهش عملکرد بیولوژیک بود که این امر به افزایش شاخص برداشت منجر شده است. ولی در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۶ دسی زیمنس بر عکس این موضوع رخ داده و کاهش عملکرد دانه بیش از کاهش عملکرد بیولوژیک بوده و در نتیجه شاخص برداشت افزایش یافته است (جدول ۸). افزایش شاخص برداشت تحت شرایط تنش شوری در مطالعه‌های انجام شده دیگر نیز گزارش شده است (نرجسی<sup>۱۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). حیدری و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر گندم رقم چمران گزارش نمودند که در شرایط تنش شوری، میزان شاخص برداشت و میزان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از بخش هوایی به دانه افزایش می‌یابد.

آبیاری، شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب دارد.

بیش‌ترین و کمترین عملکرد بیولوژیک گندم (به ترتیب ۱۵۳۵ و ۵۲۳ گرم در مترمربع) به ترتیب در تیمارهای ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر و ۵۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۷/۸ دسی زیمنس بر متر مشاهده شدند. لازم به ذکر است اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر از نظر عملکرد بیولوژیک گندم وجود نداشت (جدول ۸). تیمار ضعیف نسبت به تیمار برتر در این صفت حدود ۶۵ درصد کاهش را نشان داد. در ویژگی عملکرد دانه گندم نیز بیش‌ترین و کمترین مقادارها (به ترتیب ۵۸۸ و ۲۰۳ گرم در مترمربع) به ترتیب متعلق به تیمارهای ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر و ۵۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۷/۸ دسی زیمنس بر متر بود (جدول ۸). از نظر عملکرد دانه نیز اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر مشاهده نشد. افت عملکرد دانه گندم در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۷/۸ دسی زیمنس بر متر نسبت به تیمار برتر (۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر) حدود ۶۵ درصد بود. از آنجا که متوسط تولید گندم آبی عملکرد در کشور در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ حدود ۲۰۸۹ کیلوگرم در هکتار بوده است (فائو، ۲۰۱۷) عملکرد تیمار آبی ۱۰۰ درصد (شاهد) در این مطالعه در وضعیت بسیار مطلوبی است. با توجه به اینکه در این پژوهش، مقادارهای مختلف آب آبیاری و شوری آب آبیاری موجب کاهش ویژگی‌های اجزای عملکرد شامل تعداد

جدول ۷- برش‌دهی اثرات متقابل تیمار مقدار آب آبیاری و شوری آب آبیاری عملکرد، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب گندم رقم

سیروان					
کارایی مصرف آب	شاخص برداشت	وزن دانه	وزن کل بوته	درجه آزادی	سطوح آبیاری
۰/۵۹۷۰۵۴**	۰/۰۰۰۳۹۵ NS	۴۲۵۶۳**	۲۲۶۶۷۵**	۲	۵۰ درصد نیاز آبی
۰/۲۸۳۳۹۹**	۰/۰۰۸۹۴۱**	۵۴۴۴۱**	۱۰۱۳۴۴**	۲	۷۵ درصد نیاز آبی
۰/۱۵۵۸۹۱**	۰/۰۰۱۸۶۸**	۴۴۴۵۳**	۲۹۲۵۰۳**	۲	۱۰۰ درصد نیاز آبی
۰/۰۶۷۶۲۶**	۰/۰۱۷۳۹۰**	۳۰۱۳۱**	۴۰۵۶۰۳**	۲	۱۲۵ درصد نیاز آبی

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر تنش‌های خشکی × شوری آب آبیاری بر برخی ویژگی‌های گندم

