Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد سیزدهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۹
۲۷۳-۲۸۳
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2019. 1791.1411

*مقاله پژوهشی*

# اثر محلول‌پاشی روی و بور بر سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در عملکرد دانه گندم نان تحت تنش گرمای انتهایی

**حسین کمائی[1*]، حمیدرضا عیسوند[2]، ماشاالله دانشور[3]، فرهاد نظریان[4]**

۱. دکتری زراعت- فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان
۲. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان
۳. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان
۴. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

**تاریخ دریافت: ۹۷/۰۵/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۲۱**

**چکیده**

**به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی روی و بور بر سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در عملکرد دانه گندم نان تحت تنش گرمای انتهایی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده فاکتوریل با سه تکرار در شهرستان رامهرمز واقع در جنوب غربی ایران اجرا گردید. عوامل آزمایشی شامل تاریخ کاشت در دو سطح مناسب (۳۰ آبان) و تأخیری (۱۵ دی) به‌عنوان عامل اصلی و محلول‌پاشی در چهار سطح با آب (شاهد)، روی، بور و روی + بور و دو رقم گندم نان پیشتاز و چمران۲ به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد که تنش گرمای انتهایی ناشی از تأخیر در کاشت انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای از ساقه و سنبله به دانه و سهم نسبی ذخایر ساقه و سنبله در عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد، اما میزان فتوسنتز جاری و سهم نسبی آن در عملکرد و عملکرد دانه هر دو رقم گندم نان را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. محلول‌پاشی روی و بور به‌جز میزان فتوسنتز جاری و سهم نسبی آن در عملکرد و عملکرد دانه، همه صفات موردانداز‌ه‌گیری را در هر دو تاریخ کاشت مناسب و تأخیری به‌طور معنی‌داری کاهش داد. رقم چمران۲ نسبت به رقم پیشتاز در صفات میزان فتوسنتز جاری، سهم نسبی فتوسنتز جاری در عملکرد و عملکرد دانه از برتری معنی‌داری برخوردار بود، اما در سایر صفات، رقم پیشتاز برتری معنی‌داری داشت. در بین همه صفات موردانداز‌ه‌گیری، فتوسنتز جاری بیشترین سهم را در افزایش عملکرد دانه هر دو رقم گندم نان در هر دو تاریخ کاشت مناسب و تأخیری داشت. به‌طورکلی، استفاده از محلول‌پاشی روی یا روی + بور در رقم چمران۲ به‌عنوان بهترین ترکیبات تیماری به‌منظور کاهش اثرات زیان‌بار تنش گرمای انتهایی و بهبود عملکرد دانه در هر دو تاریخ کاشت مناسب و تأخیری توصیه می‌شود.**

***واژه‌های کلیدی:*** **ارقام گندم، تاریخ کاشت، عناصر میکرو، فتوسنتز جاری.**

## مقدمه

گندم نان (*Triticum aestivum*. L) یکی از منابع مهم غذایی در میان گیاهان زراعی عمده جهان به شمار می‌رود (Modhej and Fathi, 2008). گندم ازنظر میزان تولید، مهم‌ترین گیاه زراعی در جهان بوده و تولید آن در سال ۲۰۱۶ به حدود ۷۲۴ میلیون تن رسید (FAO, 2016). مدحج و فتحی (Modhej and Fathi, 2008) گزارش دادند که رقم گندم افلاک دارای ویژگی‌هایی همچون تیپ رشد بهاره، میانگین ارتفاع بوته ۹۲ سانتی‌متر، میانگین وزن هزار دانه ۴۵ گرم، میانگین عملکرد دانه ۷۴۰۰ کیلوگرم در هکتار، نیمه زودرس و حساس به گرما و رقم گندم چمران۲ دارای ویژگی‌هایی همچون تیپ رشد بهاره، میانگین ارتفاع بوته ۹۳ سانتی‌متر، میانگین وزن هزار دانه ۴۱ گرم، میانگین عملکرد

* نگارنده پاسخگو: حسین کمائی. پست الکترونیک: e.kamaei61@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

دانه ۶۴۰۰ کیلوگرم در هکتار، زودرس و متحمل به گرما است. تنش گرما در طی دوره پر شدن دانه از طریق تأثیر منفی بر توان ذخیره‌سازی و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به دانه‌ها، منجر به کاهش شدید عملکرد دانه در گیاه گندم می‌شود (Farooq et al., 2011). ژنوتیپ‌های گندم متحمل به تنش گرما به دلیل حفظ فتوسنتز، حفظ سبزینگی برگ، ذخایر بیشتر کربوهیدرات‌های ساقه و طولانی‌تر بودن دوره پر شدن دانه به عملکرد بالا دست می‌یابند (Hays et al., 2007). در اکثر مناطق ایران به دلیل بالا بودن pH خاک و ماهیت آهکی آن حلالیت عناصر غذایی کم‌مصرف پایین است و این موضوع جذب عناصر غذایی کم‌مصرف توسط گیاهان را کاهش می‌دهد (Mousavi et al., 2007)؛ بنابراین، بهتر است این عناصر روی برگ‌های این گیاهان محلول‌پاشی شوند. محلول‌پاشی نسبت به کاربرد خاکی، عناصر غذایی را سریع‌تر برای گیاهان فراهم می‌کند (Yassen et al., 2010).

روی یک عنصر غذایی ضروری کم‌مصرف است که نقش بسیار مهمی در سنتز پروتئین و کربوهیدرات‌ها، اعمال متابولیکی سلول، محافظت غشاء در مقابل رادیکال‌های آزاد اکسیژن و سایر فرآیندهای مرتبط با سازگاری گیاهان به تنش‌ها خواهد داشت (Marschner, 1995). محلول‌پاشی سولفات روی در مراحل مختلف فنولوژیک گندم عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Abdoli et al., 2014). همچنین این محققین اظهار داشتند که با استفاده از سولفات روی شاخص سطح برگ و دوام آن و متعاقباً سهم فتوسنتز جاری در پر شدن دانه‌ها افزایش یافت.

بور به‌عنوان یک عنصر غذایی کم‌مصرف، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در طول رشد گیاه مانند طویل شدن سلول، بیوسنتز دیواره سلولی، فعالیت غشاء و فرآیندهای غشایی، متابولیسم نیتروژن، فتوسنتز برگ و سنتز اوراسیل دخیل است (Zhao, 2011). کارکردهای عمده بور در گندم به توسعه و قدرت دیواره سلولی، تقسیم سلولی، نمو بذر و میوه، انتقال قند و توسعه هورمون‌ها مرتبط است (Zare et al., 2013). محلول‌پاشی روی و بور و اثر متقابل آن‌ها موجب افزایش عملکرد دانه گندم شد (Ali et al., 2009).

