Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 6، شماره 3، پاییز 1393، ص. 570-561

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 3, Fall 2014, p. 561-570

ارزیابی عملکرد و سرعت پرشدن دانه لاین‌های گندم (*Triticum aestivum* L.) در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی

علیرضا دستور[1*]، رسول اصغری[2] و حسین شهبازی[3]

تاریخ دریافت:1392/04/26
تاریخ پذیرش:1392/08/10

چکیده

این بررسی با هدف ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های گندم (*Triticum aestivum* L.) بر اساس عملکرد دانه سرعت و دوره مؤثر پر شدن دانه، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی انتهای فصل (قطع آبیاری پس از گرده افشانی)در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل در طی سال زراعی 89-1388 انجام شد. نتایج نشان داد که از نظر صفت عملکرد اثر ژنوتیپ و محیط معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل آن‌ها غیرمعنی‌دار بود. ژنوتیپ‌های شماره 2 (Bow"s"/Crow"s"//Kie"s"/Vee"s"/3/MV17) و4 (Spb"s"//K134(60)Vee"s"/3/Druchamps/4/Alvd) در شرایط خشکی آخر فصل با 3830 و 3690 کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند. از نظر سرعت و دوره مؤثر پر شدن دانه، اثر ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل آنها معنی‌دار بود. ضریب همبستگی بین صفات نشان داد که بین سرعت و دوره پر شدن دانه همبستگی منفی وجود دارد. از لحاظ سرعت پر شدن دانه در شرایط تنش، ژنوتیپ شماره 7 -F130-L-1-12/MV12(ATILLA-12) با 1/29 میلی‌گرم در روز و در محیط بدون تنش ژنوتیپ‌های شماره 3 (Owl/Siossons//Zrn)، 4 (Spb"s"//K134(60)Vee"s"/3/Druchamps/4/Alvd) و 7 (130-L-1-12/MV12(ATILLA-12)) با 1/41 میلی‌گرم در روز بیشترین سرعت پر شدن دانه را به خود اختصاص دادند. نتایج نشان داد که همه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش از سرعت پر شدن بالاتری برخوردار بودند. بطور کلی، می‌توان چنین استنباط کرد که هر چند ژنوتیپ‌ها از نظر سرعت پرشدن دانه دارای تفاوت معنی‌داری هستند ولی افزایش عملکرد ژنوتیپ‌های پر محصول از طریق سرعت پرشدن دانه بیشتر میسر نگردیده است.

واژه‌های کلیدی: تحمل، ژنوتیپ، ضریب همبستگی

مقدمه

تنش خشکی یکی از مهمترین تنش‌های غیر زنده محیطی است که موجب کاهش عملکرد گیاهان زراعی، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک جهان می‌شود (Khezrie-afravi et al., 2010). بررسی‌های بلوم (Blum, 2005) در مناطق نیمه خشک دنیا نشان می‌دهد که گندم (*Triticum aestivum L.*) *در مرحله پر شدن دانه با کاهش بارندگی و افزایش* میزان تبخیر از خاک مواجه می‌شود و در طول دوران رشد و نمو دانه، اغلب کمبود آب و افزایش دما کاهش محصول گندم را به دنبال دارد. حفظ و بهره‌گیری از تنوع ژنتیکی می‌تواند یک استراتژی مفید در فرآیند اصلاح گیاهان برای مقاومت به خشکی باشد. در این مورد یکی از روش‌های گزینش ارقام با عملکرد بالا، گزینش بر اساس صفات فیزیولوژیکی است که شامل سرعت جذب خالص، شاخص سطح برگ، سرعت تنفس و فتوسنتز، سرعت انتقال و توزیع مواد پرورده و همچنین مدت زمان این توزیع است (Moradi & Motamedi, 2010). هرچند اندازه‌گیری برخی از این صفات به منظور انتخاب در جمعیت‌های بزرگ کاری سخت و پرزحمت است، اما به نظر می‌رسد که گزینش بر اساس صفاتی نظیر سرعت و دوره پرشدن دانه می‌تواند یک روش ارزیابی فیزیولوژیکی مناسب باشد (Kheirkhah et al., 2004). از آن‌جا که هدف نهایی به‌نژادگر افزایش عملکرد گیاهان زراعی است و بین سرعت و طول

1 و 2- به ترتیب کارشناس ارشد اصلاح نباتات و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی
3- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل
(*- نویسنده مسئول: Email: Dastoor.Alireza@gmail.com)

www.SID.ir

Archive of SID

دوره پرشدن دانه با عملکرد و اجزای عملکرد روابط مستقیم وجود دارد، محققان می‌توانند از این روابط در انتخاب غیرمستقیم بهره‌برداری کنند (Moradi & Motamedi, 2010; Bradar et al., 2008).