تیمارها	کارایی مصرف آب (کیلوگرم در هکتار بر متر مکعب)			
	مقدار آب آبیاری	شوری آب آبیاری	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت
۵۰	۱/۶	۱۰۶۸/۳۳ <sup>de</sup> (DE)	۴۴۰/۲۶ <sup>c</sup> (C)	۰/۴۱ <sup>bc</sup> (AB)
	۶	۸۵۸/۳۳ <sup>g</sup> (G)	۳۴۶/۸۰ <sup>f</sup> (DE)	۰/۴۰ <sup>bcd</sup> (AB)
	۷/۸	۵۲۳/۳۳ <sup>h</sup> (G)	۲۰۳/۷۶ <sup>h</sup> (G)	۰/۳۹ <sup>cd</sup> (BC)
۷۵	۱/۶	۱۳۱۱/۶۷ <sup>b</sup> (BC)	۵۱۵/۷۶ <sup>b</sup> (B)	۰/۳۹ <sup>cd</sup> (BC)
	۶	۱۱۷۸/۳۳ <sup>c</sup> (CD)	۴۳۶/۵۶ <sup>c</sup> (C)	۰/۳۷ <sup>d</sup> (BC)
	۷/۸	۹۴۸/۳۳ <sup>f</sup> (E-G)	۲۷۴/۳۳ <sup>g</sup> (F)	۰/۳۹ <sup>cd</sup> (BC)
۱۰۰	۱/۶	۱۴۸۳/۳۳ <sup>a</sup> (AB)	۵۷۶/۴۶ <sup>a</sup> (AB)	۰/۳۹ <sup>cd</sup> (BC)
	۶	۱۰۵۱/۶۷ <sup>e</sup> (D-F)	۴۴۴/۶۰ <sup>c</sup> (C)	۰/۴۰ <sup>bcd</sup> (AB)
	۷/۸	۸۷۶/۶۷ <sup>g</sup> (FG)	۳۳۳/۳۰ <sup>f</sup> (EF)	۰/۳۸ <sup>cd</sup> (BC)
۱۲۵	۱/۶	۱۵۳۵/۰۰ <sup>a</sup> (A)	۵۸۸/۷۶ <sup>a</sup> (A)	۰/۳۸ <sup>cd</sup> (BC)
	۶	۱۱۴۶/۶۷ <sup>cd</sup> (CD)	۴۲۵/۰۰ <sup>d</sup> (C)	۰/۳۸ <sup>cd</sup> (BC)
	۷/۸	۸۰۰/۰۰ <sup>g</sup> (G)	۴۰۶/۸۰ <sup>e</sup> (CD)	۰/۵۱ <sup>a</sup> (A)

میانگین‌های هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند. حروف بیرون پرانتز مقایسه میانگین اثرات متقابل کلی و حروف درون پرانتز مقایسه میانگین به روش برش‌دهی را نشان می‌دهد.

کارایی مصرف آب شد. با توجه به نتایج این مطالعه به نظر می‌رسد کیفیت آب عامل بسیار مهم و اثرگذاری بر کاهش کارایی مصرف آب است به طوری که با افزایش شوری از میزان کارایی مصرف آب در هر تیمار مقدار آبیاری به شدت کاسته می‌شود. این در حالی است که با کاهش مقدار آبیاری بر کارایی مصرف آب افزوده شد. نتایج مطالعه انجام‌شده تحت تاثیر تیمارهای مقدار و شوری آب آبیاری نشان داد که کاهش مقدار یا عمق آبیاری منجر به افزایش میزان کارایی مصرف آب می‌گردد و از سوی دیگر افزایش شوری آب آبیاری منجر به کاهش کارایی مصرف آب در گندم می‌گردد (مصفا و سپاسخواه، ۲۰۱۹).

بیش‌ترین و کمترین کارایی مصرف به ترتیب در تیمارهای ۵۰ درصد نیاز آبی و شوری ۱/۶ دسی زیمنس بر متر و ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۷/۸ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۸). افزایش شوری آب از ۱/۶ به ۷/۸ دسی زیمنس در بر متر در مقدارهای آبیاری ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به ترتیب باعث کاهش ۵۳/۹، ۴۷/۳، ۴۲/۶ و ۳۰/۷ درصدی کارایی مصرف آب شد (جدول ۸). به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش شدت کمبود آب و یا به عبارتی با آبیاری کمتر از نیاز آبی میزان کارایی مصرف آب افزایش یافت (جدول ۸). از سوی دیگر افزایش شوری آب آبیاری منجر به کاهش

## نتیجه گیری

دسی زیمنس بر متر)، با افزایش مقدار آب آبیاری به ۱۲۵ درصد نیاز آبی افزایش معنی دار و ۵۲/۸۷ درصدی را نشان داد؛ بنابراین نتایج این پژوهش نشان داد که با آبیاری بیش از حد نرمال (۱۲۵ درصد نیاز آبی) نسبت به آبیاری های نرمال و کمتر می توان از اثرات منفی شوری تا حدی کاست. با توجه به مشکل روز افزون خشکی و همچنین کاهش کیفیت آب در ایران به نظر می رسد با توجه به نتایج این تحقیق انتخاب رقم مقاوم به خشکی مانند رقم سیروان و همچنین استفاده از آبهای با شوری بیشتر تا حد آستانه گندم می تواند تا حدودی مشکل کاهش کیفیت آب را حل کند.

## قدردانی

نویسندگان از همکاری صمیمانه ریاست محترم و دست اندرکاران مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند جناب آقای مهندس صمدزاده و همچنین آقای مهندس گندمی کمال تقدیر و تشکر را دارند.

