به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۳ ■ شماره ٤ ■ زمستان ١٤٠٠
صفحه‌های ٧٤١-٧٢٧
DOI: 10.22059/jci.2021.306231.2419

مقاله پژوهشی:

ارزیابی واکنش ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم دیم به تأخیر در زمان کاشت در شرایط مشهد

علیرضا خداشناس*
استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بجنورد، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۲۳

چکیده
به‌منظور ارزیابی عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم دیم در دو تاریخ کاشت و تعیین ارقام مناسب برای کاشت با تأخیر، آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده با سه تکرار طی دو سال زراعی ١٣٩٦-١٣٩٤ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق در مشهد به‌اجرا درآمد. عامل اصلی تاریخ کاشت در دو سطح پاییزه و انتظاری و عامل فرعی ژنوتیپ‌های گندم در ١٦ سطح (١٤ رقم و دو لاین امیدبخش) و شامل ارقام آذر۲، آفتاب، اوحدی، باران، دهدشت، رصد، ریژاو، سبلان، سرداری، قابوس، کراس‌سبلان، کریم، کوهدشت و هما بود. نتایج نشان داد که زمان گلدهی ارقام متفاوت بود و در تاریخ کاشت‌های موردبررسی هیچ‌یک از ارقام در دامنه دمایی مطلوب گلدهی را آغاز نکردند. از نظر عملکرد دانه نیز اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های موردبررسی وجود داشت و ارقام کریم و ریژاو به‌ترتیب با میانگین ١٤٣٠ و ١٣٢٦ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و ارقام اوحدی و رصد به‌ترتیب با میانگین ٨٩٣ و ٩٢٥ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین عملکرددانه را نشان دادند، تفاوت بیش‌ترین و کم‌ترین میزان عملکرد دانه حدود ٦٠ درصد بود. براساس نتایج با تأخیر در کاشت، گلدهی ارقام فاصله بیش‌تری از شرایط مطلوب دمایی یافت و بنابراین تاریخ کاشت پاییزه توصیه می‌شود. هم‌چنین برای کشت پاییزه، ارقام کریم و ریژاو و برای کشت انتظاری فقط ارقام بهاره نظیر کریم و آفتاب پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تاریخ‌کاشت، کشاورزی دیم، کشت انتظاری، گرده‌افشانی، مراحل نمو.

Evaluation of response of wheat cultivars and lines to delay in planting date in Mashhad conditions

Alireza Khodashenas*
Assistant Professor, North Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bojnord, Iran.
Received: September 15, 2020 Accepted: December 13, 2020

Abstract
In order to evaluate grain yield of wheat cultivars in two planting dates and determination of proper cultivars for autumn and entezari culture, a study is carried out during two years, between 2015 and 2017 in Torogh research station in Mashhad. Two planting dates of autumn and entezari culture are the main plot and 16 genotypes of wheat (14 cultivars and 2 promising lines), including Baran, Rasad, Sardari, Sabalan, Crosssabalan, Rijav, Karim, Koohdasht, Dehdasht, Azar2, Homa, Ohadi, Ghaboos, and Aftab cultivars are the subplot. Results show that significant difference exist between cultivars in terms of agronomic characteristics and grain yield. Flowering date of cultivars differ and no cultivar start flowering in the optimum temperature range for flowering. Cultivars of Karim and Rijav with mean yield of 1430 and 1326 kg/ha, respectively, have had the maximum yield and cultivars of Ohadi and Rasad with mean yield of 893 and 925 kg/ha, respectively, the minimum. The difference between maximum and minimum grain yield is about 60%. Delay in planting leads to delay in pollination in all cultivars; therefore, autumn planting date could be recommended. Also for autumn planting, cultivars of Karim and Rijav can be advised and for entezari planting date only spring cultivars such as Karim and Aftab are recommended.

Keywords: Dryland agriculture, entezari planting date, growth stages, planting date, pollination.

