

اثر تیمارهای کم آبیاری و شوری آب بر واکنش‌های رشدی و عملکردی گندم رقم سیروان

فاطمه حاجی‌آبادی^۱ و^۵، فرزاد حسن‌پور^۲، مصطفی یعقوب‌زاده^۳، حسین حمامی^{۴*} و سیدمحمسن سیدی^۶

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۱۸)

چکیده

امروزه کاهش کمیت و کیفیت آب آبیاری به‌عنوان مهم‌ترین چالش‌های پیش روی سیستم‌های کشاورزی به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک دنیا هستند. از این‌رو به‌منظور ارزیابی واکنش‌های رشدی و عملکردی گندم رقم سیروان به سطوح مختلف رطوبتی و شوری آب آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند طی سال‌های زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ و ۱۳۹۶-۱۳۹۷ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح آبیاری در پنج سطح (۱۲۵، ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گندم و تیمار دیم با دو نوبت آبیاری) و شوری آب در دو سطح (۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر و ۶ دسی‌زیمنس بر متر) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که ویژگی‌های رشدی، اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه توسط تیمارهای سطوح مختلف آبیاری و شوری آب تحت تأثیر قرار گرفتند. به‌طوری‌که این تیمارها باعث کاهش معنی‌دار صفات مورد بررسی شدند. کمترین مقدار سطح برگ در تیمار دیم × شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد که مقدار این صفت را نسبت به تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر حدود ۶۱ درصد کاهش داد. در ویژگی عملکرد بیولوژیک و دانه گندم بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب متعلق به تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر و تیمار دیم × شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. از نظر عملکرد بیولوژیک و دانه اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد. افت عملکرد بیولوژیک و دانه گندم در تیمار دیم × شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب حدود ۷۲ و ۸۸ درصد بود. نتایج این آزمایش نشان داد که اگرچه در بیشتر صفات تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم تیمار برتر بود ولی اختلاف معنی‌داری با تیمار مصرف ۱۰۰ درصد نیاز آبی گندم نداشت. در نهایت، در نواحی دارای کمبود آب و آب شور (شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر) و با توجه به داده‌های عملکرد بیولوژیک و دانه در آزمایش حاضر استفاده از تیمار آبیاری با ۷۵ درصد نیاز آبی با آب شور و آبیاری با ۱۰۰ درصد نیاز آبی با آب غیرشور برای رسیدن به عملکرد بهینه گندم و همچنین ذخیره آب در شرایط شور توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آب شور، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه

۱ و ۲. به ترتیب دانش‌آموخته دکتری آبیاری و زهکشی و دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل

۳، ۴ و ۵. به ترتیب دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات و کارشناس گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۶. محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

*. مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: hhamami@birjand.ac.ir

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از اولین گیاهانی است که توسط اجداد انسان به طور وسیع و گسترده‌ای در مناطق مختلف کره زمین به دلیل داشتن قدرت سازگاری بالا کشت شده است (۲۸). سطح زیر کشت و تولید دانه گندم در سال ۲۰۱۷ به ترتیب برابر ۲۱۸۵۴۳۰۷۱ هکتار و ۷۷۱۷۱۸۵۷۹ تن (میانگین ۳۵۳۱ کیلوگرم در هکتار) در جهان بوده است. گندم اهمیت بسیار بالایی در تأمین مواد غذایی در دنیا به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه دارد. بنابراین گندم را می‌توان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی دنیا دانست. در ایران نیز سطح زیر کشت گندم در سال ۲۰۱۷ حدود ۶۷۰۰۰۰۰۰ هکتار و ۱۴۰۰۰۰۰۰ تن عملکرد دانه (میانگین ۲۰۸۹ کیلوگرم در هکتار) گزارش شده است (۷).

امنیت غذایی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل توسعه در کشورهای مختلف دنیا مطرح است که تحت تأثیر تنش‌های محیطی مختلف نظیر کمبود آب و شوری خاک و آب با خطر مواجه می‌شود (۹، ۱۰، ۱۴، ۳۰ و ۳۳). خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که رشد و نمو گیاهان را از طریق افزایش گونه‌های اکسیژن فعال و برهم زدن تعادل اسمزی سلول‌ها کاهش داده و منجر به کاهش عملکرد می‌شود (۶). شوری آب و خاک نیز باعث تداخل در رشد و نمو گیاه از طریق اختلال در تعادل اسمزی و یونی می‌شود (۸). در مناطق خشک و نیمه‌خشک که سطح وسیعی را در ایران به خود اختصاص داده‌اند معمولاً تنش‌های خشکی و شوری به‌طور همزمان بروز می‌یابند.

کاهش عملکرد گندم به میزان ۲۰ و ۲۶ درصد در تیمارهای ۶۵ و ۳۵ درصد آبیاری کامل گزارش شده است که البته بیان شده است این میزان اثرگذاری به‌شدت وابسته به بارندگی در طول فصل رشد گیاه است (۲۰). نتایج آزمایش انجام شده بر روی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام چمران، افلاک و وریناک گندم نشان داد که کاهش معنی‌دار وزن هزاردانه، تعداد پنجه در مترمربع، تعداد سنبلک‌ها

در هر سنبله در نتیجه کاهش آبیاری روی می‌دهد (۵). نتایج بررسی‌های مختلف نشان داده است که عملکرد گیاهان زراعی با افزایش سطح شوری آب آبیاری کاهش می‌یابد. کاهش معنی‌دار صفات مختلف عملکردی گندم شامل عملکرد بیولوژیک (۲۱/۸ درصد)، تعداد سنبله در مترمربع (۶۵/۷ درصد)، وزن هزاردانه (۲۱/۳ درصد)، کاهش معنی‌دار عملکرد دانه (۲۶/۵ درصد)، شاخص برداشت (۲۱/۶ درصد) با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۴ به ۹/۶ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (۳۲). اثر معنی‌دار همزمان تیمار سطوح آبیاری و شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم شامل تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و شاخص برداشت گزارش شده است (۱۲).

