Archive of SID
doi: 10.22124/c.2019.13938.1510

تحقیقات غلات
دوره نهم/ شماره دوم/ تابستان ۱۳۹۸ (۱۵۶-۱۴۳)

بررسی مراحل رشد و نمو گندم نان (*Triticum aestivum* L.) در کرمانشاه با استفاده از شاخص درجه روز رشد تحت شرایط تعجیل و تأخیر در موعد کاشت

شهریار ساسانی[1*]، رضا امیری[2]، حمیدرضا شریفی[3] و علی لطفی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۱۸

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و فنولوژی چند رقم جدید گندم نان، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب طی دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۲ اجرا شد. عامل‌های مطالعه شده شامل تاریخ کاشت در چهار سطح (هراکش، ورکشت، کرپه و خیلی‌کرپه) و ارقام گندم در شش سطح (چمران-۲، پارسی، پیشتاز، بهار، سیروان و سیوند) بودند که به‌ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کاشت هراکش، کرپه و خیلی‌کرپه سبب کاهش عملکرد دانه به‌ترتیب به‌میزان ۱۹/۳۴، ۳۰/۳۴ و ۴۴/۴۰ درصد نسبت به کاشت ورکشت شد. کل دوره رشد گندم در کاشت هراکش، ورکشت، کرپه و خیلی‌کرپه به‌ترتیب برابر با ۲۴۴، ۲۲۲، ۲۰۴ و ۱۸۱ روز بود. در کاشت هراکش، تعداد روز تا رسیدن به مراحل ظهور اولین برگ، آغاز پنجه‌زنی، برجستگی ساده، برجستگی دوگانه، سنبلچه انتهایی و ساقه‌دهی کاهش یافت، اما از مرحله ساقه‌دهی به بعد، ارقام دارای بیش‌ترین تعداد روز تا ظهور برگ پرچم، آبستنی، سنبله‌دهی، گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک بودند. در هر چهار تاریخ کاشت، ارقام بهار و سیروان به‌ترتیب با میانگین ۲۳۱۷ و ۲۱۵۵ درجه روز رشد، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار را در طول دوره رشد داشتند. رقم پارسی نیز با ۹۳۴ واحد در دوره طویل شدن ساقه و با ۸۰۷ واحد در دوره پرشدن دانه، به‌ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین درجه روز رشد بود و از این‌رو به‌علت زودرسی (سنبله‌دهی) و پرکردن مناسب دانه‌ها، بیش‌ترین عملکرد دانه را در مجموع چهار تاریخ کاشت (۸۰۹۷ کیلوگرم در هکتار) به‌خود اختصاص داد. به‌طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که تعجیل یا تأخیر در کاشت، سبب کاهش قابل‌ملاحظه عملکرد دانه نسبت به کاشت ورکشت در همه ارقام مورد بررسی شد. بنابراین، کاشت در نیمه آبان و استفاده از رقم‌هایی مانند پارسی و سیروان را می‌توان برای اقلیم‌های مشابه منطقه بررسی‌شده در این تحقیق پیشنهاد داد.

واژه‌های کلیدی: برجستگی دوگانه، دوره پرشدن دانه، عملکرد دانه، فنولوژی، کاشت تأخیری

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران
۳- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
۴- محقق، ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
* نویسنده مسئول: shahryarsasani@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

دستیابی به پتانسیل عملکرد محصولات زراعی از جمله گندم، به‌عنوان راهبردی‌ترین محصول زراعی کشور، متأثر از ژنتیک، شرایط محیطی، برهمکنش آن‌ها و اعمال مدیریت در استفاده بهینه از منابع موجود است. از این‌رو، ضمن معرفی و به‌کارگیری رقم‌های پرمحصول و پایدار، می‌باید از ظرفیت ژنتیکی این ارقام در بهره‌گیری حداکثری از منابع طبیعی و شرایط اقلیمی استفاده کرد (Faragee *et al.*, 2013). با بهره‌گیری از چنین ارقامی می‌توان به صیانت از پایداری تولید گندم و افزایش آن در چارچوب سیاست‌های خودکفایی و امنیت غذایی کشور کمک کرد. امروزه پدیده تغییر اقلیم به‌واسطه آثار مهم آن بر رشد و نمو (فنولوژی) محصولات زراعی و متعاقباً بر میزان تولید، به یکی از نگرانی‌های جامعه جهانی در مورد امنیت غذایی تبدیل شده است (Liu *et al.*, 2010). بنابراین، ارایه راهکارهای مختلف برای کاهش آثار تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی ضرورت دارد (Niles *et al.*, 2015). استفاده از ژنوتیپ‌های متحمل به دماهای بالا و نیز کاشت ورکشت می‌توانند از جمله روش‌های موفقیت‌آمیز در تولید گندم باشند (Dubey *et al.*, 2019). به‌طور کلی، آگاهی از زمان وقوع مراحل مختلف نموی گیاه زراعی و طول این مراحل که متأثر از شرایط آب و هوایی و به‌ویژه دما و فتوپریود است (Ma *et al.*, 2011)، از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر سازگاری گیاه در محیط‌های مختلف است (Jalal Kamali *et al.*, 2008).

رژیم حرارتی بیش‌ترین اثر را بر مراحل مختلف نمو گیاهان دارد. با توجه به متغیر بودن دما و طول روز، استفاده از شاخص درجه روز رشد (Growing degree days = GDD) جهت تعیین دقیق مراحل مختلف فنولوژی گیاه ضروری است، زیرا میزان انرژی گرمایی مورد نیاز هر مرحله فنولوژی در سال‌های مختلف ثابت است (Mirhaji *et al.*, 2010). این شاخص توصیف‌کننده تجمع حرارتی مورد نیاز برای رسیدن به یک مرحله خاص از فنولوژی گیاه است که در مدل‌های پیش‌بینی مراحل رشد، تاریخ کاشت و زمان برداشت به‌کار گرفته می‌شود (Wypych *et al.*, 2017).

تاریخ کاشت تأثیر فراوانی بر فنولوژی گیاه طی فصل رشد آن دارد، به‌طوری که تغییر در زمان کاشت می‌تواند منجر به تغییر در طول مراحل رشد و نمو شود (Mohammadi Gonbad *et al.*, 2016). از این‌رو، انتخاب تاریخ کاشت مناسب که مستلزم آگاهی از فنولوژی و اقلیم است، یکی از راهکارهای بهره‌گیری مطلوب از ظرفیت ژنتیکی ارقام است. در واقع تنظیم تاریخ کاشت بهینه با هدف دریافت انرژی حرارتی لازم، جهت تکمیل مراحل تکوینی گیاه، انطباق طول دوره رشد با شرایط محیطی و جلوگیری از بروز خسارت‌های ناشی از عوامل محیطی انجام می‌گیرد (Naderi, 2013; Saleh Ravan *et al.*, 2018). با توجه به طول دوره رشد ژنوتیپ‌های مختلف گندم، دامنه خاصی از تاریخ‌های کاشت بهینه برای دست‌یابی به مقادیر بالاتری از عملکرد دانه وجود دارد (Refay, 2011; Ashena *et al.*, 2016)، زیرا نیاز حرارتی لازم برای طول دوره زندگی در ارقام مختلف متفاوت است (Arzadum *et al.*, 2006; Ashena *et al.*, 2016). آشنا و همکاران (Ashena *et al.*, 2016) در بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر مراحل نموی ارقام گندم و رابطه آن با عملکرد و اجزای عملکرد، نشان دادند که تأخیر در کاشت موجب کاهش نیاز حرارتی مورد نیاز برای رسیدن به مراحل فنولوژیک مختلف می‌شود، به‌طوری که مقدار حرارت دریافت‌شده برای تکمیل رشد و رسیدگی گیاه کاهش می‌یابد و کشت ۱۷ مهر با ۲۵۶۲ درجه روز رشد، نیازمند بیش‌ترین و کشت ۱۷ آذر با ۲۱۱۱ درجه روز رشد، نیازمند کم‌ترین مقدار حرارت برای تکمیل رشد و نمو بود.

گزارش‌های مختلفی از اثر معنی‌دار تاریخ کاشت بر فنولوژی و میزان تولید محصول وجود دارد (Miralles *et al.*, 2001; Hussain *et al.*, 2012). بررسی تأثیر زمان کاشت بر طول مراحل فنولوژیک گندم و رابطه آن با عملکرد نشان داد که زمان کاشت به‌طور معنی‌داری بر میزان تولید محصول موثر است که علت آن، تأثیر بر قابلیت سازگاری مراحل مهم نمو گیاه با مناسب‌ترین متغیرهای محیطی (از جمله تشعشع دریافتی و دما) ذکر شده است (Ahmadi *et al.*, 2010). گزارش شده است که تأخیر در کاشت از طریق کاهش رشد رویشی، تسریع در مراحل زایشی گیاه و کاهش طول دوره‌های رشد و نمو، سبب کاهش عملکرد می‌شود (Moshatati *et al.*, 2018).