با توجه به اهمیت تولید گندم در جهت تأمین منابع غذایی موردنیاز کشور و لزوم بهبود تولید آن در بعضی از مناطق مانند خوزستان که با تنش گرمای انتهای فصل مواجه هستند و همچنین توجه کمتر به نقش محلول‌پاشی عناصر غذایی کم‌مصرف به‌خصوص روی و بور در بهبود صفات کمی فیزیولوژیک و عملکرد گندم نان تحت تنش گرمای انتهایی، آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی روی و بور بر سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در عملکرد دانه دو رقم گندم نان تحت تنش گرمای انتهای فصل طراحی و اجرا گردید.

## مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر به‌صورت کرت‌های خردشده فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان رامهرمز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۶۰ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ اجرا گردید. عوامل آزمایشی شامل تاریخ کاشت در دو سطح مناسب (۳۰ آبان) و تأخیری (۱۵ دی) به‌منظور مصادف شدن مراحل انتهایی رشد با تنش گرمای انتهای فصل (Radmehr, 1997) به‌عنوان عامل اصلی و محلول‌پاشی در چهار سطح با آب (شاهد)، روی، بور و روی + بور (هرکدام سه لیتر در هکتار) بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه کودی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در سه مرحله‌ی پنجه‌زنی، غلاف رفتن و گرده‌افشانی و دو رقم گندم نان بهاره حساس به تنش گرمای انتهایی (پیشتاز) و متحمل به تنش گرمای انتهایی (چمران۲) به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان عامل فرعی بودند. برای محلول‌پاشی عنصر غذایی روی از کلات- روی ۷/۵ درصد به میزان ۳ لیتر در هزار لیتر آب (معادل ۰/۰۲۲۵ درصد) و برای محلول‌پاشی عنصر غذایی بور از بور ۵ درصد به میزان ۳ لیتر در هزار لیتر آب (معادل ۰/۰۱۵ درصد) (محصولات شرکت زرافشان) استفاده گردید. خاک محل آزمایش بافتی رسی سیلتی با نفوذپذیری اندک داشت. از مشخصات آن می‌توان به پایین بودن میزان پتاسیم، عناصر ریزمغذی، ماده آلی و بالا بودن میزان فسفر، اسیدیته و شوری خاک اشاره کرد (جدول ۱). آمار ایستگاه هواشناسی شهرستان رامهرمز در جدول ۲ آمده است. میانگین حداقل و حداکثر دمای محل آزمایش در طی پنج مرحله نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در عملکرد دانه ارقام گندم در تاریخ‌های کاشت مناسب و تأخیری به ترتیب ۱۸ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد و ۲۲ و ۳۸ درجه سانتی‌گراد بود.

www.SID.ir

Archive of SID

کرت‌های آزمایشی شامل هفت ردیف کاشت سه متری با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از همدیگر و تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع بود. بر اساس نتایج آزمون خاک، اوره، سولفات پتاسیم و گوگرد به ترتیب، مقدار ۳۵۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار تعیین گردید. کود اوره به‌صورت یک‌سوم پایه و در زمان کاشت همراه با تمام سولفات پتاسیم و گوگرد، یک‌سوم در مرحله پایان پنجه‌زنی و یک‌سوم در مرحله گل‌دهی به‌عنوان سرک مصرف شد و به دلیل بالا بودن میزان فسفر از کودهای فسفره استفاده نشد. غلظت بحرانی عناصر غذایی پتاسیم، فسفر، روی و بور در خاک برای گیاهان زراعی ازجمله گندم در منطقه خوزستان به ترتیب ۲۰۰، ۱۲، ۰/۸ و ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم است (Tabatabaei, 2013). کشت به روش دستی و در عمق سه سانتی‌متری انجام گردید. آبیاری، کوددهی، مبارزه با علف‌های هرز و آفات به‌گونه‌ای انجام شد که گیاه با تنش دیگری غیر از تنش گرمای انتهایی ناشی از تأخیر در کاشت مواجه نگردد. آبیاری مطابق با نیاز گیاه و شرایط اقلیمی منطقه در هفت نوبت به‌صورت نشتی- غرقابی انجام شد.

**جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش**

**Table 1. Soil physical and chemical properties of experimental location**

| عمق نمونه‌برداری SD | هدایت الکتریکی EC | اسیدیته pH | ماده آلی O.M | نیتروژن کل T.N | فسفر P | پتاسیم K | گوگرد S | نقطه پژمردگی دائم PWP | ظرفیت زراعی FC | بافت خاک Texture |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cm | $dS.m^{-1}$ | - | ----------%--------- | | ----------$mg.kg^{-1}$---------- | | | -------% by volume------ | | لومی شنی |
| 0-30 | 1.10 | 7.7 | 1.8 | 0.2 | 10 | 345 | 50.5 | 8.11 | 19.87 | Sandy loam |

**جدول۲. آمار هواشناسی شهرستان رامهرمز در طی دوره آزمایش**

**Table 2. Weather statistics of Ramhormoz city during the experimental period**

| Month | ماه | میانگین دمای هوا Mean of air temperature (°C) حداکثر Maximum | حداقل Minimum | رطوبت نسبی RH (%) | بارندگی Precipitation (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| November | آبان | 31.5 | 17.2 | 42 | 20.7 |
| December | آذر | 25.3 | 11.1 | 59 | 86.4 |
| January | دی | 18.1 | 8.8 | 67 | 67.7 |
| February | بهمن | 19.0 | 9.1 | 62 | 49.7 |
| March | اسفند | 24.7 | 12.2 | 52 | 40.4 |
| April | فروردین | 32.5 | 16.7 | 43 | 29.4 |
| May | اردیبهشت | 38.1 | 23.2 | 43 | 29.6 |

