



تأثیر تنش شوری بر مراحل مختلف رشد گندم رقم روشن

غلامحسن رنجبر

دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

هادی پیراسته انوشه

دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

یحیی امام

استاد زارعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

سیدحسام حسین زاده*

دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲

چکیده

به منظور تعیین تحمل به شوری گندم نان (*Triticum aestivum* L.) در مراحل مختلف رشد، آزمایشی در محیط کنترل شده (شرایط لایسیمتری)، در مزرعه تحقیقاتی صدوق مرکز ملی تحقیقات شوری واقع در منطقه حسین آباد یزد، در سال ۱۳۹۰ انجام گرفت. آزمایش بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طراحی شد. تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد آب شور از مرحله‌ی استقرار بوته‌ها، آغاز پنجه زنی، شروع طویل شدن ساقه، ظهور سنبله و مرحله پرشدن دانه تا پایان فصل رشد و بدون کاربرد تیمار شوری (شاهد) بود. گیاهان در جعبه‌هایی به ابعاد ۵۰ × ۴۰ سانتیمتر و به عمق ۵۰ سانتیمتر که با ماسه ریز پر شده بودند، کاشته شدند. گیاهان روزانه ۲-۴ بار با محلول غذایی آبیاری می‌شدند. نتایج نشان داد که از مرحله استقرار بوته تا پنجه رفتن و از مرحله استقرار بوته تا ساقه رفتن به ترتیب بیشترین حساسیت به شوری از نظر طول سنبله و ارتفاع بوته وجود داشت. عملکرد ماده خشک به میزان زیادی با مصرف آب شور از مرحله استقرار بوته تا پایان فصل رشد کاهش یافت. تاخیر در کاربرد تیمار شوری با کاهش کمتر عملکرد ماده خشک همراه بود. کاربرد آب شور از مرحله استقرار بوته به بعد، عملکرد دانه را بیشتر از مراحل بعدی اعمال آب شور کاهش داد. بر اساس این نتایج کاهش عملکرد ماده خشک و کاهش تعداد بوته در واحد سطح از دلایل اصلی کاهش عملکرد دانه تحت شرایط کاربرد آب شور بود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد و اجزاء عملکرد دانه، تحمل به شوری، مراحل رشد

مقدمه

بسیاری از غلات در زمان جوانه زنی نسبت به زمان سبز شدن و استقرار بوته به شوری متحمل تر می‌باشد (۱، ۱۴ و ۱۷). با این حال تنش شوری سرعت جوانه زنی را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. کاهش سرعت جوانه زنی می‌تواند ظهور کلئوپتیل در سطح خاک را به تاخیر بیندازد. تاخیر در سبز شدن به ویژه زمانی که با سله شدید خاک همراه باشد؛ می‌تواند به کاهش تعداد بذر های سبز شده منجر گردد. از طرف دیگر به دلیل اینکه تبخیر معمولاً از سطح خاک و لایه‌هایی از خاک که بذر در آن قرار دارد بیشتر از عمق‌های پایین خاک می‌باشد، گیاهچه‌های جوان در معرض تنش شوری بالاتری قرار گرفته، در نتیجه مرگ و میر بوته‌ها افزایش می‌یابد (۱۰ و ۱۲). بنابراین مرحله سبز شدن در گندم مرحله‌ای بسیار حساس به شوری می‌باشد.

تنش شوری همچنین باعث کاهش تعداد پنجه در هر بوته با متوقف کردن نمو پنجه‌های ثانویه می‌گردد. بنابراین وجود تنش شوری در مرحله پنجه‌زدن به شدت عملکرد را به علت کاهش تعداد سنبله‌های نهایی تشکیل شده کاهش می‌دهد (۱۰). ماس و گریو (۱۱) نشان دادند که کاربرد تیمار شوری در مراحل پنجه‌دهی و ساقه‌رفتن باعث تسریع تمایز سنبله‌اولیه، افزایش سرعت تمایز سنبلک‌ها و کاهش طول دوره تمایز آن‌ها می‌گردد. بنابراین نه تنها اندازه سنبله کاهش می‌یابد، بلکه تعداد سنبلک‌های نهایی نیز به شدت کاهش می‌یابد. در گندم دوره پرشدن دانه نسبت به دوره گلدهی و پیش از آن شرایط شور را بهتر تحمل می‌کند (۱۲ و ۱۳).