کسب اطلاعات در زمینه طول دوره هر یک از مراحل نموی و تغییرات آن در ارقام جدید، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این‌رو، تحقیق حاضر با هدف شناخت بیش‌تر اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و مراحل فنولوژیک چند رقم نسبتاً جدید گندم نان و پاسخ آن‌ها به مقادیر مختلف تجمع واحدهای حرارتی ناشی از تغییر در تاریخ کاشت و انتخاب ارقام مناسب برای تاریخ‌های متفاوت کاشت در اقلیم معتدل سرد کرمانشاه (اسلام آبادغرب)، اجرا شد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی متوالی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه (که بر اساس اقلیم‌نمای دمارتن دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد است)، اجرا شد. تیمارها شامل چهار تاریخ کاشت (هراکش = زودهنگام، ورکشت = بهنگام، کرپه = دیرهنگام و خیلی کرپه = خیلی دیر) و شش رقم گندم نان (چمران-۲، پارسی، پیشتاز، بهار، سیروان و سیوند) بودند که به‌ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی قرار گرفتند. کاشت در سال اول در تاریخ‌های ۱۸ مهر، ۱۶ آبان، ۱۲ آذر و ۱۰ دی و در سال دوم در تاریخ‌های ۲۰ مهر، ۱۰ آبان، اول و ۲۳ آذر انجام شد. دلیل تفاوت تاریخ‌های کشت در دو سال (با فواصل تقریبی سه هفته)، وقوع بارندگی، رطوبت خاک و امکان‌پذیری کشت با بذرکار بود. هر واحد آزمایشی شامل ۱۲ خط کاشت هشت متری با فاصله بین خطوط ۲۰ سانتی‌متر (ابعاد کرت ۱۹/۲ متر مربع) بود. کاشت با ماشین بذرکار آزمایشی مدل وینتراشتایگر (Wintersteiger) با تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع انجام شد. مقدار بذر هر کرت، بر اساس وزن هزار دانه بذرهای بوجاری شده و ضدعفونی شده برای هر رقم محاسبه شد. آبیاری و نیز کاربرد کودهای شیمیایی، علف‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و آفت‌کش‌های مختلف بر اساس دستورالعمل‌های موجود برای کشاورزی رایج و بر حسب توصیه‌های مراکز تحقیقاتی طوری انجام شد که گیاه با هیچ تنشی مواجه نشود. میزان بارندگی و حداقل، حداکثر و میانگین دمای محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- مشخصات هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آبادغرب طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۲

Table 1. Meteorological characteristics of Eslamabad-e-Gharb Agricultural Research Station during 2013-2015 cropping seasons

Month	2013-2014					2014-2015				
	Rainfall (mm)	Temperature (ºC)				Rainfall (mm)	Temperature (ºC)			
		Monthly mean	Max.	Min.	Absolute min.		Monthly mean	Max.	Min.	Absolute min.
Oct.	0.0	13.8	24.8	3.2	-0.8	52.8	14.8	23.1	6.9	1.4
Nov.	136.1	9.7	14.9	3.9	-0.6	75.4	7.1	14.3	1.5	-4.2
Dec.	88.8	2.6	9.2	-3.0	-9.0	28.8	5.0	12.0	-0.6	-5.0
Jan.	72.8	2.5	8.7	-2.6	-8.4	22.5	3.0	10.9	-3.7	-8.8
Feb.	38.8	2.7	10.4	-4.3	-12.4	46.0	4.8	12.6	-1.1	-6.6
Mar.	130.9	8.4	15.3	1.6	-4.4	61.1	7.7	15.5	0.7	-6.4
Apr.	28.9	13.1	21.1	4.7	-4.6	10.8	12.9	22.0	3.1	-1.2
May	8.2	18.3	27.2	8.2	3.8	9.7	19.8	29.0	9.2	2.4
Jun.	0.0	23.6	33.3	12.7	7.8	0.0	25.3	34.5	13.9	10.8
Jul.	0.0	27.1	36.9	16.2	13.4	5.0	28.4	37.8	17.9	14.6

کمی پس از سبز شدن، تعداد ۱۰ بوته به‌تصادف از خطوط میانی هر کرت انتخاب و علامت‌گذاری شد و مراحل نمو به‌صورت غیرتخریبی و به‌طور هفتگی بر اساس وضعیت رشد و نمو این بوته‌های منتخب بررسی شد. از مقیاس زیدوکس (Zadoks Scale = ZS) برای تعیین مراحل مختلف فنولوژیک از جمله ظهور اولین برگ حقیقی (ZS, 11) و آغاز پنجه‌زنی (ZS, 21) بر مبنای ۵۰ درصد از بوته‌های هر واحد آزمایشی استفاده شد (Zadoks *et al.*, 1974). تعیین مراحل برجستگی ساده، برجستگی دوگانه و سنبلچه انتهایی از طریق نمونه‌گیری تخریبی در سه خط کاشت کناری طرفین هر کرت آزمایشی طی فصول پاییز و زمستان و ابتدای بهار از طریق دایسکت نمونه و بررسی نمو مریستم انتهایی به‌کمک بینوکولار (به تعداد پنج بوته از هر رقم و هر تکرار در هر مرحله نمونه‌گیری تخریبی به‌فواصل پنج روز یک‌بار) پایش و تعیین شد. زمان ساقه‌دهی با شناسایی اولین گره ساقه (ZS, 31)، زمان ظهور برگ پرچم با مشاهده زبانک (ZS, 39)، آبستنی با مشاهده خروج نوک ریشک‌ها از غلاف برگ پرچم (ZS, 49)، سنبله‌دهی با خروج کامل سنبله از غلاف برگ پرچم (ZS, 59)، زمان گرده‌افشانی بر مبنای ظهور بساک زرد (ZS 61) و زمان رسیدگی فیزیولوژیک بر اساس زردشدن پدانکل و سخت شدن دانه (ZS, 90) ثبت شد. فاصله زمانی بین ۵۰ درصد ظهور بساک در سنبله هر رقم تا رسیدن فیزیولوژیک، به‌عنوان طول دوره پرشدن دانه در نظر گرفته شد.

www.SID.ir

Archive of SID

دمای تجمعی مورد نیاز برای طی مراحل فنولوژیک یا همان درجه - روز - رشد (GDD)، بر اساس رابطه (۱) محاسبه شد (Jalal Kamali *et al.*, 2008):

$$GDD = \sum (T_{Mean} - T_b) \quad (۱)$$

که در آن، T_b دمای پایه گندم (معادل صفر درجه سلسیوس) (Satorre and Slafer, 1960) و T_{Mean} میانگین تصحیح‌شده دما می‌باشد. دمای حداکثر و حداقل، به‌ترتیب بر اساس دمای ۳۰ و صفر درجه سلسیوس تصحیح شدند، به این صورت که اگر میانگین دما کم‌تر از دمای پایه بود، برابر با دمای پایه و اگر بیش‌تر از دمای آستانه بود، برابر با دمای آستانه قرار داده شد. همچنین، اگر دمای حداقل و یا حداکثر، کم‌تر از دمای پایه بودند، برابر با دمای پایه و اگر بیش‌تر از دمای آستانه بودند، برابر با دمای آستانه قرار داده شدند (Jalal Kamali *et al.*, 2008).

پس از رسیدگی بوته‌ها، شش خط میانی کاشت به‌کمک کمباین ویژه آزمایش‌های غلات مدل وینتراشتایگر برداشت و پس از توزین دانه‌ها، عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار و بر مبنای رطوبت ۱۲ درصد محاسبه شد. ارتفاع بوته با اندازه‌گیری ارتفاع ۱۰ گیاه از سطح خاک تا نوک سنبله (بدون در نظر گرفتن ریشک‌ها)، و میانگین ۱۰ بوته در هر واحد آزمایشی محاسبه شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و MSTATC و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر صفات عملکرد دانه، ظهور اولین برگ، ظهور برگ پرچم، آبستنی، سنبله‌دهی، گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۲). اختلاف ارقام نیز از نظر همه صفات به‌جز عملکرد دانه، ظهور اولین برگ، آغاز پنجه‌زنی، برجستگی دوگانه و دوره پرشدن دانه معنی‌دار بود. بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۲)، اگرچه برخی از برهمکنش‌ها معنی‌دار بودند و نیازی به بحث در مورد آثار اصلی نیست، اما با توجه به اهداف این آزمایش، مقایسه میانگین‌ها فقط برای اثر تاریخ کاشت، اثر رقم و برهمکنش تاریخ کاشت × رقم ارایه شد.