رقم سیروان با کد WS-85-10 و با شجره (Pr1/2*Pastor) در سال ۱۳۸۲-۱۳۸۳ از مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم (CIMMYT) دریافت شده و به‌منظور مقایسه با سایر ارقام موجود در ایران مورد بررسی قرار گرفت. این رقم دارای ویژگی‌هایی همچون شاخص حساسیت به تنش پایین برای عملکرد و وزن هزاردانه، نیمه مقاوم به بیماری‌های زنگ زرد، سیاه و قهوه‌ای، مقاوم به خوابیدگی و درصد پروتئین دانه به‌نسبت بالا معرفی شده است (۲۲). نتایج آزمایش‌های مختلف انجام شده روی رقم سیروان در کرج (در مقایسه با رقم پیشناز)، 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 به‌ترتیب ۶، ۴، ۱۱، ۱۲ و ۳ درصد عملکرد رقم سیروان در مقایسه با سایر ارقام بیشتر بود (۲۲). 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 نشان‌دهنده تحمل بیشتر این رقم به خشکی است (۲۲). با توجه به تنوع در واکنش ارقام مختلف گیاهان به تنش‌های خشکی و شوری بررسی واکنش ارقام مختلف به این تنش‌ها ضروری است. از این‌رو این مطالعه با هدف بررسی واکنش‌های

برای هر واحد آزمایشی کرت‌هایی به مساحت ۹ مترمربع (۳×۳) آماده شده و در هر کرت ۱۵ ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بین کرت‌ها از هر طرف ۱/۵ متر فاصله در نظر گرفته شد. تیمارها به صورت تصادفی در هر بلوک قرار داده شدند. مقدار بذر مورد نیاز برای کشت، با استفاده از وزن هزاردانه (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 ۹ مترمربع حساب شده و روی ۱۵ ردیف کشت شد (برای هر کرت ۱۱۸/۷۴ گرم). مقدار آبیاری برای هر تیمار با استفاده از کنتورهای حجمی نصب شده در انتهای لوله‌های انتقال آب اندازه‌گیری شد. آبیاری‌ها در ۹ مرحله و طبق تقویم آبیاری منطقه انجام شد. آبیاری در ۲ مرحله اول برای تمام تیمارها ثابت در نظر گرفته شد و سپس تیمارهای آبیاری اعمال شد (به ترتیب در مراحل جوانه‌زنی (مقیاس زادوکس ۰۰)، اولین برگ باز شده (مقیاس زادوکس ۱۱)، چهار برگ باز شده (مقیاس زادوکس ۱۴)، هشت برگ باز شده (مقیاس زادوکس ۱۸)، ساقه اصلی و دو پنجه (مقیاس زادوکس ۲۲)، گره سوم قابل رویت (مقیاس زادوکس ۳۳)، رشد غلاف پرچمی (مقیاس زادوکس ۴۱)، ظهور کامل سنبله (مقیاس زادوکس ۵۹) و اوایل شیری شدن (مقیاس زادوکس ۷۳) تیمارهای آبیاری انجام شد. در تیمار دیم فقط دو آبیاری اول انجام شد. مقدار آب مصرفی برای تیمارهای ۱۲۵، ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گندم بر اساس نتایج شهیدی و میری (۲۹) و محاسبه کمبود از ظرفیت زراعی (تعیین رطوبت خاک قبل از آبیاری، به ترتیب برابر ۶۶۷۵، ۵۳۴۰، ۴۰۰۵ و ۲۶۷۰ مترمکعب در هکتار تعیین شد. کود شیمیایی مورد استفاده بر اساس آزمون خاک و با توجه به توصیه کودی انجام شد که شامل مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل بود (۱۹). تمام کود فسفره و یک سوم کود ازته، قبل از کشت داخل شیارهای ایجاد شده برای کشت در عمق ۵ سانتی‌متری قرار داده شده و

رشدی و عملکردی گندم رقم سیروان در منطقه بیرجند طی دو فصل رشد ۱۳۹۶-۱۳۹۵ و ۱۳۹۷-۱۳۹۶ انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تیمارهای سطوح آبیاری و شوری آب آبیاری بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم سیروان، آزمایشی در سال‌های زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ و ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با اقلیم گرم و خشک و عرض جغرافیایی ۵۳ و ۳۲ شمالی و طول جغرافیایی ۱۳ و ۵۵ شرقی و با ارتفاع از سطح دریای ۱۴۸۰ متر از سطح دریا به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل پنج سطح آبیاری (شامل ۱- تیمار دیم با یک آبیاری تکمیلی، ۲- آبیاری با تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی گندم (تنش شدید) ۳- آبیاری با تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی (تنش متوسط)، ۴- آبیاری با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی (بدون تنش) و ۵- آبیاری با تأمین ۱۲۵ درصد نیاز آبی) و دو سطح شوری آب آبیاری (شامل آبیاری با آب ۱/۶ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر) بود. در اواخر آبان‌ماه ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ برای آماده‌سازی زمین، با گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد و در مرحله بعد در اوایل آذرماه ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ عملیات خرد کردن کلوخه‌های سطحی توسط دیسک صورت پذیرفت. پس از آن به کمک لولر، کار تسطیح نهایی انجام شد. قبل از پیاده کردن نقشه اجرایی طرح ابتدا نمونه خاک از اعماق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک از نقاط مختلف زمین (۱۰ نمونه برداشت شده و نمونه‌ها با یکدیگر مخلوط شدند) برداشت شده و تحت آزمایش‌های لازم برای تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک قرار گرفتند. نتایج به دست آمده در جدول ۱ ارائه شده است. خصوصیات آب‌های مورد استفاده در آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است. خصوصیات و پارامترهای هواشناسی با استفاده از داده‌های دریافت شده از ایستگاه هواشناسی فرودگاه بیرجند در طی سال‌های آزمایش در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

رس	سیلت	شن	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری	هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک	اسیدیته	کربن آلی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب
	(درصد)		(گرم بر سانتی متر مکعب)	(دسی زیمنس بر متر)		(درصد)	(میلی گرم بر کیلوگرم)		
۱۳/۳	۴۲/۶	۴۴/۱	لوم	۱/۳۸	۲/۵۸	۷/۳	۰/۵۱۱	۱۱/۰۱	۲۸۵/۴

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی آب چاه‌های مورد استفاده در آزمایش

شماره چاه	کلاس بندی آب (ویل کاکس)	کلاس بندی آب (فائو)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	نسبت اسیدیته	کاتیون‌ها (میلی اکی والان بر لیتر)	کاتیون‌ها (میلی اکی والان بر لیتر)	آنون‌ها (میلی اکی والان بر لیتر)					
				جذب سدیم	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	
۱	C ₃ S ₂	Low salinity	۱/۶	۸	۷/۵	۳/۵	۲/۷	۱۳/۳	۰/۰۸	۸/۸	۴/۹	۶/۴
۲	C ₄ S ₂	Medium salinity	۶	۷/۹	۸/۷	۱۷/۱	۵/۹	۲۹/۴	۰/۴	۲۵/۹	۱۰/۱	۲۰/۲

