واکنش صفات مرتبط با وضعیت آب برگ ژنوتیپ‌های گندم به تنش خشکی در شرایط مصرف و عدم مصرف روی

داود افیونی [1] و لیلی صفایی [1]
۱-مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده

در آزمایشی دو ساله در اصفهان در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با توزیع اسپلیت پلات، اثر سه تیمار بدون تنش، تنش خشکی انتهای فصل و تنش خشکی همراه با محلول پاشی روی، بر ۱۱ ژنوتیپ گندم بررسی گردید. محتوای نسبی آب برگ پرچم (RWC)، سرعت اتلاف آب از برگ پرچم جدا شده از گیاه (RWL)، آب حفظ شده برگهای پرچم جدا شده (ELWR) و میزان آب اولیه برگ پرچم (IWC) هر یک در سه مرحله گرده‌افشانی و یک و دو هفته پس از گرده‌افشانی اندازه‌گیری شد. در اثر تنش خشکی، صفات RWL، RWC و IWC در مراحل یک و دو هفته پس از گرده‌افشانی کاهش و ELWR افزایش یافت. محلول‌پاشی روی تا حدی باعث تعدیل اثرات تنش خشکی گردید بطوری که در تیمار تنش خشکی + روی، مقادیر RWC در مراحل یک و دو هفته پس از گرده‌افشانی و IWC در دو هفته پس از گرده‌افشانی، بیش از مقادیر مربوطه در تیمار تنش خشکی بدون روی بود.

کلمات کلیدی: گندم، برگ پرچم، محتوای آب برگ

مقدمه

تنش آبی مهم‌ترین علت کاهش عملکرد گندم در مناطق نیمه خشک است (Farshadfar et al., ۲۰۱۱). محمدی و فرشادفر (۱۳۸۲) معتقدند برای افزایش عملکرد علاوه برکارهای اصلاحی، توجه به جنبه‌های دیگر تحمل به خشکی از قبیل شاخص های فیزیولوژیکی مانند RWC و RWL اهمیت ویژه دارد. در شرایط تنش خشکی تفاوت‌های معنی‌داری از نظر پتانسیل آب برگ بین ژنوتیپ‌های گندم مشاهده شده است (Singh et al., ۱۹۹۰). در تحقیقی با ۳۰ ژنوتیپ مختلف گندم محتوای نسبی آب برگ به عنوان یک خصوصیت مهم در تحمل به خشکی معرفی شد (Dhanda and Sethi, ۲۰۰۸). از جمله سایر صفاتی که به عنوان شاخصی برای غربال ژنوتیپ‌های گندم سازگار به تنش خشکی پیشنهاد شده است، سرعت اتلاف آب از برگ جدا شده از گیاه (RWL) است (Clarke et al., ۱۳۸۹)، که می‌تواند تخمینی از سرعت تعرق کوتیکولی باشد (Lugojan and Ciulca, ۲۰۱۱). Clarke و همکاران (۱۹۸۲)، تفاوتهایی بین ارقام گندم از نظر توانایی حفظ آب در برگهای جدا شده از گیاه (ELWR) گزارش نمودند، که این تفاوتها در محیط‌های واجد تنش بارزتر از محیطهای بدون تنش بوده است. در پژوهشی با ژنوتیپهای تریتیکاله، گندم نان و دوروم، نتیجه‌گیری گردید که ELWR اثر مهمی بر عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش داشت (Lonbani and Arzani, ۲۰۱۱). تغذیه مناسب گیاهی در بالا بردن سطح تحمل گیاهان در مقابل انواع تنش ها نقش بسزایی دارد و می‌تواند تا حدی به گیاه در تحمل به تنش‌های مختلف کمک کند (طباطبائیان و همکاران، ۱۳۹۲). روی از عناصر کم مصرف است که برای رشد طبیعی و تولیدمثل گیاهان زراعی ضروری است (Alloway, ۲۰۰۴). این عنصر نقش بسیار مهمی در فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه و واکنشهای مرتبط با سازگاری گیاهان به تنش‌ها دارد (Marschner, ۱۹۹۵).