### *اندازه‌گیری انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و سهم آن‌ها در شکل‌گیری عملکرد دانه*

در مرحله گرده‌افشانی تعداد ۲۵ ساقه اصلی یکنواخت از هر کرت آزمایشی انتخاب و به پنج گروه نسبتاً مشابه تقسیم و علامت‌گذاری شدند و از ۱۰ روز پس از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک، هر هفته یک‌بار، در پنج مرحله و هر مرحله پنج ساقه علامت‌گذاری شده همراه با سنبله برداشت و به مدت ۵۲ ساعت (برای اطمینان از رسیدن به وزن ثابت) در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک و سپس ساقه‌ها و دانه‌ها توزین و سهم آن‌ها در انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در عملکرد دانه از طریق روابط ۱ تا ۶ محاسبه گردید (Ehdaei et al., 2006a; Niu et al., 1998):

$$SMR\ (stem\ to\ seed) = MaxSTDW\ (after\ polination) - STDW\ (maturity) \quad [۱]$$

$$SMR\ (spike\ to\ seed) = MaxSPDW\ (after\ polination) - SPDW\ (maturity) \quad [۲]$$

$$RCSTR = SMR\ (stem\ to\ seed) / GY \times 100 \quad [۳]$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$RCSPR = SMR\ (spike\ to\ seed) / GY \times 100 \quad [۴]$$

$$CP = GY - DMR \quad [۵]$$

$$RCCP = CP / GY \times 100 \quad [۶]$$

در این روابط، SMR (stem to seed): انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از ساقه به دانه، MaxSTDW (after polination): حداکثر وزن خشک ساقه پس از گرده‌افشانی، STDW (maturity): وزن خشک ساقه در مرحله رسیدگی دانه، SMR (spike to seed): انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از سنبله به دانه، MaxSPDW (after pollination) حداکثر وزن خشک اجزای سبز سنبله پس از گرده‌افشانی، SPDW (maturity): وزن خشک اجزای سبز سنبله در مرحله رسیدگی، RCSTR: سهم نسبی ذخایر ساقه در عملکرد، GY: عملکرد دانه، CP: فتوسنتز جاری، DMR: انتقال مجدد ماده خشک از ساقه و اجزای سبز سنبله به دانه و RCCP: سهم نسبی فتوسنتز جاری در عملکرد هستند. در این روابط کاهش تنفسی در نظر گرفته نشد و فرض بر این شد که تنفس برای ارقام و شرایط محیطی مورداستفاده در این آزمایش یکسان است.

### اندازه‌گیری عملکرد دانه

در مرحله رسیدگی، پس از حذف ۰/۵ متر از حاشیه‌های خطوط کشت (خط پنجم و ششم)، کل سنبله‌های برداشت‌شده از سطح یک مترمربع هر کرت با دست خرمن‌کوبی و بوجاری و پس‌ازآن دانه‌های به‌دست‌آمده با رطوبت ۱۲ درصد توزین و عملکرد در مترمربع تعیین و درنهایت به هکتار تبدیل شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد. در صورت معنی‌دار بودن مقادیر F، مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

### انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای از ساقه به دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد، به‌جز اثرات متقابل تاریخ کاشت × رقم و محلول‌پاشی روی و بور × رقم، همه اثرات اصلی و متقابل تاریخ کاشت، محلول‌پاشی روی و بور و رقم بر انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای از ساقه به دانه در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد، بیشترین میزان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای از ساقه به دانه (۰/۶۸۹ گرم در بوته) در اثر محلول‌پاشی با آب (شاهد) در رقم پیشتاز تحت تنش گرمای انتهایی ناشی از تاریخ کاشت تأخیری و کمترین آن (۰/۲۹۱ گرم در بوته) در اثر محلول‌پاشی با روی در رقم چمران۲ تحت تاریخ کاشت مناسب به دست آمد (جدول ۴). رادمهر (Radmehr, 1997) گزارش کرد که تنش گرمای انتهایی ناشی از تأخیر در کاشت به دلیل پیری زودرس برگ و کاهش فتوسنتز جاری موجب افزایش انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از ساقه به دانه شد. تاهیر و ناکاتا (Tahir and Nakata, 2005) میزان انتقال مواد ذخیره‌ای از ساقه به دانه گندم تحت تنش گرما در طی دوره پر شدن دانه را وابسته به ژنوتیپ اعلام کردند. در آزمایش حاضر، محلول‌پاشی روی و بور موجب کاهش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از ساقه به دانه شد که این نتیجه با توجه به نقش این عناصر در افزایش دوام و شاخص سطح برگ (Khan et al., 2008; Moeinian et al., 2011) و متعاقب آن بهبود فتوسنتز جاری و نیز وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین میزان انتقال مجدد ماده خشک و فتوسنتز جاری (Schnyder, 1993) قابل توجیه است. همچنین در آزمایش حاضر، همبستگی منفی و معنی‌داری (**۰/۲۷۰-) بین میزان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از ساقه به دانه و فتوسنتز جاری مشاهده شد (جدول ۵) که نتایج اشنایدر (Schnyder, 1993) را تصدیق می‌کند.

### انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای از سنبله به دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد، به‌جز اثر متقابل محلول‌پاشی روی و بور × رقم، همه اثرات اصلی و متقابل تاریخ کاشت، محلول‌پاشی روی و بور و رقم بر انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای از سنبله به دانه در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد، بیشترین میزان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای از سنبله به دانه (۰/۲۷۱ گرم در بوته) در اثر محلول‌پاشی با آب (شاهد) در رقم پیشتاز تحت تنش گرمای انتهایی ناشی از تاریخ کاشت تأخیری و کمترین آن (۰/۱۰۹ گرم در بوته) در اثر محلول‌پاشی با روی در رقم چمران۲ تحت تاریخ کاشت مناسب به دست آمد (جدول ۴). در طول رشد دانه گندم، ماده خشک و کربوهیدرات‌های محلول بیشتری از بافت‌های مختلف گیاه به سمت دانه حرکت

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کنند که این حرکت ازنظر مقدار و سهم آن در وزن دانه در شرایط تنش گرمای انتهای فصل بیشتر خواهد بود (Mojtabaie Zamani et al., 2013). عبدلی و همکاران (Abdoli et al., 2015) اظهار داشتند که اثر رقم گندم بر انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از اجزای سبز سنبله به دانه‌های در حال رشد مؤثر است. خیری‌زاده و همکاران (Kharizadeh et al., 2015) کاهش میزان انتقال مجدد ماده خشک از کل بوته ازجمله سنبله به دانه را با محلول‌پاشی نانواکسید روی در گندم در هر دو شرایط عدم تنش و تنش آبی نسبت به شاهد گزارش کردند. در آزمایش حاضر، محلول‌پاشی روی و بور موجب کاهش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از سنبله به دانه شد که این نتیجه با توجه به نقش عناصر روی و بور در افزایش طول دوره رشد، کاهش تسریع پیری و ریزش برگ‌هایی پایینی، افزایش سطح برگ و متعاقب آن افزایش فتوسنتز جاری (Khan et al., 2008; Moeinian et al., 2011) و نیز وجود همبستگی منفی و معنی‌دار (**۰/۲۹۳-) بین انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از سنبله به دانه و میزان فتوسنتز جاری (جدول ۵) قابل توجیه است.