جدول ۳. آمار هواشناسی در سال‌های اجرای آزمایش

ماه‌های سال	سال	بارندگی تجمعی ماهانه (میلی متر)	حداکثر دما (درجه سانتی گراد)	حداقل دما (درجه سانتی گراد)	تعداد ساعات آفتابی (در روز)	تشنه (وات بر متر مربع)
مهرماه	۱۳۹۵	۰	۲۹/۹۷	۱۰/۸۰	۱۰/۰۷	۲۴۶۱/۲
	۱۳۹۶	۰	۲۸/۹۶	۸/۷۷	۱۰/۳۵	۲۰۳۱/۵
آبان‌ماه	۱۳۹۵	۰	۲۳/۳۴	۴/۵۹	۹/۲۴	۱۷۷۰/۳
	۱۳۹۶	۰	۲۳/۵۸	۴/۱۵	۹/۳۳	۱۶۷۵/۷
آذرماه	۱۳۹۵	۴/۸	۱۵/۲۴	۰/۳۳	۶/۸۱	۱۳۲۴/۲
	۱۳۹۶	۰/۳	۱۴/۷۳	-۲/۷۶	۸/۳۹	۱۴۶۰/۷
دی‌ماه	۱۳۹۵	۴/۵	۱۴/۸۶	-۲/۲۱	۷/۶۹	۱۳۶۹/۴
	۱۳۹۶	۰	۱۶/۲۳	-۲/۹۱	۸/۱۰	۱۱۴۲/۱
بهمن‌ماه	۱۳۹۵	۵۳/۹	۱۲/۵۸	۱/۱۵	۵/۶۴	۱۳۶۰
	۱۳۹۶	۸/۲	۱۴/۷۸	۱/۱۵	۶/۹۲	۱۱۹۳/۹
اسفندماه	۱۳۹۵	۲/۹	۱۷/۳۶	۱/۹۲	۸/۹۱	۲۱۷۵/۳
	۱۳۹۶	۳۵/۳	۱۹/۷۰	۵/۷۶	۶/۶۸	۱۵۱۶/۱
فروردین‌ماه	۱۳۹۶	۱۷/۹	۲۴/۰۰	۱۰/۳۲	۹/۱۱	۲۶۴۹/۴
	۱۳۹۷	۲۶/۷	۲۵/۱۰	۹/۳۵	۸/۳۴	۱۹۵۷/۷
اردیبهشت‌ماه	۱۳۹۶	۶	۳۰/۳۵	۱۲/۲۶	۹/۸۳	۲۹۴۴/۴
	۱۳۹۷	۱۵/۵	۲۷/۷۰	۱۲/۷۰	۹/۱۲	۲۴۷۳/۲
خردادماه	۱۳۹۶	۰	۳۷/۰۶	۱۸/۰۷	۱۲/۵۸	۳۶۳۴/۷
	۱۳۹۷	۰	۳۵/۰	۱۷/۸۰	۱۱/۵۴	۲۷۷۰/۵

داده‌های هواشناسی از ایستگاه هواشناسی فرودگاه بیرجند دریافت شده است.

(۶۹/۸۱ و ۳۶/۵۶ سانتی‌متر) به ترتیب متعلق به تیمار آبیاری ۱۲۵ درصد \times عدم تنش شوری و تیمار دیم \times شوری بود (جدول ۶). تیمار برتر در حدود ۴۷ درصد صفت ارتفاع بوته گندم را افزایش داد. به نظر می‌رسد در زمان کامل شدن نهایی ارتفاع بوته‌های گندم این گیاه دچار کمبود رطوبت محسوسی شده است و به همین دلیل این عامل سبب کاهش نهایی ارتفاع بوته شده است و تیمار شوری نیز، با ایجاد فشار اسمزی و تنش ثانویه خشکی کاهش فتوسنتز را در گیاه موجب می‌شود که خود این عامل سبب برخی نارسایی‌ها در بوته‌های گیاهان خواهد شد (۲۳) در پژوهش انجام شده توسط سادات نوری و همکاران (۲۶)، نیز کاهش معنی‌داری در ارتفاع بوته گندم در شرایط تنش شوری گزارش شده است.

طول سنبله

اثر سال و اثرات اصلی تنش خشکی و تنش شوری بر ویژگی طول سنبله گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۴). برهم‌کنش خشکی \times شوری نیز بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). در بین دو سال آزمایشی سال دوم، افزایش معنی‌دار طول سنبله را نشان داد (جدول ۵). در بین سطوح خشکی \times شوری کمترین طول سنبله متعلق به سطوح دیم \times تنش شوری بود و تیمارهای عدم تنش دارای طول سنبله بیشتری بودند (جدول ۶). از آنجایی که طول سنبله از جمله صفتهایی است که تحت تأثیر شرایط مطلوب به حداکثر رشد خود می‌رسد بنابراین تحت تأثیر کمبود آب و مواد غذایی و افزایش شوری قرار گرفته و در نتیجه کاهش تعداد و اندازه سلول‌ها، طول آن کاهش یافته است (۱۷). سادات نوری و همکاران (۲۶) نیز، کاهش قابل توجهی در طول سنبله گندم‌های مورد بررسی تحت شرایط تنش را گزارش کردند.

سطح برگ

نتایج میانگین مربعات نشان داد که اثر سال و اثرات اصلی تنش خشکی و شوری بر ویژگی سطح برگ گندم در سطح احتمال