* نویسنده مسئول
Email: a.khodashenas@areeo.ac.ir

۱. مقدمه

سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (فائو) پیش‌بینی نموده است که جمعیت بشر تا سال ۲۰۵۰ حدود ۳٤ درصد افزایش خواهد یافت و بر این اساس تولید محصولات اساسی نظیر غلات نیز باید حدود ٤۳ درصد افزایش یابد (Powell *et al*., 2011). با رشد روزافزون جمعیت، امنیت غذایی یکی از نگرانی‌های عمده است و با توجه به اثرات تغییر اقلیم و ناپایداری شدید منابع آبی مورد مصرف برای تولید محصولات آبی، به‌ویژه در استان‌هایی نظیر خراسان رضوی که اتکای زیادی به منابع ناپایدار آب‌های زیرزمینی دارد، اهمیت این موضوع بیش‌تر می‌شود. غلات در ابتدای فهرست تامین نیازهای غذایی بشر هستند و به‌ویژه گندم و ذرت در فرهنگ غذایی غرب و برنج در آسیا غالب هستند (Otegui & Slafer, 2011).

کشت گندم در زمان مناسب، مهم‌ترین عامل مدیریتی برای به حداکثر رساندن عملکرد دانه در شرایط دیم است. از این‌رو، در روند سازگاری گندم در شرایط دیم استرالیا، واکنش ارقام گندم به شرایط محیطی برای به حداکثر رساندن عملکرد دانه اولویت است (Sharma *et al*., 2008). تاریخ‌های کاشت و میزان بذر تصمیم‌های مدیریتی کلیدی برای گندم زمستانه هستند زیرا بر هزینه‌های تولید، پتانسیل عملکرد دانه و کیفیت آن تأثیر دارند (Morgan *et al*., 2011). Sharma *et al*. (2008) آزمایشی برای مقایسه ارقام در تاریخ‌های کاشت متفاوت انجام دادند و نتایج نشان داد که ارقام از نظر بهترین تاریخ کاشت برای حداکثر عملکرد دانه تفاوت دارند. Morgan *et al*. (2011) گزارش کرده‌اند که کاهش پتانسیل عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام در گریت پلینز با کاهش درآمد موردانتظار برای گندم زمستانه دیم همراه خواهد بود. در چنین وضعیتی (تأخیر کاشت) کشت ارقام بهاره و با پتانسیل‌های متفاوت می‌تواند به‌عنوان جایگزین مناسب بخشی یا حتی کل کاهش عملکرد دانه ناشی از کشت دیرهنگام را جبران نماید، بدیهی است این جایگزینی نیازمند بررسی ارقام در این تاریخ‌های کاشت خواهد بود. ارقام زمستانه در کشت زودهنگام در رسیدن به مرحله ظهور سنبله تأخیر نشان می‌دهند و معمولاً برای کشت دیرهنگام مناسب نیستند، اما یک رقم بهاره با نمو آهسته در کشت زودهنگام و نمو سریع با افزایش درجه حرارت و طول روز در بهار ممکن است بهتر باشد (Cane *et al*., 2013).

ارقام گندم با توجه به اهداف اصلاحی پتانسیل‌های متفاوتی کسب می‌کنند و همین ویژگی این امکان را فراهم می‌سازد که برای محیط‌هایی با شرایط مختلف، ارقام سازگار در دسترس باشد که قادر هستند تنوع شرایط محیطی را در جهت تولید قابل‌قبول تحمل نمایند. Dreccer *et al*. (2007) طی مقایسه لاین‌های گندم نان اصلاح‌شده توسط سیمیت برای محیط‌های دیم، گزارش کردند که موفقیت ارقام به شرایط محیطی بستگی دارد. در استرالیا پیشرفت در محیط‌های دارای محدودیت‌های آبی در آغاز، زمانی انجام شد که محصولات زراعی سازگاری فنولوژیکی یافتند، کشت به‌هنگام، گلدهی بعد از رفع خطر سرما و رسیدگی قبل از گرما و خشکی تابستان از جمله این موارد هستند (Kirkegaard & Hunt, 2010). نتایج پژوهشی برای ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم نشان داد که در مناطق گرم و خشک جنوب ایران که خطر خشکی آخر فصل یا وزش بادهای گرمسیری وجود دارد، باید ارقام زودرس، متحمل به تنش خشکی و سازگار با شرایط منطقه کشت شوند و ژنوتیپ‌هایی که زودرس‌تر هستند برای کشت در این مناطق مناسب‌تر می‌باشند (Dastfal *et al*., 2011). Modhej *et al*. (2011) با بررسی اثر تنش گرمای پایان فصل و سطوح نیتروژن بر عملکرد و روند رشد دانه شش رقم گندم در اهواز نشان دادند که تفاوت دوره رشدی این ارقام از جمله تسریع در مراحل گرده‌افشانی و

