Archive of SID

تحقیقات غلات
دوره ششم/ شماره سوم/ پاییز ۱۳۹۵ (۳۲۱-۳۰۷)

اثر زمان کاشت بر روند پر شدن دانه ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط دیم منطقه گنبد کاووس

رحمت‌اله محمدی گنبد[۱]، مسعود اصفهانی[۲*]، مظفر روستایی[۳] و حسین صبوری[۴]

تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۲۲

چکیده

تغییر در زمان کاشت منجر به تغییر در فنولوژی گیاهی از جمله مرحله پر شدن دانه گندم می‌شود. در این آزمایش، اثر زمان‌های مختلف کاشت بر تغییرات روند پر شدن دانه ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد ارزیابی شد. عامل اول زمان کاشت شامل ۱۱ آذر، ۳۰ آذر، ۱۹ دی، ۸ بهمن و ۲۸ بهمن ماه و عامل دوم پنج ژنوتیپ گندم شامل گنبد، کوهدشت، کریم، لاین ۷ و لاین ۱۶ بودند. اثر متقابل زمان کاشت × ژنوتیپ برای صفات سرعت پر شدن دانه، وزن نهایی دانه و دوره مؤثر پر شدن دانه معنی‌دار و برای عملکرد دانه غیرمعنی‌دار بود. تاخیر در کاشت، میانگین عملکرد دانه را در ژنوتیپ‌های گندم کاهش داد. بیشترین عملکرد دانه در زمان کاشت اول و کمترین آن در زمان کاشت پنجم حاصل شد. بیشترین میانگین عملکرد دانه در رقم کریم و کمترین آن مربوط به رقم گنبد بود. با تاخیر در کاشت سرعت پر شدن دانه ژنوتیپ‌های گندم تا زمان کاشت چهارم افزایش یافت و پس از آن در بیشتر ژنوتیپ‌ها به علت مواجه شدن با افزایش دما و افت رطوبت، کاهش شدیدی نشان داد. بیشترین سرعت پر شدن دانه در زمان کاشت چهارم در ژنوتیپ کوهدشت به میزان ۱/۹۳ میلی‌گرم در روز و کمترین مقدار در زمان کاشت پنجم در رقم گنبد به مقدار ۱/۳۲ میلی‌گرم در روز مشاهده شد. بیشترین و کمترین تغییرات این صفت از زمان کاشت اول تا زمان کاشت پنجم به‌ترتیب مربوط به رقم کوهدشت با افزایش ۰/۴۶ میلی‌گرم در روز و رقم گنبد با افزایش ۰/۱۴ میلی‌گرم در روز بود. در اثر تاخیر در کاشت، طول دوره موثر پر شدن دانه ژنوتیپ‌ها از ۳۵/۳ روز به ۱۸/۳ روز کاهش یافت. حداکثر وزن نهایی دانه ژنوتیپ‌ها نیز در زمان‌های مختلف کاشت از ۵۴/۱ میلی‌گرم به ۲۹/۵ میلی‌گرم کاهش نشان داد، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین کاهش به‌ترتیب مربوط به رقم گنبد (۱۹/۴ میلی‌گرم) و رقم کریم با کاهش ۱۳/۲ میلی‌گرم بود. به ازای هر درجه افزایش دمای محیط در زمان کاشت پنجم نسبت به زمان کاشت اول در مرحله پر شدن دانه، طول این دوره ۴/۱ روز کاهش نشان داد و میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها به ازای هر روز تاخیر در کاشت به مقدار ۵۱ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. نتایج این آزمایش نشان دهنده واکنش‌های متفاوت ژنوتیپ‌های گندم مورد ارزیابی به شرایط محیطی در مرحله پر شدن دانه بود. به نظر می‌رسد که می‌توان از این موضوع در شناسایی و انتخاب ژرم‌پلاسم‌های مناسب برای برنامه‌های اصلاحی گندم در شرایط دیم منطقه گنبد بهره‌برداری کرد.

واژه‌های کلیدی: دوره موثر پر شدن دانه، سرعت پر شدن دانه، گندم دیم، وزن نهایی دانه

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳- دانشیار پژوهش، بخش غلات، مؤسسه تحقیقات دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران
۴- دانشیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
* نویسنده مسئول: esfahani@guilan.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

سطح کشت جهانی گندم در سال ۲۰۱۲ حدود ۲۱۷ میلیون هکتار و تولید آن حدود ۶۷۵ میلیون تن گزارش شده است (FAO, 2013). بر اساس گزارش وزارت جهاد کشاورزی در سال ۸۹-۱۳۸۸، سطح زیر کشت گندم در ایران در حدود ۶/۵ میلیون هکتار و ۶۱/۳ درصد آن دیم و ۳۸/۷ درصد آن آبی بوده است. طبق این آمار استان گلستان از نظر سطح زیر کشت با ۴۰۹ هزار هکتار رتبه پنجم و از نظر تولید با ۷۳۲ هزار تن رتبه سوم را در کشور به خود اختصاص داده است و گندم دیم با ۲۴۰ هزار هکتار حدود ۵۸ درصد کشت گندم استان را در بر می‌گیرد (Agricultural Statistics, 2012). تنش‌های انتهای فصل از عوامل مهم محدود کننده عملکرد گندم دیم در کشور و استان گلستان محسوب می‌شوند. نتایج آزمایش‌ها نشان داده است که میانگین عملکرد گندم در کشور به‌طور عمده مرتبط با عملکرد گندم دیم است، ولی ناکافی بودن دستاوردهای تحقیقات، شمار رقم‌های معرفی شده، مدیریت نامناسب گندم‌زارها و عدم رعایت نکات فنی در کاشت، داشت و برداشت محصول باعث شده است که نقش مهم و اساسی گندم دیم در افزایش تولید و پایداری آن پوشیده بماند (Jalal Kamali *et al.*, 2012).

در برنامه‌های اصلاحی جهت گزینش گیاهان زراعی، ایجاد تغییرات فیزیولوژیک، مهم‌ترین عامل غیرمستقیم در افزایش موفقیت آمیز عملکرد گندم در شرایط مدیترانه‌ای بوده است (Slafer *et al.*, 1993; Loss and Siddique, 1994). گرچه استفاده از صفات فیزیولوژیک به عنوان ابزارهای انتخاب در اصلاح گیاهان زراعی متداول است (Araus, 1996; Richards, 1996)، ولی نتایج این آزمایش‌ها باید با شرایط خاص یک منطقه سازگار باشد (Mohammadi, 2001). در اکثر نواحی کشت گندم، خصوصاً در اقلیم مدیترانه‌ای پر شدن دانه در معرض تنش‌های مختلف فیزیکی و زیستی قرار می‌گیرد. مرحله پر شدن دانه اغلب وقتی دمای محیط افزایش یافته و میزان رطوبت کاهش می‌یابد، روی می‌دهد، همچنین بیماری‌های برگی از قبیل زنگ زرد، زنگ قهوه‌ای و لکه برگی سپتوریایی بعد از گلدهی تمایل بیشتری به توسعه دارند و در این مرحله از رشد گندم باعث تخریب بیشتر برگ می‌شوند. این تنش‌ها در نهایت باعث چروکیدگی دانه، کاهش وزن هزار دانه و کاهش عملکرد دانه می‌شوند (Blum, 1998). شبیه‌سازی تغییرات وزن دانه و بررسی اثر سرعت و دوره مؤثر پر شدن دانه بر روند این تغییرات، به‌خصوص در شرایط تنش، در تدوین برنامه‌های به‌نژادی و انتخاب صفت‌های مؤثر بر وزن دانه اهمیت زیادی دارد. سرعت پر شدن دانه صفتی است که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی در گزینش ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی مورد استفاده قرار گیرد، هر چند گزینش به این طریق دشوار است و میزان وراثت‌پذیری آن تعیین نشده است (Reynolds *et al.*, 2012). پاک‌نژاد و همکاران (Paknejad *et al.*, 2007) در ارزیابی تاثیر تنش خشکی بر صفات موثر بر انباشت مواد در دانه ارقام مختلف گندم نتیجه گرفتند که قوی‌ترین همبستگی بین دوره پر شدن دانه با عملکرد دانه وجود دارد. ولی باوئر و همکاران (Bauer *et al.*, 1985) سرعت پر شدن دانه را در وزن نهایی دانه مهم‌تر ارزیابی نمودند. تنش گرما باعث افزایش سرعت پر شدن دانه می‌گردد، در حالی‌که دوره پر شدن دانه را کوتاه می‌کند (Dias and lidon, 2009). به ازای هر ۵ درجه افزایش دمای بالاتر از ۲۰ درجه سلسیوس، با افزیش سرعت پر شدن دانه، دوره پر شدن دانه ۱۲ روز کاهش می‌یابد (Yin *et al.*, 2009). دمای بهینه برای رشد دانه گندم ۱۲ تا ۱۸ درجه سلسیوس است (Chowdury and Wardlaw, 1978). با افزایش دما از حد بهینه، به ازای هر درجه افزایش دما، مدت پر شدن دانه در حدود ۳/۳ روز و وزن هزار دانه ۳ تا ۵ درصد کاهش می‌یابد (Wiegand and Cuellar, 1981).