سپس حدود ۲ سانتی‌متر روی آن خاک ریخته و سپس بذور کشت شد. بقیه کود ازته در دو نوبت و به میزان مساوی در مراحل پنجه‌دهی و به ساقه رفتن به صورت محلول‌پاشی روی سطح سبز گیاه استفاده شد. در طول فصل رشد نیز به موازات اعمال تیمارهای آزمایش، کنترل سن گندم و شته انجام شد. علف‌های هرز نیز که شامل یولاف وحشی، خونی واش، هفت بند، بنگ دانه و خارشتر بود به صورت وجین دستی از داخل کرت‌ها حذف شدند. به منظور تعیین خصوصیات رشدی در مرحله خمیری دانه‌ها، ارتفاع ۱۰ گیاه به وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شده و میانگین برای هر تیمار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سطح برگ این ۱۰ گیاه نیز توسط دستگاه سطح برگ (Delta-T, Windias3, England) اندازه‌گیری شد. سپس از بخش مرکزی هر کرت نمونه‌گیری برای تعیین اجزای عملکرد، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک انجام گرفت (۴ مترمربع مرکزی هر کرت 2×2). پس از برداشت گیاهان، طول سنبله، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله عملکرد بیولوژیک پس از قرار دادن نمونه‌ها در دمای ۷۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت به کمک ترازو تعیین شد. سپس دانه‌ها جدا و توزین شده و عملکرد دانه و شاخص برداشت تعیین شد. برای انجام تجزیه و تحلیل از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از روش LSD محافظت شده استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج داده‌های آزمایش نشان داد که اثر سال بر ارتفاع بوته گندم معنی‌دار بود. این ویژگی تحت تأثیر تیمارهای خشکی و شوری در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۴). همچنین برهم‌کنش تنش خشکی \times شوری بر ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین اثر سال بر ارتفاع گیاه، طول سنبله و سطح برگ در جدول ۵ نشان داده شده است. در بین سطوح تیمارهای آزمایشی بیشترین و کمترین میزان ارتفاع بوته گندم

جدول ۴. میانگین مربعات اثر خشکی و شوری بر برخی ویژگی‌های رشدی گندم رقم سیروان

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول سنبله	سطح برگ
سال	۱	۷/۰۴ ^{ns}	۲۷/۴۴ ^{**}	۶۷۱۶۷۹۳۴/۲۰ ^{**}
تکرار × سال	۴	۰/۹۳	۰/۱۰	۷۳۶۳۹۸/۲۰
خشکی	۴	۱۴۵۲/۵۱ ^{**}	۳۷/۵۱ ^{**}	۵۰۵۰۶۰۸۷/۶۰ ^{**}
سال × خشکی	۴	۹۸/۳۴ ^{**}	۱/۹۱ ^{**}	۸۷۱۶۳۳۱/۷۰ ^{**}
شوری	۱	۳۶۰/۹۳ ^{**}	۵/۸۷ ^{**}	۱۲۳۱۰۱۰۸۶/۳۰ ^{**}
خشکی × شوری	۴	۱۶/۱۹ [*]	۰/۷۳ [*]	۱۲۲۹۳۳۸/۳۰ [*]
سال × شوری	۱	۰/۱۹ ^{ns}	۰/۵۹ ^{ns}	۵۹۳۹۳۶۹۹/۵۰ ^{**}
سال × خشکی × شوری	۴	۱۰/۷۶ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۶۵۶۸۱۶۳/۸۰ ^{**}
خطای آزمایشی	۳۶	۶/۷۸	۰/۲۳	۴۲۱۴۳۰/۰۰
ضریب تغییرات (%)	-	۴/۴۸	۶/۰۴	۹/۹۷

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر سال بر برخی ویژگی‌های رشدی گندم رقم سیروان

سال	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول سنبله (سانتی‌متر)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)
اول	۵۷/۷۳ ^a	۷/۳۰ ^b	۸۵۶۷/۱۰ ^b
دوم	۵۸/۴۱ ^a	۸/۶۵ ^a	۱۰۶۸۳/۲۰ ^a

میانگین‌های هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر خشکی و شوری بر برخی ویژگی‌های رشدی گندم رقم سیروان

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول سنبله (سانتی‌متر)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)
آبیاری ۵۰	عدم شوری	۵۸/۳۸ ^e	۸/۱۸ ^d
	شوری	۵۵/۰۹ ^f	۸/۲۵ ^d
آبیاری ۷۵	عدم شوری	۶۶/۱۷ ^b	۸/۹۸ ^{abc}
	شوری	۶۰/۸۰ ^{de}	۸/۴۳ ^{cd}
آبیاری ۱۰۰	عدم شوری	۶۵/۹۴ ^b	۹/۴۵ ^a
	شوری	۶۳/۸۸ ^{bc}	۸/۸۸ ^{bc}
آبیاری ۱۲۵	عدم شوری	۶۹/۸۱ ^a	۹/۳۲ ^{ab}
	شوری	۶۱/۷۶ ^{cd}	۸/۵۶ ^{cd}
دیم	عدم شوری	۴۲/۳۳ ^g	۵/۵۳ ^c
	شوری	۳۶/۵۶ ^h	۴/۲۳ ^f

میانگین‌های هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند.

مترمربع است (جدول ۹). از مهم‌ترین نتایج و مضرات تنش‌های خشکی و شوری که در تحقیقات مختلف اشاره شده است کاهش تعداد سنبله‌های بارور و غیر بارور در غلات مختلف از جمله گندم و جو است (۱۵، ۱۶ و ۱۷). همچنین، خشکی و شوری به‌طور بارزی سبب کاهش تعداد دانه در سنبله‌های بارور می‌شود. در واقع، به‌دلیل بروز تنش خشکی در مرحله گل‌دهی، افزایش سقط دانه‌ها و درنهایت کاهش وزن سنبله‌ها مشاهده می‌شود (۱). ال- هنداوی و همکاران (۴) نیز با ارزیابی تعداد زیادی از کولتیوارهای گندم با استفاده از تجزیه خوشه‌ای گزارش کردند که تنش شوری اغلب پتانسیل عملکرد گندم را از طریق کاهش تعداد پنجه‌های بارور کاهش می‌دهد.

تعداد دانه در سنبله

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات سال، خشکی و شوری بر ویژگی تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. این ویژگی در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر برهم‌کنش تنش خشکی × شوری قرار گرفت (جدول ۷). با توجه به نتایج دو سال زراعی مورد آزمایش، سال دوم افزایش معنی‌داری از نظر تعداد دانه در سنبله را نشان داد (جدول ۸). همچنین، با توجه به اطلاعات مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد که بیشترین و کمترین (۲۴/۸۳ و ۶/۰۰) تعداد دانه در سنبله به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ۷۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر و تیمار دیم × شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر تعلق گرفت (جدول ۹).