با توجه به خسارات وارده به تولید گندم در مناطق مختلف کشور در اثر وقوع تنش خشکی ضروری است که مطالعات کافی روی صفات فیزیولوژیکی مرتبط با تحمل به این تنش صورت گیرد. در این راستا، هدف از این پژوهش بررسی واکنش برخی صفات فیزیولوژیکی ۱۱ رقم و لاین گندم به تنش خشکی پس از گرده‌افشانی، در شرایط مصرف و عدم مصرف روی بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه طی سالهای زراعی ۹۲-۱۳۹۰ در ایستگاه کبوترآباد اصفهان به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. ابعاد هر کرت ۲/۱ × ۴ متر بود. کرتهای اصلی شامل سه تیمار (آبیاری بدون تنش آبی، اعمال تنش خشکی انتهای فصل از طریق قطع آب از مرحله سنبله‌دهی به بعد وآبیاری مشابه تیمار ۲ به همراه مصرف روی بصورت محلول پاشی در دو مرحله ساقه دهی و غلافی شدن) بود. محلول‌پاشی روی در هر مرحله با غلظت پنج در هزار با سولفات روی و به میزان پنج کیلوگرم در هکتار انجام و هم زمان سایر کرت‌ها آب‌پاشی شد. در کرتهای فرعی ۱۱ رقم و لاین گندم WS-۸۲-۹ ، سیروان، WS-۸۶-۱۴، پیشتاز، پارسی، بک کراس روشن، ارگ، روشن، پیشگام، الوند و مهدوی منظور شده بود.

برای بررسی خصوصیات مرتبط با میزان آب برگ پرچم، در سه مرحله گرده افشانی، و یک و دو هفته پس از گرده افشانی، از برگ پرچم نمونه‌گیری شد. در هر مرحله، از هر پلات ۲۰ برگ پرچم به صورت تصادفی انتخاب و در دو گروه ۱۰ تایی در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و وزن اولیه هر گروه ۱۰ تایی برگ‌ها (FW۱ و FW۲)، جداگانه تعیین گردید. یک گروه ۱۰ تایی برای تعیین وزن تورژسانس، حدود ۸ ساعت در نور کم و در دمای اتاق (احمدی لاهیجانی و امام، ۱۳۹۲) در آب مقطر غوطه‌ور و پس از آن برگ‌ها به دقت با استفاده از حوله کاغذی خشک و مجددا توزین شد(TW۱). این برگ‌ها سپس به منظور تعیین وزن خشک (DW۱)، ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. در گروه ۱۰ تایی دوم نیز ابتدا وزن اولیه برگ‌ها (FW۲) تعیین و پس از آن برگ‌ها به مدت چهار ساعت در دمای آزمایشگاه (حدود ۲۸-۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت و مجددا جهت تعیین وزن پژمردگی (WW۲) توزین شد. در نهایت، این برگ‌ها نیز برای تعیین وزن خشک (DW۲) به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. بر اساس اندازه‌گیری‌های فوق، صفات محتوای نسبی آب برگ (RWC)، سرعت اتلاف آب از برگ جدا شده از گیاه (RWL)، آب حفظ شده برگهای جدا شده (ELWR) و میزان آب اولیه برگ (IWC) برای هریک از مراحل گرده‌افشانی، یک و دو هفته پس از گرده‌افشانی، محاسبه شد:

$$RWC= (FW۱ - DW۱)/ (TW۱ - DW۱) \times ۱۰۰ \ \%$$ (Ritchie, ۱۹۹۰)

FW۱، TW۱ و DW۱ به ترتیب وزن تر، وزن خشك و وزن تورژسانس گروه اول برگ‌های پرچم است.

$$RWL=(FW۲-WW۲)/DW۲/t$$ (Clarke et al., ۱۹۸۹)

FW۲ و WW۲ به ترتیب وزن اولیه برگ‌ها و وزن پژمردگی و t زمان بین اندازه‌گیری وزن اولیه و وزن پژمردگی (ساعت).

$$ELWR =(۱ -((FW۲-WW۲)/FW۲))*۱۰۰$$ (۳)

(et al., ۲۰۱۱) Geravandi

FW۲ و WW۲ به ترتیب وزن اولیه برگ‌ها و وزن پژمردگی بعد از ۴ ساعت میباشند.

$$IWC= (FW۱-DW۱)/DW۱$$ (lonbani and Arzani, ۲۰۱۱)

FW۱ و DW۱ به ترتیب وزن اولیه برگ‌ها و وزن خشک برگ پس از قرار گرفتن به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد.