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش مقدار آب، آبیاری عملکرد دانه و بیولوژیک گندم افزایش یافت. این مشاهده به دلیل بهبود رشد و تقسیم سلولها و در نهایت افزایش رشد رویشی، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بود. افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۶ به ۷/۸ دسی زیمنس بر متر منجر به کاهش معنی دار عملکرد دانه گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که اثر توام کاهش مقدار آب آبیاری و شوری آب آبیاری از اثر هر کدام به تنهایی بیشتر است به طوری که کمترین عملکرد دانه و بیولوژیک در تیمارهای آبیاری با ۵۰ درصد نیاز آبی و شوری ۷/۸ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. در بیشترین شوری آب آبیاری (۷/۸ دسی زیمنس بر متر)، افزایش مقدار آبیاری از ۵۰ درصد نیاز آبی به ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد به ترتیب منجر به افزایش ۳۴/۶۳، ۵۷/۵۷ و ۹۹/۶۵ درصدی عملکرد دانه شد که اختلاف معنی داری با یکدیگر داشتند. عملکرد بیولوژیک نیز در بیشترین شوری آب آبیاری (۷/۸

## فهرست منابع

۱. احمدی، ع.، عیسوند، ح.ر.، و پوستینی، ک. ۱۳۸۵. اثر متقابل تنش خشکی و زمان بندی مصرف کود نیتروژنه بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی مرتبط با آن در گندم. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۷ (۲): ۱۲۳-۱۱۳.
۲. تاناری، م.، کوچکی، ع.، و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۸. پیش بینی عملکرد گندم دیم در استان خراسان با استفاده از داده های بارندگی و خاک با به کارگیری انواع مدل های رگرسیونی. پژوهش های زراعی ایران. ۷ (۲): ۳۶۵-۳۵۷.
۳. حیدری، م.، بخشنده، ع.، نادیان، ح.، فتحی، ق.، و عالمی، س. ۱۳۸۵. تاثیر سطوح مختلف شوری و نیتروژن بر عملکرد دانه، تنظیم کننده های اسمزی و جذب سدیم و پتاسیم در گندم رقم چمران. ۳۷ (۳): ۵۱۳-۵۰۱.
۴. روحانیان فرد جهرمی، ز.، روستا، م.، و پهلوان پور فرد جهرمی، ع. ۱۳۹۰. بررسی اثرات توام تنش های خشکی و شوری بر عملکرد و برخی از اجزای عملکرد گندم رقم داراب. همایش ملی دستاوردهای نوین در زراعت.
۵. زمانی، غ. ر.، کشکولی، ح.، شهیدی، ع.، و قریشی، غ. ر. ۱۳۸۶. اثرات شوری و رژیم های مختلف آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه در دو رقم گندم. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۷ (۲): ۶۶-۵۵.