پر شدن دانه به دو عامل سرعت و طول دوره پر شدن دانه بستگی دارد (Bradar et al., 2008). مشارکت سرعت و طول دوره پر شدن دانه از عوامل تعیین کننده در رسیدگی فیزیولوژیک و وزن نهایی دانه می‌باشد (Fani et al., 2008). وجود تنوع ژنتیکی بالایی برای سرعت و طول پر شدن دانه در گندم توسط بروکنر و فروبرگ (Bruckner & Frohberg, 1987) گزارش شده است. بین سرعت پر شدن دانه و طول دوره پر شدن دانه همبستگی منفی وجود دارد، در حالی‌که همبستگی بین سرعت پر شدن دانه و وزن دانه و همچنین دوره پر شدن دانه با وزن دانه مثبت ارزیابی شده است (Bruckner & Frohberg, 1987). بطوری‌که بررسی‌های سنجری و همکاران (Sanjari et al., 2011) نشان می‌دهد که در شرایط تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی انتقال مواد آسیمیلات، کارآیی مواد آسیمیلات و شرکت مواد آسیمیلات به دانه‌های در حال تشکیل افزایش می‌یابد، در حالی‌که وزن دانه، میزان رشد دانه و شرکت آسیمیلات‌های جاری در تشکیل دانه به شدت کاهش نشان می‌دهد، اما طول دوره مؤثر پرشدن دانه در گیاهان تحت تنش دیده، افزایش می‌یابد. البته همبستگی سرعت پرشدن دانه با وزن دانه بیشتر از همبستگی بین طول دوره پرشدن دانه با وزن دانه می‌باشد (Bruckner & Frohberg, 1987). این محققان پیشنهاد نمودند که انتخاب برای سرعت پر شدن دانه جهت افزایش وزن دانه مفیدتر خواهد بود. در آزمایشی به کمک مدل‌های دو و سه پارامتری، فرآیند پرشدن دانه در 11 رقم گندم بهاره مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در شرایط تنش و بدون تنش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و سرعت پرشدن دانه بالا، عملکرد بالا همراه با سرعت پرشدن دانه متوسط و عملکرد بالا با سرعت پرشدن دانه پایین دیده شد (Gebeyhou et al., 1982). با توجه به این موضوع، امکان داشتن عملکرد بالا و سرعت پرشدن دانه بالا وجود دارد (Darroch & Baker, 1995). محفوظی و همکاران (Mahfoozi et al, 2001) با بررسی روش‌های اصلاحی برای افزایش عملکرد گندم در نواحی خشک و سرد ایران گزارش کردند تنوع ژنتیکی در میان ژنوتیپ‌ها ممکن است به افزایش عملکرد دانه در نواحی خشک کمک کند. با توجه به این‌که ایران از جمله مناطقی است که کمبود آب می‌تواند در تولید محصولات زراعی از جمله گندم مشکلات و خسارات جبران‌ناپذیری ایجاد کند، بنابراین، تولید ارقام مقاوم به خشکی یا ارقامی که نیاز کمتری به آبیاری داشته باشند، از اهمیت بسزایی برخوردار است.

هدف از انجام این پژوهش برآورد سرعت و طول دوره پرشدن دانه و تعیین روابط همبستگی بین سرعت و طول دوره پرشدن دانه با وزن نهایی دانه ارقام گندم زراعی مورد بررسی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی 10 رقم جدید گندم (جدول 1) که دارای تیپ رشد زمستانه و بینابین هستند، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو شرایط بدون تنش خشکی و تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی در دو آزمایش جداگانه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل در طی سال زراعی 89-1388 مورد ارزیابی قرار گرفتند. مشخصات زمین مورد کشت با ارتفاع 1350 متر از سطح دریا و طول و عرض جغرافیایی به ترتیب 48 درجه و 20 دقیقه طول شرقی و 38 درجه و 15 دقیقه عرض شمالی می‌باشد. خاک مورد استفاده در این آزمایش از نوع لومی رسی و pH خاک 7/7 و pH آب آبیاری 7/1 بود. زمین مورد کشت تحت تناوب دو ساله غلات- آیش بوده و عملیات تهیه زمین شامل شخم کلش بعد از برداشت محصول قبل، یک نوبت شخم بهاره، دو بار لولر عمود بر هم، کود پاشی و ایجاد فاروئر می‌باشد. کود مصرفی بر اساس آزمون خاک با فرمول (50-90-120) بود که کود پتاسه از منبع سولفات پتاس، کود فسفره از منبع فسفات آمونیم بصورت پایه و کود ازته از منبع اوره در دو نوبت پایه و سرک به مصرف رسیدند. هر ژنوتیپ در یک کرت به ابعاد 7/2=1/2×6 متر مربع کشت شد که با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت مساحت برداشت شش متر مربع بود. میزان بذر مصرفی براساس 450 دانه در متر مربع و با در نظر گرفتن وزن هزار دانه برای هر رقم تعیین شد. بذور آزمایشی قبل از کاشت به منظور جلوگیری از سیاهک پنهان با قارچ کش کاربوکسین تیرام به نسبت 2 در هزار ضدعفونی شد. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ مخلوطی از علف‌کش‌های گران استار و پوماسوپر به ترتیب به مقدار 20 گرم و یک لیتر در هکتار در مرحله پنجه زدن تا ساقه رفتن استفاده شد. تیمارهای آبیاری شامل دو سطح، آبیاری کامل (بدون تنش) و قطع آبیاری (تنش کم‌آبی) بعد از مرحله گرده‌افشانی بود. در