در هر منطقه برای دستیابی به عملکرد بهینه، محدوده‌ای از زمان کاشت وجود دارد که توسط شرایط آب و هوایی، آماده بودن بستر کاشت، رطوبت خاک، بذر، رقم گیاه زراعی مورد نظر و زمان محتمل برای شیوع آفات و بیماری‌ها تعیین می‌گردد (Khajehpour, 2009). هدف از انتخاب زمان کاشت بهینه، مصادف شدن مراحل رشد و نمو با شرایط مطلوب محیطی و اجتناب از شرایط نامساعد می‌باشد (Khodabandeh, 1993). تغییر در زمان کاشت منجر به تغییر در زمان وقوع مراحل مختلف رشد و نمو از جمله مرحله پر شدن دانه گندم گردیده و امکان مطالعه این فرآیند را تحت شرایط متفاوت محیطی فراهم می‌نماید. زمان کاشت تأثیر بسزایی در رشد و نمو گیاه در طی فصل رشد داشته و تغییر در زمان کاشت می‌تواند طول مراحل نمو را به شدت تغییر دهد. ارزیابی تأثیر زمان کاشت بر طول دوره‌های فنولوژیک ارقام گندم و رابطه آن با تولید در منطقه گرگان نشان داد که زمان کاشت از

www.SID.ir

Archive of SID

طریق تأثیر بر انطباق‌پذیری مراحل مهم نمو گیاه با مناسب‌ترین میانگین متغیرهای پیش‌برنده (تابش و دما) بر میزان تولید محصول اثرگذار است (Ahmadi *et al.*, 2010).

وزن نهایی دانه یکی از اجزای اصلی تعیین کننده عملکرد دانه است. این جزء به وسیله دو مؤلفه سرعت پر شدن دانه و طول دوره پر شدن دانه تعیین می‌شود (Darroch and Baker, 1995; Li *et al.*, 2001). ارتباط وزن پایین دانه‌های گندم در سنبله با تاخیر در تکامل سلول‌های آندوسپرم، تعداد کمتر سلول‌های آندوسپرم و سرعت پایین پر شدن دانه‌ها گزارش شده است (Chunhui *et al.*, 2010).

فولکس و همکاران (Foulkes *et al.*, 2009) بیان داشتند ژنوتیپ‌های گندم با سرعت بالای پر شدن دانه و طول دوره کوتاه پرشدن دانه در مناطق با دوره رشد کوتاه، عملکرد بالاتری دارند. ین و همکاران گزارش کردند که ارقامی از گندم که زودتر گرده افشانی می‌کنند دوره پس از گرده افشانی طولانی‌تری داشته و عملکرد آنها از ارقامیکه دیرتر گرده‌افشانی می‌کنند بیشتر است، به‌طوری‌که هر روز تاخیر در گرده‌افشانی عملکرد را به میزان ۳۵ تا ۹۱ کیلوگرم در هکتار کاهش می‌دهد (Yin *et al.*, 2009).

این تحقیق به‌منظور ارزیابی مؤلفه‌های رشد دانه، وزن نهایی دانه و عملکرد دانه در تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم نان در زمان‌های کاشت مختلف (جهت فراهم کردن شرایط مختلف محیطی در انتهای فصل رشد) در شرایط دیم منطقه گنبد کاووس انجام شد تا از نتایج آن در برنامه‌های به‌زراعی و به‌نژادی گندم دیم استفاده شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد در طول جغرافیایی °۵۵ و ´۱۲ شرقی و عرض جغرافیایی °۳۷ و ´۱۶ شمالی، با ۴۵ متر ارتفاع از سطح دریاهای آزاد با متوسط بارش بلند مدت سالیانه ۴۵۰ میلی‌متر، بافت خاک سیلتی‌کلی‌لوم، pH خاک در حدود ۷/۸، هدایت الکتریکی خاک حدود یک دسی‌زیمنس بر متر و مواد آلی ۱/۵ درصد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. فاکتور اول پنج زمان کاشت شامل ۱۱ آذر، ۳۰ آذر، ۱۹ دی، ۸ بهمن و ۲۸ بهمن ماه بود. (زمان کاشت توصیه شده و مناسب کشت گندم دیم منطقه اوایل تا اواسط آذر ماه می باشد (Mokhtarpour *et al.*, 2004). دمای ۵ سانتی‌متری عمق خاک در زمان‌های مختلف کاشت به ترتیب معادل ۱۴/۴ و ۱۰/۴ و ۱۰/۲ و۱۰/۲ و۱۱/۸ درجه سلسیوس بودند. فاکتور دوم ژنوتیپ‌های گندم نان شامل گنبد (رقم آبی به‌عنوان شاهد)، کوهدشت (گندم دیم غالب منطقه)، کریم (گندم دیم معرفی شده جدید)، لاین ۷ (انتخابی از آزمایشات یکنواخت سراسری گندم دیم ۹۱-۱۳۸۸) و لاین ۱۶(انتخابی از آزمایشات یکنواخت سراسری گندم دیم ۹۱-۱۳۸۸) بودند. کشت بذرها به‌صورت دستی انجام شد. هر کرت به‌طول چهار متر در هشت ردیف و فاصله بین ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها یک متر و فاصله بین کرت‌ها ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. میزان بذر با توجه به وزن هزار دانه و ارزش بذر مصرفی بر اساس تراکم ۳۵۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. صفت‌های گیاهی مورد ارزیابی عبارت بودند از: سرعت پر شدن دانه، دوره مؤثر پر شدن دانه، وزن نهایی دانه و عملکرد دانه. جهت تجزیه و تحلیل رشد دانه شامل سرعت و مدت پر شدن دانه، در مرحله ظهور سنبله (کدبندی زیداکس=۵۰ الی۶۰) تعداد ۲۰۰ سنبله اصلی در هر کرت با روبان رنگی مشخص شده و هفت روز پس از گرده‌افشانی به فاصله چهار روز تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، نمونه‌برداری انجام شد. در هر بار نمونه‌برداری از هر کرت ۱۰ سنبله مشخص شده برداشت و سپس از هر سنبله پنج سنبلچه و از هر سنبلچه دو دانه درشت‌تر کناری (مربوط به گلچه‌های اول و دوم) و در مجموع تعداد ۱۰۰ دانه از هر کرت جدا و در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس خشکانده شده با ترازوی دقیق توزین شدند. با استفاده از محاسبه شیب خط منحنی (برازش یافته با استفاده از معادله لجستیک) وزن دانه نسبت به زمان در مرحله رشد خطی، سرعت پر شدن دانه محاسبه شد. پس از اندازه‌گیری سرعت پر شدن دانه وتعیین اندازه نهایی وزن دانه از نسبت۹۰ درصد وزن نهایی دانه به سرعت پر شدن دانه، مدت پر شدن مؤثر دانه محاسبه شد (Sabuori *et al.*, 2004). برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، در زمان برداشت شش خط میانی از منطقه عملکرد به‌طول دو متر به‌صورت دستی درو شد (۲/۴ مترمربع) و پس از جدا کردن دانه‌ها از سنبله، عملکرد دانه محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند. به‌منظور توصیف روند تغییرات پر شدن دانه نسبت به روزهای پس از گرده‌افشانی و اندازه‌گیری وزن نهایی دانه و برازش منحنی از معادله لجستیک (۱) استفاده شد که بهترین برازش را نسبت به نقاط اندازه‌گیری شده نشان داد (Darroch and Baker, 1990):

$$y = \frac{wf}{1+\exp[-R(X-B)]} \qquad (۱)$$

در این رابطه، y میزان پرشدن دانه، wf وزن نهایی دانه گندم (میلی‌گرم)، R ضریب مرتبط با سرعت پرشدن دانه، B مدت زمان (روز) برای رسیدن تجمع ماده خشک به ۵۰ درصد حداکثر خود و X روزهای پس از گرده‌افشانی است.