### سهم نسبی ذخایر ساقه در عملکرد

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد، به‌جز اثرات متقابل تاریخ کاشت × رقم و محلول‌پاشی روی و بور × رقم، همه اثرات اصلی و متقابل تاریخ کاشت، محلول‌پاشی روی و بور و رقم بر سهم نسبی ذخایر ساقه در عملکرد در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد، بیشترین میزان سهم نسبی ذخایر ساقه در عملکرد (۵۶/۳۹ درصد) در اثر محلول‌پاشی با آب (شاهد) در رقم پیشتاز تحت تنش گرمای انتهایی ناشی از تاریخ کاشت تأخیری و کمترین آن (۱۵/۱۴ درصد) در اثر محلول‌پاشی با روی در رقم چمران۲ تحت تاریخ کاشت مناسب به دست آمد (جدول ۴). وقوع تنش گرما در دوره پر شدن دانه به دلیل تسریع پیری برگ، آسیب به دستگاه فتوسنتزی و کاهش تولید مواد پرورده (Alkhatib and Paulsen, 1990) سبب کاهش سهم نسبی فتوسنتز جاری و افزایش سهم نسبی ذخایر ساقه در پر شدن دانه و عملکرد گردید (Yang et al., 2002). بلوم (Blum, 1998) و تاهیر و ناکاتا (Tahir and Nakata, 2005) گزارش دادند که سهم نسبی ذخایر ساقه در عملکرد دانه بسته به ژنوتیپ و شدت تنش متفاوت بود. عبدلی و همکاران (Abdoli et al., 2015) همبستگی منفی و معنی‌داری بین سهم نسبی فتوسنتز جاری و سهم نسبی ذخایر ساقه در عملکرد دانه گزارش کردند. در آزمایش حاضر، محلول‌پاشی روی و بور موجب کاهش سهم نسبی ذخایر ساقه و افزایش سهم فتوسنتز جاری در عملکرد دانه در هر دو تاریخ کاشت مناسب و تأخیری شد. بعلاوه، وجود همبستگی منفی و معنی‌دار (**۰/۶۳۹-) بین سهم نسبی ذخایر ساقه و فتوسنتز جاری در عملکرد دانه مشهود بود (جدول ۵) که می‌تواند تأیید نتایج عبدلی و همکاران (Abdoli et al., 2015) باشد.

### سهم نسبی ذخایر سنبله در عملکرد

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد، همه اثرات اصلی و متقابل تاریخ کاشت، محلول‌پاشی روی و بور و رقم بر سهم نسبی ذخایر سنبله در عملکرد در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد، بیشترین میزان سهم نسبی ذخایر سنبله در عملکرد (۲۲/۵۹ درصد) در اثر محلول‌پاشی با آب (شاهد) در رقم پیشتاز تحت تنش گرمای انتهایی ناشی از تاریخ کاشت تأخیری و کمترین آن (۵/۶۶ درصد) در اثر محلول‌پاشی با روی در رقم چمران۲ تحت تاریخ کاشت مناسب به دست آمد (جدول ۴). قلی‌پور و همکاران (Gholipour et al., 2016) اظهار داشتند که اثر تنش خشکی و ژنوتیپ گندم بر سهم نسبی ذخایر سنبله در عملکرد دانه معنی‌دار نبود که این یافته آن‌ها با نتایج این آزمایش مطابقت ندارد. عبدلی و همکاران (Abdoli et al., 2015) همبستگی منفی و معنی‌داری بین سهم نسبی فتوسنتز جاری و سهم نسبی ذخایر سنبله در عملکرد دانه گزارش کردند. همچنین این محققین اختلاف معنی‌داری بین ارقام مختلف گندم ازنظر سهم ذخایر سنبله در عملکرد دانه مشاهده نمودند. در آزمایش حاضر، محلول‌پاشی روی و بور موجب افزایش سهم فتوسنتز جاری و کاهش سهم ذخایر سنبله در عملکرد دانه تحت هر دو تاریخ کاشت مناسب و تأخیری گردید، اضافه بر این، وجود همبستگی منفی و معنی‌دار (**۰/۵۷۵-) بین سهم نسبی ذخایر سنبله و سهم نسبی فتوسنتز جاری در عملکرد دانه مشهود بود (جدول ۵) که می‌تواند تصدیق‌کننده نتایج به‌دست‌آمده توسط عبدلی و همکاران (Abdoli et al., 2015) باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۳. تجزیه واریانس صفات موردانداز‌ه‌گیری تحت تأثیر عوامل آزمایشی**

**Table 3. Analysis of variance measured traits affected by experimental factors**

| S.O.V | منابع تغییرات | درجه آزادی df | انتقال مجدد از ساقه به دانه remobilization from stem to seed | انتقال مجدد از سنبله به دانه remobilization from spike to seed | سهم ساقه در عملکرد contribution of stem in yield | سهم سنبله در عملکرد contribution of spike in yield |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Block | بلوک | 2 | $0.0263^{ns}$ | $0.0124^{*}$ | $84.71^{ns}$ | $39.18^{*}$ |
| Planting date (A) | تاریخ کاشت | 1 | $0.9240^{**}$ | $0.0082^{*}$ | $1033.23^{**}$ | $74.05^{*}$ |
| Error a | خطای الف | 2 | 0.0042 | 0.0042 | 29.50 | 21.84 |
| Foliar application (B) | محلول‌پاشی | 3 | $0.0486^{**}$ | $0.0154^{**}$ | $259.01^{**}$ | $179.69^{**}$ |
| Cultivar (C) | رقم گندم | 1 | $0.1430^{**}$ | $0.0096^{*}$ | $438.50^{**}$ | $27.64^{*}$ |
| A×B | محلول‌پاشی× تاریخ کاشت | 3 | $0.0559^{**}$ | $0.0171^{**}$ | $160.58^{*}$ | $56.60^{**}$ |
| A×C | رقم × تاریخ کاشت | 1 | $0.0012^{ns}$ | $0.0432^{**}$ | $19.38^{ns}$ | $187.46^{**}$ |
| B×C | رقم× محلول‌پاشی | 3 | $0.0124^{ns}$ | $0.0022^{ns}$ | $105.14^{ns}$ | $26.82^{*}$ |
| A×B×C | رقم × محلول‌پاشی × تاریخ کاشت | 3 | $0.0737^{**}$ | $0.0096^{*}$ | $402.45^{**}$ | $59.17^{*}$ |
| Error b | خطای ب | 28 | 0.0094 | 0.0029 | 36.54 | 11.49 |
| CV% | ضریب تغییرات | | 7.29 | 12.84 | 15.95 | 10.44 |