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام و مقایسه میانگین داده ها توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

محتوای نسبی آب برگ (RWC) در سه مرحله گرده‌افشانی و یک و دو هفته پس از گرده‌افشانی اندازه‌گیری شد. در هر سه مرحله، میزان این صفت در سال دوم بیش از سال اول بود (جدول ۱)، که می‌توان آن را به تفاوت شرایط آب و هوایی دو سال نسبت داد. در مرحله گرده‌افشانی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای تنش وجود نداشت که با توجه به زمان اعمال تنش که قطع آبیاری پس از سنبله‌دهی بود قابل توجیه است. یک هفته پس از گرده‌افشانی، میانگین محتوای نسبی آب برگ در تیمار تنش بطور معنی‌داری کمتر از تیمار بدون تنش بود و با پیشرفت زمان و افزایش شدت تنش، تفاوت میزان آن در تیمار تنش و بدون تنش بیشتر شد بطوری که در دو هفته پس از گرده‌افشانی، مقدار آن در دو تیمار بدون تنش و تنش به ترتیب ۶۲/۸۱ و ۵۵/۴۱ درصد بود. در مرحله یک و دو هفته پس از گرده‌افشانی، محتوای نسبی آب برگ در تیماری که محلول‌پاشی روی صورت گرفته بود بیش از تیمار بدون محلول‌پاشی بود (جدول ۲). گزارشات نیز حاکی ازکاهش محتوای نسبی آب برگ در اثر خشکی است (گل‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). از نظر RWC، در هر سه مرحله تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت. در مرحله گرده‌افشانی بیشترین میزان این صفت مربوط به رقم سیروان بود. در یک هفته پس از گرده‌افشانی، روند مذکور قدری تغییر نمود و بیشترین مقدار RWC را رقم پیشگام داشت و رقم پیشتاز تفاوت معنی‌دار با آن نداشت. در دو هفته پس از گرده‌افشانی نیز بیشترین میزان این صفت به رقم پیشگام تعلق داشت. Ghobadi و همکاران (۲۰۱۱) نیز تفاوت‌های معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های گندم نان از نظر برخی خصوصیات آب برگ از جمله RWC مشاهده نمودند.

سرعت اتلاف آب از برگ جدا شده از گیاه (RWL) نیز در سال دوم بیش از سال اول بود (جدول ۱). در مرحله گرده‌افشانی تفاوت بین دو تیمار تنش و بدون تنش معنی‌دار نبود اما مقدار این صفت در تیمار تنش همراه با محلول‌پاشی روی کمتر از دو تیمار دیگر بود. علت آن را شاید بتوان به افزایش غلظت داخل سلول نسبت داد که این غلظت باعث شده که اتلاف آب از برگ کاهش یابد. در مراحل بعدی اندازه‌گیری یعنی یک و دو هفته پس از گرده‌افشانی، مقدار این صفت در تیمار بدون تنش بطور معنی‌داری بیش از دو تیمار دیگر بود. به نظر می‌رسد مقدار اتلاف آب از برگ می‌تواند با محتوای آب برگ مربوط باشد. از آنجا که RWC در یک و دو هفته پس از گرده‌افشانی در تیمارهای تنش کمتر از تیمار بدون تنش بود، بنابر این کمتر بودن مقدار RWL در تیمارهای تنش در یک و دو هفته پس از گرده‌افشانی را می‌توان به کم بودن محتوای آب برگ در این تیمارها در مقایسه با تیمار بدون تنش نسبت داد. Lonbani و Arzani (۲۰۱۱) نیز کاهش RWL را در اثر تنش خشکی گزارش دادند. در هر سه مرحله، کمترین مقدار این صفت مربوط به لاین WS-۸۶-۱۴ بود (جدول ۲). Clarke و همکاران (۱۹۸۹)، از مطالعات خود با ۱۰۰ ژنوتیپ گندم دوروم نتیجه گرفتند که در شرایط محدودیت آب، پایین بودن RWL ممکن است با عملکرد بالا در ارتباط باشد.