کمبود منابع آب شیرین آینده توسعه‌ی کشاورزی را در بسیاری از مناطق دنیا تهدید می‌کند. برآوردها نشان می‌دهد که حجم آب‌های سطحی شور و لب شور کشور که مجموع املاح محلول آب آن‌ها در اکثر مواقع سال از ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر) بیشتر است، معادل ۱۲/۸۲۸ میلیارد متر مکعب بوده که معادل ۱۲ درصد کل پتانسیل منابع آب‌های سطحی تجدید شونده می‌باشد (۵). بنابراین، با توجه به حجم قابل توجه این منابع انتظار می‌رود توجه بیشتری به استفاده از منابع آب‌های شور و لب شور در تامین نیازهای آبی کشاورزی گردد (۵ و ۱۶).

از طرف دیگر شوری آب آبیاری مانع عمده‌ای برای تولید بسیاری از گیاهان زراعی می‌باشد. با این حال بسیاری از تحقیقات در سراسر دنیا نشان می‌دهد که با بهره‌گیری از روش‌های مناسب مدیریتی، می‌توان از آب‌های شور و لب شور در تولید گیاهان زراعی استفاده نمود (۱۸). یکی از این روش‌ها، استفاده از آب شور در مراحل اولیه از رشد گیاه است که به تنش شوری متحمل‌تر می‌باشد. بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که امکان استفاده از آب شور در مراحل خاصی از رشد گیاه جهت تولید محصولات زراعی بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد اقتصادی وجود دارد (۳، ۱۸ و ۱۹). لذا شناخت این مراحل از اهمیت بالایی برخوردار است.

اغلب گیاهان زراعی به ویژه غلات در مرحله جوانه زنی به شوری مقاوم می‌باشند، ولی اکثراً در مرحله خروج گیاهچه از خاک و استقرار حساس هستند. در عوض با افزایش رشد گیاه میزان حساسیت به شوری نیز کاهش می‌یابد (۲، ۱۰ و ۱۶). گندم نیز مانند

با توجه به اینکه در بسیاری از مناطق تحت کشت گندم، از جمله اراضی واقع در زیر سدها، منابع مختلف آب شور و شیرین به طور همزمان در منطقه وجود دارد، هدف از این مطالعه بررسی میزان تحمل به شوری گندم رقم روشن در مراحل مختلف رشد می باشد. تا بتوان با کاربرد منابع آب های شور و لب شور در آبیاری در مرحله ای از رشد گندم، از این منابع استفاده بهینه نمود.

مواد و روش ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار بر روی گندم رقم روشن در مزرعه تحقیقاتی صدوق مرکز ملی تحقیقات شوری واقع در منطقه حسین آباد یزد انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد آب شور از مراحل استقرار بوته (ZGS10)، آغاز پنجه زنی (ZGS20)، شروع طویل شدن ساقه (ZGS30)، ظهور سنبله (ZGS70)، دوره پر شدن دانه تا انتهای فصل رشد (ZGS70) و بدون کاربرد تیمار شوری (تیمار شاهد) بود.

آزمایش در ۱۸ جعبه فایبرگلاس به حجم ۱ متر مکعب انجام گرفت. هر جعبه ابتدا با لیکای به قطر تقریبی ۰/۵ تا ۱ سانتیمتر و تا عمق ۱۰ سانتیمتری پر گردید. ۲۵ سانتیمتر بعدی جعبه با ماسه به قطر ۳ تا ۵ میلیمتر و ۱۰ سانتیمتر بالای جعبه نیز با ماسه نرم به قطر کمتر از ۱ میلیمتر پر شد.