**جدول ۳. ادامه**

**Table 3. Continued**

| S.O.V | منابع تغییرات | درجه آزادی d.f | میزان فتوسنتز جاری current photosynthesis | سهم فتوسنتز جاری در عملکرد contribution of current photosynthesis in yield | عملکرد دانه Grain yield |
|---|---|---|---|---|---|
| Block | بلوک | 2 | $0.0164^{ns}$ | $267.36^{*}$ | $0.45^{ns}$ |
| Planting date (A) | تاریخ کاشت | 1 | $0.0609^{*}$ | $553.72^{*}$ | $31048585.9^{**}$ |
| Error a | خطای الف | 2 | 0.0024 | 2.08 | 53.5 |
| Foliar application (B) | محلول‌پاشی | 3 | $0.2598^{**}$ | $676.89^{**}$ | $2858344.4^{**}$ |
| Cultivar (C) | رقم گندم | 1 | $0.0638^{*}$ | $562.31^{**}$ | $145959.9^{**}$ |
| A×B | محلول‌پاشی× تاریخ کاشت | 3 | $0.0696^{**}$ | $399.87^{**}$ | $224269.7^{**}$ |
| A×C | رقم × تاریخ کاشت | 1 | $0.0285^{ns}$ | $86.37^{ns}$ | $3156921.2^{**}$ |
| B×C | رقم× محلول‌پاشی | 3 | $0.2137^{**}$ | $230.95^{*}$ | $3255199.9^{**}$ |
| A×B×C | رقم × محلول‌پاشی × تاریخ کاشت | 3 | $0.1248^{**}$ | $557.13^{**}$ | $312159.9^{**}$ |
| Error b | خطای ب | 28 | 0.0129 | 55.93 | 18402.5 |
| CV% | ضریب تغییرات | | 14.17 | 16.42 | 9.36 |

ns،* و **: به ترتیب، غیر معنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: Non significant and significant at P<0.05 and P<0.01, respectively

### *میزان فتوسنتز جاری*

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد، به‌جز اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم، همه اثرات اصلی و متقابل تاریخ کاشت، محلول‌پاشی روی و بور و رقم بر میزان فتوسنتز جاری در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد، بیشترین میزان فتوسنتز جاری (۱/۵۲ گرم در بوته) در اثر محلول‌پاشی با روی در رقم چمران۲ تحت تاریخ کاشت مناسب و کمترین آن (۰/۲۵۶ گرم در بوته) در اثر محلول‌پاشی با آب (شاهد) در رقم پیشتاز تحت تنش گرمای انتهایی ناشی از تاریخ کاشت تأخیری به دست آمد (جدول ۴). مجتبایی‌زمانی و همکاران (Mojtabaie Zamani et al., 2015) گزارش دادند که تنش گرمای انتهایی ناشی از تأخیر کاشت موجب کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل عوامل آزمایشی بر صفات موردانداز‌ه‌گیری**

**Table 4. Comparison of mean interactions of experimental factors on measured traits**

| عوامل آزمایشی Experimental factors | انتقال مجدد از ساقه به دانه Remobilization from stem to seed ($g.plant^{-1}$) | انتقال مجدد از سنبله به دانه Remobilization from spike to seed ($g.plant^{-1}$) | سهم ساقه در عملکرد Contribution of stem in yield (%) | سهم سنبله در عملکرد Contribution of spike in yield (%) |
|---|---|---|---|---|
| **A1B1C1** | $0.442^{h}$ | $0.184^{g}$ | $29.08^{g}$ | $12.13^{g}$ |
| **A1B1C2** | $0.414^{i}$ | $0.163^{jk}$ | $23.94^{h}$ | $10.11^{hi}$ |
| **A1B2C1** | $0.331^{m}$ | $0.156^{kl}$ | $19.25^{kl}$ | $9.07^{hijk}$ |
| **A1B2C2** | $0.291^{no}$ | $0.109^{mn}$ | $15.14^{mn}$ | $5.66^{lm}$ |
| **A1B3C1** | $0.407^{ij}$ | $0.182^{gh}$ | $23.81^{hi}$ | $10.68^{h}$ |
| **A1B3C2** | $0.354^{k}$ | $0.169^{hi}$ | $21.76^{ij}$ | $9.78^{hij}$ |
| **A1B4C1** | $0.350^{kl}$ | $0.165^{ij}$ | $20.71^{jk}$ | $10.10^{hi}$ |
| **A1B4C2** | $0.298^{n}$ | $0.118^{m}$ | $15.88^{m}$ | $6.40^{l}$ |
| **A2B1C1** | $0.689^{a}$ | $0.271^{a}$ | $56.39^{a}$ | $22.59^{a}$ |
| **A2B1C2** | $0.667^{b}$ | $0.261^{b}$ | $53.40^{b}$ | $20.92^{b}$ |
| **A2B2C1** | $0.487^{f}$ | $0.202^{e}$ | $45.71^{ef}$ | $19.02^{cde}$ |
| **A2B2C2** | $0.511^{e}$ | $0.212^{de}$ | $46.14^{e}$ | $18.95^{cdef}$ |
| **A2B3C1** | $0.664^{bc}$ | $0.247^{bc}$ | $53.59^{b}$ | $19.92^{bc}$ |
| **A2B3C2** | $0.567^{d}$ | $0.220^{d}$ | $50.66^{cd}$ | $19.68^{bcd}$ |
| **A2B4C1** | $0.648^{c}$ | $0.245^{bc}$ | $52.25^{bc}$ | $20.00^{bc}$ |
| **A2B4C2** | $0.483^{fg}$ | $0.200^{ef}$ | $45.60^{ef}$ | $19.00^{cde}$ |
| **LSD 5%** | *0.0168* | *0.0144* | *2.47* | *1.27* |