در سال دوم آب حفظ شده برگهای پرچم جدا شده (ELWR) بیش از سال اول بود(جدول ۲) و مربوط به تیمار تنش خشکی بود. در مرحله گرده‌افشانی، مقدار این صفت در تیمار بدون تنش و تنش + روی تفاوت معنی‌دار با هم نداشت اما در دو مرحله دیگر، کمترین

مقدار ELWR در تیمار بدون تنش وجود داشت و تیمار تنش + روی از نظر این صفت بین دو تیمار تنش و بدون تنش قرار گرفت (جدول ۲). گل‌آبادی و همکاران (۱۳۹۳) نیز در بررسی خود روی هفت ژنوتیپ گندم بیشترین مقدار ELWR را در شرایط تنش رطوبتی گزارش دادند. بیشتر بودن مقادیر ELWR در شرایط تنش خشکی را می‌توان به ماهیت رابطه مورد استفاده در محاسبه آن نسبت داد. با توجه به اینکه در شرایط تنش رطوبتی، میزان آب اولیه برگ در مقایسه با شرایط بدون تنش کمتر است، لذا وزن اولیه برگ نیز در شرایط تنش کمتر و به همین دلیل تفاضل وزن اولیه برگ با وزن پژمردگی نیز کمتر خواهد بود که در نتیجه منجر به بزرگ‌تر بودن عدد بدست آمده از رابطه مورد اشاره می‌گردد. در هر سه مرحله، بیشترین مقدار آب حفظ شده برگ پرچم در لاین WS-۸۶-۱۴ مشاهده شد (جدول ۳). تفاوت بین ارقام گندم از نظر ELWR، در مطالعات دیگری نیز گزارش شده است (گل‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۳ و لنبانی و ارزانی، ۲۰۱۱).

جدول ۱ - تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و ویژگی‌های فیزیولوژیکی برگ پرچم

منابع تغییرات	درجه ازادی	RWC گرده‌افشانی	RWC یک هفته پس از گرده‌افشانی	RWC دو هفته پس از گرده‌افشانی	RWL گرده افشانی	RWL یک هفته پس از گرده‌افشانی	RWL دو هفته پس از گرده‌افشانی
سال	۱	۷۱/۱۱۸۰**	۵/۶۴۰۷**	۰/۱۰۲۴**	۰۰۹/۰**	۰۱/۰**	۰۱۱/۰**
تکرار(سال)	۴	۴۱/۱۹**	۹۸/۱۱	۶۷/۲	۰۰۰۴/۰	۰۰۲/۰	۰۰۱/۰
تنش	۲	۲۱/۱۳	۲۶/۴۸۴۸**	۸۷/۳۳۴۳۹**	۰۰۶/۰**	۴۱/۰**	۱۶/۱**
سال*تنش	۲	۶۲/۴	۰۸/۳	۲۹/۶۵**	۰۰۰۳/۰	۰۰۰۳/۰	۰۰۱/۰
خطا	۸	۲۸/۷	۰۶/۲۸	۶۰/۹	۰۰۰۴۹/۰	۰۰۰۶/۰	۰۰۰۳/۰
واریته	۱۰	۶۷/۵۸**	۱۹/۳۵۱**	۷۲/۱۴۶**	۰۵۷/۰**	۰۴۷/۰**	۰۱۹/۰**
تنش*واریته	۲۰	۲۹/۱۶**	۵۹/۷۶**	۰۵/۵۴**	۰۰۱/۰**	۰۰۵/۰**	۰۰۶/۰**
سال*واریته	۱۰	۵۹/۵	۸۷/۳	۸۹/۰	۰۰۰۰۳/۰	۰۰۰۱/۰	۰۰۰۰۸/۰
سال*تنش*واریته	۲۰	۸۱/۱۴**	۷۹/۲	۳۴/۱	۰۰۰۱/۰	۰۰۰۱/۰	۰۰۰۰۶/۰
خطا	۱۲۰	۱۱/۵	۷۴/۶	۷۵/۴	۰۰۰۴۲/۰	۰۰۰۹/۰	۰۰۰۶/۰