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط بدون تنش گیاهان در مراحل کاشت، پنجه‌دهی، ساقه رفتن، سنبله‌دهی و پرشدن دانه تحت آبیاری قرار گرفتند و برای ایجاد تنش کم‌آبی، گیاهان در مراحل کاشت، پنجه‌دهی و ساقه رفتن آبیاری شدند و در اوایل مراحل سنبله رفتن آبیاری قطع شد. در این تحقیق فاصله بین گرده‌افشانی تا رسیدن فیزیولوژیکی به عنوان دوره پر شدن دانه در نظر گرفته شد. برای تعیین سرعت رشد دانه در فاصله هر چهار روز یک بار سه سنبله از هر واحد آزمایشی به صورت تصادفی برداشت، پس از انتقال به آزمایشگاه نیام‌ها از سنبله‌ها و دانه از نیام جدا شد و به مدت 24 ساعت در دمای 72 درجه سانتی‌گراد در داخل آون الکتریکی قرار گرفتند. سپس دانه‌های خشک شده توزین شده و میانگین وزن خشک دانه برای هر رقم به دست آمد. با استفاده از معادله (1) دوره مؤثر پرشدن دانه برآورد گردید.

$$\text{دوره مؤثر پر شدن دانه} = \frac{\text{وزن خشک دانه در مرحله رسیدن}}{\text{میزان رشد خطی دانه}}$$

معادله (1)

برای تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای کامپیوتری MSTAT-C، SAS 9.1 و Excel استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از روش چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

جدول 1- ارقام و لاین‌های مورد استفاده در آزمایش گندم و شجره آن‌ها

Table 1 - wheat cultivars and lines used in the experiments and their pedigrees

شماره Number	شجره pedigrees
1	FDO 7090
2	Bow"s"/Crow"s"//Kie"s"/Vee"s"/3/MV17
3	Owl/Siossons//Zrn
4	Spb"s"//K134(60)Vee"s"/3/Druchamps/4/Alvd
5	Zarrin*2/Soissons
6	BEZ/NAD//KZM(ES85-24)/3/PTZ NISKA/UT1556-170
7	F130-L-1-12/MV12(ATILLA-12)
8	KLEIBER/2*FL80//DONSK.POLUK./3/KS82W409/…
9	YUGTINA/KAUZ/3/AGRI/BJY//VEE
10	DH1

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده (جدول 2) نشان داد که بین محیط‌ها و بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ کلیه صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اثر متقابل ژنوتیپ × شرایط رطوبتی برای کلیه صفات ذکر شده بجز عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول 2). معنی‌دار بودن اختلاف بین ژنوتیپ‌ها نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بین ارقام مورد مطالعه است. همچنین معنی‌دار بودن اثر متقابل نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در دو محیط بدون تنش و دارای تنش رفتار یکسانی نداشتند.

سرعت پر شدن دانه

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در دو محیط تنش و بدون تنش نشان داد که از لحاظ سرعت پرشدن دانه، ژنوتیپ شماره 7 بیشترین سرعت پرشدن دانه (1/35 میلی‌گرم در روز) را به خود اختصاص داد (جدول 3). همچنین مشخص گردید که سرعت پرشدن دانه تحت تنش خشکی کاهش پیدا کرد، به طوری‌که محیط دارای تنش با 0/91 میلی‌گرم در روز و محیط بدون تنش با 1/33 میلی‌گرم در روز به ترتیب دارای کمترین و بیشترین سرعت پرشدن دانه بودند. مطابق با این نتایج، معنی‌دار بودن اثر تنش رطوبتی بر روی دوره پر شدن دانه و سرعت پر شدن دانه را در ارقام مختلف گندم گزارش شده است (Paknejad et al., 2007).

در شرایط تنش، ژنوتیپ شماره 7 (1/29 میلی‌گرم در روز) و در محیط بدون تنش ژنوتیپ‌های شماره 3 (1/41 میلی‌گرم در روز)، 4 (1/42 میلی‌گرم در روز) و 7 (1/42 میلی‌گرم در روز) به طور مشترک بیشترین سرعت پر شدن دانه را به خود اختصاص دادند (جدول 3). کمترین میزان پر شدن دانه در محیط دارای تنش مربوط به ژنوتیپ‌های 3 و 6 و در محیط بدون تنش مربوط به ژنوتیپ‌های 2 و 8 بود که از این نظر اختلاف آنها با ژنوتیپ‌های 3، 4 و 7 معنی‌دار و با بقیه ژنوتیپ‌ها معنی‌دار نبود (جدول 4). ژنوتیپ 7 در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش از سرعت پر شدن دانه بالاتری برخوردار است، ولی تفاوت ژنوتیپ‌های دیگر از لحاظ سرعت پر شدن دانه در دو محیط معنی‌دار نبود و همه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش از سرعت پر شدن بالاتری برخوردار بودند (جدول 4). با توجه به اینکه ژنوتیپ شماره 7 عملکرد بالایی در هر دو محیط تنش و بدون تنش (5/32 و 3/22 تن در هکتار) داشت و همچنین دوره پرشدن دانه کوتاهتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشت، می‌توان گفت که عملکرد بالای این ژنوتیپ از طریق سرعت بالای پر شدن و کاهش دوره پر شدن دانه به دست آمده است. همچنین ژنوتیپ‌های گندم با سرعت