میزان بارندگی در محل اجرای آزمایش بر اساس داده‌های ایستگاه هواشناسی سینوپتیک مستقر در ۵۰ متری مزرعه آزمایشی، ۵۳۴/۸ میلی‌متر بود (جدول ۱) که در مقایسه با میانگین بلندمدت منطقه، ۸۴/۸ میلی‌متر بیشتر بود. این میزان بارندگی و خصوصاً پراکنش آن در منطقه بسیار کم سابقه بوده است. پراکنش بارندگی در پاییز ۱۹۰/۶، در زمستان ۲۵۲/۶ و در بهار ۹۱/۶ میلی‌متر بود. حدود ۷۰ میلی‌متر از بارندگی‌های بهاره در شرایط تیمارهای زمان کاشت اول در دوره پس از گرده‌افشانی (کدبندی زیداکس =۷۰) نازل شد. این میزان برای تیمارهای زمان کاشت دوم حدود ۵۰ میلی‌متر و برای آخرین زمان کاشت کمتر از ۲۰ میلی‌متر بود. همچنین میزان دریافت آب باران در زمان‌های مختلف کاشت توسط ژنوتیپ‌های مختلف گندم نیز متفاوت بود. میانگین دمای هوا در اردیبهشت ماه (مصادف با دوره مؤثر پر شدن دانه اکثر ژنوتیپ‌های گندم)، ۱۹/۹ درجه سلسیوس بود، هر چند این روند برای زمان‌های کاشت زودتر، کمتر و برای زمان‌های کاشت با تاخیر، بیشتر بود، به‌طوری‌که تیمارهای زمان کاشت اول کمترین و تیمارهای زمان کاشت پنجم بیشترین میانگین دمای هوا را طی دوره پر شدن دانه دریافت کردند.

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ (ایستگاه هواشناسی سینوپتیک گنبد)

Table 1. Climatic information of the experimental site during 2012-2013 growing season

سال Year	ماه Month	دما Temperature (°C)	رطوبت Humidity (%)		دما Temperature (°C)		بارندگی Rainfall (mm)	تبخیر Evaporation (mm)	تعداد روزهای یخبندان Freezing (days)
			حداکثر Max	حداقل Min	حداکثر Max	حداقل Min			
۱۳۹۱ 2012	مهر (Sep. 23-Oct. 22)	23.2	96	14	39.2	8	74	114.2	0
۱۳۹۱ 2012	آبان (Oct. 23-Nov. 21)	18.3	98	21	32.4	5.2	55.7	54.9	0
۱۳۹۱ 2012	آذر (Nov. 22-Dec. 21)	11.7	100	26	26.4	0.2	60.9	28.7	0
۱۳۹۱ 2012-13	دی (Dec. 22-Jan. 20)	8.3	100	26	22.8	-1.8	57.1	32.8	6
۱۳۹۱ 2013	بهمن (Jan. 21-Feb. 19)	11.2	97	24	24.8	2.6	144.4	39.5	0
۱۳۹۱ 2013	اسفند (Feb. 20-Mar. 20)	11.6	100	28	28.8	-1	51.1	43.6	1
۱۳۹۲ 2013	فروردین (Mar. 21-Apr. 20)	15.1	100	20	33.6	3.8	38.3	67	0
۱۳۹۲ 2013	اردیبهشت (Apr. 21-May 21)	19.9	98	22	37.6	6	48.7	120	0
۱۳۹۲ 2013	خرداد (May 22-June 21)	26.6	92	14	41.8	14.4	4.6	185.2	0

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- دمای عمق‌های صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک در زمان‌های مختلف کاشت گندم

Table 2. Temperature of the soil depth at different planting dates of wheat

زمان کاشت Planting date	سطح خاک Soil surface (˚C)		۵ سانتی‌متر 5 cm (˚C)			۱۰ سانتی‌متر 10 cm (˚C)			۲۰ سانتی‌متر 20 cm (˚C)			۳۰ سانتی‌متر 30 cm (˚C)		
	حداقل Min	حداکثر Max	۳ صبح 3 am	۹ صبح 9 am	۳ ظهر 3 pm	۳ صبح 3 am	۹ صبح 9 am	۳ ظهر 3 pm	۳ صبح 3 am	۹ صبح 9 am	۳ ظهر 3 pm	۳ صبح 3 am	۹ صبح 9 am	۳ ظهر 3 pm
۱۱ آذر ۱۳۹۱ 2 Dec. 2012	5	21.2	11	14.4	14	11.6	13.4	14.4	12.8	13	13.7	13.4	13.4	13.4
۳۰ آذر ۱۳۹۱ 21 Dec. 2012	-0.8	17.2	6.1	10.4	10.4	7	9.3	10.8	9	9	10	9.9	9.7	10
۱۹ دی ۱۳۹۱ 9 Jan. 2013	-2.4	20.2	2	10.2	7	3.4	6.8	7.8	5.6	5.8	7	6.6	6.4	6.6
۸ بهمن ۱۳۹۱ 28 Jan. 2013	-2	18.4	3.8	10.2	9.8	5.4	7.6	8.2	7	7	8	7.8	7.6	7.6
۲۸ بهمن ۱۳۹۱ 17 Feb. 2013	1.4	24.6	4.4	11.8	10.7	5.3	8.4	10.2	6.3	6.5	8.3	6.4	6.5	7.3

جدول ۳- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش در زمان‌های مختلف کاشت گندم

Table 3. Climatic information of the experimental site at different planting dates of wheat

زمان کاشت Planting date	درجه حرارت Temperature (˚Celsius)			ساعات آفتابی Sunny hours	رطوبت نسبی Humidity (%)		تبخیر Evaporation (mm)
	حداقل Min	حداکثر Max	میانگین Mean		حداقل Min	حداکثر Max	
۱۱ آذر ۱۳۹۱ 2 Dec. 2012	7.8	18	12.9	6.2	68	100	1.8
۳۰ آذر ۱۳۹۱ 21 Dec. 2012	1.2	13	7.1	8.1	81	94	0.4
۱۹ دی ۱۳۹۱ 9 Jan. 2013	7	21	14	9	30	53	3.1
۸ بهمن ۱۳۹۱ 28 Jan. 2013	8.2	21	14.6	2.6	49	80	2.6
۲۸ بهمن ۱۳۹۱ 17 Feb. 2013	2.8	23.2	13	9.9	41	91	0.4

دمای سطح و عمق‌های ۵ تا ۳۰ سانتی‌متر خاک در زمان‌های مختلف کاشت و میزان ساعت آفتابی و برخی از اطلاعات هواشناسی بر اساس ثبت ایستگاه هواشناسی سینوپتیک در جدول‌های ۱ تا ۴ ارایه شده است. بالاترین دمای سطح خاک در زمان کاشت پنجم به میزان ۲۴/۶ و کمترین آن در زمان سوم کاشت به میزان ۲/۴- درجه سلسیوس بود. دمای تجمعی دریافتی ژنوتیپ‌های گندم طی دوره موثر پر شدن دانه، به تفکیک زمان‌های مختلف کاشت در جدول ۴ ارایه شده است.

نتایج و بحث

دوره مؤثر پر شدن دانه

دوره موثر پر شدن دانه تحت تاثیر زمان کاشت، ژنوتیپ و برهمکنش محیط و ژنوتیپ قرار گرفت (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده طولانی‌تر بودن این دوره در زمان‌کاشت اول و کمتر شدن این دوره برای زمان‌کاشت‌های با تأخیر بود، به این ترتیب که حداکثر این دوره در زمان‌کاشت اول و در لاین ۱۶ به مدت ۳۵ روز و کمترین آن در زمان‌کاشت پنجم و در رقم کوهدشت به مدت ۱۸ روز مشاهده گردید که اختلاف آنها بسیار معنی‌دار بود (جدول ۶). میزان دمای تجمعی برای این تیمارها به ترتیب ۶۸۱ و ۳۹۸درجه‌روز رشد در طول دوره موثر پر شدن دانه بود (جدول۴). طول مدت پر شدن دانه به میزان مواد پرورده، ظرفیت مخزن برای دریافت مواد پرورده و دمای محیط وابسته است (Modhej and

www.SID.ir

Archive of SID

Fathi, 2008). با بررسی اطلاعات اقلیمی مشاهده شد که میانگین دمای هوا طی دوره پر شدن دانه ژنوتیپ‌های گندم در زمان‌کاشت اول که از حدود ۲۲ فروردین ماه آغاز و تا سوم خرداد ماه ادامه یافت، حدود ۱۸/۷ درجه سلسیوس بود. در همین رابطه تاشیرو و واردلاو (Tashiro and Wardlaw, 1989) دمای مطلوب برای دوره پر شدن دانه را ۹ تا ۱۷/۷ درجه سلسیوس گزارش کرده‌اند. این مقدار در زمان‌کاشت دوم که دوره پر شدن دانه از حدود ۲۹ فروردین ماه آغاز و در چهارم خرداد ماه به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک رسیدند، ۶/ ۱۹ درجه سلسیوس بود که در مقایسه با زمان کاشت اول ۰/۹ درجه سلسیوس گرم‌تر بود. میانگین دما طی دوره پر شدن دانه ژنوتیپ‌های گندم در زمان‌کاشت سوم که از حدود هشتم اردیبهشت ماه آغاز شد و تا حدود هفتم خرداد ادامه یافت، ۲۱/۹ درجه سلسیوس و برای زمان‌کاشت چهارم که از حدود ۱۰ اردیبهشت ماه آغاز شد و تا حدود هفتم خرداد ادامه یافت، ۲۲/۲ درجه سلسیوس بود و برای زمان‌کاشت پنجم که از حدود ۱۴ اردیبهشت ماه آغاز شد و تا حدود نهم خرداد ادامه یافت، ۲۲/۸ درجه سلسیوس بود. در مجموع تأخیر در کاشت باعث افزایش میانگین دمای هوا و کاهش طول دوره پر شدن دانه در کلیه ژنوتیپ‌های گندم شد. جنر و همکاران (Jenner *et al.*, 1991) گزارش کردند که دماهای بالاتر هوا در دوره پر شدن دانه باعث کوتاه‌تر شدن دوره پر شدن دانه و افزایش سرعت پر شدن دانه گندم می‌شود.