تیمار دیم × شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر حدود ۷۵ درصد صفت تعداد دانه در سنبله گندم را کاهش داد. از دلایل کاهش تعداد دانه به هنگام تنش کم‌آبی و شوری می‌توان به کاهش تعداد گل و کم شدن تعداد گل‌هایی که به دانه تبدیل می‌شوند اشاره کرد (۱). در شرایط تنش کم‌آبی، کمبود آب طی مرحله زایشی از طریق کاهش قدرت در جذب مواد فتوسنتزی موجب کاهش تعداد گلچه‌های بارور می‌شود. در واقع تنش خشکی تعداد دانه را در گیاه کاهش می‌دهد (۲۱). معاونی و همکاران (۱۸)

یک درصد معنی‌دار بودند و برهم‌کنش تنش خشکی × شوری بر سطح برگ در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین سطح برگ در سال دوم پژوهش ثبت شد (جدول ۵). که دلیل آن مربوط به توزیع مناسب بارندگی در مرحله رشد رویشی و زایشی گندم و همچنین کاهش میزان تشعشع دریافتی در واحد سطح و در نتیجه کاهش تبخیر و تعرق در سال دوم اجرای آزمایش باشد (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش مشخص کرد که بیشترین سطح برگ (۱۴۰۴۱/۱ سانتی‌متر مربع) گندم از تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد (جدول ۶). کمترین مقدار صفت سطح برگ نیز متعلق به تیمار دیم × شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر بود که مقدار این ویژگی‌ها را نسبت به تیمارهای برتر حدود ۶۱ درصد کاهش داد. در واقع یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب و نیز تنش شوری (که خود سبب کاهش جذب آب می‌شود)، کاهش آماس سلولی و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول به‌ویژه در برگ‌ها است (۳۱). رشد سلول حساس‌ترین فرایندی است که به‌وسیله تنش آبی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می‌شود و به‌همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی روی گیاهان را می‌توان از روی سطح کمتر برگ‌های گیاهان تشخیص داد (۱).

تعداد سنبله

تعداد سنبله گندم تحت تأثیر عوامل سال، خشکی و شوری قرار گرفته و برهم‌کنش خشکی و شوری نیز در سطح احتمال یک درصد این صفات را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۷). افزایش معنی‌دار تعداد سنبله در سال دوم در مقایسه با سال اول مشاهده شد (جدول ۸). بیشترین و کمترین تعداد سنبله گندم (به‌ترتیب ۵۸۵/۶۷ و ۲۴۵/۳۳ در مترمربع) به‌ترتیب در تیمارهای ۷۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر و دیم × شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد که نشان‌دهنده کاهش حدود ۵۸ درصدی تعداد سنبله گندم در

جدول ۷. میانگین مربعات اثر خشکی و شوری بر اجزای عملکرد، عملکرد و شاخص برداشت گندم رقم سیروان

منبع تغییرات	درجه آزادی	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
سال	۱	۲۸۷۷۶/۶ ^{**}	۱۴۵۰/۴۱ ^{**}	۰/۹۱ ^{ns}	۱۷۹۱۲۴۴۸/۱ ^{**}	۳۴۵۶۹۱۱/۰ ^{**}	۱۳/۱۹ ^{ns}
تکرار × سال	۴	۳۷۶۸/۸۳	۲/۵۸	۲/۱۹	۴۳۷۳۸/۱	۱۲۵۱۲/۷	۹/۱۵
خشکی	۴	۱۲۹۴۴۷/۲۰ ^{**}	۴۷۵/۵۰ ^{**}	۴۴۰/۹۹ ^{**}	۱۰۶۵۴۱۶۵/۱ ^{**}	۲۴۵۸۹۳۷/۶ ^{**}	۱۲۲۸/۳۴ ^{**}
سال × خشکی	۴	۴۰۰۷/۶۴ [*]	۱۰۲/۵۸ ^{**}	۶/۷۸ ^{ns}	۱۲۶۷۳۴۶/۰ ^{**}	۲۳۶۸۸۷/۶ ^{**}	۶۳/۶۰ ^{**}
شوری	۱	۳۳۷۵/۰۰ [*]	۱۷۶/۸۱ ^{**}	۵۴/۹۳ ^{**}	۲۰۵۶۸۶۱/۵ ^{**}	۴۸۶۷۸۰/۱ ^{**}	۱۷۹/۵۰ ^{**}
خشکی × شوری	۴	۱۳۳۶۸/۵۴ ^{**}	۱۱/۴۸ [*]	۲۵/۴۹ [*]	۵۶۲۹۰۱/۰ ^{**}	۳۷۰۴۱/۹ ^{**}	۲۳۷/۵ ^{**}
سال × شوری	۱	۵۴۴۸۱/۰۶ ^{**}	۳۳/۷۵ ^{ns}	۱۵/۴۵ ^{ns}	۲۶۲۲۸۴۸/۱ ^{**}	۲۶۸۰۰۴/۴ ^{**}	۱۰۴/۲۲ ^{**}
سال × خشکی × شوری	۴	۱۲۰۲۵۸/۱۰ ^{**}	۳/۶۶ ^{ns}	۱۲/۷۸ ^{ns}	۲۸۲۷۰۸/۵ ^{**}	۴۱۹۹۱/۷ ^{**}	۰/۷۲ ^{**}
خطای آزمایشی	۳۶	۱۲۵۴/۶۴	۳/۳۰	۶/۹۰	۳۰۷۵۸/۵	۶۱۹۷/۴	۲۰۸/۵۹
ضریب تغییرات (%)	--	۸/۱۷	۹/۶۹	۷/۰۹	۶/۳۹	۷/۹۰	۹/۸۸

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر سال بر اجزای عملکرد، عملکرد و شاخص برداشت گندم رقم سیروان

سال	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
اول	۴۱۱/۴۳ ^b	۱۳/۸۳ ^b	۳۶/۸۹ ^a	۶۹۵ ^b	۲۳۸۹/۱ ^b	۳۳/۹۸ ^a
دوم	۴۵۵/۲۳ ^a	۲۳/۶۵ ^a	۳۷/۱۳ ^a	۱۰۴۰۶/۵ ^a	۳۹۰۷/۲ ^a	۳۴/۹۲ ^a

میانگین‌های هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد ندارند.