www.SID.ir

Archive of SID

بالای پر شدن و کاهش دوره پرشدن دانه می‌توانند عملکرد بالایی در نواحی رشد کوتاه تولید کنند (Gebeyhou et al., 1982). این یافته‌ها با نتایج ساوین و نیکولاس (Savin & Nicolas, 1999) نیز مطابقت دارد.

طول مؤثر پر شدن دانه

از نظر طول مؤثر پر شدن دانه، ژنوتیپ‌های 8 و 5 بیشترین (به ترتیب با 32/76 و 31/06 روز) و رقم 7 کمترین (23/18 روز) مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول 3). این امر نشان می‌دهد با افزایش سرعت پر شدن دانه از طول مؤثر پرشدن آن کاسته می‌شود، به طوری‌که ژنوتیپ 7 با بیشترین سرعت پر شدن دانه کمترین طول مؤثر پر شدن دانه را به خود اختصاص داده است.

با بررسی مقایسات میانگین مشخص می‌شود ارقامی که دوره پرشدن دانه کوتاهی دارند، دارای سرعت رشد دانه سریع‌تری در مقایسه با ارقام با دوره پرشدن طولانی می‌باشند. در محیط دارای تنش ژنوتیپ شماره 6 با 33/78 روز بدون داشتن اختلاف معنی‌دار با ژنوتیپ‌های 3، 4، 5 و 8 و در محیط بدون تنش ژنوتیپ شماره 8 با 33/95 روز بیشترین مقدار دوره پرشدن دانه را به خود اختصاص دادند (جدول 4). کمترین میزان دوره مؤثر پرشدن دانه در محیط دارای تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی مربوط به ژنوتیپ 7 بود و ژنوتیپ 1، 10 و 9 در رتبه بعدی قرار داشتند. در محیط بدون تنش هم ژنوتیپ‌های 9، 10 و 7 از دوره مؤثر پر شدن دانه پایین‌تری برخوردار بودند. نتایج نشان داد که طول دوره مؤثر پر شدن دانه در ژنوتیپ‌های 1، 2، 4، 5، 8 و 10 در دو محیط دارای تنش و بدون تنش تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد، در حالی‌که طول دوره پرشدن دانه ژنوتیپ‌های 3، 6 و 9 در محیط دارای تنش بیشتر از شرایط بدون تنش بود. اما ژنوتیپ 7 در شرایط تنش از طول دوره مؤثر پر شدن دانه پایین‌تری نسبت به شرایط بدون تنش برخوردار بود (جدول 4). نتایج به دست آمده با نتایج سیمان (Simane, 1993) که اعلام نمودند وقوع تنش در مرحله گل‌دهی و دانه‌بندی دوره پر شدن دانه را کوتاه‌تر و سرعت پر شدن دانه را افزایش می‌دهد دوره پر شدن را 10 تا 11 روز کوتاه‌تر می‌کند، مطابقت دارد. سرعت پر شدن دانه به مقدار زیادی به وسیله ژنوتیپ کنترل می‌شود، ولی مدت پر شدن دانه تحت تأثیر محیط است (Quarrie & Jones, 1979).

حداکثر وزن خشک تک دانه

نتایج نشان داد ژنوتیپ شماره 8 با 37/36 میلی‌گرم دارای بیشترین وزن خشک نهایی دانه و ژنوتیپ‌های شماره 9 و 10 به ترتیب با 28/71 و 28/86 میلی‌گرم کمترین وزن خشک دانه را به خود اختصاص دادند (جدول 3). با توجه به نتایج مربوط به طول دوره مؤثر پر شدن دانه و مقایسه آن با نتایج به دست آمده در حداکثر وزن خشک تک دانه مشخص می‌گردد که طول دوره پرشدن با وزن خشک دانه رابطه مستقیم دارد یعنی هر چقدر دوره پرشدن دانه بیشتر باشد، حداکثر وزن خشک آن هم بیشتر خواهد شد. همچنین از نظر وزن خشک نهایی دانه، شرایط بدون تنش با 37/75 میلی‌گرم و محیط تنش با 26/48 میلی‌گرم به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن خشک دانه بودند. در محیط دارای تنش ژنوتیپ شماره 8 با 33/00 میلی‌گرم و در محیط بدون تنش ژنوتیپ‌های شماره 4 و 8 به ترتیب با 41/80 و41/72 میلی‌گرم بیشترین وزن خشک دانه را به خود اختصاص دادند. وزن دانه اثر مستقیم را روی عملکرد دانه دارد و به عنوان یک صفت مهم در انتخاب برای مقاومت به خشکی و درجه حرارت بالا مورد توجه قرار گرفته است. اما باید توجه داشت که تنش رطوبتی در طول دوره گلدهی و پر شدن دانه از طریق کاهش دوره پر شدن دانه (Paknejad et al., 2007) و سرعت پر شدن دانه (Brocklehurst et al., 1978) سبب کاهش عملکرد می‌شود. همچنین، تنش‌های محیطی از جمله کاهش رطوبت خاک در دوره پر شدن دانه، به علت نقصان فتوسنتز جاری از طریق کم شدن وزن دانه، باعث کاهش عملکرد دانه می‌شوند (Gifford & Evans., 198; Mc Caig et al., 1982).