طبق نتایج، میانگین عملکرد دانه ارقام در کشت هراکش، ورکشت، کرپه و خیلی کرپه طی دو سال زراعی به‌ترتیب برابر با ۷۸۷۷، ۹۷۶۶، ۶۸۰۳ و ۵۴۳۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳) که نشان می‌دهد تعجیل یا تأخیر در کاشت، سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود، به‌طوری که کاشت هراکش، کرپه و خیلی کرپه به‌ترتیب کاهش عملکردی به‌میزان ۱۹/۳۴، ۳۰/۳۴ و ۴۴/۴۰ درصدی نسبت به کاشت ورکشت داشتند. نتایج مطالعه اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم توسط فلاورز و همکاران (Flowers *et al.*, 2006) نیز نشان داد که تأخیر در کاشت سبب کاهش ۲۴ درصدی عملکرد دانه شد. روند کاهش عملکرد دانه در همه ارقام گندم مورد بررسی در تاریخ‌های کاشت تعجیلی و تأخیری نسبت به تاریخ کاشت بهینه در هر دو سال زراعی به‌خوبی در شکل ۱ نشان داده شده است. بنابراین، نه‌فقط کاشت کرپه، بلکه کاشت زودتر از موعد توصیه شده نیز سبب کاهش عملکرد دانه شد. نتایج مشابهی توسط دیگران نیز گزارش شده است (Subedi *et al.*, 2007; Faragee *et al.*, 2013).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب اثر تاریخ کاشت و رقم بر صفات مورد مطالعه طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۲

Table 2. Combined analysis of variance of the effect of planting date and cultivar on the studied traits across 2013-2015 cropping seasons

Source of variations	df	Mean squares						
		Grain yield	Plant height	Leaf appearance	Start tillering	Single ridge	Double ridge	Terminal spikelet
Year (Y)	1	43739484^{ns}	1110.28*	97240.03^{ns}	57240.56**	51870.06**	53553.67^{ns}	2609.51^{ns}
Replication / Y	4	8673100	69.88	16.13	571.85	24.89	25038.32	574.18
Planting date (A)	3	120496047*	1387.41^{ns}	30938.53**	73522.64^{ns}	25267.03^{ns}	100324.95^{ns}	74389.41^{ns}
A × Y	3	13939842**	252.36*	559.86**	13247.73**	17217.23**	209666.34**	38964.12**
Error (E_a)	12	1019994	46.82	16.13	347.25	277.48	23317.18	217.83
Cultivar (B)	5	3791700^{ns}	429.84**	398.23^{ns}	5946.78^{ns}	8123.69*	4324.47^{ns}	50542.30**
B × Y	5	1756992**	12.35^{ns}	299.43**	1512.48*	1167.05**	3691.57**	3688.21**
A × B	15	2270162^{ns}	81.67**	327.53^{ns}	1804.86^{ns}	3074.84^{ns}	1702.43^{ns}	2306.49^{ns}
A × B × Y	15	1126818**	19.47^{ns}	329.53**	1621.38**	2913.37**	1222.82**	2587.35**
Error (E_b)	80	439989	11.35	15.86	563.24	85.73	514.70	306.40
CV (%)	-	8.88	3.56	2.10	5.71	1.86	3.61	2.29

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

www.SID.ir

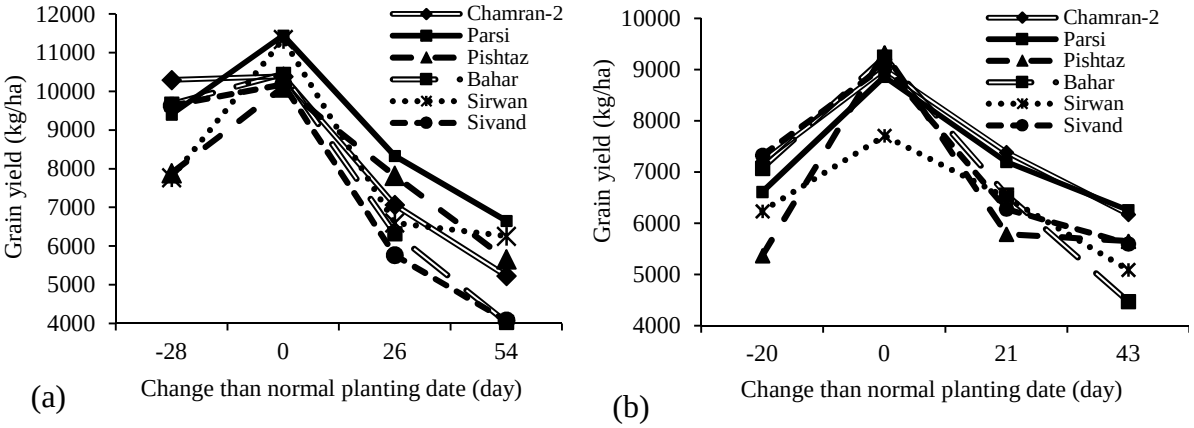
Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در تاریخ‌های کاشت مختلف طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۲

Table 3. Mean comparison of the studied traits in various planting dates across 2013-2015 cropping seasons

Planting date	Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	Growing degree day (GDD)					
		Leaf appearance	Flag leaf appearance	Booting	Heading	Anthesis	Maturity
Early	7877 [ab]	222 [a]	1480 [a]	1575 [a]	1677 [a]	1748 [a]	2528 [a]
Timely	9766 [a]	158 [b]	1289 [b]	1357 [b]	1464 [b]	1551 [b]	2236 [b]
Late	6803 [b]	206 [a]	1185 [c]	1285 [c]	1401 [c]	1499 [b]	2148 [bc]
Very late	5430 [b]	173 [b]	1126 [d]	1219 [c]	1343 [d]	1406 [c]	2052 [c]

Means with the similar letters in each column, are not significantly different using Duncan's multiple range test at 5% probability level.



شکل ۱- روند کاهش عملکرد دانه ارقام گندم در تاریخ‌های کاشت زود و تأخیری. a) سال ۹۳-۱۳۹۲، b) سال ۹۴-۱۳۹۳.

Figure 1. Trend of grain yield reduction in wheat cultivars at early and delay planting dates. a) 2013-14 cropping season, b) 2014-15 cropping season.

در اغلب ارقام مطالعه شده، شدت کاهش عملکرد در کشت‌های تأخیری به‌ویژه در سال اول آزمایش بیش‌تر از کاهش عملکرد در کشت هراکش بود. درصد و مقدار کاهش عملکرد دانه به‌تفکیک سال زراعی در تاریخ‌های کاشت تعجیلی و تأخیری در جدول ۴ ارایه شده است. در سال اول آزمایش، میانگین کاهش عملکرد ارقام در تاریخ‌های کاشت هراکش، کرپه و خیلی کرپه نسبت به تاریخ ورکشت به‌ترتیب برابر با ۱۴/۱۴، ۳۴/۴۲ و ۵۰/۲۹ درصد و ۵۵/۰۸، ۱۴۱/۱۷ و ۹۸/۸۳ کیلوگرم در هکتار در روز بود. در سال اول آزمایش، رقم سیروان در کاشت هراکش و کرپه و رقم بهار در کاشت خیلی کرپه، بیش‌ترین کاهش عملکرد (درصد و مقدار) را داشتند (جدول ۴). در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳، میانگین کاهش عملکرد ارقام در تاریخ کاشت‌های هراکش، کرپه و خیلی کرپه نسبت به ورکشت به‌ترتیب برابر با ۲۴/۹۵، ۲۵/۰۵ و ۳۷/۳۷ درصد و ۱۱۱/۷۰، ۱۰۷/۳۱ و ۷۷/۴۸ کیلوگرم در هکتار در روز بود و رقم پیشتاز در کاشت هراکش و کرپه و رقم بهار در کاشت خیلی کرپه، بیش‌ترین کاهش عملکرد (درصد و مقدار) را داشتند (جدول ۴). گزارش شده است که ۲۰ روز کاشت زودتر از تاریخ کاشت بهینه باعث کاهش ۱۸ درصدی عملکرد دانه گندم می‌شود (Hossain *et al.*, 2003). کاشت پیش از موعد بهینه، سبب کوتاه شدن دوره جوانه‌زنی و مواجه شدن رشد زایشی گیاه با سرمای زمستان در برخی ارقام می‌شود و زمینه بروز خسارت سرما را برای گیاه به‌دنبال خواهد داشت. در کاشت کرپه و خیلی کرپه نیز به‌دلیل کوتاه شدن مرحله رشد رویشی، کاهش تجمع مواد اندوخته در ساقه و کوتاه شدن ارتفاع بوته، عملاً زمینه کاهش عملکرد دانه در مرحله پر شدن دانه فراهم می‌آید (Mahfoozi and Sasani, 2008; Fateh *et al.*, 2016).