ادامه جدول ۱ - تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و ویژگی‌های فیزیولوژیکی برگ پرچم

منابع تغییرات	درجه ازادی	ELWR گرده‌افشانی	ELWR یک هفته پس از گرده افشانی	ELWR دو هفته پس از گرده‌افشانی	IWC گرده‌افشانی	IWC یک هفته پس از گرده‌افشانی	IWC دو هفته پس از گرده‌افشانی
سال	۱	۴/۱۵۹۰**	۱۷/۳۹۷**	۴۳/۹۸۱**	۱۶/۰*	۵۷/۰**	۱۵/۱**
تکرار(سال)	۴	۱۶/۵۹۵**	۰۵/۲	۷۹/۱۶۱**	۰۸۴/۰	۲۳/۰**	۰۰۹/۰
تنش	۲	۵۳/۱۹۵۲**	۱۸/۱۳۸۷**	۳۲/۲۴۷۲**	۰۲/۰	۳۳/۱**	۲۳/۱۰**
سال*تنش	۲	۶۸/۲	۶۸/۱۱	۰۹/۳	۰۴/۰	۰۱/۰	۰۴/۰**
خطا	۸	۰۴/۲۱۳	۱۸/۳۵	۸۰/۹۰	۲۳۸/۰	۲۱۵/۰	۰۰۶/۰
واریته	۱۰	۳۸/۱۴۰**	۴۳/۴۲۳**	۹۱/۲۵۳**	۴۵/۰**	۵۳/۰**	۲۴/۰**
تنش*واریته	۲۰	۳۷/۸۷**	۸۴/۶۷**	۵۰/۶۹**	۰۲/۰	۰۳/۰	۱۴/۰**
سال*واریته	۱۰	۵۵/۶	۱۷/۴	۰۷/۴	۰۰۸/۰	۰۲/۰	۰۲/۰*
سال*تنش*واریته	۲۰	۶۲/۵	۵/۴	۶۰/۲**	۰۰۵/۰	۰۲/۰	۰۱/۰*
خطا	۱۲۰	۴۷/۲۰	۳۳/۱۹	۴۱/۱۴	۰۲۵/۰	۰۳۷/۰	۰۰۸/۰

میزان آب اولیه برگ پرچم (IWC) نیز در سال اول کمتر از سال دوم بود (جداول ۱ و ۲). در مرحله گرده‌افشانی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای تنش از نظر این صفت وجود نداشت اما در مراحل یک و دو هفته پش از گرده‌افشانی، بیشترین مقدار این صفت در تیمار بدون تنش مشاهده شد. در دو هفته پس از گرده‌افشانی، مقدار آب اولیه برگ در تیمار تنش + روی بیش از تیمار تنش بود (جدول ۲). گل‌آبادی و همکاران(۱۳۹۳)، نیز گزارش دادند که محتوای آب برگ در شرایط بدون تنش بیش از شرایط تنش رطوبتی بود. رقم مهدوی بیشترین میانگین میزان آب اولیه برگ را داشت و رقم روشن نیز از جمله ارقامی بود که در هر سه مرحله دارای IWC بالا بود (جدول ۲). در مجموع تحقیق حاضر نشان داد که تنش خشکی پس از گرده‌افشانی اثر معنی‌دار بر کلیه صفات مورد مطالعه داشته است. از بین چهار صفت مورد مطالعه، صفات RWL، RWC و IWC در اثر تنش خشکی پس از گرده‌افشانی کاهش و صفت ELWR افزایش یافت. با توجه به اینکه نقش‌های فیزیولوژیکی زیادی برای عنصر روی ذکر شده است، در این تحقیق نیز محلول‌پاشی روی باعث شد که اثرات منفی تنش خشکی تا حدی تعدیل گردد. از جمله اثرات مثبت روی، افزایش محتوای نسبی آب برگ پرچم بود. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این تحقیق اختلاف کاملا معنی‌دار از نظر همه صفات مورد مطالعه نشان دادند که بیانگر وجود تنوع کافی در بین آنها است.