جدول ۴ – میانگین درجه روز رشد تجمعی و تعداد روز لازم برای طی مراحل فنولوژیک ژنوتیپ‌های گندم در زمان‌های مختلف کاشت

Table 4. Cumulative GDD and number of days to phonological stages of wheat at different planting dates

زمان کاشت Planting date	ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotypes	درجه-روز-رشد تجمعی در دوره موثر پر شدن دانه Cumulative GDD in effective filling period	روز از کاشت تا گرده‌افشانی Days from planting to anthesis	روز از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک Days from anthesis to physiological maturity	روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک Days from planting to physiological maturity	مجموع ساعات آفتابی در کل دوره رشد Total sunny hours
۱۱ آذر ۱۳۹۱ 2 Dec. 2012	گنبد (Gonbad)	618	132	40	172	920.1
	کوهدشت (Koohdasht)	592	131	44	175	928.9
	کریم (Karim)	587	123	45	168	900.1
	Line 7	619	132	43	175	928.9
	Line 16	681	125	43	168	900.1
۳۰ آذر ۱۳۹۱ 21 Dec. 2012	گنبد (Gonbad)	582	123	35	157	788.1
	کوهدشت (Koohdasht)	604	118	40	158	808.4
	کریم (Karim)	534	113	39	152	792.3
	Line 7	576	121	37	158	794.5
	Line 16	624	113	39	152	765.6
۱۹ دی ۱۳۹۱ 9 Jan. 2013	گنبد (Gonbad)	561	109	31	140	720.3
	کوهدشت (Koohdasht)	561	106	35	141	730.5
	کریم (Karim)	477	103	34	137	684.1
	Line 7	597	107	34	141	730.5
	Line 16	521	103	31	120	680.4
۸ بهمن ۱۳۹۱ 28 Jan. 2013	گنبد (Gonbad)	568	93	30	123	653
	کوهدشت (Koohdasht)	480	90	33	123	653.1
	کریم (Karim)	533	89	31	120	640.2
	Line 7	530	93	31	124	655.6
	Line 16	541	89	31	120	630.9
۲۸ بهمن ۱۳۹۱ 17 Feb. 2013	گنبد (Gonbad)	513	79	27	106	631.4
	کوهدشت (Koohdasht)	398	77	29	106	628.9
	کریم (Karim)	484	73	29	102	604.4
	Line 7	530	83	23	106	631.4
	Line 16	510	74	29	103	604.4

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت پر شدن دانه

منحنی‌های روند پر شدن دانه ژنوتیپ‌های گندم در زمان‌های مختلف کاشت در شکل‌های ۱ تا ۵ ارایه شده است. این منحنی‌ها روند سیگموئیدی داشته و پس از مرحله اول (تقسیمات سلولی آندوسپرم و آغاز پر شدن دانه)، مرحله دوم (مرحله خطی افزایش وزن دانه که شیب آن نشان‌دهنده سرعت پر شدن دانه است)، آغاز می‌شود و به مرحله افزایش کند وزن دانه (رسیدگی فیزیولوژیک) ختم می‌شود. منحنی‌ها نشان می‌دهد طول مرحله اول در این آزمایش در زمان کاشت اول در تمام ژنوتیپ‌ها حدود ۲۰ روز طول کشیده و با تاخیر در زمان کاشت این مدت کمتر شده است. مدحج و فتحی (Modhej and Fathi, 2008) بیان کردند که در مرحله اول منحنی رشد دانه، حدود ۶۰۰۰ سلول آندوسپرمی در هر روز تولید می‌شود و تا پایان این مرحله تعداد آن‌ها تا ۱۰۰۰۰۰ سلول می‌رسد. این مرحله در شرایط مطلوب معمولاً در حدود ۲۰ روز طول می‌کشد و دانه‌ها افزایش وزن چندانی نمی‌یابند. در مرحله دوم که مرحله خطی منحنی است وزن دانه به سرعت در حال افزایش بوده و در این مرحله سرعت پر شدن دانه (شیب خطوط) به حداکثر می‌رسد. نتایج تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها و ضرایب همبستگی مربوط به سرعت و دوره مؤثر پر شدن دانه در جدول‌های ۵، ۶ و ۹ ارایه شده است. نتایج نشان داد که تاخیر در کاشت، منجر به افزایش شیب مرحله خطی منحنی شد. در زمان کاشت پنجم، این روند با کاهش محسوسی نسبت به زمان کاشت چهارم همراه بود.

به‌نظر می‌رسد که تنش‌های شدیدتر انتهایی دوره رشد دانه به‌ویژه افزایش دمای هوا در زمان کاشت پنجم، در کاهش این روند نقش مهمی داشته است. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سرعت پر شدن دانه تحت تاثیر زمان کاشت، ژنوتیپ و برهمکنش زمان کاشت × ژنوتیپ قرار گرفت (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) نشان داد که دامنه تغییرات سرعت پر شدن دانه ۱/۳۲ (میلی‌گرم در روز) در زمان کاشت پنجم در رقم گنبد تا ۱/۹۳ (میلی‌گرم در روز) در زمان کاشت چهارم در رقم کوهدشت بود که از ویژگی‌های مطلوب رقم اخیر در شرایط مواجه شدن با تنش‌های محیطی از جمله گرما و خشکی می‌تواند به‌شمار آید. رقم کریم نیز هر چند نسبت به رقم کوهدشت از سرعت پر شدن دانه پایین‌تری در شرایط مشابه برخوردار بود، ولی اختلاف مشاهده شده معنی‌دار نبود. سرعت پر شدن دانه به مقدار زیادی به وسیله ژنوتیپ کنترل می‌شود، ولی مدت پر شدن دانه تحت تاثیر محیط است (Quarrie and Jones,1979; Asgari Mohaghegh, 2003). سرعت پر شدن دانه صفتی است که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی به‌منظور گزینش ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی مورد استفاده قرار گیرد، هر چند گزینش به این طریق دشوار است و میزان وراثت‌پذیری آن تعیین نشده است (Reynolds *et al.*, 2012).

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات گیاهی ژنوتیپ‌های گندم دیم در زمان‌های مختلف کاشت

Table 5. Analysis of variance for plant characteristics of wheat genotypes at different planting dates

منابع تغییرات Source of variation	درجه‌آزادی df	میانگین مربعات Mean squares			
		سرعت پر شدن دانه Grain filling rate	دوره مؤثر پر شدن دانه Effective grain filling period	وزن نهایی دانه Final grain weight	عملکرد دانه Grain yield
تکرار (Replication)	3	0.0111^{ns}	4.9962^{ns}	7.3525^{ns}	1373306.6^{ns}
زمان کاشت (Planting date)	4	0.3078**	396.8937**	759.6345**	4908095.1**
ژنوتیپ (Genotype)	4	0.3041**	15.6193**	115.4805**	2206986.8**
ژنوتیپ × زمان کاشت (Genotype × Planting date)	16	0.0609**	7.8053*	13.9374**	842883.2^{ns}
خطای آزمایش (Error)	72	0.0143	4.3406	3.3036	727458.5
ضریب تغییرات CV (%)	-	7.29	7.83	4.21	17.21

^{ns}، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪.

^{ns}, * and **: Not-significant and significant at 1% and 5% probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