پرشدن دانه بر مقاومت به تنش گرمایی آخر فصل مؤثر است و عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

گلدهی مرحله حساسی از نمو در چرخه زندگی اغلب محصولات زراعی است که بر شانس گرده‌افشانی و سایر واکنش‌های محصولات زراعی نظیر توسعه برگ، رشد ریشه و جذب مواد غذایی تأثیر دارد. درجه حرارت محیط، فتوپریود و ورنالیزاسیون عوامل مهم محیطی هستند که بر زمان گلدهی محصولات زراعی مؤثر هستند؛ زمان گلدهی گندم از طریق ترکیبی از تاریخ کاشت و رقم تعیین می‌شود (Wang *et al*., 2015). در همه محیط‌ها دوره زمانی وجود دارد که گندم برای تولید حداکثر عملکرد دانه باید در این دوره گلدهی داشته باشد. این بازه زمانی، دوره مطلوب گلدهی است؛ گلدهی در زمان مطلوب برای عملکرددانه ضروری است زیرا تعداد دانه دقیقاً قبل و در زمان گلدهی تعیین می‌گردد و عملکرد دانه به تنش‌های خشکی و درجه حرارت‌های حداکثر و حداقل طی این دوره بسیار حساس است (Flohr *et al*., 2017). موفقیت مرحله زایشی غلات برای بهبود تولید دانه ضروری است و به‌نظر می‌رسد محدودیت‌های محیطی (خشکی، سرما، یخبندان، گرما و ورس) که ناشی از تغییرات اقلیمی هستند بر ثبات عملکرد غلات تأثیر شدیدی داشته باشند به گونه‌ای که گزارش شده است در ایالات متحده کاهش سازگاری به تنش‌های محیطی عامل کاهش ۷۱ درصدی در پتانسیل عملکرد دانه است و تنش خشکی طی مرحله قبل از گرده‌افشانی اثر زیادی بر تعداد دانه در سنبله دارد (Powell *et al*., 2011). در محیط‌های دارای محدودیت فصل خشک، گلدهی در خارج از زمان مطلوب (که معمولاً کوتاه است) می‌تواند منجر به کاهش شدید عملکرد دانه شود (Flohr *et al*.,2017).