به منظور ایجاد زهکش مناسب در ته هر جعبه ۸ سوراخ به قطر ۱/۵ سانتیمتر تعبیه گردید. به منظور اجتناب از هر گونه شوری در محیط کاشت، پس از پر شدن جعبه ها، محیط کشت با آب شهر شستشو داده شده تا شوری زهکش به کمتر از ۱ دسی

زیمنس بر متر تقلیل یابد. کاشت در اول آذر ماه انجام گرفت. در هر جعبه چهار ردیف به کشت بذرها اختصاص داده شد. پس از کاشت، جعبه ها با آب شیرین تا زمان سبز شدن و به صورت روزانه آبیاری گردید. پس از سبز شدن کامل بذرها، تراکم بوته ها به ۱۵ بوته در هر ردیف تقلیل داده شد.

از آنجایی که در محیط کشت از خاک استفاده نشده بود، پس از سبز شدن، بوته ها با محلول غذایی آبیاری گردیدند (جدول ۱). بنابراین، در شرایط مطالعه حاضر بوته ها عملاً به محلول آب خاک پاسخ می دادند. از آنجا که طبق تعریف، شوری بر اساس عصاره اشباع خاک در شرایط بدون خاک تقریباً نصف شوری محلول آب خاک می باشد (۱۰)، و با توجه به اینکه آستانه تحمل به شوری گندم، بر اساس شوری عصاره اشباع خاک بین ۶ تا ۸/۶ دسی زیمنس بر متر (۶ و ۱۲) متغیر است، بنابراین به منظور اطمینان از ایجاد تنش شوری در محیط کشت از محلول غذایی با شوری ۲۰ دسی زیمنس بر متر، که تقریباً معادل ۱۰ دسی زیمنس بر متر بر اساس شوری عصاره اشباع خاک است (۱۳)، استفاده گردید.

هر تیمار تا رسیدن به مرحله رشدی مورد نظر با محلول غذایی شیرین آبیاری گردید. سپس تیمار شوری اعمال و تا پایان فصل رشد ادامه یافت. آب شور با اضافه کردن NaCl و CaCl₂ به میزان ۲ به ۱ (وزنی) به محلول غذایی بدست آمد. جهت استفاده مجدد، محلول غذایی زهکش یافته از هر جعبه با سیستم لوله کشی مناسب در مخزنی جمع آوری و پس از تنظیم شوری و pH مورد نظر دوباره استفاده شد. به منظور جذب بیشتر عناصر توسط گیاه، pH محلول غذایی بین ۵/۵ تا ۶/۵ توسط اسید کلریدریک

در مقایسه با شاهد گردید (شکل ۱). تفاوت ارتفاع بوته بین کاربرد تیمار آب شور در مراحل ظهور سنبله و دوره پرشدن دانه با شاهد معنی دار نبود. دلیل این موضوع بیشینه شدن طول میانگره‌های ساقه تا زمان ظهور سنبله بود (۵). کاربرد تیمار آب شور تنها در مراحل استقرار بوته و پنجه زنی باعث کاهش معنی دار اندازه سنبله در مقایسه با شاهد گردید (شکل ۱). کاربرد تیمار آب شور در سایر مراحل رشد بر اندازه سنبله تاثیری نداشت. کاهش طول سنبله تحت تاثیر تنش شوری توسط پژوهشگران متعددی مورد توجه قرار گرفته است (۱، ۷، ۱۱ و ۱۳)، با این حال با توجه به این که پتانسیل تعداد سنبلک‌ها در گندم پیش از ساقه رفتن و در دوره پنجه دهی مشخص می‌گردد (۵ و ۸)، در این مطالعه کاربرد تیمار آب شور از مرحله ساقه رفتن به بعد بر اندازه سنبله‌ها تاثیری نداشت. به طور کلی با توجه به این نتایج می‌توان چنین استنباط کرد که مرحله ساقه رفتن و پنجه رفتن به ترتیب مراحل بحرانی حساسیت به شوری گندم از نظر ارتفاع ساقه و طول سنبله به حساب می‌آید.