جدول ۹. مقایسه میانگین اثر خشکی و شوری بر اجزای عملکرد، عملکرد و شاخص برداشت گندم رقم سیروان

تیمار	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (%)
آبیاری ۵۰	عدم شوری	۳۷۲/۳۳ ^c	۲۲/۸۳ ^{ab}	۳۸/۳۳ ^{bc}	۷۶۰۸/۳ ^c	۳۶۴۵/۱ ^c
	شوری	۴۴۹/۱۷ ^b	۱۹/۶۶ ^{cd}	۳۶/۰۲ ^c	۸۰۳۳/۳ ^c	۲۷۷۱/۶ ^d
آبیاری ۷۵	عدم شوری	۵۸۵/۶۷ ^a	۲۴/۸۳ ^a	۳۹/۵۳ ^{ab}	۹۹۵۰/۰ ^b	۳۸۵۵/۶ ^c
	شوری	۴۸۱/۵۰ ^b	۱۸/۸۳ ^d	۳۸/۵۵ ^{bc}	۹۶۵۸/۳ ^b	۳۶۲۸/۶ ^c
آبیاری ۱۰۰	عدم شوری	۴۷۲/۱۷ ^b	۲۲/۱۶ ^{ab}	۴۱/۳۱ ^{ab}	۱۲۰۰۵/۰ ^a	۴۲۶۹/۷ ^{ab}
	شوری	۴۸۵/۸۳ ^b	۲۱/۵۰ ^{bc}	۳۹/۲۴ ^{ab}	۹۶۶۶/۷ ^b	۳۸۰۴/۷ ^c
آبیاری ۱۲۵	عدم شوری	۴۹۰/۰۰ ^b	۲۳/۵۰ ^{ab}	۴۲/۱۱ ^a	۱۲۴۷۵/۰ ^a	۴۴۹۰/۴ ^a
	شوری	۴۶۷/۳۳ ^b	۱۹/۱۶ ^d	۴۱/۷۷ ^a	۹۶۵۸/۳ ^b	۳۵۸۶/۴ ^c
دیم	عدم شوری	۲۸۴/۰۰ ^d	۹/۰۰ ^e	۲۸/۵۶ ^d	۴۲۸۳/۳ ^d	۸۰۴/۵ ^e
	شوری	۲۴۵/۳۳ ^d	۶/۰۰ ^f	۲۴/۶۹ ^e	۳۴۵۰/۰ ^e	۵۲۵/۷ ^e

میانگین‌های هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد ندارند.

شوری قرار گرفته و برهم‌کنش دو عامل خشکی و شوری نیز در سطح احتمال یک درصد این صفت را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۷). همچنین، اثرات سال، تنش خشکی و شوری و برهم‌کنش تنش خشکی × شوری عملکرد دانه گندم را در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر قرار داد (جدول ۷). در بین هر دو ویژگی سال دوم آزمایش برتر از سال اول بود (جدول ۸) که به دلیل بهتر بودن شرایط جوی (افزایش بارندگی) مکان آزمایش است. بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک گندم (به ترتیب ۱۲۴۷/۵۰ و ۳۴۵ گرم در مترمربع) به ترتیب در تیمارهای ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر و دیم × شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شدند. لازم به ذکر است اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر از نظر عملکرد بیولوژیک گندم وجود نداشت (جدول ۹). تیمار ضعیف نسبت به تیمار برتر در این صفت حدود ۷۲ درصد کاهش یافت. در ویژگی عملکرد دانه گندم نیز بیشترین و کمترین مقدار (به ترتیب ۴۴۹/۰۴ و ۵۲/۵۷ گرم در مترمربع) به ترتیب متعلق به تیمارهای ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر و دیم × شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۹). از نظر عملکرد دانه نیز اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر وجود نداشت. افت عملکرد دانه گندم در تیمار دیم × شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار برتر (۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر) حدود ۸۸ درصد بود.

با توجه به اینکه در این پژوهش، تنش‌های خشکی و شوری موجب کاهش ویژگی‌های رشدی مانند ارتفاع بوته و وزن برگ بوته‌ها و نیز اجزای عملکرد شامل تعداد سنبله، تعداد دانه و وزن دانه‌ها شد لذا کاهش عملکردهای بیولوژیک و دانه گندم نیز قابل انتظار بود. کمبود رطوبت از طریق افزایش پیری برگ‌ها، شاخص سطح برگ را کاهش داده و موجب کاهش

در سال ۱۳۸۸ در تحقیقی روی اثر تنش خشکی 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. قربانی و همکاران (۱۳) نیز اعلام کردند تعداد دانه در گندم، تحت تأثیر تنش شوری کاهش می‌یابد.

وزن هزاردانه

اثر سال بر ویژگی وزن هزاردانه معنی‌دار نبود (جدول ۸). در حالی که اثرات اصلی خشکی و شوری و نیز برهم‌کنش خشکی × شوری وزن هزاردانه گندم را به ترتیب در سطح احتمال معنی‌داری یک و پنج درصد تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۷). بیشترین میزان وزن هزاردانه گندم (۴۲/۱۱ گرم) متعلق به تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر بود که البته با تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۹). کمترین مقدار وزن هزاردانه (۲۴/۶۹ گرم) نیز متعلق به تیمار دیم × شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر بود که مقدار این ویژگی را نسبت به تیمارهای برتر حدود ۴۲ درصد کاهش داد. به نظر می‌رسد در شرایط تنش‌های خشکی و شوری، به علت کاهش سطح برگ و کاهش فتوسنتز، مواد کمتری تولید و به دانه‌ها منتقل شده که این موضوع موجب کاهش وزن دانه‌ها شد. 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 (۱). نتایج مطالعات سنجری و یزدان‌سپاس (۲۷) روی ۱۲ رقم گندم زمستانه نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش شدید وزن هزاردانه شد. معاونی و همکاران (۱۸) و قربانی و همکاران (۱۳)، کاهش وزن هزاردانه گندم طی تنش‌های خشکی و شوری را گزارش کرده‌اند.

عملکرد بیولوژیک و دانه

عملکرد بیولوژیک گندم تحت تأثیر عوامل سال، خشکی و

کلی در برخی تحقیقات گزارش شده که احتمال دارد بر اثر برخی تنش‌ها مثل شوری میزان شاخص برداشت افزایش یابد. حیدری و همکاران (۱۴) با بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر گندم رقم چمران گزارش کردند که در شرایط تنش شوری، میزان شاخص برداشت و میزان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از بخش هوایی به دانه افزایش می‌یابد. که با نتایج این مطالعه در تیمار آبیاری در ۱۰۰ درصد نیاز آبی مطابقت دارد. اما در شرایط کمبود آب (تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی) با افزایش شوری آب میزان شاخص برداشت کاهش معنی‌داری را نشان داد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بیشتر صفات رشدی و عملکرد گندم رقم سیروان در منطقه بیرجند تحت تأثیر اثرات تنش‌های خشکی و شوری و برهم‌کنش خشکی × شوری قرار گرفت. ویژگی‌های رشدی مختلف از جمله ارتفاع بوته، سطح برگ و اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیک و دانه گندم تحت تأثیر این تنش‌ها به‌طور معنی‌داری کاسته شدند و هر چه میزان این تنش‌ها افزایش یافت، کاهش این ویژگی‌ها بیشتر شد. با توجه به نتایج آزمایش گرچه در اکثر صفات تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی گندم تیمار برتر بود ولی اختلاف معنی‌داری با تیمار مصرف ۱۰۰ درصد نیاز آبی گندم نداشت و در تنش شوری تیمار عدم تنش دارای بهترین نتیجه بود. بنابراین با توجه به بروز و پیش‌بینی خشکسالی در کشور، توصیه می‌شود از اعمال آبیاری بیش از نیاز گیاه به‌منظور کاهش اثرات منفی کیفیت نامطلوب آب خودداری شود.