ارقام گندم از نظر رشد و عملکرد در نتیجه اثرات متقابل بین دوره رسیدگی، تاریخ‌های کاشت و شرایط اقلیمی متفاوت هستند (Tapley *et al*., 2013). شناخت ارقام و ویژگی‌های آن‌ها برای مدیریت مراحل مهم رشدی از طریق تاریخ کاشت در ارتقای عملکرد دانه اهمیت ویژه‌ای دارد (Sharma *et al*., 2008). با این وجود به این موضوع بسیار مهم یعنی تناسب رقم با تاریخ کاشت، که یکی از عوامل کلیدی در موفقیت کشاورزی دیم در هر منطقه است، توجه کافی نشده و ارقام گندم زمستانه سهم بسیار زیادی از سطح زیرکشت مزارع دیم استان خراسان رضوی را به‌خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که این ارقام ممکن است مناسب کشت‌های تأخیری و یا حتی انتظار نباشند؛ ارقامی که به‌علت ویژگی‌های ژنتیکی با تأخیر در کاشت و برخورد مراحل حساس رشدی با شرایط نامساعد محیطی قادر به بروز پتانسیل خود نبوده و ممکن است کاهش عملکرد دانه قابل‌توجهی داشته باشند. در حالی‌که انتخاب ارقام مناسب برای یک تاریخ کاشت که باعث گلدهی در زمان مناسب و شرایط مطلوب محیطی شود، وظیفه تولیدکنندگان گندم است (Tapley *et al*., 2013). برای این منظور ترکیب جدیدی از مدیریت و ژنتیک برای تثبیت زمان گلدهی به‌منظور غلبه بر کاهش عملکرد دانه نیاز خواهد بود (Dreccer *et al*., 2007). طبق آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی، سطح زیر کشت گندم دیم این استان در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹٤ معادل ۱۲۵۰۰۰ هکتار بوده‌است (Anonymous, 2017). سطح زیرکشت قابل توجه گندم دیم در استان خراسان رضوی و پتانسیل تأثیر آن بر تولید استانی و ملی گندم، مستلزم توجه به مدیریت متناسب برای دستیابی به بیش‌ترین بهره‌وری از بارندگی‌ها در جهت بهبود امنیت غذایی و پایداری تولید در دیم‌زارهای استان است. ازآنجاکه انتخاب رقم و تاریخ کاشت مناسب از اصول اولیه موفقیت تولید در شرایط دیم است، این مطالعه نیز با هدف ارزیابی تاریخ‌های کاشت و ارقام گندم برای دستیابی به شرایط مطلوب از نظر این دو عامل مهم مدیریتی انجام یافت.

۲. مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی عملکرددانه ارقام و ژنوتیپ‌های گندم دیم در دو تاریخ کاشت و شناسایی ارقام مناسب برای جبران کاهش عملکرد ناشی از تأخیر در کاشت، این مطالعه طی دو سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹٤ و ۱۳۹٦-۱۳۹۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق شهرستان مشهد (با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۱٦ دقیقه شمالی در ارتفاع ۹۹۹/۲ متری از سطح دریا) انجام شد. در این آزمایش دو تاریخ کاشت پاییزه و انتظاری و ۱٤ رقم و دو لاین امیدبخش گندم زمستانه به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مقایسه قرار گرفت، به گونه‌ای‌که تاریخ‌های کاشت کرت‌های اصلی و ژنوتیپ‌ها، کرت‌های فرعی را تشکیل دادند. در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹٤ و ۹٦-۱۳۹۵ تاریخ‌های کاشت اول به‌ترتیب ۱۳۹٤/۸/۷ و ۱۳۹۵/۸/۱٦ و تاریخ‌های کاشت دوم به‌ترتیب ۱۳۹٤/۱۰/٦ و ۱۳۹۵/۹/۳۰ بود. ارقام موردنظر برای مقایسه شامل آذر۲ (زمستانه)، آفتاب (بهاره)، اوحدی (زمستانه)، باران (زمستانه)، دهدشت (دوروم بهاره)، رصد (زمستانه)، ریژاو (بینابین)، سبلان (زمستانه)، سرداری (زمستانه)، قابوس (زمستانه)، کراس‌سبلان (زمستانه)، کریم (بهاره)، کوهدشت (بهاره) و هما (زمستانه) بود. عملیات خاک‌ورزی شامل استفاده از گاوآهن برگرداندار و دیسک بود. تغذیه به‌صورت پایه در ابتدای فصل بر مبنای حدود ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره، سوپرفسفات و سولفات پتاسیم در هر هکتار برای هر دو سال انجام شد، در سال اول و با توجه به بارندگی‌ها در تاریخ ۱۳۹۵/۱/۲۸ بر مبنای ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، کود اوره به‌صورت سرک مصرف شد، اما در سال دوم که بارندگی‌های بهاره اتفاق نیفتاد، کود سرک بهاره مصرف نشد. عملیات کاشت با دستگاه کاشت آزمایشی غلات انجام شد و هر کرت شامل شش ردیف کشت هر یک به فواصل ۲۰ سانتی‌متر و طول شش متر با تراکم ۳۳۰ بذر در مترمربع بود. مراحل نمو دربرگیرنده جوانه‌زنی، پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک طی فصل رشد بود و براساس زمان وقوع هر یک از مراحل در ۵۰ درصد از بوته‌های هر کرت ثبت گردید. با توجه به داده‌های هواشناسی، وقوع هر مرحله رشدی، زمان مناسب وقوع گلدهی گندم از نظر دمایی (Flohr *et al*., 2017) و هم‌چنین زمان گرده‌افشانی ژنوتیپ‌ها در هر سال براساس درجه روز رشد (GDD) برای هر تاریخ کاشت طبق رابطه (۱) تعیین شد.