تعداد روز تا رسیدن به مراحل مختلف نمو در تاریخ‌های مختلف کاشت طی سال‌های اجرای آزمایش در شکل ۲ ارایه شده است. کل دوره رشد گندم‌های کاشته شده در کاشت هراکش، ورکشت، کرپه و خیلی کرپه به‌ترتیب برابر با ۲۴۴، ۲۲۲، ۲۰۴ و ۱۸۱ روز بود که نشان می‌دهد گندم در

www.SID.ir

Archive of SID

کشت‌های تأخیری مجبور است دوره زندگی خود را در مدت زمان کوتاه‌تری کامل کند، زیرا فرآیند تجمع نشاسته به‌دلیل خاصیت فتوسنتزی، در یک زمان خاص و بدون وابستگی به زمان کاشت آن خاتمه می‌یابد (Hussain *et al.*, 2012). همان‌طور که مشاهده می‌شود (شکل ۲)، تعداد روز تا رسیدن به مراحل ظهور اولین برگ، آغاز پنجه‌زنی، برجستگی ساده، برجستگی دوگانه، سنبلچه انتهایی و ساقه‌دهی در تاریخ کاشت هراکش نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت کم‌تر بود، اما از مرحله ساقه‌دهی به بعد، ارقام در این تاریخ کاشت دارای بیش‌ترین تعداد روز تا ظهور برگ پرچم، آبستنی، سنبله‌دهی، گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک بودند. روز تا ساقه‌دهی از مهم‌ترین صفات فنولوژیک اثرگذار بر عملکرد دانه در گندم است (Gonza´lez *et al.*, 2003). کوتاه بودن این مرحله ممکن است باعث شود که سایه‌انداز به‌طور کامل شکل نگیرد، تعداد پنجه بارور در بوته و به تبع آن تعداد سنبله در واحد سطح کاهش یابد و بوته‌ها نتوانند طی مرحله رویشی از اندوخته کافی مواد غذایی در ساقه بهره ببرند تا در موعد پر شدن دانه با انتقال مجدد این مواد به مخزن، زمینه عملکرد مناسب را فراهم کنند. از سوی دیگر، طولانی بودن روز تا ساقه‌دهی سبب می‌شود که گیاه مراحل حساس زایشی و دوره پرشدن دانه با دماهای بالا و تنش‌های مختلف احتمالی روبرو شود و عملکرد دانه کاهش یابد (Subedi *et al.*, 2007). طبق مطالعات انجام شده، رشد رویشی بیش‌تر ارقام گندم در کاشت هراکش افزایش می‌یابد و در دماهای پایین متحمل خسارت می‌شوند (Refay, 2011). کاشت هراکش منجر به رشد رویشی زیاد و اتلاف رطوبت خاک و نیز حساس شدن گیاه در مقابل سرمای زمستانه می‌شود (Nazeri, 2017). علاوه بر این، در کاشت هراکش، پایین بودن دمای خاک و صدمات احتمالی ناشی از بروز یخبندان بر مریستم انتهایی نمو یافته، ممکن است موجب حذف پنجه‌های بارور اولیه شود (Yousefi Moghaddam *et al.*, 2018).

بوته‌های گندم تا قبل از برجستگی دوگانه به سرما متحمل هستند و تشکیل برجستگی دوگانه در مریستم انتهایی ساقه به معنای کاهش بیان ژن‌های تحمل سرما و آغاز تضعیف سازش گیاه به سرما (Cold acclimation) می‌شود. بنابراین در تاریخ کاشت هراکش در ارقام بهاره که تشکیل برجستگی دوگانه و به‌عبارت دیگر گذار از فاز رویشی به فاز زایشی در فصل سرمای زمستان صورت می‌پذیرد، با تحلیل رفتن قندهای مرکب و تجزیه آن‌ها به قندهای ساده و کاهش غلظت شیرابه سلولی، زمینه تضعیف گیاه در برابر سرما و احتمال بروز سرمازدگی فراهم می‌آید و از این طریق احتمال کاهش عملکرد به‌واسطه افزایش خسارت سرما وجود دارد. ضمن آنکه در این گذار، با افزایش بیان ژن بهاره‌سازی شماره ۱ (*Vrn1*)، زمینه تضعیف بیان ژن بهاره‌سازی شماره ۲ (*Vrn2*) فراهم شده و بنابراین ورود به فاز زایشی تسریع می‌شود که این نیز به نوبه خود زمینه کاهش تحمل به سرما را به‌دنبال خواهد داشت (Sasani *et al.*, 2009; Sasani *et al.*, 2012).

تأخیر در کاشت منجر به افزایش معنی‌دار درجه روز رشد برای صفت کاشت تا ظهور اولین برگ و کاهش اغلب معنی‌دار برای صفات کاشت تا ظهور برگ پرچم، کاشت تا آبستنی، کاشت تا سنبله‌دهی، کاشت تا گرده‌افشانی و کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک شد (جدول ۳). نتایج مطالعه‌ای روی گندم نان نشان داد که با تأخیر در کاشت، تعداد روز تا ظهور بساک، رسیدگی فیزیولوژیک، دوره پرشدن دانه، برجستگی دوگانه و سنبلچه انتهایی کاهش معنی‌داری نشان داد (Nazeri, 2017).

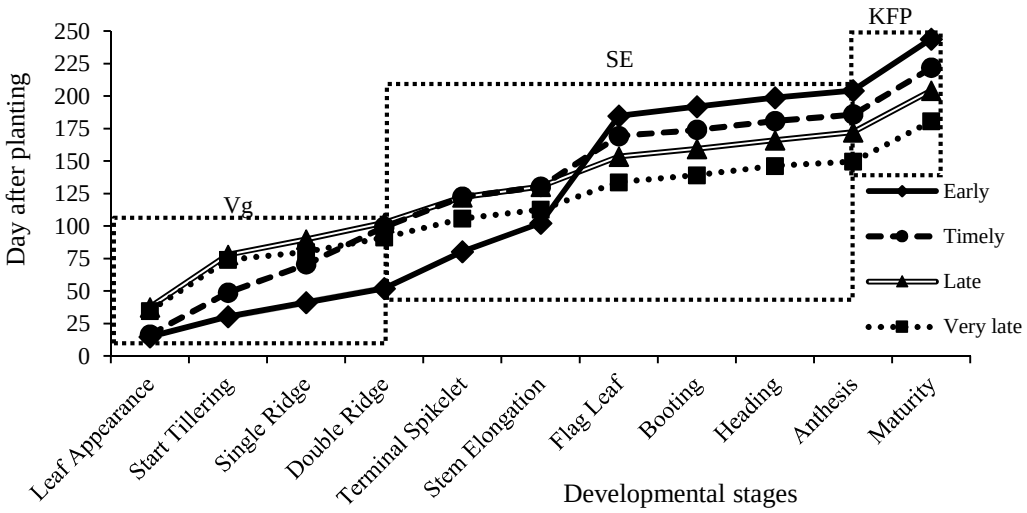
جدول ۴- درصد و مقدار (کیلوگرم/هکتار/روز) کاهش عملکرد دانه ارقام گندم در تاریخ‌های کاشت زود و تأخیری طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۴

Table 4. Percent and value (kg/ha/day) of grain yield reduction in wheat cultivars at early and delay planting dates during 2013-2015 cropping seasons

Cultivars	2013-14						2014-15					
	Early		Late		Very late		Early		Late		Very late	
	Percent	Value	Percent	Value	Percent	Value	Percent	Value	Percent	Value	Percent	Value
Chamran-2	0.87	3.21	31.95	127.69	49.67	95.57	20.03	90.24	18.02	77.31	31.46	65.91
Parsi	17.87	73.07	27.22	119.88	41.88	88.80	25.39	112.50	18.74	79.10	29.43	60.66
Pishtaz	21.95	79.25	22.66	88.12	44.00	82.37	42.45	198.02	37.97	168.70	39.42	85.54
Bahar	7.36	27.46	39.48	158.69	61.41	118.83	23.47	108.52	29.07	128.02	51.64	111.05
Sirwan	31.52	127.75	41.81	182.50	44.85	94.26	19.08	73.55	15.63	57.39	33.96	60.90
Sivand	5.43	19.75	43.41	170.12	59.96	113.15	19.25	87.39	30.84	133.33	38.30	80.84
Average	14.14	55.08	34.42	141.17	50.29	98. 83	24.95	111.70	25.05	107.31	37.37	77.48

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تعداد روز تا رسیدن به مراحل مختلف نمو در تاریخ‌های مختلف کاشت طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۲. Vg) دوره رشد رویشی، SE) دوره طویل‌شدن ساقه، KFP) دوره پرشدن دانه.

Figure 2. Number of days to reach different developmental stages in different planting dates across 2013-15 cropping seasons. Vg)| Vegetative period, SE) Stem elongation period, KFP) Grain filling period.

در تاریخ‌های کاشت کرپه و خیلی کرپه، اگرچه بوته‌ها سریع‌تر طول مراحل نمو زایشی را طی کردند و زودرس بودند، اما به‌دلیل دارا بودن کم‌ترین فاصله زمانی بین گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک، دوره پرشدن دانه در آن‌ها کوتاه‌تر بود که منجر به اثر منفی بر عملکرد دانه شد (جدول ۳). مطالعات دیگر نیز نشان دادند که تاریخ کاشت تأثیر زیادی بر رشد و نمو گیاه داشت، به‌طوری که تغییر در زمان کاشت منجر به تغییر شدید طول مراحل نمو شد (Ashena *et al.*, 2016; Mohammadi Gonbad *et al.*, 2016). در بررسی تأثیر سه تاریخ کاشت (۱۴ آبان، ۱۵ آذر و ۲۱ دی) بر چهار رقم گندم، نشان داده شد که با تأخیر در کاشت، طول دوره‌های رشد و نمو از جمله تعداد روز از کاشت تا گرده‌افشانی، از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک و از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک کاهش یافت (Radmehr *et al.*, 2005).