ب. عملکرد ماده خشک و شاخص برداشت

بیشترین و کمترین میزان عملکرد ماده خشک به ترتیب با کاربرد تیمار آب شور در دوره پرشدن دانه و مرحله استقرار بوته‌ها بدست آمد (جدول ۲). تاخیر در کاربرد تیمار آب شور با افت کمتر در میزان عملکرد ماده خشک همراه بود.

اگرچه تفاوت بین شاخص برداشت در تیمارهای مختلف در مقایسه با شاهد معنی دار نگردید، با این حال مقادیر شاخص برداشت از ۰/۳۹ در تیمار شاهد تا ۰/۳۵ در تیمار کاربرد آب شور در مرحله استقرار بوته‌ها متغیر بود. با توجه به این نتیجه و اینکه

تنظیم گردید (۴). آزمایش در شرایط لایسیمیتری و در محیط طبیعی انجام گرفت. به منظور جلوگیری از رقیق شدن محیط کشت گیاه توسط باران، سقف محل آزمایش در زمان بارندگی توسط نایلون پلاستیکی نازک و شفاف پوشانده شد. همچنین به منظور جلوگیری از نوسانات حرارتی، اطراف جعبه‌های کاشت با پشم شیشه مناسب پوشیده شد. نمو فنولوژیک گیاه نیز براساس درجه بندی زیداکس و همکاران (۵ و ۲۰) مشخص گردید.

گیاهان روزانه بین ۲ تا ۴ بار آبیاری شدند تا شوری در محیط رشد گیاه ثابت و از ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر تجاوز ننماید. درجه حرارت روزانه از ۹ تا ۳۸ درجه سانتیگراد (متوسط ۲۳/۵ درجه سانتیگراد) و شبانه از ۶/۵- تا ۱۹/۵ درجه سانتیگراد (متوسط ۴/۸ درجه سانتیگراد) متغیر بود. در زمان برداشت کل بوته‌های هر جعبه از سطح خاک برداشت گردید. عملکرد ماده خشک بوته‌های برداشت شده در هر جعبه به دقت توزین شد. همچنین پس از اندازه‌گیری اجزای عملکرد دانه (تعداد بوته در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هر دانه) در ۱۰ بوته برای هر تیمار، سنبله‌های هر جعبه به طور جداگانه و با دست برداشت شده و عملکرد دانه برای هر تیمار توزین شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۱ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

الف. ارتفاع بوته و طول سنبله

نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد تیمار آب شور از مراحل استقرار بوته، پنجه رفتن و ساقه رفتن تا پایان فصل رشد، باعث کاهش معنی دار ارتفاع بوته

شاخص برداشت درصدی از میزان عملکرد ماده خشک می باشد که به دانه ها اختصاص می یابد (۳ و ۵)، به نظر می رسد کاربرد تیمار آب شور در مراحل مختلف رشد به یک نسبت بر عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک تاثیر گذاشته است.

ج. عملکرد و اجزای عملکرد دانه

بیشترین میزان کاهش در عملکرد دانه با کاربرد تیمار آب شور در مرحله استقرار بوته بدست آمد (جدول ۲). هرچه زمان کاربرد تیمار آب شور به تاخیر افتاد، درصد کمتری از عملکرد دانه در مقایسه با شاهد کاهش یافت. بر طبق نتایج این آزمایش مراحل استقرار بوته و پنجه رفتن بسیار حساس، مرحله ساقه رفتن حساس و مراحل ظهور سنبله و دوره پرشدن دانه نسبت به شوری نیمه حساس بود. در مطالعه مشابهی که توسط ماس و پاس (۱۳) بر روی حساسیت به شوری دو رقم گندم در مراحل مختلف رشد انجام شد، مشخص گردید که تحمل به شوری گندم در مراحل ابتدای رشد به مراتب کمتر از مرحله پرشدن دانه می باشد. این نتیجه توسط دیگر پژوهشگران نیز تایید شده است (۷، ۱۲ و ۱۴).