$$GDD = \Sigma\ (Tmax + Tmin)/2 - T_b) \qquad (۱)$$

(درجه روز رشد)

T_{max} و T_{min} به‌ترتیب حداکثر و حداقل دمای روزانه هستند که براساس ۳۰ و صفر درجه سانتی‌گراد تصحیح شده‌اند؛ T_b دمای پایه گندم است که معادل صفر درجه در نظر گرفته شده است (Sharifi, 2016). پس از رسیدگی محصول، یک متر طولی از هر کرت جهت تعیین اجزای عملکرد به‌طور کامل برداشت شد. برای تعیین عملکرد در واحد سطح، برداشت تمام کرت با کمباین مخصوص برداشت آزمایشات غلات انجام شد. تجزیه آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه 8.2) انجام یافت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

۳. نتایج و بحث

۳. ۱. شرایط آب‌وهوایی

میانگین بارندگی کل استان در سال‌های زراعی۱۳۹۵-۱۳۹٤ و ۱۳۹٦-۱۳۹۵ به‌ترتیب حدود ۱۰/۷ و ۱/۳ درصد بیش‌تر از میانگین دراز مدت استان بوده‌است (جدول ۱).

جدول ۱. میزان و توزیع بارندگی سالیانه (میلی‌متر) مشهد طی فصل رشد در سال‌های انجام آزمایش

پاییز		زمستان		بهار		بارندگی سالیانه		
سال زراعی	دوره آماری	سال زراعی	دوره آماری	سال زراعی	دوره آماری	سال زراعی	دوره آماری	
٤٧/٣	٤٢/١	٦٤/١	١١٠/٢	١٦٤/٦	٩٧/١	٢٧٦	٢٤٩/٤	سال زراعی ١٣٩٥-١٣٩٤
١٦/٢	٤٢/١	١٤٠/٨	١١٠/٢	٩٥/٧*	٩٧/١	٢٥٢/٧	٢٤٩/٤	سال زراعی ١٣٩٦-١٣٩٥

* ٧٤/٦ میلی متر از این مقدار بارندگی تا ١٣٩٥/١/١٦ اتفاق افتاده و از تاریخ ١٣٩٥/١/١٦ تا ١٣٩٥/٢/١٥ بارندگی قابل‌توجهی رخ نداده است.

جدول ۲. مقایسه تغییرات دما (درجه سلسیوس) نسبت به میانگین دوره‌ای و دو سال اجرای آزمایش

سال زراعی ٩٥-١٣٩٤			سال زراعی ٩٦-١٣٩٥			
از ابتدای سال زراعی تا تاریخ	میانگین دما	مقایسه با میانگین دوره آماری	از ابتدای سال زراعی تا تاریخ	میانگین دما	مقایسه با میانگین دوره آماری	مقایسه با سال زراعی ١٣٩٥-١٣٩٤
١٣٩٤/٩/٢٥	١٣	٠/٥	-	-	-	-
١٣٩٤/١٠/٢٧	١١/٢	١/٣	١٣٩٥/١٢/١٦	٨/٢	-٠/١	-٢
١٣٩٤/١١/٢١	١٠/٤	١/٦	١٣٩٦/١/٢٩	٨/٥	-٠/٥	-٢/٢
١٣٩٤/١٢/٢٤	١٠/٤	٢/١	١٣٩٦/٢/٩	٩/١	-٠/٤	-١/٩
١٣٩٥/١/٣٠	١٠/٦	١/٧	١٣٩٦/٢/١٨	٩/١	-٠/٨	-٢/٤