وزن نهایی دانه

وزن نهایی دانه ژنوتیپ‌های گندم در زمان‌های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با تاخیر در کاشت، حداکثر تجمع ماده خشک در دانه کاهش یافته و مقدار این کاهش در ژنوتیپ‌ها متفاوت بود (جدول ۶). بیشترین تجمع ماده خشک در دانه در زمان کاشت اول و در ژنوتیپ‌های کریم و لاین ۱۶ (به ترتیب ۵۴/۱۴ و ۵۳/۲۲ میلی‌گرم) مشاهده شد، هر چند اختلاف معنی‌داری بین آنها در زمان کاشت اول (۱۱ آذرماه) دیده نشد. کمترین تجمع ماده خشک نیز مربوط به زمان کاشت پنجم و رقم گنبد (۲۹/۵ میلی‌گرم) بود. به‌نظر می‌رسد که رقم گنبد که به‌عنوان شاهد (رقم آبی رایج منطقه) کاشته شده بود، تحمل کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها به تنش‌های انتهای دوره رشد داشته و حداقل تجمع ماده خشک دانه را در طول دوره مؤثر پر شدن دانه در شرایط آزمایش حاضر (شرایط دیم منطقه گنبد) داشت، به‌طوری که به‌ازای هر روز تاخیر در کاشت میزان ۰/۲۴ میلی‌گرم در روز معادل ۰/۴۹ درصد در روز از وزن نهایی دانه کاسته شد. در بین ژنوتیپ‌ها رقم کریم به‌ازای هر روز تاخیر در کاشت، ۰/۱۶ میلی‌گرم در روز معادل ۰/۳۱ درصد کاهش داشت و کمترین خسارت را نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها از تاخیر در کاشت داشت. پس از آن رقم کوهدشت، لاین ۱۶ و لاین ۷ به ترتیب با ۰/۱۷، ۰/۲۰ و ۰/۲۴ میلی‌گرم معادل ۰/۳۴، ۰/۳۸ و ۰/۴۶ درصد به‌ازای هر روز تاخیر در کاشت کاهش داشتند. به‌نظر می‌رسد تاخیر در کاشت باعث مصادف شدن دوره پر شدن دانه با تنش‌های انتهای فصل به‌ویژه خشکی و گرما شده و با کوتاه‌تر شدن دوره پر شدن دانه، تجمع مواد ذخیره‌ای دانه کمتر شده و وزن نهایی دانه کاهش می‌یابد. ین و همکاران (Yin *et al*, 2009) گزارش کردند که با افزایش ۵ درجه سلسیوس دمای هوا در دوره پر شدن، وزن نهایی دانه ۶ تا ۱۷ درصد کاهش می‌یابد.

جدول ۶ - مقایسه میانگین سرعت و دوره پر شدن دانه ژنوتیپ‌های گندم در زمان‌های مختلف کاشت

Table 6. Mean comparison of grain filling duration and rate of wheat genotypes at different planting date

تاریخ کاشت Planting date	رقم Genotype	سرعت پر شدن دانه Grain filling rate ($mg.day^{-1}$)	دوره مؤثر پر شدن دانه Effective grain filling period (day)	وزن نهایی‌دانه Final grain weight (mg)
۱۱ آذر ۱۳۹۱ 2 Dec 2012	گنبد (Gonbad)	1.46	31.72	48.90b-e
	کوهدشت (Koohdasht)	1.47	32.44	50.06bcd
	کریم (Karim)	1.54	33.50	54.14 a
	Line 7	1.51	32.48	51.82 ab
	Line 16	1.44	35.33	53.22 a
۳۰ آذر ۱۳۹۱ 21 Dec 2012	گنبد (Gonbad)	1.54	27.83	45.01fgh
	کوهدشت (Koohdasht)	1.67	28.68	50.16bcd
	کریم (Karim)	1.67	28.43	49.96bcd
	Line 7	1.74	27.55	50.18bcd
	Line 16	1.57	30.89	51.99bc
۱۹ دی ۹۱ 9 Jan 2013	گنبد (Gonbad)	1.47	26.13	40.3i
	کوهدشت (Koohdasht)	1.84	25.76	49.92bcd
	کریم (Karim)	1.92	22.60	46.47efg
	Line 7	1.60	26.99	45.08fgh
	Line 16	1.82	25.09	47.75cde
۸ بهمن ۹۱ 28 Jan 2013	گنبد (Gonbad)	1.60	25.88	43.17h
	کوهدشت (Koohdasht)	1.93	22.25	44.95fgh
	کریم (Karim)	1.87	24.84	48.93b-e
	Line 7	1.73	24.39	44.43gh
	Line 16	1.80	25.22	47.68def
۲۸ بهمن ۱۳۹۱ 17 Feb2013	گنبد (Gonbad)	1.32	21.41	29.5l
	کوهدشت (Koohdasht)	1.91	18.37	36.51j
	کریم (Karim)	1.79	21.66	40.86i
	Line 7	1.38	22.60	32.77k
	Line 16	1.39	23.03	36.82k
$LSD_{5\%}$		0.17	2.94	2.56

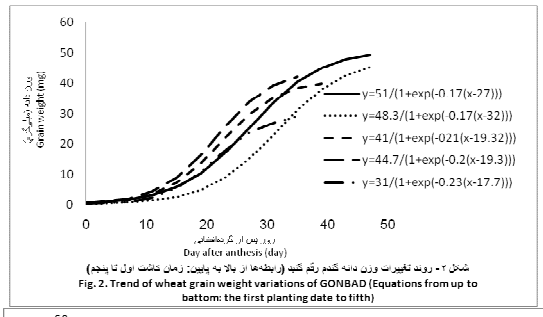
www.SID.ir

Archive of SID

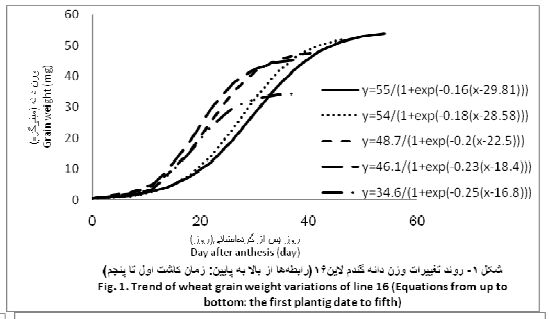
عملکرد دانه

اثر ژنوتیپ و زمان‌کاشت بر عملکرد دانه معنی‌دار، ولی برهمکنش ژنوتیپ × زمان‌کاشت غیرمعنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم کریم و رقم گنبد به‌ترتیب با میانگین ۵۴۷۹/۷ و ۴۵۸۳/۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد را در بین ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه داشتند (جدول ۷). این نتایج نشان داد که رقم کریم که از ارقام دیم منطقه می‌باشد بیشترین سازگاری را در زمان‌های مختلف کاشت در سال اجرای آزمایش داشته است و برعکس رقم گنبد که از ارقام آبی منطقه بوده و به‌عنوان شاهد کاشته شده بود، کمترین سازگاری را در شرایط دیم داشت.

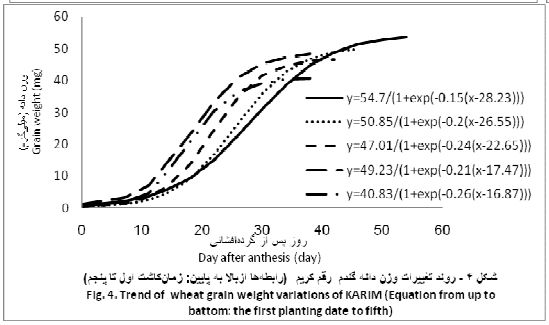
ژنوتیپ‌های گندم در زمان کاشت اول با میانگین ۷۰۹۷/۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را داشتند و به تنهایی در یک گروه قرار گرفتند. در زمان کاشت دوم، ژنوتیپ‌ها با میانگین ۵۸۶۸ کیلوگرم در هکتار در گروه دوم قرار گرفتند و در زمان‌کاشت سوم و چهارم به‌ترتیب با میانگین ۴۳۵۳/۴ و ۴۴۵۰/۷ کیلوگرم در هکتار در گروه بعدی قرار گرفتند و اختلاف معنی داری بین آنها مشاهده نشد. کمترین میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های گندم نیز از آخرین زمان کاشت به مقدار ۳۰۱۱/۳ کیلوگرم به‌دست آمد و به تنهایی در آخرین گروه قرار گرفت. به‌نظر می‌رسد که افزایش میانگین دمای هوا در اثر تاخیر در کاشت و مواجه شدن مراحل مختلف نموی ژنوتیپ‌های گندم با میانگین دمای روزانه بیشتر، منجر به تسریع در مراحل نموی انتقال سریع گیاه از یک مرحله نموی به مرحله نموی دیگر شده و ممکن است باعث کاهش حجم و اندازه گیاه یا بعضی از اندام‌های آن شود. در این آزمایش میانگین ارتفاع بوته‌ها از ۱۰۱/۵ سانتی‌متر در زمان کاشت اول به ۸۲/۷ سانتی‌متر در زمان کاشت پنجم کاهش یافت (نتایج ارایه نشده است). به‌طورکلی گرما نمو را تسریع و ماده خشک تولیدی را کاهش می‌دهد و به‌دنبال آن عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Radmehr, 1997).