**Table 4. Continued** **جدول ۴. ادامه**

| عوامل آزمایشی Experimental factors | میزان فتوسنتز جاری Current photosynthesis ($g.plant^{-1}$) | سهم فتوسنتز جاری در عملکرد Contribution of current photosynthesis in yield (%) | عملکرد دانه Grain yield ($kg.h^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| **A1B1C1** | $0.897^{e}$ | $58.77^{h}$ | $4427.71^{h}$ |
| **A1B1C2** | $1.14^{cd}$ | $66.80^{def}$ | $4614.49^{g}$ |
| **A1B2C1** | $1.26^{c}$ | $71.67^{c}$ | $5571.39^{c}$ |
| **A1B2C2** | $1.52^{a}$ | $79.19^{a}$ | $6337.95^{a}$ |
| **A1B3C1** | $1.10^{cd}$ | $65.37^{efg}$ | $5315.00^{f}$ |
| **A1B3C2** | $1.12^{cd}$ | $68.12^{cde}$ | $5513.55^{cde}$ |
| **A1B4C1** | $1.15^{cd}$ | $69.50^{cd}$ | $5521.44^{cd}$ |
| **A1B4C2** | $1.46^{ab}$ | $77.66^{ab}$ | $6179.71^{ab}$ |
| **A2B1C1** | $0.256^{i}$ | $21.03^{o}$ | $3218.39^{o}$ |
| **A2B1C2** | $0.325^{hi}$ | $25.67^{mn}$ | $3407.97^{n}$ |
| **A2B2C1** | $0.379^{fg}$ | $35.26^{ij}$ | $4091.24^{j}$ |
| **A2B2C2** | $0.399^{f}$ | $35.45^{ij}$ | $4342.68^{hi}$ |
| **A2B3C1** | $0.328^{hi}$ | $26.48^{lm}$ | $3747.14^{l}$ |
| **A2B3C2** | $0.330^{hi}$ | $29.67^{k}$ | $3961.81^{jk}$ |
| **A2B4C1** | $0.343^{gh}$ | $27.74^{kl}$ | $3708.23^{lm}$ |
| **A2B4C2** | $0.384^{fg}$ | $35.93^{i}$ | $4437.71^{gh}$ |
| **LSD 5%** | 0.1476 | 3.63 | 178.78 |

A1: تاریخ کاشت مناسب (۳۰ آبان)، A2: تاریخ کاشت تأخیری (۱۵ دی)؛B1: محلول‌پاشی آب (شاهد)، B2: محلول‌پاشی روی، B3: محلول‌پاشی بور، B4: محلول‌پاشی روی + بور؛ C1: رقم پیشتاز، C2: رقم چمران۲.

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد به روش LSD ندارند.

A1: November 21 (optimum planting date), A2: January 5 (late planting date); B1: control (water foliar application), B2: zinc foliar application, B3: boron foliar application, B4: zinc + boron foliar application; C1: Pishtaz cultivar, C2: Chamran2 cultivar.

Means in each column followed by similar letters are not significantly different at 0.05 probability level using of LSD.

www.SID.ir

Archive of SID

میزان فتوسنتز جاری در ژنوتیپ‌های مختلف گندم گردید. این محققین همچنین وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های مختلف گندم ازنظر میزان فتوسنتز را گزارش کردند که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد. در دمای بالا به دلیل توانایی فعالیت روبیسکو به‌صورت اکسیژناز و حلالیت کمتر دی‌اکسید کربن در مقایسه با اکسیژن، تنفس نوری افزایش و فتوسنتز کاهش می‌یابد (Farooq et al., 2011). در آزمایش حاضر وجود همبستگی منفی و معنی‌دار (-۰/۲۷۰**) بین میزان انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از ساقه به دانه و فتوسنتز جاری درنتیجه اعمال تیمارهای آزمایشی مشاهده شد (جدول ۵)، به‌طوری‌که بیشترین میزان فتوسنتز جاری در تیمارهایی به دست آمد که از کم‌ترین میزان انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از ساقه به دانه برخوردار بودند که می‌تواند تصدیق‌کننده نتایج به‌دست‌آمده توسط اشنایدر (Schnyder, 1993) مبنی بر وجود همبستگی منفی و معنی‌داری بین میزان انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از ساقه به دانه و فتوسنتز جاری در گندم و جو باشد.

**جدول ۵. ضرایب همبستگی بین صفات موردانداز‌ه‌گیری تحت تأثیر عامل‌های آزمایشی**

**Table 5. Correlation coefficients between measured traits affected by experimental factors**

| | صفات موردانداز‌ه‌گیری Measured traits | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | انتقال مجدد از ساقه به دانه Remobilization from stem to seed | 1 | | | | | | |
| 2 | انتقال مجدد از سنبله به دانه Remobilization from spike to seed | 0.311** | 1 | | | | | |
| 3 | سهم ساقه در عملکرد Contribution of stem in yield | 0.833** | 0.174** | 1 | | | | |
| 4 | سهم سنبله در عملکرد Contribution of spike in yield | -0.072 | 0.820** | 0.060 | 1 | | | |
| 5 | میزان فتوسنتز جاری Current photosynthesis | -0.270** | -0.293** | -0.513** | -0.828** | 1 | | |
| 6 | سهم فتوسنتز جاری در عملکرد Contribution of current photosynthesis in yield | -0.610** | -0.561** | -0.639** | -0.575** | 0.781** | 1 | |
| 7 | عملکرد دانه Grain yield | -0.999** | -0.993** | -0.900** | -0.900** | 0.909** | 0.888** | 1 |

*و **: به ترتیب، معنی‌دار بودن در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد

* and **: Significant at P<0.05 and P<0.01, respectively

### *سهم نسبی فتوسنتز جاری در عملکرد*

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد، به‌جز اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم، همه اثرات اصلی و متقابل تاریخ کاشت، محلول‌پاشی روی و بور و رقم بر سهم نسبی فتوسنتز جاری در عملکرد در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد، بیشترین میزان سهم نسبی فتوسنتز جاری در عملکرد (۷۹/۱۹ درصد) در اثر محلول‌پاشی با روی در رقم چمران۲ تحت تاریخ کاشت مناسب و کمترین آن (۲۱/۰۳ درصد) در اثر محلول‌پاشی با آب (شاهد) در رقم پیشتاز تحت تنش گرمای انتهایی ناشی از تاریخ کاشت تأخیری به دست آمد (جدول ۴). احمدی و همکاران (Ahmadi et al., 2004) گزارش کردند که سهم فتوسنتز جاری در عملکرد دانه تحت شرایط تنش کم‌آبی کاهش نشان داد. این محققین همبستگی منفی و معنی‌داری بین سهم فتوسنتز جاری در عملکرد و انتقال مجدد ذخایر ساقه و سنبله به دانه گزارش دادند و اظهار داشتند که هر چه نیاز به ذخایر ساقه در انتقال ذخایر به دانه کمتر باشد، سهم فتوسنتز جاری در عملکرد بیشتر خواهد بود. علت کاهش سهم فتوسنتز جاری در عملکرد دانه تحت شرایط تنش را می‌توان به تسریع پیری، افزایش ریزش برگ‌ها و کاهش سرعت فتوسنتز نسبت داد (Abdoli et al., 2015). همچنین این محققین اختلاف معنی‌داری از سهم فتوسنتز جاری در عملکرد دانه بین ارقام مختلف گندم گزارش کردند. در آزمایش حاضر مشاهده شد تحت تاریخ کاشت تأخیری، انتقال مجدد ذخایر ساقه و سنبله به دانه افزایش و سهم فتوسنتز جاری در عملکرد دانه کاهش یافت، اما با محلول‌پاشی روی و بور تحت هر دو تاریخ کاشت مناسب و تأخیری سهم فتوسنتز جاری در عملکرد دانه با کاهش انتقال

www.SID.ir

Archive of SID

مجدد ذخایر از ساقه و سنبله به دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. علاوه بر این، وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از ساقه (**۰/۶۱۰-) و سنبله (**۰/۵۶۱-) به دانه با سهم فتوسنتز جاری در عملکرد مشهود بود (جدول ۵) که می‌تواند تصدیق‌کننده نتایج به‌دست‌آمده توسط احمدی و همکاران (Ahmadi et al., 2004) باشد.