جدول۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سالهای آزمایش، تیمارهای تنش و ژنوتیپ‌های گندم

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	RWC گرده‌افشانی (%)	RWC یک هفته پس از گرده‌افشانی(%)	RWC دو هفته پس از گرده‌افشانی(%)	RWL گرده‌افشانی	RWL یک هفته پس از گرده‌افشانی	RWL دو هفته پس از گرده‌افشانی	ELWR گرده‌افشانی (%)	ELWR یک هفته پس از گرده‌افشانی (%)	ELWR دو هفته پس از گرده‌افشانی (%)	IWC گرده‌افشانی	IWC یک هفته پس از گرده‌افشانی	IWC دو هفته پس از گرده‌افشانی	پرولین**	پروتئین محلول***

سال زراعی																
۹۱-۱۳۹۰	۵۵۵۲ b		b ۵۰/۸۴	b ۵۲/۷۲	b ۳۹/۵۳	b ۴۳۰/۰	b ۳۶۴/۰	b ۲۶۰/۰	b ۰/۷۰	b ۴/۷۴	b ۲/۷۲	b ۱۷/۲	b ۹۵/۱	b ۶۴/۱	a ۸۳/۱۰	a ۸/۶۱
۹۲-۱۳۹۱	۶۲۳۸ a		a ۹۴/۸۸	a ۱۳/۷۶	a ۹۴/۵۷	a ۴۴۴/۰	a ۳۸۴/۰	a ۲۷۶/۰	a ۶/۷۵	a ۹/۷۸	a ۰/۷۵	a ۲۳/۲	a ۰۵/۲	a ۸۰/۱	b۸۴/۹	b ۱/۵۵
تنش																
بدون تنش	۸۶۹۶ a		a ۹۸/۸۶	a ۸۶/۸۳	a ۶۲/۸۱	a ۴۴۱/۰	a ۴۶۶/۰	a ۴۲۲/۰	b ۴۵/۶۹	c ۹۳/۶۸	c ۳/۷۱	a ۲۱/۲	a ۱۶/۲	a ۱۷/۲	a ۹۲/۱۱	c ۶۳/۲۸
تنش	۴۳۳۷ c		a ۱۰/۸۶	c ۲۵/۶۷	c ۵۵/۴۱	a ۴۴۴/۰	b ۳۳۰/۰	b ۱۹۲/۰	a ۰۸/۷۹	a ۱۰/۷۸	a ۳/۸۳	a ۲۰/۲	b ۹۰/۱	c ۴۶/۱	c ۲۰/۹	b ۱۵/۶۳
تنش + روی	۴۶۵۲ b		a ۴۱/۸۶	b ۸۸/۷۱	b ۸۲/۴۳	b ۴۲۶/۰	b ۳۲۷/۰	b ۱۹۰/۰	b ۸۸/۶۹	b ۶۸/۷۳	b ۴/۷۵	a ۱۸/۲	b ۹۴/۱	b ۵۲/۱	b ۸۹/۹	a ۴۳/۸۳
ژنوتیپ																
WS-۸۲-۹	۵۷۱۳c		bc۴۷/۸۶	d۴۲/۷۳	b۸۴/۵۶	g۴۰۶/۰	e۳۶۰/۰	de۲۵/۶۰	de۹۱/۷۰	de۳۱/۷۱	def۵/۷۴	e۰۵/۲	e۷۷/۱	f۵۵/۱	a۰۷/۱۴	b۷/۶۳
سیروان	۶۵۶۰a		a۶۶/۸۸	bv۷۹/۷۷	b۸۹/۵۶	ef۴۲ ۵/۰	ef۳۴ ۷/۰	cde۲ ۶۹/۰	bcd۹ ۷/۷۲	b۳۱/۷۹	b۸/۷۹	cd۱ ۵/۲	cd۹۱ /۱	d۷۲/۱	a۰۳/۱۴	ef۲/۵۳