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ارقام مختلف نشان داد که ارقام بهار و سیوند به‌ترتیب با ۱۰۱ و ۹۱ سانتی‌متر ارتفاع، دارای بلندترین و کوتاه‌ترین بوته‌ها بودند (جدول ۵). برهمکنش تاریخ کاشت × رقم فقط بر صفات ارتفاع بوته و درجه روز رشد لازم برای رسیدن به مرحله آبستنی معنی‌دار بود (جدول ۳). بلندترین بوته‌ها با میانگین ۱۱۸ سانتی‌متر مربوط به رقم بهار در تاریخ کاشت ورکشت بود (شکل ۳). ارقام سیوند در تاریخ کاشت خیلی کرپه و سیروان در تاریخ کاشت هراکش با میانگین ۸۵ سانتی‌متر دارای کوتاه‌ترین بوته‌ها بودند (شکل ۳). بالاترین درجه روز رشد لازم برای رسیدن به مرحله آبستنی به‌ترتیب با ۱۶۰۲، ۱۶۰۱ و ۱۵۹۲ درجه روز رشد متعلق به ارقام چمران-۲، سیوند و بهار در تاریخ کاشت هراکش بود (شکل ۴)، اما کم‌ترین مقدار آن برای ارقام پارسی (۱۱۵۵ درجه روز رشد) و سیروان (۱۱۸۱ درجه روز رشد) در تاریخ کاشت خیلی کرپه ثبت شد (شکل ۴).

بررسی میانگین درجه حرارت در مراحل مختلف نمو در این مطالعه بیانگر آن است که با تأخیر کاشت، میانگین درجه حرارت در اغلب مراحل فنولوژی زایشی (از ساقه‌دهی به بعد) نسبت به کاشت ورکشت افزایش یافت (جدول ۶)، که این افزایش موجب کاهش روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و به دنبال آن کاهش دوره پرشدن دانه در تاریخ‌های کاشت تأخیری شد (شکل ۵). در مجموع، تجمع واحدهای حرارتی در تاریخ‌های کاشت تأخیری کاهش یافت (شکل ۵). کلاته‌عربی و همکاران (Kalateh Arabi *et al.*, 2011) نیز گزارش دادند که تأخیر در کاشت منجر به کاهش زمان حرارتی مورد نیاز برای تکمیل دوره رشد گندم شد. با دریافت سریع‌تر واحدهای حرارتی مورد نیاز در کاشت‌های کرپه و خیلی کرپه (شکل ۵) به‌علت کوتاه شدن مراحل نمو، ممکن است اجزایی از عملکرد که از مرحله ساقه‌دهی به بعد شکل می‌گیرند، تحت تأثیر قرار بگیرند و منجر به کاهش عملکرد دانه شده باشند (شکل ۱).

www.SID.ir

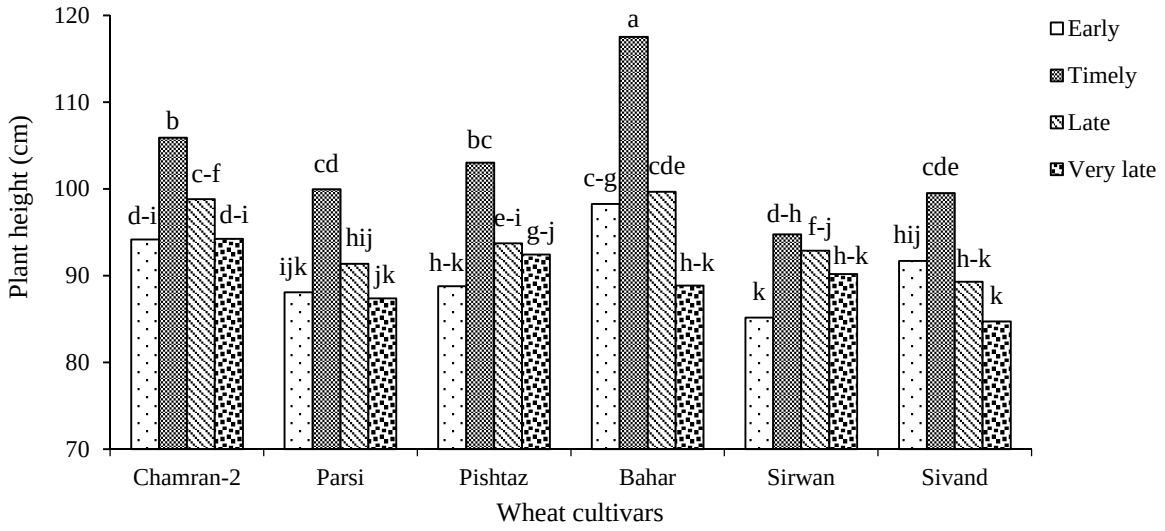
Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ارقام مختلف گندم طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۲

Table 5. Mean comparison of the studied traits in various wheat cultivars across 2013-15 cropping seasons

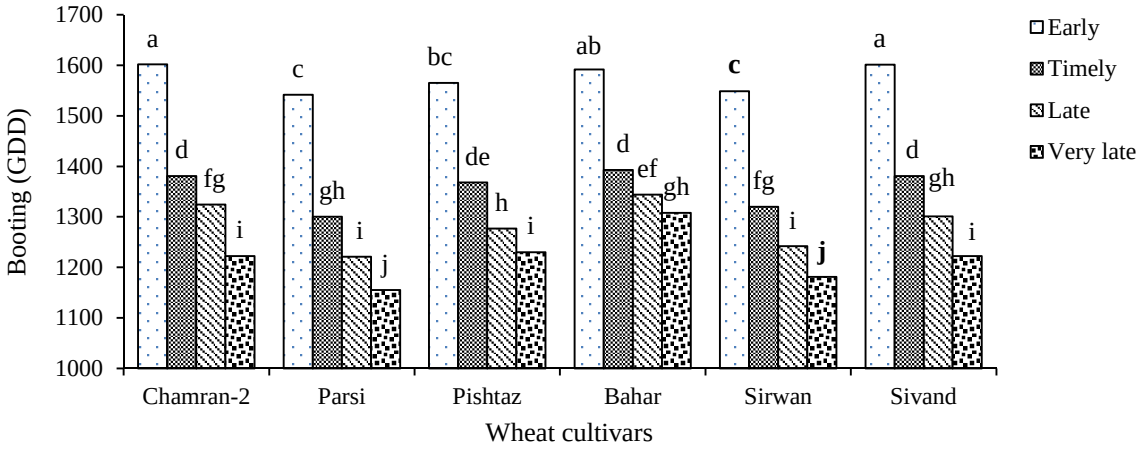
Cultivars	Plant height (cm)	Growing degree day (GDD)							
		Single ridge	Terminal spikelet	Stem elongation	Flag leaf appearance	Booting	Heading	Anthesis	Maturity
Chamran-2	98.28 b	498 b	748 bc	826 bc	1282 ab	1382 ab	1484 b	1555 abc	2205 bc
Parsi	91.68 d	486 b	727 c	828 bc	1230 c	1305 c	1420 c	1514 c	2227 abc
Pishtaz	94.47 c	494 b	760 bc	834 bc	1271 b	1360 b	1475 b	1546 bc	2257 ab
Bahar	101.10 a	530 a	850 a	922 a	1306 a	1409 a	1526 a	1597 a	2317 a
Sirwan	90.74 d	475 b	730 c	805 c	1242 c	1323 c	1426 c	1513 c	2155 c
Sivand	91.29 d	498 b	777 b	868 b	1288 ab	1376 ab	1497 ab	1581 ab	2285 ab

Means with the similar letters in each column are not significantly different using Duncan's multiple range test at 5% probability level.



شکل ۳- برهمکنش تاریخ کاشت × رقم بر ارتفاع بوته (سانتی‌متر) طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۲. ستون‌های دارای حروف مشترک، تفاوت آماری معنی‌داری آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 3. The effect of planting date × cultivar interaction on plant height (cm) across 2013-15 cropping seasons. Columns with the similar letters are not significantly different using Duncan's multiple range test at 5% probability level.