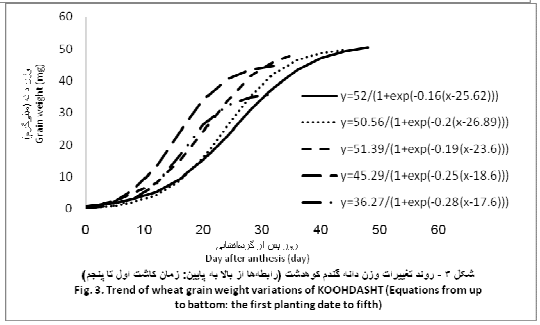
شکل ۲- روند تغییرات وزن دانه گندم رقم گنبد (رابطه‌ها از بالا به پایین: زمان کاشت اول تا پنجم)
Fig. 2. Trend of wheat grain weight variations of GONBAD (Equations from up to bottom: the first planting date to fifth)



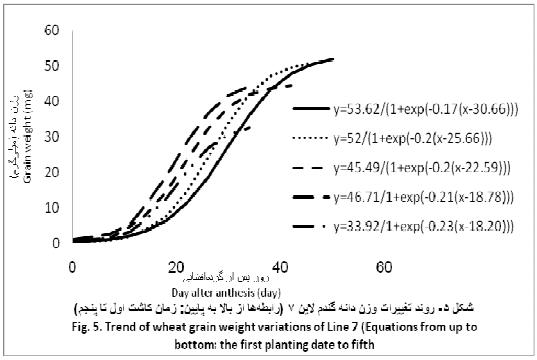
شکل ۱- روند تغییرات وزن دانه گندم لاین ۱۶ (رابطه‌ها از بالا به پایین: زمان کاشت اول تا پنجم)
Fig. 1. Trend of wheat grain weight variations of line 16 (Equations from up to bottom: the first plantig date to fifth)



شکل ۴- روند تغییرات وزن دانه گندم رقم کریم (رابطه‌ها ازبالا به پایین: زمان‌کاشت اول تا پنجم)
Fig. 4. Trend of wheat grain weight variations of KARIM (Equation from up to bottom: the first planting date to fifth)



شکل ۳- روند تغییرات وزن دانه گندم کوهدشت (رابطه‌ها از بالا به پایین: زمان کاشت اول تا پنجم)
Fig. 3. Trend of wheat grain weight variations of KOOHDASHT (Equations from up to bottom: the first planting date to fifth)



شکل ۵- روند تغییرات وزن دانه گندم لاین ۷ (رابطه‌ها از بالا به پایین: زمان کاشت اول تا پنجم)
Fig. 5. Trend of wheat grain weight variations of Line 7 (Equations from up to bottom: the first planting date to fifth

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم و زمان‌های کاشت

Table 7. Mean comparison of grain yield of wheat genotypes and planting dates

تیمارهای آزمایشی (ژنوتیپ‌های گندم و زمان‌های کاشت) Experimental treatments (wheat genotypes and planting dates)			عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})
ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotypes	(Gonbad)	گنبد	4583.4
	(Koohdasht)	کوهدشت	4906.8
	(Karim)	کریم	5479.7
	(Line 7)	لاین ۷	5007.4
	(Line 16)	لاین ۱۶	4803.3
زمان‌های کاشت Planting dates	(2 Dec. 2012)	۱۱ آذر ۱۳۹۱	7097.1
	(21 Dec. 2012)	۳۰ آذر ۱۳۹۱	5868
	(9 Jan. 2013)	۱۹ دی ۱۳۹۱	4353.4
	(28 Jan. 2013)	۸ بهمن ۱۳۹۱	4450.7
	(17 Feb. 2013)	۲۸ بهمن ۱۳۹۱	3011.3
$LSD_{5\%}$			543.68

الگوی پیش بینی تجمع ماده خشک دانه

به‌منظور محاسبه وزن نهایی دانه از معادله لجستیک (۱) استفاده شد که بهترین برازش را نسبت به نقاط اندازه‌گیری شده نشان داد. مقادیر ضرایب تبیین (به‌استثنای زمان کاشت سوم رقم کوهدشت)، همگی بزرگ‌تر از ۹۹ درصد بودند (جدول ۸). بالاترین پیش‌بینی از وزن دانه (*wf*) با استفاده از معادله، مربوط به زمان‌های کاشت اول و در لاین ۱۶ و رقم کریم (به‌ترتیب ۵۴/۹۷ و ۵۴/۷ میلی‌گرم) بود و برای لاین ۷ و ارقام کوهدشت و گنبد در زمان کاشت اول به‌ترتیب ۵۳/۶۳ ، ۵۲ و ۵۰/۸۸ میلی‌گرم بود. کمترین میزان پیش‌بینی وزن خشک دانه نیز در رقم گنبد و در آخرین زمان کاشت (۲۸ بهمن ماه) به میزان ۳۰/۸۵ میلی‌گرم بود. به‌طورکلی با تاخیر در کاشت حداکثر وزن دانه با استفاده از این رابطه از زمان کاشت اول تا پنجم حدود ۳۴ درصد کاهش یافت.

به‌طور طبیعی مقدار این صفت، در زمان‌های کاشت زودهنگام، به‌علت مواجه شدن کمتر با تنش‌های انتهای فصل رشد در مرحله پر شدن دانه، بیشتر است. وزن پایین دانه‌ها با تاخیر در کاشت با توسعه آندوسپرم، سلول‌های کمتر آندوسپرم و سرعت پایین پر شدن دانه در ارتباط است (Chunhui *et al*, 2010). کمترین و بیشترین پیش‌بینی از ضریب مرتبط با مولفه سرعت پر شدن دانه (R) به ترتیب در زمان کاشت اول و پنجم و در ارقام کریم و کوهدشت حاصل شد، به طوری که کمترین مقدار با ۰/۱۵ در زمان کاشت اول و در رقم کریم و بیشترین مقدار با ۰/۲۸در زمان کاشت پنجم و در رقم کوهدشت بود.

همبستگی صفات

محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داد که بالاترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن نهایی دانه و دوره مؤثر پر شدن دانه (r =۰/۷۲**) وجود داشت (جدول ۹). همچنین بین وزن نهایی دانه و سرعت پر شدن دانه (r =۰/۲۳*) رابطه مثبت و معنی‌دار دیده شد. دوره مؤثر پر شدن دانه و سرعت پر شدن دانه از مؤلفه‌های اصلی رشد دانه هستند و وزن نهایی دانه متاثر از این دو مؤلفه بوده و برآیند این دو صفت است (Ravan, 2013). نتایج نشان داد که وزن نهایی دانه بیشتر تحت تاثیر دوره مؤثر پر شدن دانه بوده است. پاک نژاد و همکاران (Paknejad *et al*., 2007) گزارش کردند که قوی‌ترین همبستگی در بین مولفه‌های رشد دانه بین دوره پر شدن دانه و عملکرد دانه (r = ۰/۷۹**) وجود دارد. داروچ و بیکر (Darroch and Baker, 1990) گزارش کردند که بین سرعت پر شدن دانه و وزن نهایی دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد و جوبیچو (Gebeychou, 1982) مطابق با این تحقیق دریافت که سرعت و مدت پر شدن دانه همبستگی مثبت با وزن نهایی دانه دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- ضرایب معادله لجستیک جهت پیش‌بینی تجمع ماده خشک دانه گندم طی روزهای پس از گرده‌افشانی

Table 8. Coefficients of logistic equation for predication of dry matter accumulation of wheat at days after anthesis

ژنوتیپ Genotype	زمان‌های کاشت Planting dates	n	Wf±SE	R±SE	B±SE	MSE	R^2
گنبد Gonbad	۱۱ آذر ۱۳۹۱ (2 Dec 2012)	11	50.88±1.46	0.169±0.01	27.08±0.59	2.05	99.83
	۳۰ آذر ۱۳۹۱ (21 Dec 2012)	11	48.27±0.96	0.1733±0.01	31.6±0.36	0.44	99.94
	۱۹ دی ۱۳۹۱ (9 Jan 2013)	9	40.98±0.91	0.2083±0.01	19.32±0.38	0.75	99.9
	۸ بهمن ۱۳۹۱ (28 Jan 2013)	8	44.66±1.44	0.2094±0.01	19.59±0.19	1	99.89
	۲۸ بهمن ۱۳۹۱ (1 Feb2013)	8	30.85±2.21	0.228±0.04	17.69±1.02	2.27	99.47
کوهدشت Kohdasht	۱۱ آذر ۱۳۹۱ (2 Dec 2012)	12	52±1.68	0.157±0.01	25.62±0.73	3.24	99.74
	۳۰ آذر ۱۳۹۱ (21 Dec 2012)	11	50.56±0.49	0.1995±0.01	26.89±0.19	0.33	99.97
	۱۹ دی ۱۳۹۱ (9 Jan 2013)	9	51.39±2.30	0.1886±0.02	23.6±0.77	3.03	96.25
	۸ بهمن ۱۳۹۱ (28 Jan 2013)	8	45.29±0.54	0.2511±0.01	18.6±0.19	0.37	99.97
	۲۸ بهمن ۱۳۹۱ (1 Feb2013)	8	36.27±0.9	0.2809±0.02	17.65±0.37	1.05	99.86
کریم Karim	۱۱ آذر ۱۳۹۱ (2 Dec 2012)	12	54.70±1.26	0.1544±0.01	28.23±0.57	2.62	99.82
	۳۰ آذر ۱۳۹۱ (21 Dec 2012)	11	50.85±0.49	0.1988±0.02	26.55±0.61	3.55	99.72
	۱۹ دی ۱۳۹۱ (9 Jan 2013)	10	47.01±2.30	0.2384±0.02	22.65±0.45	2.49	99.8
	۸ بهمن ۱۳۹۱ (28 Jan 2013)	9	49.23±1.28	0.2116±0.02	17.47±0.49	2.33	99.84
	۲۸ بهمن ۱۳۹۱ (1 Feb2013)	9	40.83±0.90	0.2636±0.02	16.87±0.4	1.84	99.83
لاین ۷ Line 7	۱۱ آذر ۱۳۹۱ (2 Dec 2012)	12	53.63±1.24	0.1701±0.01	30.66±0.48	1.6	99.87
	۳۰ آذر ۱۳۹۱ (21 Dec 2012)	11	52±0.84	0.2009±0.01	25.66±0.31	0.9	99.93
	۱۹ دی ۱۳۹۱ (9 Jan 2013)	10	45.49±0.1	0.2004±0.01	22.59±0.43	1.42	99.87
	۸ بهمن ۱۳۹۱ (28 Jan 2013)	8	46.71±0.98	0.2084±0.01	18.78±0.33	0.55	99.95
	۲۸ بهمن ۱۳۹۱ (1 Feb2013)	8	33.92±1.41	0.2268±0.02	18.2±0.63	1.28	99.77
لاین ۱۶ Line 16	۱۱ آذر ۱۳۹۱ (2 Dec 2012)	13	54.97±0.92	0.1596±0.01	29.81±0.73	1.26	99.91
	۳۰ آذر ۱۳۹۱ (21 Dec 2012)	11	53.77±1.46	0.1825±0.01	28.58±0.19	1.93	99.84
	۱۹ دی ۱۳۹۱ (9 Jan 2013)	10	48.73±1.53	0.2026±0.02	22.52±0.77	3.44	99.77
	۸ بهمن ۱۳۹۱ (28 Jan 2013)	9	46.14±0.72	0.2316±0.01	18.45±0.28	0.77	99.94
	۲۸ بهمن ۱۳۹۱ (1 Feb2013)	9	34.65±0.66	0.2519±0.02	16.84±0.34	0.79	99.89