### *عملکرد دانه*

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد، همه اثرات اصلی و متقابل تاریخ کاشت، محلول‌پاشی روی و بور و رقم بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که تحت تاریخ کاشت مناسب، بیشترین میزان عملکرد دانه با ۶۳۳۷/۹۵ کیلوگرم در هکتار در اثر محلول‌پاشی با روی تا ۶۱۷۹/۷۱ کیلوگرم در هکتار با محلول‌پاشی روی + بور در رقم چمران۲ به دست آمد. همچنین تحت تنش گرمای انتهایی ناشی از تاریخ در کاشت، بیشترین میزان عملکرد دانه از ۴۴۳۷/۷۱ کیلوگرم در هکتار با محلول‌پاشی روی + بور تا ۴۳۴۲/۶۸ کیلوگرم در هکتار با محلول‌پاشی روی در رقم چمران۲ حاصل شد. درحالی‌که کمترین میزان عملکرد دانه (۳۲۱۸/۳۹ کیلوگرم در هکتار) در اثر محلول‌پاشی با آب (شاهد) در رقم پیشتاز تحت تنش گرمای انتهایی ناشی از تاریخ کاشت تأخیری به دست آمد (جدول ۴). همان‌طور که ملاحظه می‌شود محلول‌پاشی گندم متحمل به گرما با روی و بور می‌تواند عملکرد دانه گندم را چه در شرایط کاشت بهنگام و چه در شرایط کاشت تأخیری تا حد زیادی افزایش دهد. اکبری‌مقدم و همکاران (Akbari Moghaddam et al., 1998) علت کاهش عملکرد دانه گندم با تأخیر در کاشت را تسریع مراحل رشد و نمو، مواجهه مراحل حساس رشد گیاه (تقسیم میوز، ظهور سنبله، گرده‌افشانی و پر شدن دانه) با تنش گرمای انتهای فصل و متعاقب آن افزایش میزان عقیمی گلچه‌ها و کاهش تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله ذکر کردند. یافته‌های دیانی و همکاران (Dhyani et al., 2013) با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. علی و همکاران (Ali et al., 2009) نیز نشان دادند که عملکرد دانه گندم درنتیجه کاربرد مجزا و تلفیقی روی و بور افزایش یافت. گزارش شده است که تشکیل انواع اکسیژن فعال (ROS) ناشی از تنش گرمای انتهای فصل با تولید اتیلن، پراکسیداسیون لیپیدها و درنتیجه سیالیت غشاء مرتبط است (Wang et al., 2012). همچنین مطالعات پیشین نشان داد که افزایش اتیلن در گندم، باعث کوتاه شدن دوره پر شدن دانه، کاهش وزن هزار دانه، تسریع بلوغ، پیری زودرس و درنتیجه کاهش عملکرد دانه شد (Beltrano et al., 1999)؛ بنابراین می‌توان علت افزایش عملکرد دانه درنتیجه کاربرد روی و بور را با نقش این عناصر در افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز و سنتز ترکیبات آنتی‌اکسیدان (Waraich et al., 2012) و درنتیجه کاهش تجمع انواع اکسیژن فعال (ROS) و تولید اتیلن مرتبط دانست.

## نتیجه‌گیری نهایی

تنش گرمای انتهایی ناشی از تأخیر کاشت صفات انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای از ساقه و سنبله به دانه و سهم نسبی ذخایر ساقه و سنبله در عملکرد دانه را افزایش داد، اما موجب کاهش صفات میزان فتوسنتز جاری، سهم نسبی فتوسنتز جاری در عملکرد و عملکرد دانه دو رقم گندم نان پیشتاز و چمران۲ گردید. محلول‌پاشی روی و بور به‌جز صفات انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای از ساقه و سنبله به دانه و سهم نسبی ذخایر ساقه و سنبله در عملکرد دانه، صفات میزان فتوسنتز جاری و سهم نسبی آن در عملکرد و عملکرد دانه ارقام گندم در هر دو تاریخ کاشت مناسب و تأخیری را بهبود بخشید. در بین ارقام گندم مورد آزمایش، رقم چمران۲ نسبت به رقم پیشتاز از میزان فتوسنتز جاری، سهم نسبی فتوسنتز جاری در عملکرد و عملکرد دانه بالاتری برخوردار بود، اما در سایر صفات این برتری در رقم پیشتاز مشاهده شد. در بین همه صفات کمی موردانداز‌ه‌گیری، فتوسنتز جاری بیشترین سهم را در افزایش عملکرد دانه دو رقم گندم نان پیشتاز و چمران۲ در هر دو تاریخ کاشت مناسب و تأخیری داشت. در آزمایش حاضر مشاهده شد محلول‌پاشی روی و روی + بور در رقم چمران۲، مناسب‌ترین ترکیبات تیماری در کاهش آسیب ناشی از تنش گرمای انتهایی و بهبود عملکرد دانه هستند. به‌طورکلی می‌توان از تاریخ کاشت مناسب (۳۰ آبان)، محلول‌پاشی روی و بور به‌ویژه روی و انتخاب رقم گندم مناسب منطقه (چمران۲) به‌عنوان سه راه‌کار مدیریتی به‌منظور کاهش اثرات زیان‌بار تنش گرمای انتهایی در مناطق گرم بهره برد.

www.SID.ir

Archive of SID

## منابع


Abdoli, M., Esfandiari, E., Mousavi, B., Sadeghzadeh, B., 2014. Effects of foliar application of zinc sulfate at different phenological stages on yield formation and grain zinc content of bread wheat (cv. Kohdasht). Azarian Journal of Agriculture. 1, 11-17.