۶. سعادتیان، سلیمانی، ف.، احمدوند، گ.، و وجدانی آرام، س. ۱۳۹۱. بررسی توانایی تحمل، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم به شوری آب آبیاری در مراحل حساس رشد. پژوهش های زراعی ایران. ۱۰ (۴): ۷۳۴-۷۲۶.
۷. شهیدی، ع. ۱۳۸۷. اثر برهمکنش کم آبیاری و شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم با تعیین تابع تولید آب- شوری در منطقه بیرجند. پایان نامه دکتری مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۳۶۵ص.
۸. 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): ۵۱-۶۱.
۹. صنوبر، ا.، دهقانی، ف.، و طباطبایی، س. ا. ۱۳۸۹. اثر دور آبیاری بر عملکرد، کارایی مصرف آب و برخی از خصوصیات کیفی ارقام گندم نان. پژوهش آب در کشاورزی. ۲۴ (۱): ۴۰-۳۱.
۱۰. عیدی زاده، خ.، ابراهیم پور، ف.، و ابراهیمی، م.ع. ۱۳۹۵. اثر رژیم های مختلف آبیاری بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم (*Triticum aestivum L.*) در شرایط اقلیمی رامین. تنش های محیطی در علوم زراعی، ۹(۱): ۲۹-۳۶.
۱۱. غربی، آ.، رشیدی، و.، تاری نژاد، ع.ر.، و چلبی یانی، س. ۱۳۹۲. ارزیابی تحمل به تنش شوری و خشکی لاین های گندم دوروم تحت شرایط گلخانه ای. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۷ (۴): ۴۱۰-۳۹۳.
۱۲. فرهودی، ر. ۱۳۹۲. بررسی اثر تنش شوری بر رشد و ویژگی های فیزیولوژیک نه رقم گندم در مرحله رشد رویشی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۵ (۲۰): ۸۹-۷۱.
۱۳. قربانی، م.ح.، زینلی، ا.، سلطانی، ا.، گالشی، س. ۱۳۸۲. تاثیر تنش شوری بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰ (۴): ۱۳-۵.
۱۴. کریمی، م. ۱۳۹۸. پاسخ گندم رقم بم به اثرات متقابل شوری آب آبیاری و سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم. تنش های محیطی در علوم زراعی، ۱۲ (۱): ۴۹-۳۹.
۱۵. ماشی، ا.، گالشی، س.، زینلی، ا.، نوری نیا، ع. ۱۳۸۶. اثر تنش شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه چهار ژنوتیپ جو بدون پوشینه. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۴ (۵): ۹۸-۸۶.
۱۶. معاونی، پ.، حبیبی، د.، و عباس زاده، ب. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم گندم در شهر قدس. زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۵ (۱): ۶۹-۸۴.
۱۷. منصور، ح. ۱۳۸۵. تاثیر مدیریت های مختلف استفاده از آب شور بر عملکرد گندم. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی گروه آب، دانشکده کشاورزی دانشکده صنعتی اصفهان.
۱۸. مهاجرمیلانی، پ.، سعادت، س.، و وکیل، ر. ۱۳۷۸. علوم آب و خاک. تغذیه گندم در شرایط شور استان قم. ۱۲ (۶): ۱۸۷-۱۹۶.
۱۹. نبی زاده مرو دست، م.، ر.، کافی، م.، و راشد محصل، م. ح. ۱۳۸۲. اثرات شوری بر رشد، عملکرد، تجمع املاح و درصد اسانس زیره سبز. پژوهش های زراعی ایران ۱ (۱): ۶۰-۵۳.
۲۰. نجفیان، گ.، خدارحمی، م.، امینی، ا.، افشاری، ف.، ملیحی پور، ع.، احمدی، غ.، نیکوسرشت، ر.، کفاشی، ا.، ایمن، ح.، ذاکری، ع.، نیکزاد، ا.، جعفرنژاد، ا.، افیونی، د.، حسن پور، ج.، محمدی، ع.، عطلاحسینی، س.م.، ناظری، ع.، میرزایی، ا.، شورابی، ع.، ا.، شادمهری، ا.، بدری، ع.، مومن، ع.، و صادقی، ن. ۱۳۹۱. سیروان، رقم

جدید گندم نان متحمل به خشکی آخر فصل و با کیفیت نانوائی خوب برای کشت در مزارع آبی مناطق معتدل ایران. یافته های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی. ۱ (۱): ۱۰-۱.

۲۱. یوسفی، ف.، حسینی، پیمان.، روشنفکر دزفولی، ح.، و مسکرباشی، م. ۱۳۹۴. مطالعه اثر تنش های شوری و خشکی روی برخی مولفه های فیزیولوژیکی دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.) در اهواز. تولیدات گیاهی. ۳۸ (۴): ۲۵-۳۴.