عملکرد دانه در گندم رابطه مثبت و مستقیمی با شاخص برداشت و عملکرد ماده خشک دارد (۴). با توجه به اینکه در این مطالعه کاربرد تیمار آب شور در مراحل مختلف رشد تاثیر معنی داری بر شاخص برداشت نداشت، بنابراین می توان نتیجه گرفت که میزان کاهش عملکرد ماده خشک توسط کاربرد تیمار آب شور در مراحل مختلف رشد یکی از دلایل کاهش عملکرد دانه در این مطالعه بوده است. این یافته با نتیجه ماس (۱۰) که گزارش کرد شوری با کاهش اندازه گیاه (بیوماس کل) باعث کاهش عملکرد دانه می گردد، مطابقت دارد.

نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد تیمار آب شور در مرحله استقرار بوته به شدت باعث کاهش تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح در مقایسه با شاهد گردید (شکل ۲). کاربرد تیمار آب شور در این مرحله تاثیری بر کاهش وزن دانه نداشت. بنابراین، عملکرد بسیار کم این تیمار در مقایسه با شاهد بیشتر بدلیل کاهش شدید تعداد بوته در واحد سطح و در نتیجه کاهش تعداد سنبله های بارور بوده است.

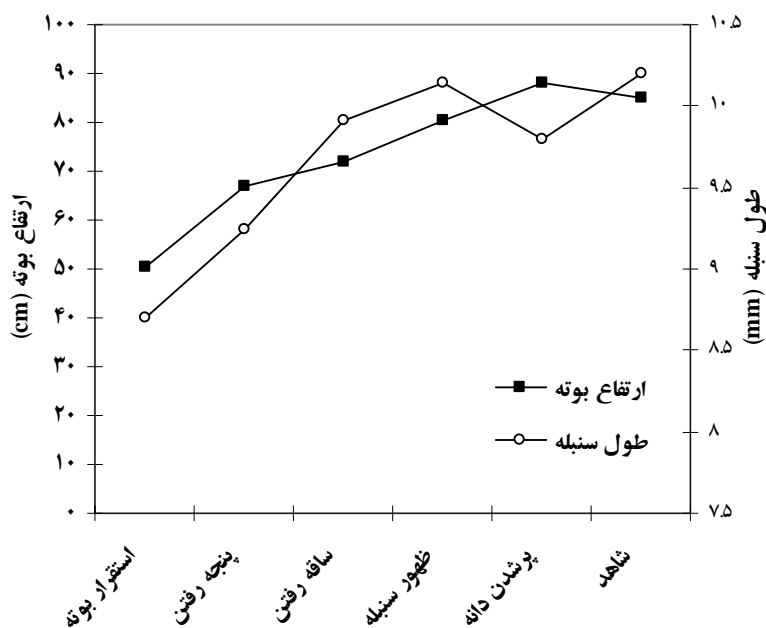
کاربرد تیمار آب شور در مرحله پنجه دهی باعث کاهش معنی دار تعداد سنبله در واحد سطح در مقایسه با شاهد گردید (شکل ۲). با توجه به اینکه تنش شوری باعث کاهش طول دوره پنجه دهی می گردد (۷)، کاربرد تیمار شوری در این مرحله تعداد پنجه ها و در نتیجه تعداد سنبله در واحد سطح را کاهش داد. اگرچه کاربرد تیمار آب شور در مرحله پنجه دهی تاثیری بر وزن دانه نداشت، ولی تعداد دانه در سنبله در این تیمار در مقایسه با شاهد به میزان ۱۱ درصد کاهش یافت. از آن جا که پتانسیل اندازه نهایی سنبله در دوره پنجه دهی مشخص می گردد (۹)، بنابراین، هر گونه تنش در این دوره می تواند به کاهش اندازه سنبله (شکل ۱) و در نتیجه کاهش تعداد دانه در سنبله منجر گردد.