Abdoli, M., Saeidi, M., Jalali Honarmand, S., Mansourifar, S., Ghobadi, M.E., 2015. Evaluating the effect of water deficit and source limitation on grain yield and remobilization of dry matter at post anthesis in bread wheat cultivars. Environmental Stresses in Crop Sciences. 7(2), 137-154. [In Persian with English Summary].

Ahmadi, A., Siosemardeh, A., Zali, A.A., 2004. A comparison between the capacity of photoassimilate storage and remobilization, and their contribution to yield in four wheat cultivars under different moisture regimes. Iranian Journal of Agriculture Science. 35(4), 921-931. [In Persian with English Summary].

Akbari Moghaddam, H., Kambuzia, J., Sangtarash, M., 1998. Study of variation in grain yield and yield components in two wheat cultivars Hirmand and Falat cross in different planting dates. 321p. In: The Proceedings of the 5th Iranian Crop Science Congress, Karaj, Iran. [In Persian].

Ali, S., Shah, A., Arif, M., Miraj, J., Ali, I., Sajjad, M., Farhatollah, M., Khan, Y., Khan, M., 2009. Enhancement of wheat grain yield components through foliar application of zinc and boron. Sarhad Journal of Agriculture. 25(1), 15-19.

AlKhatib, K., Paulsen, G.M., 1990. Photosynthesis and productivity during high-temperature stress of wheat genotypes from major world regions. Crop Science. 30, 1127-1132.

Beltrano, J., Ronco, M., Montaldi, E.R., 1999. Drought stress syndrome in wheat is provoked by ethylene evolution imbalance and reversed by rewatering, aminoethoxyvinylglycine and sodium benzoate. Plant Growth Regulation. 18, 59-64.

Blum, A., 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. Euphytica. 100, 77-83.

Dhyani, K., Ansari, M.V., Roa, Y., Verma, R.S., Shukla, A., Tuteja, N., 2013. Comparative physiological response of wheat genotypes under terminal heat stress. Plant Signaling and Behavior. 8(6) e24564, 1-6.

Ehdaei, B., Alloush, G.A., Madore, M.A., Waines, J.G., 2006a. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Post-anthesis changes in internodes dry matter. Crop Science. 46, 735-746.

Farooq, M., Bramley, H., Palta, J., Siddique, H.M., 2011. Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases. Critical Reviews in Plant Sciences. 30, 1-17.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). June 2016. Food outlook. Biannual report on global food markets. 139p.

Gholipour, S., Abadi, A., Parmoon, Gh., 2016. Investigate effect of drought stress on remobilization of materials, yield and grain yield components of bread wheat different genotypes. Crop Physiology Journal. 31(8), 111-128. [In Persian with English Summary].

Hays, D.B., Do, J.H., Mason, R.E., Morgan, G., Finlayson, S.E., 2007. Heat stress induced ethylene production in developing wheat grains induces kernel abortion and increased maturation in a susceptible cultivar. Plant Science. 172, 1113-1123.

Khan, M.A., Fuller, M.P., Baluch, F.S., 2008. Effect of soil applied zinc sulphate on wheat (*Triticum aestivum* L.) grown on a calcareous soil in Pakistan. Cereal Research Communications. 36(4), 571-582.

Kharizadeh, Y., Sayed Sharifi, R., Sedghi, M., Barmaki, M., 2015. Effects of biofertilizer and nano zinc oxide on remobilization and some growth indices of triticale under water limitation conditions. Crop Physiology Journal. 7(26), 37-55. [In Persian with English Summary].

Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd ed. Academic Press, New York.

Modhej, A., Fathi, Gh. 2008. Wheat physiology. Islamic Azad University Publication (Shushtar branch). 317p. [In Persian].

Moeinian, M.R., Zargari, K., Hassanpour, J., 2011. Effect of boron foliar spraying application on quality characteristics and growth parameters of wheat grain under drought stress. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. 10(4), 593-599.


www.SID.ir

Archive of SID

Mojtabaie Zamani, M., Nabipour, M., Meskarbashee, M., 2013. Evaluation of stem soluble carbohydrate accumulation and remobilization in spring bread wheat genotypes under terminal heat stress conditions in Ahwaz in Iran. Iranian Journal of Crop Sciences. 15(3), 277-294. [In Persian with English Summary].

Mojtabaie Zamani, M., Nabipour, M., Meskarbashee, M., 2015. Effect of heat stress during grain filling on photosynthesis and grain yield of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences. 17(1), 1-17. [In Persian with English Summary].

Mousavi, S.R., Galavi, M., Ahmadvand, G., 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato. Asian Journal of Plant Sciences. 6, 1256-1260.

Niu, J.Y., Gan, Y.T., Zhang, J.W., Yang, Q.F., 1998. Postanthesis dry matter accumulation and redistribution in spring wheat mulched with plastic film. Crop Science. 38, 1562-1568.

Radmehr, M., 1997. Effect of heat stress on physiology of growth and development of wheat. Ferdowsi University Press. 201p. [In Persian.[

Schnyder, H., 1993. The role of carbohydrate and redistribution in the source-sink relation of wheat and barley during grain filling: A review. New Phytologist Journal. 123, 233-245.

Tabatabaei, S.J., 2013. Principles of mineral nutrition of plants. Tabriz University Press. 544p. [In Persian].

Tahir, I.S.A., Nakata, N., 2005. Remobilization of nitrogen and carbohydrate from stems of bread wheat in response to heat stress during grain filling. Journal of Agronomy and Crop Science. 191, 106-115.

Wang, J.M., Zhao, H., Huang, D., Wang, Z., 2012. Different increases in maize and wheat grain zinc concentrations caused by soil and foliar applications of zinc in Loess Plateau, China. Field Crops Research. 135, 89-96.

Waraich, E.A., Ahmad, R., Halim, A., Aziz, T., 2012. Alleviation of temperature stress by nutrient management in crop plants: A review. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 12, 221-244.

Yang, J., Sears, R.G., Gill, B.S., Paulsen, G.M., 2002. Genetic differences in utilization of assimilate sources during maturation of wheat under chronic heat and heat shock stresses. Euphytica. 125, 179-188.

Yassen, A., Abou El-Nour, E., Shedeed, S., 2010. Response of wheat to foliar Spray with urea and micronutrients. Journal of American Science. 6(9), 14-22.

Zare, M., Zadehbagheri, M., Azarpanah, A., 2013. Influence of potassium and boron on some traits in wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Darab 2). The International Journal of Biotechnology. 2, 141-153.

Zhao, Ai-Qing., 2011. Combined effect of iron and zinc on micronutrient levels in wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Environmental Biology. 32, 235-239.

www.SID.ir