n تعداد نمونه‌برداری، Wf وزن نهایی دانه (میلی‌گرم)، R ضریب مرتبط با سرعت پر شدن دانه، B مدت زمانی که تجمع ماده خشک دانه به ۵۰ درصد حداکثر خود می‌رسد (بر حسب روز)، MSE میانگین مربعات خطای رگرسیون، R^2 ضریب تشخیص. به رابطه (۱) مراجعه شود.

N, number of samples; Wf, final grain weight (mg); R, a coefficient relative to grain filling rate; B, the time when accumulated dry matter of grain reach to 50% of maximum weight; MSE, error means squares; R^2, coefficient of determination. Refer to equation 1.

ضریب همبستگی بین سرعت پر شدن دانه و دوره مؤثر پر شدن دانه منفی و معنی‌دار بود (**۰/۴۹- =r)، بعبارت دیگر با فرض ثابت بودن وزن نهایی دانه، افزایش در یکی از این دو مؤلفه‌ها مستلزم کاهش مؤلفه دیگر خواهد بود، ولی همان‌طور که گفته شد، افزایش دوره پر شدن دانه در مقایسه با افزایش سرعت پر شدن دانه، نقش بیشتری در وزن نهایی دانه ژنوتیپ‌های گندم داشت (جدول ۶). وان سانفورد (Van Sanford, 1985) نیز در آزمایش خود بر روی گندم رابطه بین سرعت پر شدن دانه با طول پر شدن دانه را منفی و در سطح یک درصد معنی‌دار دانست. رابطه عملکرد دانه با وزن نهایی دانه معنی‌دار بود (**۰/۷۰ =r)، از آنجایی که وزن نهایی دانه از اجزای اصلی عملکرد دانه است، این رابطه نیز منطقی به‌نظر می‌رسد و هر چقدر وزن نهایی دانه بیشتر باشد، عملکرد دانه نیز بیشتر خواهد بود. وزن دانه یکی دیگر از اجزای تشکیل دهنده عملکرد می‌باشد که معمولاً بیشتر تحت تاثیر ژنوتیپ است، هر چند شرایط محیطی به ویژه شرایط پس از مرحله تشکیل دانه تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر وزن نهایی دانه دارند (Asgari Mohaghegh, 2003; Quarrie and Jones,1979). ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و دوره پر شدن دانه نشان دهنده ارتباط معنی‌دار بین آنها است (**۰/۷۲ =r)، اما این رابطه بین

www.SID.ir

Archive of SID

عملکـرد دانـه و سـرعت پـر شـدن دانـه منفـی و البتـه غیرمعنی‌دار بوده است ($r = -0/11^{ns}$) که مـی‌توانـد نشـان دهنده اهمیت کمتر سرعت پر شـدن دانـه در مقایسـه بـا دوره پر شدن دانه در شـرایط آزمـایش حاضـر باشـد. ایـن موضوع می‌تواند محققین را از اهمیت طول دوره پر شـدن دانـه در مقایسـه بـا سـرعت پـر شـدن دانـه در انتخـاب ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بالاتر گندم یاری نماید.

جدول ۹- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه گندم در این تحقیق

Table 9. Simple correlation coefficients among wheat characteristics studied in this research

صفات گیاهی Plant characteristics	عملکرد دانه Grain yield	وزن نهایی دانه Final grain weight	سرعت پر شدن دانه Grain filling rate	دوره‌ی مؤثر پر شدن دانه Effective grain filling period
عملکرد دانه Grain yield	1			
وزن نهایی دانه Final grain weight	0.70**	1		
سرعت پر شدن دانه Grain filling rate	-0.11ns	0.23*	1	
دوره مؤثر پر شدن دانه Effective grain filling period	0.72**	0.72**	-0.49**	1

ns ، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪.

ns, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

نتیجه‌گیری

میانگین دمای هوا در طول دوره رشد دانه ژنوتیپ‌های گندم از زمان کاشت اول تا زمان کاشت پنجم از حدود ۱۸/۷ درجه سلسیوس به حدود ۲۲/۸ درجه سلسیوس افزایش داشت. در طول دوره پر شدن دانه میزان بارندگی از حدود ۷۰ میلی‌متر در زمان کاشت اول به کمتر از ۲۰ میلی‌متر در زمان کاشت پنجم کاهش یافت و میزان تبخیر از سطح خاک نیز در طی این مدت از روزانه حدود ۳/۱ میلی‌متر در روز در زمان کاشت اول به حدود ۴/۵ میلی‌متر در روز در زمان کاشت پنجم افزایش یافت. تغییرات شرایط محیطی طی دوره پر شدن دانه منجر به بروز تفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه شد و افزایش میانگین دمای هوا و کاهش میزان بارندگی با کاهش طول دوره پر شدن دانه، افزایش نسبی سرعت پرشدن دانه و کاهش وزن نهایی دانه ژنوتیپ‌های گندم همراه شد. با تاخیر در کاشت سرعت پر شدن دانه ژنوتیپ‌های گندم تا زمان کاشت چهارم افزایش یافت و پس از آن در اکثر ژنوتیپ‌ها به علت مواجه شدن با افزایش دما و افت رطوبت، کاهش شدیدی نشان داد. بیشترین تغییرات این صفت از زمان کاشت اول تا زمان پنجم کاشت مربوط به رقم کوهدشت با افزایش ۰/۴۶ میلی‌گرم در روز و کمترین تغییر با افزایش ۰/۱۴ میلی‌گرم در روز مربوط به رقم گنبد بود. طول دوره موثر پر شدن دانه ژنوتیپ‌ها از ۳۵/۳ روز به ۱۸/۳ روز در اثر تاخیر در کاشت، کاهش یافت. نتایج کلی این آزمایش نشان داد که توانایی و پاسخ ژنوتیپ‌های گندم در جهت تعدیل خسارت‌های وارده به هنگام مواجه شدن با شرایط نامساعد محیطی (به‌ویژه گرما و خشکی انتهای فصل) متفاوت است و بنابراین به‌نظر می‌رسد که می‌توان با ارزیابی این صفات، در جهت شناسایی و انتخاب اولیه ژنوتیپ‌های متحمل به این تنش‌ها در شرایط دیم منطقه گنبد اقدام کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

References

Agricultural Statistics. 2012. Agricultural statistics (year book). Vol. 1. Crop Production, 2012-2013 growing season. Deputy of Planning and Finance, Information Technology and Communication Center, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran. 123 p. (In Persian).

Ahmadi, M., Kamkar, B., Soltani, A., Zeynali, E. and Arabameri, R. 2010. The effect of planting date on duration of phonological phases in wheat cultivars and its relation with grain yield. **Journal of Plant Production** 17 (2): 109-122. (In Persian with English abstract).

Araus, J. L. 1996. Integrative physiologycal criteria associated with yield potential. In: Reynolds, M. P., Rajaram, S. and McNab A. (Eds.). Increasing yield potential in wheat: Breaking the Barriers. CIMMYT, Mexico, D. F., Mexico. pp: 150-167.

Asgari Mohaghegh, A. 2003. The effect of sowing date on the yield and yield components of three wheat cultivars in Neyriz. **Pajouhesh and Sazandegi** 59: 10-15. (In Persian with English Abstract).