با توجه به اینکه از نظر عملکرد در محیط دارای تنش ژنوتیپ‌های شماره 2، 4، 6، 8 و 9 و در محیط بدون تنش ژنوتیپ‌های شماره 1، 2، 4، 7 و 10 بیشترین عملکرد دانه را داشتند (جدول 4)، بنابراین، حداکثر وزن خشک دانه به تنهایی نمی‌تواند متضمن عملکرد بالاتر در یک رقم باشد و عوامل دیگری مثل دوره پرشدن دانه، تعداد دانه در سنبله و نیز تعداد پنجه در سنبله را باید در نظر گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر محیط بر خصوصیات رشد و عملکرد ارقام مختلف گندم تحت شرایط بدون تنش و دارای تنش

Table 2 - Analysis of variance the effect of environment on growth and yield charestrestic of different wheatcultivars under non-stress and stress condition

میانگین مربعات MS				درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.
عملکرد دانه Grain yield	حداکثر وزن خشک دانه Maximum of grain weight	طول مؤثر پرشدن دانه Effective grain filling period	سرعت پرشدن دانه Grain filling rate		
34.29**	1908**	16.16**	2.60**	1	محیط Environment
0.670	4.045	4.45	0.01	4	تکرار × محیط Environment ×replication
1.27**	40.92**	43.92**	0.046**	9	ژنوتیپ Genotype
0.79 n.s	18.90**	22.15**	0.051**	9	ژنوتیپ × محیط Genotype × environment
0.40	2.43	2.17	0.0067	36	خطا Error
15.84	4.86	5.08	7.28	-	ضریب تغییرات(%) C.V.

n.s ،* و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

*, **: significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسات میانگین بین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش

Table 4 – Mean Comparison of genotypes in non-stress and stress condition

محیط Environment	ژنوتیپ Genotype	صفات Traits				
		دوره مؤثر پرشدن دانه (روز) Effective grain filling period (day)	سرعت پر شدن دانه (میلی گرم/ روز) Grain filling rate (mg/day)	حداکثر وزن خشک دانه (میلی گرم) Maximum of grain weight (mg)	عملکرد دانه (تن) Grain yield (ton)
دارای تنش Stress	1	27.63c*	0.97bc	26.62bc	2.85ab
	2	29.70bc	0.92cd	27.24bc	3.83a
	3	31.61ab	0.73f	23.17d	3.21ab
	4	31.29ab	0.81def	25.23cd	3.69a
	5	32.09ab	0.89cd	28.39b	2.20b
	6	33.78a	0.75ef	25.19cd	3.73a
	7	19.81d	1.29a	25.43bcd	3.22ab
	8	34.58ab	1.05b	33.00a	3.66a
	9	30.04bc	0.87cde	26.17bcd	3.41a
	10	27.70	0.88cde	24.33cd	2.90ab
	میانگین Mean	29.52a	0.91b	26.48b	3.27b
بدون تنش No stress	1	28.72bc	1.34ab	38.55bc	5.43a
	2	29.82b	1.20b	35.27de	5.40a
	3	27.60bc	1.41a	38.90bc	4.29ab
	4	29.55b	1.42a	41.80a	5.23a
	5	30.04b	1.37ab	41.13ab	3.70b
	6	27.76bc	1.37ab	37.90 cd	4.41ab
	7	26.55cd	1.42a	37.62cd	5.32a
	8	33.95a	1.23b	41.72a	4.26ab
	9	24.58d	1.27ab	31.26f	4.29ab
	10	26.30cd	1.27ab	33.41ef	5.50a
	میانگین Mean	28.49a	1.33a	37.75a	4.78a

*میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

Same letter within each column indicate not-significant difference based on Duncan test at p≤0.05.