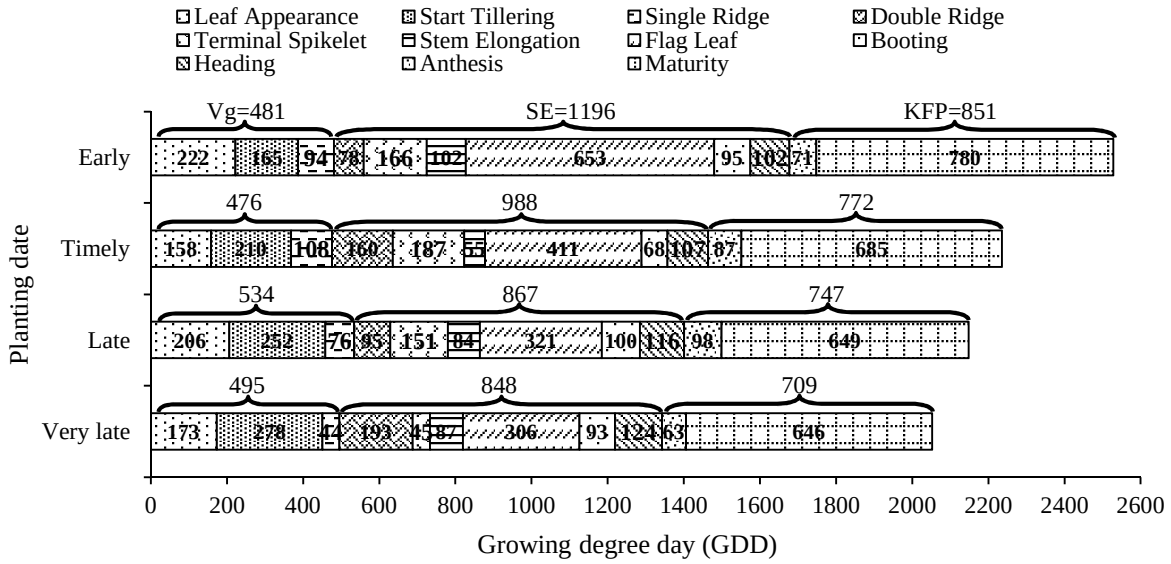


شکل ۴- برهمکنش تاریخ کاشت × رقم بر کاشت تا آبستنی (درجه روز رشد) طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۲. ستون‌های دارای حروف مشترک، تفاوت آماری معنی‌داری با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 4. The effect of planting date × cultivar interaction on booting (GDD) across 2013-15 cropping seasons. Columns with the similar letters are not significantly different using Duncan's multiple range test at 5% probability level.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- طول مراحل مختلف نمو در تاریخ‌های مختلف کاشت طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۲. Leaf appearance کاشت تا ظهور اولین برگ، Start tillering ظهور اولین برگ تا آغاز پنجه‌زنی، Single ridge آغاز پنجه‌زنی تا برجستگی ساده، Double ridge برجستگی ساده تا برجستگی دوگانه، Terminal spikelet برجستگی دوگانه تا سنبلچه انتهایی، Stem elongation سنبلچه انتهایی تا ساقه‌دهی، Flag leaf ساقه‌دهی تا ظهور برگ پرچم، Booting ظهور برگ پرچم تا آبستنی، Heading آبستنی تا سنبله‌دهی، Anthesis سنبله‌دهی تا گرده‌افشانی، Maturity گرده‌افشانی تا رسیدگی، Vg دوره رویشی، SE دوره طویل شدن ساقه، KFP دوره پرشدن دانه.

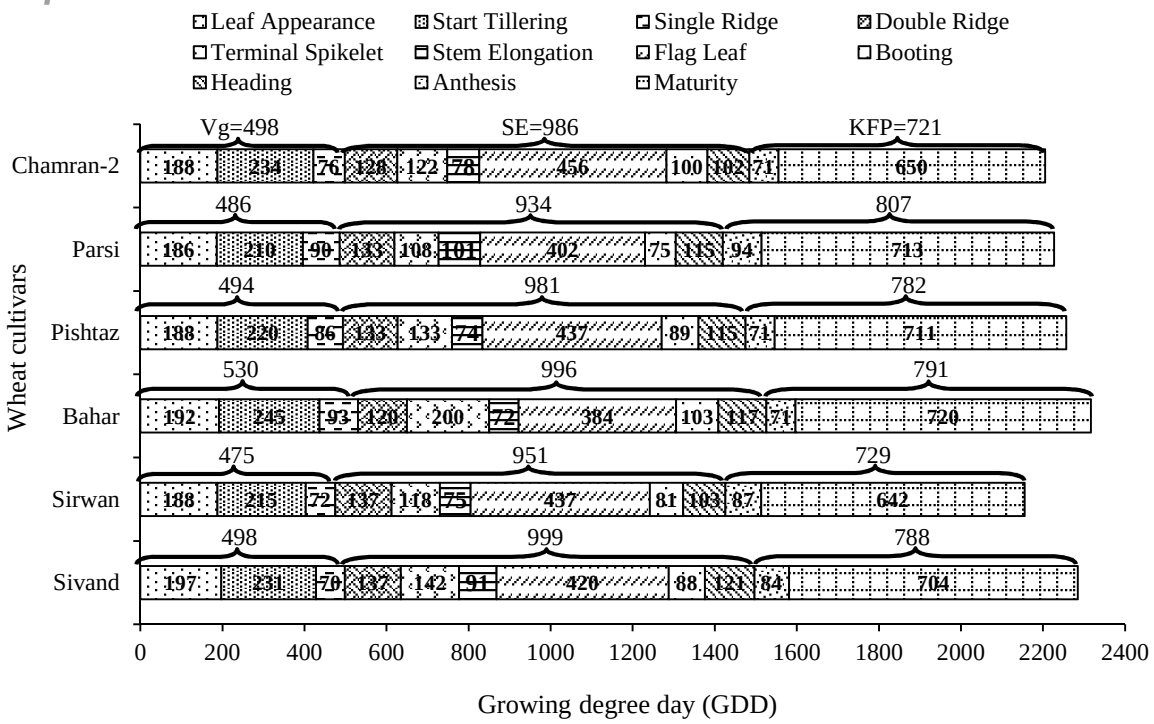
Figure 5. Duration of different developmental stages in different planting dates across 2013-15 cropping seasons. Leaf appearance, planting to leaf appearance; Start tillering, leaf appearance to start tillering; Single ridge, start tillering to single ridge; Double ridge, single ridge to double ridge; Terminal spikelet, double ridge to terminal spikelet; Stem elongation, terminal spikelet to stem elongation; Flag leaf, stem elongation to flag leaf; Booting, flag leaf to booting; Heading, booting to heading; Anthesis, heading to anthesis; Maturity, anthesis to maturity; Vg, vegetative period; SE, stem elongation period; KFP, grain filling period.

طول دوره پرشدن دانه، اهمیت زیادی در تعیین عملکرد دانه دارد و کاهش طول این دوره با کاهش عملکرد دانه همراه است. این امر یکی از دلایل احتمالی کاهش عملکرد دانه در کشت‌های تأخیری بود (جدول ۳). محققان دیگر نیز افزایش دمای تجمعی تاریخ کاشت بهینه را در همه مراحل فنولوژیک گندم نسبت به تاریخ‌های کاشت تأخیری گزارش کرده‌اند (Sikder, 2009).

ارقام گندم مورد بررسی برای تکمیل مراحل نموی خود طی مراحل فنولوژیک به درجه روز رشدهای متفاوت و معنی‌داری (جدول ۵) نیاز داشتند که این اختلاف بین ارقام در مرحله پرشدن دانه بیش‌تر بود، به‌طوری که بیش‌ترین اختلاف بین ارقام معادل ۸۶ درجه روز رشد در فاصله بین گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک مشاهده شد (شکل ۶). اختلاف معنی‌دار بین ارقام گندم از لحاظ طول دوره مراحل مختلف نموی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Jalal Kamali *et al.*, 2008; Ashena *et al.*, 2016). طبق نتایج، در چهار تاریخ کاشت مورد مطالعه، ارقام بهار و سیروان به‌ترتیب با ۲۳۱۷ و ۲۱۵۵ واحد بیش‌ترین و کم‌ترین درجه روز رشد را طی دوره رشد داشتند (شکل ۶). رقم پارسی نیز دمای تجمعی مورد نیاز برای طی شدن مراحل فنولوژیک را با سرعتی مناسب کسب کرد. این رقم با ۹۳۴ واحد کم‌ترین درجه روز رشد را در دوره طویل‌شدن ساقه (رشد زایشی) داشت که منجر به زودرسی آن شد و بنابراین اگرچه با ۸۰۷ واحد دارای بیش‌ترین درجه روز رشد در دوره پرشدن دانه بود (شکل ۶)، اما احتمالاً عدم مواجهه با تنش‌های محیطی و قابلیت انتقال مجدد مواد اندوخته در منبع سبب حصول عملکرد بالا در این رقم شد، به‌طوری که با ۸۰۹۷ کیلوگرم در هکتار، بیش‌ترین عملکرد را در مجموع چهار تاریخ کاشت داشت (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). معمولاً افزایش دوره پرشدن دانه در شرایط معمولی سبب انتقال بیش‌تر مواد فتوسنتزی به دانه می‌شود و بنابراین وزن دانه افزایش می‌یابد. باید توجه داشت که سرعت انتقال مجدد نیز اهمیت زیادی دارد و در این شرایط زودرسی نسبی صفتی مطلوب تلقی می‌شود (Kringwi *et al.*, 2004).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- طول مراحل مختلف نمو در ارقام گندم طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۲. علامت‌های اختصاری در شکل ۵ معرفی شده‌اند.

Figure 6. Duration of different developmental stages in wheat cultivars across 2013-15 cropping seasons. The abbreviations are shown in Figure 5.