Bauer, A. A., Frand, B. and Black, A. L. 1985. Estimation of spring wheat grain dry matter assimilation from air temperature. **Agronomy Journal** 77: 743-752.

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

Calderini, D. F., Reynolds, M. P. and Slafer, G. A. 2006. Source–sink effects on grain weight of bread wheat, durum wheat and triticale at different locations. **Australian Journal of Agricultural Research** 57: 227-233.

Chowdury, S. I., Wardlow, I. F. 1978. The effect of temperature on kernel development in cereals. **Australian Journal of Agricultural Research** 29: 205-223.

Chunhui, Z., Dong, J., Fulai, L., Jian, C., Tingbo, D. and Wiexing, C. 2010. Starch geranuls size distribution in superior and inferior grains of wheat is related to enzyme activities and their gene expresstions during grain filling. **Journal of Cereal Science** 51: 226-233.

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

Darroch, B. A. and Baker, R. J. 1995. Two measures of grain filling in spring wheat. **Crop Sci**ence 35: 164-168.

Dias, A. S. and lidon, F. C. 2009. Evaluation of grain filling rate and duration in bread and durum wheat, under heat stress after anthesis. **Journal of Agronomy and Crop Science** 195: 137-147.

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

FAO. 2013. FAOSTAT database. http://faostat.fao.org.

Foulkes, M. J., Reynolds, M. P. and Sylvester-Bradly, R. 2009. Genetic improvement of grain crop: Yield potential. In: Sadras, V. O. and Calderini, D. F. (Eds.). Crop physiology applications for genetic improvement and agronomy. Academic Press, Amesterdam, The Netherlands. pp: 355-386.

Gebeyehou, G., Knott, D. R. and Baker, R. J. 1982. Rate and duration of grain filling in durum wheat cultivars. **Crop Science** 22: 337-340.

Jalal Kamali, M. R., Najafi Mirak, T. and Asadi. H. 2012. Wheat: Research and development strategies in Iran. Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO), Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran. 227 p. (In Persian).

Jenner, C. F., Ugalde, T. D. and Aspinall, D. 1991. The physiology of starch and protein deposition in endosperm of wheat. **Australian Journal of Plant Physiology** 18: 211-226.

Khajehpour, M. R. 2009. Principles and fundamentals of crop production (3rd Edition). Esfahan University Press, Isfahan, Iran. 631 p. (In Persian).

Khodabandeh, N. 1993. Cereal Production. Sepehr Press, Tehran, Iran. 458 p. (In Persian).

Li, A., Hou, Y. and Trent, A. 2001. Effects of elevated atmospheric CO2 and drought stress on individual grain filling rates and durations of the main stem in spring wheat. **Agricultural and Forest Meteorology** 106 (4): 281-301.

Loss, S. P. and Siddique, K. H. M. 1994. Morphological and physiological traits associated with wheat yield increases in Mediterranean environments. **Advances Agronomy** 52: 229-276.

Modhej. A. and Fathi, Gh. 2008. Wheat physiology. Islamic Azad University, Shooshtar Branch Press, Shooshtar, Iran. 317 p. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Mohammadi, M. 2001. Relation of morphophysiological traits with grain yield of barley *(Hordeum voulgare)* genotypes in two planting dates in Gachsaran. **Seed and Plant Improvement Joural** 17 (1): 61-73. (In Persian with English Abstract).

Mokhtarpour, H., Behmaram, R. and Ziadloo, S. 2004. Agriculture in Golestan province. (Technical Instruction of Vegetation and Agricultural Crops). Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan Province. Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO), Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran. 159 p. (In Persian).

Paknejad, F., Majidi, E., Noormohammadi, G., Seadat, A. 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)** 1: 137-149. (In Persian with English Abstract).

Quarrie, S. A. and Jones, H. G. 1979. Genotypic variation in leaf water potential, stomatal conductance and abssisic acid concentration in spring wheat subjected to artificial drought stress. **Annals of Botany** 44: 323- 332.

Radmehr, M. 1997. Effect of heat stress on physiology of growth and development of wheat. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran. (In Persian).

Rajala, A., Hakala, K., Makela, P., Muurinen, S. and Peltonen-Sainio, P. 2009. Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. **Field Crops Research** 114: 263-271.

Ravan, M. S. 2013. Investigating the effect of genotype and planting date on grain filling trend, yield and yield components of wheat under environment conditions of Gonbad. M. Sc. Dissertation. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. 102 p. (In Persian).

Reynolds, M. P., Pask, A. and Mullan, D. 2012. Physiological breeding I: Interdisciplinary approaches to improve crop adaptation. CIMMYT, Mexico, D. F. Mexico.

Richards, R. A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. **Plant Growth Regulation** 20: 157-166.

Sabouri, H., Rezaei, S. M., Meibodi, S. M., Esfahani. M. and Kavousi, M. 2004. A comparison of logestic, linear and segmented regression models in estimation of rate and duration of grain filling of rice *(Oryza sativa* L.*)* cultivars at different planting patterns. **Iranian Journal of Agricultural Science** 35 (4): 603-612. (In Persian with English Abstract).

Slafer, G. A., Satorre, E. H. and Andrade, F. H. 1993. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes. In: Slafer, G. (Ed.). Genetic improvements of field crops: Current status and development. Marcel Dekker, New York. pp: 1-68.

Streck, N. A. 2005. Climate change and agroecosystems: The effect of elevated atmospheric CO_2 and temperature on crop growth, development and yield. **Ciencia Rural** 35: 730-740.

Tashiro, T. and Wardlaw, F. 1989. A comparison of the effect of high temperature on grain development in wheat and rice. **Annals of Botany** 65: 59-65.

Van Sanford, D. A. 1985. Variation in kernel growth charaters among soft red winter wheat. **Crop Science** 25: 626-630.

Wiegaad, C. L. and Cuellar, J. A. 1981. Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature**. Crop Science** 21: 95-101.

Yin, X., Guo, W. and Spiertz. J. H. 2009. A quantitative approach to characterize sink-source relationships during grain filling in contrasting wheat genotypes. **Field Crops Research** 114: 119-126.

www.SID.ir

Archive of SID

University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 6, No. 3, Automn 2016 (307-321)

Effect of planting dates on grain filling of bread wheat genotypes under rain-fed condition of Gonbad-e-Qabus region

Rahmatollah Mohammadi Gonbad[1], Masoud Esfahani[2*], Mozaffar Roustaei[3] and Hossein Sabouri[4]

Received: April 4, 2015 Accepted: October 14, 2015

Abstract

Changing in planting date causes changing in plant phenology such as grain filling in wheat. In order to evaluate the effect of planting dates on grain filling trend of some bread wheat genotypes under rainfed condition, an experiment was conducted at agricultural research station of Gonbad-e Kavous, Iran, in 2012-13 growing season. Five planting times i.e.: Dec. 2nd, Dec. 21st, Jan. 9th, Jan. 28th and Feb. 17th were considered as first and five wheat genotypes i.e.: line 16, Gonbad, Koohdasht, Karim and line 7 as second factor, respectively. The effect of planting date × wheat genotypes was highly significant for grain filling rate and final grain weight and significant for effective grain filling period, whereas it was not significant for grain yield. With a delay in planting dates, grain yield of the wheat genotypes decreased. The highest and lowest grain yield were produced at the first and fifth planting dates, respectively. The highest grain yield was produced by Karim and the lowest yield was produced by Line 16. With a delay in planting, grain filling rate of the wheat genotypes increased. The highest grain filling rate (1.76 mg.day^{-1}) was obtained with Koohdasht at fourth planting date and the lowest rate (1.44 mg.day^{-1}) was observed in Line 16 at first planting date. The highest variation among genotypes for this trait throughout different planting dates was 0.46 mg.day^{-1} for Koohdasht and the least variation was for Gonbad cultivar with 0.14 mg.day^{-1} increase. The effective grain filling period of wheat genotypes decreased from 35.33 days to 18.37 days with a delay in planting dates. The highest final grain weight of the wheat genotypes at various planting dates decreased from 54.14 mg to 29.5 mg and the highest (19.4 mg) and the lowest (13.28 mg) reduction were for Gonbad and Karim cultivars, respectively. With an each 1° C increase in environment temperature from fifth to first planting date, grain filling duration reduced by 4.1 day and for each day delaying in planting date grain yield decreased by 51 kg.ha^{-1}. The results of evaluation showed that the responsible of wheat genotypes on grain filling trend under unusual environmental conditions were different, thus it can be infer that such as studies will be use to identifying and selection of suitable wheat germplasms on wheat breeding programs under rainfed condition at Gonbad region.

Keywords: Efficient filling period, Final grain weight, Grain filling rate, Rainfed wheat

1. Ph. D. Graduated, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Research Assoc. Prof., Dept. of Cereals, Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Maragheh, Iran
4. Assoc. Prof., Dept. of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad-e Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
* Corresponding author: esfahani@guilan.ac.ir

www.SID.ir