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که ژنوتیپ شماره 5 با 2940 کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داده است و سایر ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط تنش و بدون تنش تقریباً عملکرد یکسانی داشتند. (جدول 3). برخی گزارش نمودند که در رابطه با نقش سرعت پرشدن دانه در عملکرد باید به تغییرات ژنتیکی توجه شود زیرا فاکتورهای ژنتیکی بخش زیادی از سرعت رشد دانه را تعیین می‌نماید (Austin et al., 1977). درحالی‌که عوامل محیطی از درجه دوم اهمیت

www.SID.ir

Archive of SID

برخوردارند. میانگین کل عملکرد دانه ژنوتیپ‌های تحت بررسی در این آزمایش برای محیط بدون تنش برابر 4780 کیلوگرم در هکتار و برای محیط دارای تنش 3270 کیلوگرم در هکتار بود (جدول 4). این امر نشان می‌دهد که میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط دارای تنش کمتر از شرایط بدون تنش است و خشکی بعد از گرده‌افشانی موجب کاهش شدید عملکرد گردیده است. همانطوری که ملاحظه می‌شود، تنش خشکی عملکرد دانه را به طور متوسط به مقدار 1510 کیلوگرم در هکتار کاهش داده است. نتایج مشابهی توسط برخی محققین ارائه شده است (Ebrahimie Molabashi, 1996; Radmehr, 1996). علت کاهش عملکرد دانه در تنش خشکی قبل از گرده‌افشانی را می‌توان به پایین آمدن تعداد سنبله در متر مربع مرتبط دانست (Radmehr, 1996). تحقیقات مؤید آن است که به منظور دستیابی به عملکرد مطلوب در زراعت گندم، ضروری است که آب مورد نیاز در مرحله گرده افشانی تأمین شود.

همبستگی بین عملکرد با سرعت و دوره مؤثر پرشدن دانه

نتایج ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های مختلف گندم مورد آزمایش در دو محیط تنش و بدون تنش نشان داد که بین سرعت و دوره پر شدن دانه همبستگی منفی و معنی‌داری ($r = -0/832^{**}$) وجود دارد (جدول 5). همبستگی منفی سرعت و مدت پر شدن دانه به دلیل روش محاسبه دوره پر شدن دانه که از تقسیم وزن نهایی بر سرعت رشد دانه برآورد می‌شود، قابل انتظار بود. نتایج این تحقیق با یافته‌های نادری و همکاران (Naderi et al., 1999)، سافیلد و همکاران (Sufield et al., 1997) و اسپیرتز و ووس (Spierts & Vos, 1985) مطابقت دارد. در این رابطه اگلی (Egli, 1999) چنین بیان می‌کند که کاهش دوره پر شدن دانه همراه با افزایش سرعت پرشدن دانه در شرایط تنش رطوبتی می‌تواند یک پدیده جبرانی در گیاهان زراعی و عاملی مهم در ثابت نگه داشتن عملکرد در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش باشد.

سرعت پر شدن دانه در محیط دارای تنش و بدون تنش با عملکرد در محیط تنش همبستگی منفی و غیر معنی‌دار داشت و همبستگی بین عملکرد در شرایط بدون تنش و سرعت پر شدن دانه در محیط تنش مثبت غیرمعنی‌دار بود. همبستگی غیرمعنی‌دار بین سرعت پر شدن دانه و عملکرد دانه توسط حسین‌پور و همکاران (Hoseinpour et al., 2006) نیز گزارش شده است.

جدول ۳- مقایسات میانگین ژنوتیپ های گندم از لحاظ صفات مورد بررسی تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی آخر فصل

Table 3 - Mean comparison of traits in wheat genotypes under non-stress and terminal drought stress

ژنوتیپ Genotype	طول دوره پرشدن دانه (روز) Grain filling period (day)	سرعت مؤثر پرشدن دانه (میلی گرم/ روز) Effective grain filling period (mg/day)	حداکثر وزن خشک دانه (میلی گرم) Maximum of grain weight (mg)	عملکرد دانه (تن) Grain yield (ton)
1	28.17cd	1.15b	32.58 cd	14.14a
2	29.75bc	1.05b	31.25d	4.61a
3	29.60bc	1.07b	31.03d	3.74a
4	30.41b	1.11b	33.51 bc	4.46a
5	31.06ab	1.12b	b 34.76	2.94b
6	30.77b	1.05b	31.54d	4.06a
7	23.18e	1.35a	31.52d	4.27a
8	32.76a	1.13b	37.36a	3.95a
9	27.31d	1.07b	28.71e	3.84a
10	27d	1.07b	28.86e	4.19a

*میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

Same letter within each column indicate not-significant difference based on Duncan test at $p \leq 0.05$.

مشاهده رابطه منفی بین سرعت پر شدن دانه و عملکرد می‌تواند به دلیل تأثیر زیاد تنش خشکی بر کاهش عملکرد باشد و نمی‌توان ادعا نمود که افزایش سرعت پر شدن دانه موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- همبستگی بین شاخص های تحمل خشکی با عملکرد دانه و عوامل مؤثر در پر شدن دانه در شرایط تنش و بدون تنش

Table 5- Correlation between drought stress tolerance indices with seed yield and effective factors in seed filling in non-stress and stress condition