جدول ۶- میانگین دمای هوا (درجه سلسیوس) در مراحل مختلف نمو گندم در تاریخ‌های مختلف کاشت طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۲

Table 6. Average temperature (ºC) in different developmental stages of wheat at various planting dates during 2013-15 cropping seasons

Planting date	Leaf appearance		Start tillering		Single ridge		Double ridge		Terminal spikelet		Stem elongation	
	2013-14	2014-15	2013-14	2014-15	2013-14	2014-15	2013-14	2014-15	2013-14	2014-15	2013-14	2014-15
Early	7.62	14.10	12.49	11.64	11.70	10.75	11.06	9.70	8.54	8.31	6.63	7.89
Timely	6.72	8.21	5.89	7.54	4.72	7.07	4.50	5.73	5.04	5.90	5.27	5.77
Late	4.20	6.94	3.41	4.85	3.69	5.20	4.04	5.24	4.58	5.58	4.78	5.95
Very late	4.09	4.67	4.29	4.75	4.62	4.74	4.91	5.95	5.65	5.70	6.08	6.09

Table 6. Continued

جدول ۶- ادامه

Planting date	Flag leaf appearance		Booting		Heading		Anthesis		Maturity		Grain filling period	
	2013-14	2014-15	2013-14	2014-15	2013-14	2014-15	2013-14	2014-15	2013-14	2014-15	2013-14	2014-15
Early	6.70	7.42	6.93	7.64	7.19	7.90	7.35	8.11	9.49	10.01	18.76	20.86
Timely	6.21	6.91	6.50	7.06	6.82	7.42	7.11	7.67	9.30	9.60	19.65	21.33
Late	6.32	6.92	6.76	7.25	7.12	7.70	7.43	8.06	9.66	10.22	21.15	22.73
Very late	7.47	7.36	7.91	7.69	8.32	8.22	8.55	8.46	11.06	10.71	21.68	23.13

به‌نظر می‌رسد که ارقامی که با تنظیم مراحل فنولوژیک و با رسیدگی زودتر، دوره پرشدن دانه را زودتر آغاز کنند، در دوره پرشدن دانه کم‌تر در معرض عوامل نامساعد انتهای فصل به‌ویژه گرما و خشکی قرار می‌گیرند و در نتیجه از عملکرد بالاتری برخوردار خواهند بود (Blum, 2005). در مقابل، رقم سیروان نیز اگرچه همانند رقم پارسی زودرس بود و مراحل فنولوژیک را سریع طی کرد (شکل ۶)، اما دارای کم‌ترین درجه روز رشد طی دوره پرشدن دانه بود که این موضوع ممکن است علت پایین بودن عملکرد رقم سیروان با ۷۱۹۲ کیلوگرم در هکتار باشد (داده‌ها نشان داده

www.SID.ir

Archive of SID

نشده‌اند). به‌طور کلی، در تمامی ارقام مورد بررسی، با تأخیر در کاشت و افزایش دما (جدول ۶)، تعداد روز برای سپری شدن هر یک از مراحل نموی کاهش یافت (شکل ۲). افزایش طول روز به موازات افزایش دما از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌ها و فتوسنتز، منجر به افزایش سرعت نمو و کوتاه شدن طول مراحل نمو می‌شود (Saleh Ravan *et al.*, 2018). کوتاه شدن دوره رشد نیز موجب کاهش جذب تشعشع طی فصل رشد و در نتیجه موجب کاهش مقدار تولید مواد فتوسنتزی می‌شود (Ashena *et al.*, 2016). از طرف دیگر، نباید از بادزدگی و چروکیدگی دانه به‌دلیل همزمانی دوره پرشدن دانه با گرمای آخرفصل که از عوامل کاهش عملکرد دانه در کاشت تأخیری است، غافل شد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج تحقیق نشان داد که تعجیل یا تأخیر در کاشت، سبب کاهش قابل‌ملاحظه عملکرد دانه نسبت به کاشت ورکشت در همه ارقام مورد بررسی و در هر دو سال اجرای آزمایش شد. در تمامی ارقام مورد بررسی، با تأخیر در کاشت و افزایش دما، تعداد روز برای طی‌شدن هر یک از مراحل نموی کاهش یافت. ارقام کشت‌شده در تاریخ کاشت‌های کرپه و خیلی کرپه، اگرچه سریع‌تر طول مراحل نمو زایشی را طی کردند و زودرس بودند، اما به‌دلیل دارا بودن کم‌ترین فاصله زمانی بین گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک، دوره پرشدن دانه در آن‌ها کوتاه‌تر بود و منجر به اثر منفی بر عملکرد دانه شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بیش از ۲۰ روز تأخیر در کاشت نسبت به کاشت در نیمه آبان‌ماه، باعث افزایش احتمال برخورد دوره پرشدن دانه با تنش گرمایی آخرفصل و کاهش عملکرد دانه می‌شود. بنابراین، می‌توان با اجتناب از کاشت تأخیری، از مکانیسم فرار و بهبود پرشدن دانه بهره جست. واکنش ارقام مورد بررسی به تعجیل و تأخیر در کاشت یکسان نبود و میزان افت عملکرد آن‌ها با هم متفاوت بود که به منزله این است که این ارقام انعطاف‌پذیری بیش‌تری در پاسخ به تغییر شرایط محیطی دارند. در مناطقی مانند کرمانشاه به‌دلیل تاخیر در برداشت محصولاتی از جمله ذرت، چغندرقند و سیب‌زمینی و در نتیجه به تأخیر افتادن مراحل آماده‌سازی زمین و تدارک شرایط برای کاشت گندم بعد از آن‌ها، عملاً در بسیاری از موارد تأخیر در تاریخ کاشت اجتناب‌ناپذیر است. در چنین شرایطی باید توجه به کاشت ارقام بهاره‌ای با طول دوره رویش کوتاه‌تر مانند پارسی و سیروان بیش از ارقامی چون بهار و سیوند مدنظر کشاورزان باشد؛ زیرا در ارقام دیررس، شروع دوره پرشدن دانه‌ها با گرمای خردادماه در استان کرمانشاه مواجه می‌شود و بنابراین، دانه‌ها از وزن کم‌تری برخوردار خواهند بود، در حالی‌که ارقام زودرس با تعجیل در آغاز پرشدن دانه‌ها، عملاً مراحل بسیار انتهایی این فرآیند با تشدید گرما مواجه می‌شود و بنابراین به‌نوعی از گرمای آخر فصل فرار خواهند کرد. در نواحی سرد استان نیز که کشاورزان در مهرماه اقدام به کاشت گندم می‌کنند، بهتر است ارقامی مانند سیوند و بهار که دوره رشد رویشی طولانی‌تری دارند، مورد توجه قرار گیرند تا درصد خسارت سرمازدگی احتمالی کاهش یابد.

سپاسگزاری

این پژوهش برگرفته از بخشی از پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب ۰۴-۴۳-۰۳-۹۲۳۲۷ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی است که بدین‌وسیله قدردانی می‌شود. همچنین از همکاران ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه سپاسگزاری می‌شود.

References

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 it's relation with grain yield. **Journal of Plant Production** 17 (2): 109-122. (In Persian with English Abstract).

Arzadum, M. J., Arroquy, J. I., Laborde, H. E. and Brevedan, R. E. 2006. Effect of planting date, clipping height, and cultivar on forage and grain yield of winter wheat in Argentinean Pampas. **Agronomy Journal** 98: 1274-1279.

Ashena, M., Kafi, M., Jafarnezhad, A. and Sharifi, H. R. 2016. Evaluation of planting date and nitrogen effects on the development stages of wheat cultivars and their relationship with yield and yield components in Nishabur. **Journal of Crop Production** 8 (4): 143-162. (In Persian with English Abstract).

www.SID.ir

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

Dubey, R., Pathak, H., Singh, S., Chakravarti, B., Thakur, A. K. and Fagodia, R. K. 2019. Impact of sowing dates on terminal heat tolerance of different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. **National Academy Science Letters** 42: 445-449.

Faragee, H., Godarzi, A., Owliaiee, H. R., Azimi Gandoman, M. 2013. Assessment of yield of some wheat cultivars to planting date in Noorabad Mammasani. **Journal of Plant Production** 35 (4): 29-42. (In Persian with English Abstract).

Fateh, Sh., Rasouli, A., Sari Saraf, B. and Kamali, Gh. A. 2016. Study on GDD for wheat growing season period in Iran. **Journal of Climate Research** 27: 1-9. (In Persian with English Abstract).

Flowers, M., James, C., Petrie, S., Machado, S. and Rhinhart, K. 2006. Planting date and seeding rate effects on the yield of winter and spring wheat varieties results from the 2005-2006 cropping year. **Agricultural Research** 12 (2): 72-74.

Gonza´lez, F. G., Slafer, G. A. and Miralles, D. J. 2003. Floret development and spike growth as affected by photoperiod during stem elongation in wheat. **Field Crops Research** 81: 29-38.

Hossain, I., Epplin, F. M. and Krenzer, E. G. 2003. Planting date influence on dual-purpose winter wheat forage yield, grain yield, and test weight. **Agronomy Journal** 95: 1179-1188.