WS-۸۶-۱۴	۶۰۷۳b		f۱۷/۸۳	fg۳۶/۶۹	e۲۰/۵۱	h۳۲۳ /۰	g۲۵۷ /۰	g۲۰۷ /۰	a۸۹/۷۸	a۴۱/۸۴	a۵/۸۵	f۸۹ /۱	e۷۱/۱	f۴۹/۱	c۳۷/۱۰	cv۷/۵۷
پیشتاز	۶۱۱۱b		ef۳۸/۸۴	a۵۹/۸۰	b۴۶/۵۷	d۴۴۱ /۰	ef۳۵ ۰/۰	e۲۵۴ /۰	cd۹۶ /۷۲	bc۴۶/۷۶	cb۲/۷۸	ab۳ ۴/۲	b۱۰/۲	e۶۴/۱	b۶۹/۱۱	a۱/۶۷
پارسی	۵۶۴۲c		de۹۴/۸۴	g۸۳/۶۷	cd۸۷/۵۲	fg۴۱ ۷/۰	f۳۳۷ /۰	c۲۷۲ /۰	ab۹۶ /۷۵	cd۹۳/۷۳	cb۵/۷۸	ab۳ ۲/۲	bc۰۴/۲	dv۷۱/۱	e۸۵/۷	f۴/۵۲
بک کراس روشن	۵۵۹۲c		a۲۱/۸۸	de۷۵/۷۱	b۵۲/۵۷	def۴ ۲۹/۰	bc۴۰ ۵/۰	a۳۱۷ /۰	cd۸۴ /۷۲	de۱۵/۷۱	ed۴/۷۵	ab۳ ۰/۲	ab۱۱/۲	ab۸۲/۱	de۲ ۹/۸	cde۹ /۵۵
ارگ	۵۶۹۰c		ab۶۸/۸۷	d۲۷/۷۳	b۵۶/۵۷	de۴۳ ۸/۰	ab۴۲ ۵/۰	cd۲۷ ۱/۰	de۳۱ /۷۱	f۹۷/۶۶	f۴/۷۲	de۱ ۲/۲	d۹۰/۱	cd۷۴/۱	dv۷۳/۸	def۴ /۵۴
روشن	۴۹۸۰d		a۰۲/۸۸	ef۸۵/۷۰	b۳۸/۵۷	c۴۸۱ /۰	ab۴۲ ۳/۰	bc۲۷ ۶/۰	de۲۹ /۷۰	de۰۶/۷۲	def۵/۷۴	a۳۵ /۲	a۲۳/۲	ab۸۱/۱	d۸۰/۸	cd۲/۵۷
پیشگام	۶۶۸۷ a		cde۷ ۱/۸۵	a۶۱/۸۱	a۶۰/۵۹	a۵۳ ۹/۰	a۴۳ ۲/۰	b۲۸ ۸/۰	de۵۹ /۷۰	de۹۳/۷۱	def۶/۷۴	e۰ ۳/۲	cd۹۴/۱	bc۷۹/۱	b۱۵/۱۱	a۶/۶۸
الوند	۶۱۴۰ b		a۰۸/۸۸	c۷۰/۷۵	de۴۶/۵۱	g۴۰ ۹/۰	d۳۸ ۱/۰	f۲۲۶ /۰	bc۵۹ /۷۴	de۹۶/۷۱	cd۷/۷۶	bc۲ ۴/۲	bc۰۳/۲	ab۸۰/۱	d۶۹/۸	c۱/۵۸
مهدوی	۵۶۵۹ c		cd۱۲/۸۸	c۴۷/۷۵	c۵۴/۵۳	b۵۰ ۲/۰	cd۴۰ ۰/۰	a۳۱ ۲/۰	e۵۳/۶۹	ef۸۰/۶۹	ef۰/۷۳	a۳ ۶/۲	a۲۴/۲	a۸۵/۱	c۹۹/۹	ef۲/۵۴

* بر حسب گرم اب از دست رفته به ازای گرم وزن خشک برگ در ساعت
** بر حسب میکرومول در گرم وزن تر برگ پرچم
*** بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر برگ پرچم

منابع

طباطبائیان، ج.، بخشنده، ع. م.، قرینه، م. ح.، عالمی سعید، خ. و خوشگفتارمنش، ا. ح. ۱۳۹۲. برهمکنش تنش رطوبتی و محلول پاشی سولفات روی در مراحل پایانی رشد بر عملکرد دانه و کارآئی مصرف آب در گندم. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، شماره ۱۰۰: ۱۸-۸.