	عملکرد بدون تنش Grain yield (no stress)	عملکرد در محیط تنش Grain yield (stress)	سرعت پرشدن در محیط دارای تنش Grain filling period (stress)	حداکثر وزن خشک دانه در محیط تنش Maximum of grain weight (stress)	طول مؤثر پرشدن دانه در محیط تنش Effective grain filling period (stress)	سرعت پرشدن در محیط بدون تنش Grain filling period (no stress)	حداکثر وزن خشک دانه در محیط بدون تنش Maximum of grain weight (no stress)	طول مؤثر پرشدن دانه در محیط بدون تنش Effective grain filling period (no stress)
عملکرد بدون تنش Grain yield (no stress)	1							
عملکرد در محیط تنش Grain yield (stress)	0.241	1						
سرعت پرشدن در محیط دارای تنش Grain filling period (stress)	0.307	-0.076	1					
حداکثر وزن خشک دانه در محیط تنش Maximum of grain weight (stress)	-0.332	0.058	0.374	1				
طول مؤثر پرشدن دانه در محیط تنش Effective grain filling period (stress)	-0.587	0.150	-0.832**	0.183	1			
سرعت پرشدن در محیط بدون تنش Grain filling period (no stress)	-0.09	-0.281	-0.064	-0.529	-0.155	1		
حداکثر وزن خشک دانه در محیط بدون تنش Maximum of grain weight (no stress)	-0.265	-0.084	0.038	0.381	0.247	0.442	1	
طول مؤثر پرشدن دانه در محیط بدون تنش Effective grain filling period (no stress)	-0.201	0.137	0.107	0.790**	0.358	-0.255	0.753**	1

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

*, **: significant at the 5 and 1% probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

چون در شرایط تنش که سرعت پرشدن افزایش یافته، مدت پر شدن به شدت کاهش پیدا نموده است. در نتیجه در نتایج همبستگی رابطه بین سرعت پر شدن دانه‌ها و عملکرد منفی ظاهر می‌شود. بنابراین می‌توان گفت، اگر چه در شرایط بهینه سرعت پرشدن دانه با طول دوره پرشدن دانه طولانی‌تر ممکن است از نظر تئوری برآیند مطلوب‌تری داشته باشد، اما با توجه به اهداف برنامه‌های به‌نژادی و گزینش ارقام زودرس و متحمل به تنش‌های محیطی، سرعت بیشتر پرشدن دانه با توجه به شرایط محیطی مناطق خشک و نیمه خشک یک مزیت تلقی می‌گردد. افزایش سرعت پرشدن دانه می‌تواند کاهش وزن دانه را در شرایط دشوار که عمدتاً از طریق کوتاه شدن دوره پر شدن دانه حادث می‌گردد، جبران نماید. علاوه بر این، از آنجا که سرعت پرشدن دانه در اکثر موارد از ثبات ژنتیکی بیشتری برخوردار می‌باشد (Kafi et al., 2001) بنابراین، استفاده از این ویژگی در برنامه‌های اصلاحی قابل اعتمادتر است.

بررسی همبستگی صفات نشان داد که بین عملکرد دانه در شرایط تنش با دوره پر شدن دانه همبستگی مثبت و غیر معنی‌دار وجود دارد. این نتیجه با تحقیقات بسیاری از محققان مطابقت داشت (Hoseipour et al., 2006; Ahmadi et al., 2005; Barma et al., 1992). در شرایط تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی که معمولاً در مناطقی با اقلیم نیمه خشک اتفاق می‌افتد، به علت کاهش شدید فتوسنتز جاری گیاه، انباشت مواد حاصل از این فرآیند در دانه محدود می‌گردد (Johnson et al., 1981). در چنین شرایطی ممکن است طول دوره انباشت مواد کاهش یابد. در شرایطی که به دلیل کاهش فتوسنتز جاری در اثر فشار عامل محیطی سرعت و مقدار ماده خشک انباشته شده در دانه از فرآیند مذکور نقصان یابد، سایر فرآیندهای جبران‌کننده کمبود فتوسنتز جاری یعنی حرکت و انتقال مجدد مواد از اندام‌های رویشی به دانه، تحریک شده و تا حدودی کاهش وزن دانه جبران می‌گردد (Gent, 1994). در هر صورت سرعت انباشت مواد و دوره پر شدن دانه تعیین‌کننده وزن نهایی دانه به عنوان یکی از اجزاء عملکرد گندم بوده و هر دو مولفه تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرند (Brule-Bable, 1994& Duguid,).

منابع

Ahmadi, A., Saeidi, M., and Jahansoz, M. 2005. Distribution patterns of photosynthesis and grain filling in bread wheat genotypes under stress and non-stress. Journal of Agriculture and Natural Resources 36(6): 1333-1343.

Austin, R.B., Ford, M.A., Edrich, J.A., and Blackwell, R.D. 1977. The nitrogen economy of winter wheat. Journal of Agriculture science 88: 159-167.

Barma, N.C.D., Amin, M.R., and Sarkar, Z.T. 1992. Variability and association of grain yield with vegetative and grain filling period in spring wheat. Annuals of Bangladesh Agriculture 2: 1063-66.

Blum, A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential-are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? Australian Journal of Agricultural Researches 56: 1159-1168.

Brdar, M.D., Marija, M., Kraljevic-Balalic and Borislav, D. 2008. The parameters of grain filling and yield components in common wheat (*Triticum aestivum* L.) and durum wheat (*Triticum turgidum* L.Var. Durum.) Central European Journal of Biology 3(1): 75-82.