کاربرد تیمار آب شور در مرحله ساقه رفتن تنها بر تعداد سنبله در واحد سطح تاثیر گذاشت (شکل ۲). کاربرد تیمار آب شور در این مرحله باعث افزایش محسوس در تعداد دانه در سنبله و وزن هر دانه در مقایسه با شاهد گردید. از آنجا که در شرایط بدون تنش مرگ و میر پنجه ها در گندم با مرحله ساقه رفتن گیاه همزمان است (۷)، به نظر می رسد کاربرد تیمار آب شور در این مرحله باعث تشدید مرگ و

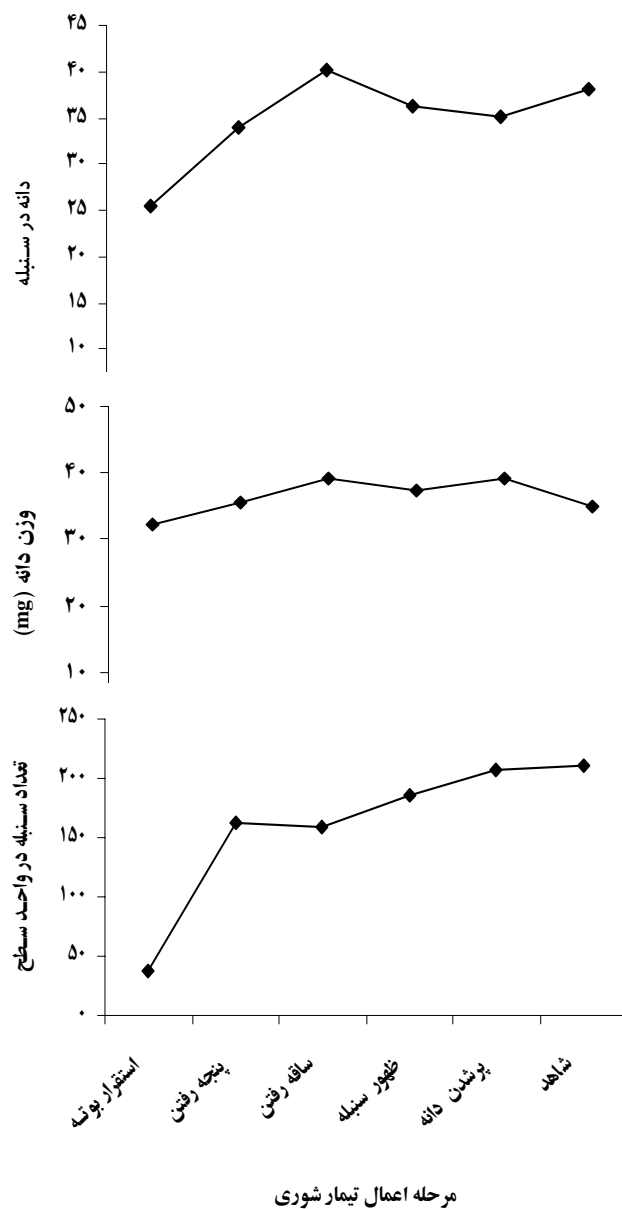
میر پنجه‌ها گردیده باشد. از طرف دیگر با توجه به اینکه کاهش در اندازه یک جزء از عملکرد دانه گندم ممکن است به افزایش در جزء یا اجزای دیگر عملکرد منجر گردد (۵)، کاهش تعداد سنبله با کاربرد تیمار آب شور در این مرحله، به افزایش تعداد دانه و وزن دانه در سنبله‌های باقی مانده منجر گردیده است. نتایج مشابهی نیز توسط فرانکوئیس و همکاران (۷) گزارش شده است