22. Abbas, A., ShahbazKhan, N., Hanjra, M., Akbar, A. 2013.Characterizing soil salinity in irrigated agriculture using a remote sensing approach. Journal of Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C. 55, 43-52.
23. Ahmed, I., Nadira, U., Bibi, N., Zhang, G.P., and Wu, F. 2015. Combined Stresses in Forests. In: Mahalingham, R. (Ed). Combined Stresses in Plants. Physiological, Molecular and Biochemical Aspects. Springer pp, 93-121.
24. Ahmed, I.M., Cao, F., Zhang, M., Chen, X., Zhang, G., and Wu, F. 2013. Difference in Yield and Physiological Features in Response to Drought and Salinity Combined Stress during Anthesis in Tibetan Wild and Cultivated Barleys. PLoS ONE, 8: 1-14.
25. Asgari, H.R., Cornelis, W., and Van Damme, P. 2011. Effect of salinity on wheat (*Triticum aestivum* L.) grain yield, yield components and ion uptake. Desert, 16: 169-175.
26. Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research, 89: 1-16.
27. El-Hendawy, S.E., Hu, Y., Yakout, G.M., Awad, A.M., Hafiz, S.E., and Schmidhalter, U. 2005. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. European Journal of Agronomy, 22: 243-253.
28. FAOSTAT AGRICULTURE DATA. 2017. Available at: <http://faostat3.fao.org>.
29. Francois, L.E., Maas, E.V., Donovan, T.J., and Youngs, V.L. 1986. Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of semi dwarf and durum wheat. Agronomy Journal, 78: 1053-1058.
30. Houshmand, S., Arzani, A., and Mirmohammadi-Maibody, S.A.M. 2014.Effects of Salinity and Drought Stress on Grain Quality of Durum Wheat. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 45(3): 297-308.
31. Maas, E.V., Hoffman, G.J. 1977. Crop salt tolerance—current assessment. Journal of the irrigation and drainage division, 103(2): 115-134.
32. Mosaffa, H.R., and Sepaskhah, A.R. 2019. Performance of irrigation regimes and water salinity on winter wheat as influenced by planting methods. Agricultural Water Management, 216: 444-456.
33. Narjesi, V., MajidiHervan, E., Zali, A.A., Mardi, M., and Naghavi. M.R. 2010. Effect of salinity stress on grain yield and plant characteristics in bread wheat recombinant inbred lines. Iranian Journal of Crop Sciences, 12 (3): 291-304.
34. Ors, S., and Suarez, D. 2017. Spinach biomass yield and physiological response to interactive salinity and water stress. Agricultural Water Management, 190: 31-41.
35. Sanjari, P.A., and Yazdansepas, A. 2008. Mobilization of dry matter and its relation with drought stress in wheat genotypes. Journal of Agricultural science and technology, 11(2): 121-129.
36. Shalhevet, J. 1994. Using water of marginal quality for crop production: major issues. Agricultural water management, 25: 233-269.
37. Steppuhn, H., Wall, K. G. 1997. Grain yields from spring-sown Canadian wheats grown in saline rooting media. Canadian journal of plant science, 77(1): 63-68.
38. Zhang, J., Zhang, S., Cheng, M., and Jin, J. 2018. Effect of Drought on Agronomic Traits of Rice and Wheat: A Meta-Analysis. Journal of Environmental Research and Public Health. 15(5): 839-853.

## Evaluation of the Effects of Amount and Salinity of Irrigation Water on Yield and Yield Components of Wheat cv. Sirvan

F. Hajiabadi, F. Hassanpour, M. Yaghoobzadeh, H. Hammami<sup>1</sup>\*, and

S.M. Seyyedi

Expert of Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand and PhD Student, Department of Water Engineering, College of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.

fhajiabadi2010@gmail.com

Associate Professor, Department of Water Engineering, College of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran. hassanpourir@UOZ.ac.ir

Assistant Professor, Department of Water Engineering, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. m.yaghoobzadeh@birjand.ac.ir

Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand. hhammami@birjand.ac.ir

Crop and Horticultural Science Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center Research and Education Center (AREEO), Arak, Iran.

mohsensayyedi@yahoo.com

### Abstract

Salinity and drought stress are the most important factors that limit plant growth, especially in dry and semi-arid regions. To investigate the effects of irrigation water levels and salinity on yield and yield components of wheat cultivar Sirvan, a factorial experiment was conducted in a complete randomized block design with three replications in the research field of agricultural faculty of the University of Birjand during the growing season of 2017-18. The treatments included irrigation at four levels (125%, 100%, 75%, and 50% water requirement) and water salinity in three levels (1.6 dS.m<sup>-1</sup>, 6 dS.m<sup>-1</sup>, and 7.8 dS.m<sup>-1</sup>). The results showed that yield components, biological yield, and grain yield of wheat were affected by water irrigation levels and water salinity. Moreover, these treatment significantly reduced the yield components, harvest index, and water use efficiency (WUE). In biological and grain yield of wheat, the highest and the lowest amounts belonged to 125% water requirement × salinity of 1.6 dS m<sup>-1</sup> by 1535 and 588.76 g m<sup>-2</sup>, respectively. In biological yield and grain yield, there was no significant difference observed between 125% wheat water requirement × salinity's of 1.6% dS.m<sup>-1</sup> and 100% water requirement × salinity of 1.6% dS.m<sup>-1</sup> treatments. Biological and grain yield of wheat decreased to 65% in 50% water requirement × salinity of 7.8 dS m<sup>-1</sup> compared with 125% water requirement × salinity of 1.6% dS.m<sup>-1</sup>. According to results of this experiment, 125% and 100% water requirement treatments had the highest biological and grain yield. Although 125% wheat water requirement had the highest value in all traits but they were not significant compared to 100% water requirement treatment. In water salinity treatments, non-stress levels had the best performance. According to the results of this study, to avoid salt accumulation in the root zone under saline water irrigation and to decrease negative salinity effects, irrigation must be applied based on wheat water requirement.

**Keywords:** Biological yield, Grain yield, Water stress, Salinity stress, Water requirement

---

<sup>1</sup>- Corresponding author: Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand.

\*- Received: November 2019 and Accepted: June 2020