قدردانی

نویسندگان از همکاری صمیمانه جناب آقای مهندس صمد زاده و آقای مهندس گندمی که زمینه را برای انجام این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند فراهم کردند کمال تقدیر و تشکر را دارند.

تولید فراورده‌های فتوسنتزی و عملکرد بیولوژیک می‌شود (۲)، ۳، ۲۵ و ۳۴). یوسفی و همکاران (۳۴) در پژوهشی روی گیاه زراعی کلزا گزارش کردند که در تنش‌های توأم خشکی و شوری با کاهش شدید پتانسیل آب 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 (۱۱) 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. ارس و سوارز (۲۴) این نتایج را در مورد گیاه جو و اسفناج گزارش کردند. این پژوهشگران در مطالعه خود روی این گیاهان اظهار داشتند ترکیب تنش‌های خشکی و شوری سبب کاهش فزاینده خصوصیات رشدی و عملکرد بیولوژیک و دانه این گیاهان شد.

شاخص برداشت

اثر سال بر ویژگی وزن هزاردانه معنی‌دار نبود (جدول‌های ۶ و ۷). همچنین، نتایج داده‌های آزمایش نشان داد که این ویژگی تحت تأثیر تیمارهای شوری و خشکی در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۷). همچنین برهم‌کنش تنش خشکی × شوری بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۷). در بین سطوح تنش خشکی × شوری کمترین شاخص برداشت متعلق به تیمار ۶ دسی‌زیمنس بر متر بود. بیشترین مقدار این صفت در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۹). به نظر می‌رسد کاهش عملکرد دانه در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گندم × شوری ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر کمتر از کاهش عملکرد بیولوژیک بوده که این موضوع به افزایش شاخص برداشت کمک کرده است. ولی، در تیمار ۶ دسی‌زیمنس بر متر عکس این موضوع رخ داده و کاهش عملکرد دانه بسیار بیشتر از کاهش عملکرد بیولوژیک بوده و در نتیجه شاخص برداشت کم شده است. به‌طور

منابع مورد استفاده

1. Ahmed, I., U. Nadira, N. Bibi, G. P. Zhang and F. Wu. 2015. Combined Stresses in Forests. In: Mahalingham, R. (Ed). Combined Stresses in Plants. Physiological, Molecular and Biochemical Aspects. Springer.
2. Asgari, H. R., W. Cornelis and P. Van Damme. 2011. Effect of salinity on wheat (*Triticum aestivum* L.) grain yield, yield components and ion uptake. *Desert* 16: 169-175.
3. Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research* 89: 1-16.
4. El-Hendawy, S. E., Y. Hu, G. M. Yakout, A. M. Awad, S. E. Hafiz and U. Schmidhalter. 2005. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. *European Journal of Agronomy* 22: 243-253.
5. Eydizadeh, K. H., F. Ebrahimpour and M. Ebrahimi. 2016. Effect of different irrigation Regimes on yield and yield components of wheat cultivars in Ramin climatic conditions. *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences* 9: 36-29. (In Farsi).
6. Fang, Y., Y. Du, J. Wang, A. Wu, S. Qiao, B. Xu, S. Zhang, K. H. M. Siddique and Y. Chen. 2017. Moderate drought stress affected root growth and grain yield in old, modern and newly released cultivars of winter wheat. *Frontiers in Plant Science* 8: 672.
7. FAOSTAT AGRICULTURE DATA. 2017. Available at: <http://faostat3.fao.org>.
8. Farooq, M., M. Hussain, A. Wakeel and K. H. Siddique. 2015. Salt stress in maize: effects, resistance mechanisms, and management. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 35: 461-481.
9. Farooq, M., M. Irfan, T. Aziz, I. Ahmad and S. A. Cheema. 2013. Seed priming with ascorbic acid improves drought resistance of wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science* 199: 12-22.
10. Farooq, M. A., N. Wahid, D. F. Kobayashi and S. M. A. Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development* 29: 185-212.
11. Gharbi, A., V. Rashidi, A. R. Tarinejad and S. ChalabiYani. 2014. Evaluation of durum wheat lines tolerance to salinity and drought stress under greenhouse conditions. *Journal of Crop Ecophysiology* 7: 393-410. (In Farsi).
12. Ghavam Saeidi Noghabi, S., M. Yaghoobzadeh, A. Shahidi and H. Hammami. 2020. Interaction effects of different irrigation levels and water salinity on growth, yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) in Birjand region. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 13: 211-223. (In Farsi).
13. Ghorbani, M. H., E. Zeinali, A. Soltani and S. Galeshi. 2004. The effect of salinity on growth, yield and yield component in two wheat cultivars. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 10: 5-13. (In Farsi).
14. Heidari, M., A. M. Bakhshandeh, H. Nadidan, G. Fathi and K. H. Alemisaid. 2006. Effects of salinity and nitrogen rates on grain yield, osmotic adjustments, sodium and potassium uptake in wheat cultivar chamran. *Iranian Journal of Agriculture Sciences* 37: 501-513. (In Farsi).
15. Houshmand, S., A. Arzani and S. A. M. Mirmohammadi-Maibody. 2014. Effects of salinity and drought stress on grain quality of durum wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 45: 297-308.
16. Karimi, M. 2020. Wheat (Bam variety) responses to interactive effects of irrigation water salinity and different rates of potassium sulphate fertilizer. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 12: 239-129. (In Farsi).
17. Mashi, A., S. Galeshi, E. Zeinali and A. Noorinia. 2007. Salinity effect on seed yield and yield components in four hull-less barley. *Journal of Agriculture Science and Natural Resources, Special Issue, Agronomy and Plant Breeding* 14: 86-98. (In Farsi).
18. Moaveni, P., D. Habibi and B. Abbaszadeh. 2009. Effect of drought stress on yield and yield components of four wheat cultivars in shahr-e-gods. *Agronomy and Plant Breeding* 5: 69-85. (In Farsi).
19. Mohajer milani, P., S. Saadat and R. Vakil. 2000. Nutrition of wheat in the conditions of qom province. *Collected Articles of Balanced Wheat Feed* 429-444. (In Farsi).
20. Mosaffa, H. R. and A. R. Sepaskhah. 2019. Performance of irrigation regimes and water salinity on winter wheat as influenced by planting methods. *Agricultural Water Management* 216: 444-456.
21. Nabizadeh Marvdust, M. R., M. Kafi and M. H. Rashed Mohasel. 2003. Effect of salinity on growth, yield, collection of minerals and percentage of green cumin essence. *Journal of Iran Arable Studies* 1: 53-59. (In Farsi).
22. Najafian, G., M. Rahmati, A. Amini, F. Afshari, A. Malihpour and G. Ahmadi. 2012. Sirvan, new wheat cultivar, enduring seasonal drought and good quality bakeries for cultivation in irrigated fields of Iran. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops* 1: 1-10. (In Farsi).
23. Naureen, G. and F. N. Naqvi. 2010. Salt tolerance classification in wheat genotypes using reducing sugar accumulation and growth characteristics. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 308-317.
24. Ors, S. and D. Suarez. 2017. Spinach biomass yield and physiological response to interactive salinity and water stress. *Agricultural Water Management* 190: 31-41.
25. Rajaie, M., S. Tahmasebi, M. J. Bidadi, K. Zare and S. Sarfarazi. 2016. The effect of terminal drought stress on yield and yield components of wheat genotypes. *Cereal Research* 5: 341-352. (In Farsi).