تفاوت معنی داری بین کاربرد تیمار آب شور در مراحل ظهور سنبله و پرشدن دانه در مقایسه با شاهد از نظر تعداد سنبله در واحد سطح مشاهده نشد (شکل ۲). اگرچه کاربرد تیمار آب شور در این دو مرحله باعث عقیم شدن سنبله‌های ضعیفتر، به ویژه سنبله‌های مربوط به پنجه‌های فرعی فرعی، گردید. کاربرد تیمار آب شور در مراحل ظهور سنبله و دوره پرشدن دانه باعث کاهش قابل توجه تعداد دانه در سنبله و در نتیجه افزایش محسوس وزن د

انه‌های باقی مانده گردید. به طور کلی بررسی روند تغییرات اجزای عملکرد دانه با کاربرد تیمار آب شور در مراحل مختلف رشد نشان می‌دهد که یکی دیگر از دلایل کاهش عملکرد در شرایط تنش شوری کاهش تعداد بوته در واحد سطح و در نتیجه کاهش تعداد سنبله می‌باشد. بنابراین در صورتی که بتوان با راهکارهای مناسب تعداد بوته استقرار یافته در واحد سطح را افزایش داد، می‌توان مراحل بعدی رشد را با آب شور آبیاری نمود و عملکرد را به میزان قابل توجهی بهبود بخشید. با توجه به نتایج این آزمایش استفاده از آب با کیفیت مناسب در مراحل ابتدایی رشد گندم می‌تواند به افزایش تعداد بوته در واحد سطح منجر گردد. این راهکار به ویژه در اراضی زیر سدها که منابع آب با کیفیت‌های مختلف به طور همزمان در منطقه وجود دارد، قابل توصیه می‌باشد.



شکل ۱- تاثیر کاربرد تیمار شوری در مراحل مختلف رشد بر ارتفاع بوته ($LSD=13/79$) و طول سنبله ($LSD=0/67$) گندم رقم روشن



شکل ۲- تأثیر شوری در مراحل مختلف رشد بر تعداد دانه در سنبله ($LSD=5.40$)، وزن دانه ($LSD=5.31$) و تعداد سنبله در واحد سطح ($LSD=48.87$) گندم رقم روشن

جدول ۱- میزان عناصر غذایی مورد استفاده در مراحل مختلف رشد (به نقل از منبع شماره ۴)

میلیمول مولار	محلول غذایی ابتدای رشد	محلول غذایی در اواسط رشد	محلول غذایی در مرحله پر شدن دانه
N	۳/۰	۶/۰	۳/۰
P	۰/۵	۰/۵	۰/۵
K	۱/۵	۴/۵	۲/۵
Ca	۱/۰	۱/۰	۰/۵
Mg	۰/۵	۰/۳	۰/۳
S	۰/۵	۰/۳	۰/۳
میکرو مولار			
Fe	۱۰/۰	۲/۵	۲/۵
Fe-HEDTA	۲/۰	۵/۰	۵/۰
Mn	۳/۰	۶/۰	۳/۰
B	۲/۰	۱/۰	۰/۲
Zn	۳/۰	۱/۰	۱/۰
Cu	۳/۰	۰/۳	۰/۲
Mo	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۳
Cl	۶/۰	۱۲/۰	۶/۰

