



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

علیرضا دستور<sup>1\*</sup>، رسول اصغری<sup>2</sup> و حسین شهبازی<sup>3</sup>

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 انتهایی 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) و 4 (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-1-7) و 4 (Owl/Siossons//Zrn) با 1/29 میلی‌گرم در روز و در محیط بدون تنش ژنوتیپ‌های شماره 3 (Moradi & Motamedi, 2010) و 4 (Owl/Siossons//Zrn) 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 پر شدن دانه دارای تفاوت معنی‌داری هستند ولی افزایش عملکرد ژنوتیپ‌های پر محصول از طریق سرعت پر شدن دانه بیشتر میسر نگردیده است.

### واژه‌های کلیدی: تحمل، ژنوتیپ، ضریب همبستگی

### مقدمه

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 پرهزینه است، اما به نظر می‌رسد که گزینش بر اساس صفاتی نظیر سرعت و دوره پر شدن دانه می‌تواند یک روش ارزیابی فیزیولوژیکی مناسب باشد (Kheirkhah et al., 2004). از آنجا که هدف نهایی به‌زادگر افزایش عملکرد گیاهان زراعی است و بین سرعت و طول

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-afrazi 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

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)

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  $6 \times 1/2 = 7/2$  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

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 بروکتر و فروبرگ (Bruckner & Froberg, 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 & Froberg, 1987). بطوری‌که بررسی‌های سنجرى و همکاران (Sanjari et al., 2011) نشان می‌دهد که در شرایط تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی انتقال مواد آسمیلات، کارایی مواد آسمیلات و شرکت مواد آسمیلات به دانه‌های در حال تشکیل افزایش می‌یابد، در حالی‌که وزن دانه، میزان رشد دانه و شرکت آسمیلات‌های 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 & Froberg, 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

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 طوری که 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

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.

$$\text{معادله (1)} = \frac{\text{وزن خشک دانه در مرحله رسیدن}}{\text{میزان رشد خطی دانه}} = \text{دوره مؤثر پر شدن دانه}$$

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 Numbe r	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/KS82W4 09/...
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

تأثیر محیط است (Quarrie & Jones, 1979).

### حداکثر وزن خشک تک دانه

نتایج نشان داد ژنوتیپ شماره 8 با 37/36 میلی گرم دارای بیشترین وزن خشک نهایی دانه و ژنوتیپ‌های شماره 9 و 10 به ترتیب با 28/71 و 28/86 میلی گرم 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 پر شدن با وزن خشک دانه رابطه مستقیم دارد یعنی هر چقدر دوره پر شدن دانه بیشتر باشد، حداکثر وزن خشک آن هم بیشتر خواهد شد. همچنین از نظر وزن خشک نهایی دانه، شرایط بدون تنش با 37/75 میلی گرم و محیط تنش با 26/48 میلی گرم به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن خشک دانه بودند. در محیط دارای تنش ژنوتیپ شماره 8 با 33/00 میلی گرم و در محیط بدون تنش ژنوتیپ‌های شماره 4 و 8 به ترتیب با 41/80 و 41/72 میلی گرم 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 پر شدن دانه، تعداد دانه در سنبله و نیز تعداد پنجه در سنبله را باید در نظر گرفت.

بالای پر شدن و کاهش دوره پر شدن 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 پر شدن آن کاسته می‌شود، به طوری که 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 پر شدن دانه کوتاهی دارند، دارای سرعت رشد دانه سریع‌تری در مقایسه با ارقام با دوره پر شدن 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 پر شدن دانه را به خود اختصاص دادند (جدول 4). کمترین میزان دوره مؤثر پر شدن 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 حالی که طول دوره پر شدن 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

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر محیط پر 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

عملکرد دانه Grain yield	میانگین مربعات MS				درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.
	حداکثر وزن خشک دانه Maximum of grain weight	طول مؤثر پرشدن دانه Effective grain filling period	سرعت پرشدن دانه Grain filling rate	طول مؤثر پرشدن دانه Effective grain filling period		
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 <sup>n.s</sup>	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.	

به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و معنی دار در سطح احتمال یک درصد  
 \*، \*\*، n.s: significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively

جدول 4- مقایسات میانگین بین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش  
Table 4 – Mean Comparison of genotypes in non-stress and stress condition

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

\*میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد با یکدیگر ندارند.  
Same letter within each column indicate not-significant difference based on Duncan test at  $p \leq 0.05$ .

(جدول 3). برخی گزارش نمودند که در رابطه با نقش سرعت پر شدن 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

### 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 ۳ - مقایسات میانگین زئوتیپ‌های 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)	سرعت مؤثر پرشدن دانه (میلی‌گرم / روز)	حداکثر وزن خشک دانه (میلی‌گرم)	عملکرد دانه Grain yield (تن)
	Grain filling period (day)	Effective grain filling period (mg/day)	Maximum of grain weight (mg)	
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 نمی‌تواند ادعا نمود که افزایش سرعت پر شدن دانه موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود.

برخورد دارند. 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.





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).

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 پر شدن دانه با طول دوره پر شدن 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 پر شدن دانه با توجه به شرایط محیطی مناطق خشک و نیمه خشک یک مزیت تلقی می‌گردد. افزایش سرعت پر شدن 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 پر شدن 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

## 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. *Annals 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 Froberg, 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., Dolores, V., Luis, F., Garciadell, M., and Conxita, R. 2008. Breeding effects on grain filling, biomass partitioning, and remobilization in Mediterranean durum wheat. *Agronomy Journal* 100: 361-370

- 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-afrazi, 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 4<sup>th</sup> 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](http://Spring.de/link/service/journals/422/bibs/8113002/81130162.html).
- Sufield, I.L., 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.