26. Sadat Noori, S. S., A. Roustaei and B. Foghi. 2006. Variability of salt tolerance for eleven traits in bread wheat grown in different saline conditions. *Journal of Agronomy* 5: 131-136. (In Farsi).
27. Sanjari, P. A. and A. Yazdansepas. 2008. Mobilization of Dry Matter and Its Relation with Drought Stress in Wheat Genotypes. *Journal of Agricultural Science and Technology* 11: 121-129.
28. Sedaghat, M., Z. Tahmasebi-Sarvestani, Y. Emam and A. Mokhtassi-Bidgoli. 2017. Physiological and antioxidant responses of winter wheat cultivars to strigolactone and salicylic acid in drought. *Plant Physiology and Biochemistry* 119: 59-69.
29. Shahidi, A. and Z. Miri. 2018. The Effect of salinity on yield and yield components of two wheat cultivars in the plain of birjand. *Crop Production* 11: 51-61.
30. Shirinbayan, S., H. Khosravi and M. J. Malakouti. 2019. Alleviation of drought stress in maize (*Zea mays*) by inoculation with azotobacter strains isolated from semi-arid regions. *Applied Soil Ecology* 133: 138-145.
31. Tavousi, M., F. Kaveh, A. Alizadeh, H. Babazadeh and A. Tehranifar. 2015. Effects of drought and salinity on yield and water use efficiency in pomegranate tree. *Journal of Materials and Environmental Science* 6: 1975-1980.
32. Zamani, Z., H. Kashkoli, A. Shahidi and G. H. Qureshi. 2007. Effects of salinity and different irrigation regimes on yield, yield components and grain protein percentage in wheat cultivars. First Conference on Adaptation to Dehydration, Tehran Monthly Mehr Ab. (In Farsi).
33. Zhang, J., S. Zhang, M. Cheng and J. Jin. 2018. Effect of drought on agronomic traits of rice and wheat: A meta-analysis. *Journal of Environmental Research and Public Health* 15: 839-853.
34. Yousefi, F., P. Hassibi, H. Roshanfekar and M. Meskarbashee. 2016. Study of drought and salinity stress effect on some physiological characters of two canola (*Brassica napus* L.) varieties in Ahvaz. *Journal of Plant Production* 38: 25-34. (In Farsi).

The Effect of Deficit Irrigation and Saline Water Treatments on Growth and Yield Responses of Sirvan Bread Wheat Cultivar

F. Hajjabadi^{1, 5}, F. Hassanpour², M. Yaghoobzadeh³, H. Hammami^{4*}
and S. M. Seyyedi⁶

(Received: June 10-2020; Accepted: November 08-2020)

Abstract

Today, maintaining the quantity and quality of irrigation water are the most critical challenges in the agriculture system, especially in arid and semi-arid regions of the world. Accordingly, to evaluate the growth and yield responses of bread wheat (Sirvan cultivar) to different levels of deficit irrigation and water salinity, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in the Research Field of Agriculture Faculty of the University of Birjand, at Birjand (east of Iran) during the growing seasons of 2016-2017 and 2017-2018. The experimental treatments included irrigation at five levels (125, 100, 75, and 50% of wheat water requirement and rain-fed with two supplementary irrigation at the first growing season) and saline water at two levels (1.6 dS/m and 6 dS/m). The results showed that growth characteristics, yield components, biological yield, and grain yield were affected by deficit irrigation water and saline water. These treatments significantly reduced all of the measured traits. The lowest leaf area was observed in rain-fed with 6 dS/m saline water treatment, which suppressed this trait by 61% compared to 125% water requirement with 1.6 dS/m saline water treatment. The highest and the lowest biological yield and grain yield were observed in 125% water requirement with 1.6 dS/m saline water and rain-fed with 6 dS/m saline water treatments, respectively. Non-significant differences were observed in biological and grain yield between 125% water requirement with 1.6 dS/m saline water and 100% water requirement with 1.6 dS/m saline water treatments. Biological yield and grain yield were decreased in rain-fed with 6 dS/m saline water treatment compared to 125% water requirement with 1.6 dS/m salinity treatment by 72% and 88%, respectively. Results of this study showed that although the greatest amounts of yield attributes were obtained upon using the 125% water requirement treatment, but these attributes were not significantly greater than the 100% water requirement treatment. Consequently, in areas with scarce water and saline water (6 dS/m), reliance on the 75% water requirement with 6 dS/m saline water and 100% water requirement with 1.6 dS/m saline water treatments may suffice to achieve an acceptable grain yield and to save water under saline water condition.

Keywords: Biological yield, Grain yield, Saline water

-
- 1, 2. PhD Graduate and Associate Professor, Respectively, Department of Water Engineering, College of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.
 - 3, 4, 5. Associate Professor, Department of Water Engineering, Assistant Professor of Department of Agronomy, and Laboratory Instructor of Department of Water Science and Engineering, Respectively, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
 6. Researcher, Research Department of Markazi Province's Agricultural Research and Education Center (AREEO), Arak, Iran.

*: Corresponding Author, Email: hhamami@birjand.ac.ir