جدول ۲- تاثیر شوری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه گندم

مرحله کاربرد تیمار شوری	عملکرد ماده خشک (گرم در مترمربع)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)
استقرار بوته	۶۵/۲۳۹	۸۴/۳۵
پنجه رفتن	۶۵/۱۱۱۳	۵۴۶/۰۰
ساقه رفتن	۸۵/۱۳۴۷	۶۵۰/۶۵
ظهور سنبله	۰۰/۲۰۶۹	۸۹۳/۱۵
پر شدن دانه	۰۰/۲۳۹۰	۹۶۱/۶۱
شاهد	۶۵/۳۰۵۳	۹۹۹/۲۵
LSD	۰۵/۶۰۲	۲۲۱/۴۵

References

- Ahmadi, M., A. Astaraei, M. Nasiri-mohalati, and P. Keshavarz. 2006. Effect of irrigation water salinity and Zn use on wheat yield, yield components and Zn accumulation. *Iranian J Field Crops Res.* 4: 194-205.
- Ayers, A. D. and H. E. Hayward. 1948. A method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with several crop plants. *Soil Science Society American Proceeding*, 13: 224-226.
- Baker, R. J., and G. Gebeyehou. 1982. Comparative growth analysis of two spring wheats and one spring barley. *Crop Science*, 30: 1127-1132.
- Bugbee, B. 1995. Nutrient management in recirculating hydroponic culture. *Proceedings of the Hydroponics Society of American*. E.L. Cerrito. C.A.P. 15-30.
- Emam, Y. 2011. *Cereal Production* (4th ed). Shiraz University. 190 pp.
- Francois, L. E., E. V. Maas, T. J. Donovan, and V. L. Youngs. 1986. Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of semi-dwarf and durum wheat. *Agronomy Journal*, 78: 1053-1058.
- Francois, L. E., M. C. Grieve, E. V. Maas and S. M. Lesch. 1994. Time of salt stress affects growth and yield component of irrigated wheat. *Agronomy Journal*, 86: 100-107.
- Gallagher, J. N., P.V. Bisco. 1978. A physiological analysis of cereal yield. 2. Partitioning of dry matter. *Agricultural Progress*. 53: 51-70.
- Kirby, E.J.M. 1974. Ear development in wheat. *Journal of Agricultural Science of Cambridge*, 2: 437-447.
- Maas, E. V. 1990. Crop salt tolerance. pp. 262-303. In: K.K. Tanji. *Agricultural Salinity Assessment and Management*. ASCE. Publication. 619 p.
- Maas, E.V., and C. M. Greive. 1990. Spike and leaf development in salt-stressed wheat. *Crop Science*, 1309-1313.
- Maas, E.V. and G.J. Hoffman, 1977. Crop salt tolerance – current assessment. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 103: 115-134.
- Maas, E.V., and J. A. Poss. 1989. Salt sensitivity of wheat at various growth stages. *Irrigation Science*, 10: 29-40.
- Maas, E.V. and S.R. Grattan. 1999. Crop yield as affected by salinity. *Agricultural Drainage. Agronomy Monograph*, 38: 55-107.
- Oster, J. D. 1994. Irrigation with poor quality water. *Agricultural water management*, 25:271-297.
- Pirasteh-Anosheh H, Sadeghi H, Emam Y. 2011. The effects of KNO₃ and urea on germination, early growth, total protein and proline content of four maize hybrids (*Zea mays* L.) under drought and salt stress conditions. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 14: 289 – 295.
- Ranjbar, G. H., S. A. M. Cheraghi and M. H. Banakar. 2008. Salt sensitivity of wheat at germination stage. In: Kafi, M., and M. Ajmal Khan. *Crop and Forage Production Using Saline waters*. Daya Publishing House. Delhi. Pp. 200- 204.
- Rhoades, J.D., A. Kandiah, and A.M. Mashali. 1992. The use of saline waters for crop production. *Irrigation and Drainage paper*. No. 48, FAO, Rome.
- Shalhevet, J. 1994. Using water of marginal quality for crop production: major issues. *Agricultural water management*, 25:233-269.
- Zadoks, J.C., T.T. Chang and C.F. Kanzal. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14: 415-421.