گل‌آبادی، م.، عباسی، ز. و گل‌پرور، ا. ۱۳۹۳. تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیکی برگ پرچم گندم نان در واکنش به تنش خشکی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۷(۱): ۱۱-۱.

محمدی، ر. و فرشادفر، ع. ا. ۱۳۸۲. تعیین کروموزومهای کنترل کننده صفات فیزیولوژیك مرتبط با تحمل به خشکی در چاودار. مجله علوم زراعی ایران، ۵(۲): ۱۳۳-۱۱۷.

Alloway, B.J. ۲۰۰۴. Zinc in Soils and Crop Nutrition. Int. Zinc Assoc. (IZA),Belgium, ۱۲۸p.

Clarke, J. M., Romagosa, I., Jana, S., Srivastava, J. P. and McCaig, T. N. ۱۹۸۹. Relationship of excised leaf water loss rate and yield of durum wheat in diverse environments. Canadian Journal of Plant Science, ۶۹: ۱۰۷۵-۱۰۸۱.

Dhanda, S.S. and Sethi, G.S. ۲۰۰۸. Drought tolerance among ۳۰ cultivars of wheat (Triticum aestivum L.) for water relation parameters. Agricultural Science Digest, ۲۸ (۳) : ۱۸۲ - ۱۸۵.

Farshadfar, E., Rasoli۲, V., da Silva, J. A. T., and Farshadfar, M. ۲۰۱۱. Inheritance of drought tolerance indicators in bread wheat (Triticum aestivum L.) using a diallel technique. Australian Journal of Crop Science, ۵(۷):۸۷۰-۸۷۸.

Geravandi, M., Farshadfar, E. and Kahrizi, D. ۲۰۱۱. Evaluation of Some Physiological Traits as Indicators of Drought Tolerance in Bread Wheat Genotypes. Russian Journal of Plant Physiology, ۵۸(۱): ۶۹-۷۵.

Ghobadi, M., Khosravi, S., Kahrizi, D. and Shirvani, F. ۲۰۱۱. Study of Water Relations, Chlorophyll and their Correlations with Grain Yield in Wheat (Triticum aestivum L.) Genotypes. World Academy of Science, Engineering and Technology, ۷۸: ۵۸۲-۵۸۵.

Lugojan, C. and Ciulca S. ۲۰۱۱. Analysis of excised leaves water loss in winter wheat. JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology, ۱۵(۲), ۱۷۸- ۱۸۲.

Lonbani, M., and Arzani, A. ۲۰۱۱. Morpho-physiological traits associated with terminal drought stress tolerance in triticale and wheat. Agronomy Research, ۹ (۱-۲): ۳۱۵-۳۲۹.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants. ۲nd Academic Press. Ltd. London.

Ritchie, S. W., Nguyen, H.T. & Holaday, A.S. ۱۹۹۰. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Sci. ۳۰ : ۱۰۵-۱۱۱.

Singh, M., Srivastava, J. P. and Kumar, A. ۱۹۹۰. Effect of water on water potential components in wheat genotypes. Indian Journal of Plant Physiology. ۳۳: ۳۱۲-۳۱۷.

Abstract

In a two years experiment using a RCBD design with split-plot arrangement, effects of three treatments (non-stress, terminal drought stress and drought stress+zn) were evaluated on ۱۱ wheat genotypes. Traits RWC, RWL, ELWR and IWC were measured at ۳ stages including anthesis and one and two weeks after anthesis. Comparing normal condition, in drought treatment, RWC, RWL and IWC were decreased and ELWR were increased at both ۱ and two week after anthesis. Zinc foliar application mitigated negative impacts of drought stress, so RWC (at one and two weeks after anthesis), and IWC (at two week after anthesis) were higher in drought + zinc than drought-zinc.