Bruckner, P.L., and Frohberg, R.C. 1987. Rare and Duration of grain filling in spring wheat. Crop Science 27: 451-455.

Darroch, A.B., and Baker, R.J. 1990. Grain filling in three spring wheat genotypes. Statistical analysis Crop Science 30: 525-529.

Darroch, A.B., and Baker, R.J. 1995.To measures of grain filling in spring wheat. Crop Science 35: 164-167.

Duguid, S.D. and Brule-Bable, A.L. 1994. Rare and duration of grain filling in five spring wheat genotypes. Canadian Journal of Plant Science 74: 681-686.

Ebrahimie Mollabashi, V. 2007. Effect of drought stress after a thesis on dry material mobilization at vegetative parts to seed of promising varieties of winter wheat. MSc Thesis of Agronomy. Islamic Azad university of Mianeh Branch, Tabriz, Iran. (In Persian with English Summary)

Egli, D.B. 1999. Seed Biology and the Yield of Grain Crops, CAB International. UK. Pp. 149

Fanny, A., Julio, I., Dolors, V., Luis, F., Garciadel, M., and Conxita, R. 2008. Breeding effects on grain filling, biomass partitioning, and remobilization in Mediterranean durum wheat. Agronomy Journal 100: 361-370

www.SID.ir

Archive of SID

Gebeyhou, G., Knott, D.R., and Baker, R.J. 1982. Relationships among duration of vegetative and Grain filling phases, yield components and grain yield in durum wheat cultivars. Crop Science 22: 287-290.

Gent, M.P.N. 1994. Photosynthesis reserves during grain filling in winter wheat. Agronomy Journal 86: 159-167.

Gifford, R.M., and Evans, L.T. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning and yield. Annual Review in Plant Physiology 32: 485-509.

Hoseinpour, T., Siadat, A., Magani, R., Fathi, G., and Rafiei, M. 2006. Study of rate and duration of grain filling of wheat genotypes under rainfed Koohdasht of Lorestan. Journal of Agriculture and Natural Resources

Johnson, R.C., Witters, R.E., and Ciha, A.J. 1981. Daily patterns of apparent photosynthesis and evapotranspiration in developing winter wheat crop. Agronomy Journal 73: 414-418.

Kheirkhah, M., Honarnejad, R., Esfahani, M., and Golipour, M. 2004. Relationships between rate and duration of grain filling and yield, and yield components of different rice cultivars at three sowing dates. Research Journal of Agricultural Science 1(2): 36-40.

Khezrie-afravi, M., Hoseinzadeh, A., Mohamadi, V., and Ahmadi, A. 2010. Assessment of drought resistance in Iran durum wheat landraces under water stress conditions and natural irrigation. Journal of Crop Science 41(4): 741-753.

Mahfoozi, S., Roustaii, M., Jasemi, S.H., Ketata, H., and David Flower, B. 2001. Breeding for increasing wheat yield in the cold dryland regions of Iran. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia 26 Sep- 1 Oct.

Mc Caig, T.N., and Clark, J.M. 1982. Seasonal changes in nonstructural carbohydrate in semiarid environment. Crop Science 22: 963-970.

Moradi, M., Motamedi, M. 2010. The rate and duration of grain filling in wheat cultivars. Iranian Journal of Crop Science , 4: 37-43.

Naderi, A., Hashemie-dezfoli, A., Majidie-havan, A., Rezaei, A., and Normohamadi, G. 2000. Study of Correlation that influence of some physiological parameters influencing grain weight and grain yield of spring wheat genotypes at optimum conditions and drought stress. Iranian Journal of Crop Science 16(3): 374-386.

Paknejad, F., Mjid, E., Nourmohamadi, G., and Vazan, S. 2007. Evaluation of drought stress on effective traits at accumulative assimilate of grain in different cultivars of wheat. Journal of Agricultural Science, Islamic Azad University 13(1): 1-12. (In Persian with English Summary)

Sanjari Pireivatlou A., Aliyev, R.T., and Sorkhi Lalehloo, B. 2011. Grain filling rate and duration in bread wheat under irrigation and drought stressed conditions. Journal of Plant Physiology and Breeding 1(1): 69-86.

Savin, R., and Nicolas, M.E., 1996. Effects of short periods of drought and high temperature on grain growth and starch accumulation of two malting barley cultivars. Australian Journal of Plant Physiology 23:201-210

Simane, B.J., Peacock, M., and Struik, P.C. 1993. Differences in developmental plasticity and growth rate among drought resistant and susceptible cultivars of durum wheat. Plant and Soil 157: 155 -166

Spierts, J.H.J., and Vos, J. 1985. Grain growth of wheat and its limitation by carbohydrate and nitrogen supply, p. 129-141 in: w. Day and R. K. Atkin (ed) 129-141. Spring.de/link/service/journals/422/bibs/8113002/81130162.html.

Sufield, I.I., Evans, T., Cook, M.G, and Wardlaw, I.F. 1997. Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. Australian Journal of Plant Physiology 4: 785-787.

www.SID.ir