Hussain, M., Farooq, M., Shabir, G., Khan, M. B., Zia, A. B. and Lee, D. J. 2012. Delay in planting decreases wheat productivity. **International Journal of Agriculture and Biology** 14: 533-539.

Hussain, M., Shabir, G., Farooq, M., Jabran, K. and Farooq, S. 2012. Developmental and phenological responses of wheat to sowing dates. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences** 49 (4): 459-468.

Jalal Kamali, M. R., Sharifi, H. R., Khodarahmi, M., Joukar, R., Torkamaan, H. and Ghavidel, N. 2008. Variation in developmental stages and its relationships with yield and yield components of bread wheat cultivars under field conditions: I. Phenology. **Seed and Plant** 23 (4): 445-472. (In Persian with English Abstract).

Kalateh Arabi, M., Sheikh, F., Soqi, H. and Hivehchie, J. 2011. Effects of sowing date on grain yield and its components of two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in Gorgan in Iran. **Seed and Plant Production** 27 (3): 285-296. (In Persian with English Abstract).

Khan, A. S., Ashfaq, M. and Asad, M. A. 2003. A correlation and path coefficient analysis for some yield components in bread wheat. **Asian Journal of Plant Science** 2 (8): 582-584.

Kringwi, F. M., Van Ginkel, M., Terthowan, R., Sears, R. G., Rajaram, S. and Paulsen, G. M. 2004. Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. **Euphytica** 135: 361-371.

Liu, S., Mo, X., Lin, Z. H., Xu, Y., Ji, J., Wen, G. and Richey, J. 2010. Crop yield responses to climate change in the Huang-Huai-Hai Plain of China. **Agricultural Water Management** 97: 1195-1209.

Ma, S. X., Churkina, G. and Trusilova, K. 2011. Investigating the impact of climate change on crop phenological events in Europe with a phenology model. **International Journal of Biometeorology** 56 (4): 749-763.

Mahfoozi, S. and Sasani, S. 2008. Vernalization requirement of some wheat and barley genotypes and its relationship with expression of cold tolerance under field and controlled conditions. **Iranian Journal of Field Crop Science** 39 (1): 113-126. (In Persian with English Abstract).

Miralles, D. J., Ferro, B. C. and Slafer, G. A. 2001. Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. **Field Crops Research** 71: 211-223.

Mirhaji, T., Sanadgol, A. A., Ghasemi, M. H. and Nouri, S. 2010. Application of growth degree-days in determining phenological stages of four grass species in Homand Absard Research Station. **Iranian Journal of Range and Desert Reseach** 17 (3): 362-376. (In Persian with English Abstract).

Mohammadi Gonbad, R., Esfahani, M., Roustaei, M. and Sabouri, H. 2016. Effect of planting dates on grain filling of bread wheat genotypes under rain-fed condition of Gonbad-e-Qabus region. **Cereal Research** 6 (3): 307-321. (In Persian with English Abstract).

Moshatati, A., Siadat, S. A., Bakhshandeh, A. and Jalal-Kamali, M. R. 2018. The effect of growth and development periods on grain yield of spring bread wheat under terminal heat stress in Ahwaz. **Environmental Stresses in Crop Sciences** 11 (1): 197-209. (In Persian with English Abstract).

www.SID.ir

Archive of SID
Naderi A. 2013. Efficiency of heat unit and accumulative growing degree-day phenological stages and their relation with grain yield of wheat genotypes. **Crop Physiology Journal** 5 (18): 115-128. (In Persian with English Abstract).

Nazeri, M. 2017. Changes in developmental stages and canopy temperature depression of bread wheat under different environmental conditions due to differential sowing dates. **Applied Research in Field Crops** 30 (1): 46-72. (In Persian with English Abstract).

Niles, M. T., Lubell, M. and Brown, M. 2015. How limiting factors drive agricultural adaptation to climate change. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 200: 178-185.

Radmehr, M., Lotf Ali Ayeneh, GH. A. and Mamghani, R. 2005. Responses of late, medium and early maturity bread wheat genotypes to different sowing dates. 1. Effect of sowing date on phenological, morphological and grain yield of four bread wheat genotypes. **Seed and Plant** 21 (2): 175-189. (In Persian with English Abstract).

Refay, Y. A. 2011. Yield and yield components parameters of bread wheat genotypes as affected by sowing dates. **Middle-East Journal of Science Research** 7 (4): 484-489.

Saleh Ravan, M., Galeshi, S., Zeinali, E., Mohammadi, R., Rahemi Karizaki, A. and Izadi, Z. 2018. Quantification of growth and development of wheat cultivars under different photoperiod conditions in Gonbad-e-Kavous area. **Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology** 4 (2): 101-122. (In Persian with English Abstract).

Sasani, S., Hemming, M. N., Oliver, S. N., Greenup, A., Tavakkol-Afshari, R., Mahfoozi, S., Poustini, K., Sharifi, H. R., Dennis, E. S., Peacock, W. J. and Trevaskis, B. 2009. The influence of vernalization and daylength on expression of flowering-time genes in the shoot apex and leaves of barley (*Hordeum vulgare*). **Journal of Experimental Botany** 60 (7): 2169-2178.

Sasani, S., Tavakkol Afshari, R., Mahfoozi, S. and Tervasekis, B. 2012. The Relationships among the vernalization response, carbohydrate accumulation, developmental stages and frost tolerance in bread wheat cultivars. **Iranian Journal of Field Crop Science** 43 (2): 281-293. (In Persian with English Abstract).

Satorre, E. H. and Slafer, G. A. 1960. Wheat: Ecology and physiology of yield determination. The Haworth Press, Inc. New York, London, Oxford.

Sikder, S. 2009. Accumulation heat unit and phonology of wheat cultivars as influenced by late sowing heat stress condition. **Journal of Agriculture and Rural development** 7 (1 & 2): 57-64.

Subedi, K. D., Ma, B. L. and Xue, A. G. 2007. Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. **Crop Science** 47: 36-44.

Wypych, A., Sulikowska, A., Ustrnul, Z. and Czekierda, D. 2017. Variability of growing degree days in Poland in response to ongoing climate changes in Europe. **International Journal of Biometeorology** 61: 49-59.

Yousefi Moghaddam, R., Khoramdel, S., Bannayan Aval, M. and Nassiri Mahallati, M. 2018. Comparison of old and new dryland wheat cultivars in response to different planting dates. **Applied Research in Field Crops** 31 (2): 46-72. (In Persian with English Abstract).

Zadoks, J. C., Chang, T. T. and Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research** 14: 415-421.

www.SID.ir

Archive of SID

doi: 10.22124/c.2019.13938.1510

University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 9, No. 2, Summer 2019 (143-156)

Study on bread wheat (*Triticum aestivum* L.) growth stages using growing degree day index under early and late planting date in Kermanshah

Shahryar Sasani[1*], Reza Amiri[2], Hamid Reza Sharifi[3] and Ali Lotfi[4]

Received: July 23, 2019 Accepted: September 9, 2019

Abstract

To investigate the effect of planting date on grain yield and phenological stages of some new bread wheat cultivars, a split plot experiment was conducted as randomized complete block design with three replications in Eslamabad-e-Gharb Agricultural Research Station, Kermanshah, Iran, during 2013-2015 cropping years. The studied factors included planting date at four levels (early, timely, late and very late) and wheat cultivar at six levels (Chamran-2, Parsi, Pishtaz, Bahar, Sirwan and Sivand) which were considered as main- and sub-plots, respectively. Based on the results, early, late and very late planting dates caused a decrease in grain yield by 19.34, 30.34 and 44.40 percent, respectively. The total growth period of wheat cultivation in early, timely, late and very late planting dates were 244, 222, 204 and 181 days, respectively. In early planting date, the traits of number of days to first leaf appearance, tillering, single ridge, double ridge, terminal spikelet and stem elongation was decreased, but after stem elongation stage, the studied cultivars had the highest number of days to flag leaf appearance, booting, heading, anthesis and physiological maturity. The cultivars "Bahar" and "Sirwan" had the highest and lowest values (2317 and 2155 growing degree days, respectively) during the growth period at all planting dates. Cultivar “Parsi” with 934 units in stem elongation and 807 units in grain filling period, had the highest and lowest growing degree days, respectively, and therefore due to early maturity (heading) and fine grain filling capability, had the highest grain yield (8097 kg.ha^{-1}) in a total of four planting dates. Overall, the results of this study showed that early and late planting dates significantly reduced grain yield compared to timely planting in all studied cultivars. Therefore, planting in mid-November and using wheat cultivars such as "Parsi" and "Sirwan" can be recommended for similar climates of the studied region in this research.

Keywords: Delay planting, Double ridge, Grain filling period, Grain yield, Phenology

1. Research Assist. Prof., Dept. of Crop and Horticultural Science Research, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran
2. Research Assist. Prof., Dept. of Crop and Horticultural Science Research, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Korramabad, Iran
3. Research Assoc. Prof., Dept. of Crop and Horticultural Science Research, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran
4. Researcher, Eslamabad-e-Gharb Agricultural Research Station, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran
* Corresponding author: shahryarsasani@gmail.com

www.SID.ir