در سال زراعی ٩٥-١٣٩٤ درصد قابل‌توجهی از بارندگی‌ها در بهار اتفاق افتاد. گرچه در پاییز و زمستان نیز شرایط رطوبتی مناسب بود، اما در سال زراعی ١٣٩٦-١٣٩٥ فصل پاییز بارندگی قابل توجه و مناسب برای سبز شدن بذور اتفاق نیفتاد و بیش‌تر بارندگی‌ها در زمستان و ابتدای بهار رخ داد (جدول ١).

شرایط حرارتی نیز در این دو سال انجام آزمایش متفاوت بود، در سال زراعی ٩٥-١٣٩٤ دمای هوا در پاییز و زمستان و تا آخر فصل رشد بالاتر از حد معمول بود، یخبندان‌های معمول زمستانه رخ نداد و بارندگی‌ها نیز اغلب به‌صورت باران اتفاق افتاد (جدول ٢). اما در سال زراعی ٩٦-١٣٩٥ دمای هوا از ابتدای پاییز تا آخر فصل رشد سردتر از شرایط معمول و البته به میزان قابل‌توجهی سردتر از سال زراعی ٩٥-١٣٩٤ بود (جدول ٢).

٣. ٢. مراحل نمو

مراحل نمو ثبت‌شده برای ژنوتیپ‌های گندم موردبررسی بر مبنای درجه روز رشد در جدول‌های (٣) و (٤) آمده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود ارقام از نظر طی مراحل فنولوژیکی رفتار متفاوتی داشتند و این تفاوت در مراحل حساس رشدی نیز قابل توجه است. براساس اطلاعات جدول‌های (٣) و (٤) درجه روز رشد مورد نیاز تا رسیدن به هر یک از مراحل نمو و درنهایت رسیدگی فیزیولوژیک با تأخیر در کاشت کاهش یافت و در سال دوم به میزان قابل‌توجهی کم‌تر از سال اول بود. در هر دو سال انجام آزمایش و در هر دو تاریخ کاشت تیپ‌های زمستانه مراحل نموی را با تأخیر نسبت به تیپ‌های بهاره آغاز نمودند. در سال اول اجرای آزمایش و در تاریخ کاشت اول بیش‌ترین فاصله بین مراحل نموی تیپ‌های زمستانه و بهاره در مراحل ساقه‌روی، ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوژیک به‌ترتیب ١٨، ١١ و ١٣ روز بود، این فاصله در تاریخ کاشت دوم این سال و برای مراحل نموی ساقه‌روی، ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوژیک به‌ترتیب ١٢، ١٠ و هفت روز بود (اطلاعات مراحل نمو بر مبنای روز آورده نشده است).

جدول ۳. وقوع مراحل نمو ژنوتیپ‌های گندم براساس درجه روز رشد در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹٤

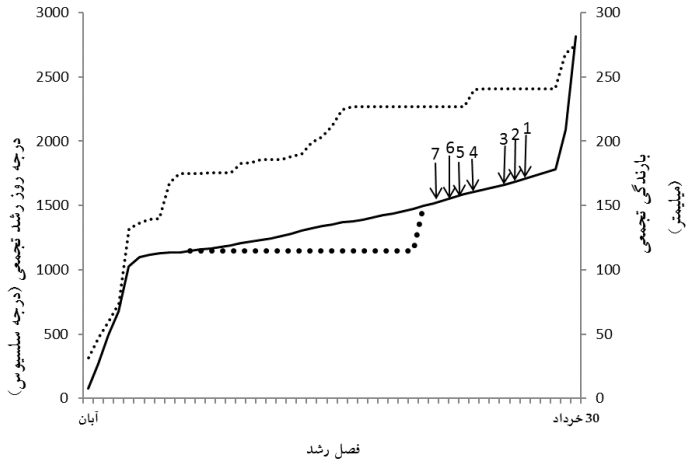
ارقام	درجه روز رشد از سبزشدن بذور تا					
	شروع ساقه‌روی		ظهور خوشه		رسیدگی فیزیولوژیک	
	تاریخ کاشت اول	تاریخ کاشت دوم	تاریخ کاشت اول	تاریخ کاشت دوم	تاریخ کاشت اول	تاریخ کاشت دوم
آذر ۲	۱۳۱۰	۹۱۳	۱٦۸۷	۱۱۷۷	۲۲۱۳	۱٦۸٤
باران	۱۳۲۵	۹۱۳	۱۷۰٦	۱۱۹۸	۲۱۹۰	۱٦۸٤
اوحدی	۱٤۵٤	۹۲٦	۱۷۲٦	۱۲۲۱	۲۲۸۳	۱۷۰۷
کراس‌سبلان	۱۳۱۰	۹۱۳	۱۷۰٦	۱۱۹۸	۲۲۵۹	۱۷۷۹
رصد	۱۳۱۰	۹۱۳	۱۷۰٦	۱۱۹۸	۲۲۱۳	۱٦۸٤
هما	۱٤۵٤	۹٤۱	۱۷٤۹	۱۲۲۱	۲۳۰۷	۱۷۵۵
سبلان	۱۳۲۵	۹۱۳	۱۷۲٦	۱۱۹۸	۲۲۸۳	۱۷۰۷
سرداری	۱٤۵٤	۹۲٦	۱۷۷٤	۱۲۲۱	۲۳۳۲	۱۷۰۷
لاین ۱٤	۱۳۱۰	۹۷٤	۱۷٤۹	۱۲۹٤	۲۳٤۱	۱۷۷۹
لاین ۱۵	۱۳۱۰	۹۱۳	۱۷۲٦	۱۱۹۸	۲۲۵۹	۱۷۳۱
ریژاو	۱۲۸۵	۸۷۵	۱۵۵۸	۱۰۷٦	۲۱٦۷	۱٦۳۸
کریم	۱۲۰۱	–	۱۵۱۹	–	۲۰۷۵	–
آفتاب	۱۲۰۱	۷۸۱	۱۵۳۷	۱۰۷٦	۲۱۰٤	۱٦۱۵
کوهدشت	۱۲۵٦	۷۹۷	۱٦۰٤	۱۱۲۲	۲۱۹۰	۱٦٦۱
دهدشت	۱۲۵٦	۷۸۱	۱۵۸۱	۱۰۷٦	۲۱۹۰	۱٦۳۸
قابوس	۱۲۳۰	۷۸۱	۱۵۳۷	۱۱٤۱	۲۱٤٤	۱٦۱۵

جدول ٤. وقوع مراحل نمو ژنوتیپ‌های گندم براساس درجه روز رشد در سال زراعی ۱۳۹٦-۱۳۹۵

ارقام	درجه روز رشد از سبزشدن بذور تا					
	شروع ساقه‌روی		ظهور خوشه		رسیدگی فیزیولوژیک	
	تاریخ کاشت اول	تاریخ کاشت دوم	تاریخ کاشت اول	تاریخ کاشت دوم	تاریخ کاشت اول	تاریخ کاشت دوم
آذر ۲	٦٤۹	٦٤۹	۹٤۵	۹٤۵	۱٤٦۲	۱۳٦٤
باران	٦٤۹	٦٤۹	۹٦۸	۹٦۸	۱٤٦۲	۱٤۳۸
اوحدی	۷۲۵	۷۲۵	۱۰۱۵	۱۰۱۵	۱٤۸٦	۱٤۸٦
کراس‌سبلان	۷۱۰	۷۱۰	۱۰۱۵	۱۰۱۵	۱۵۱۰	۱۵۱۰
رصد	۷۱۰	۷۱۰	۱۰۱۵	۱۰۱۵	۱٤۸٦	۱۵۳۵
هما	۷۲۵	۷۲۵	۱۰۱۵	۱۰۱۵	۱٤۸٦	۱٤۸٦
سبلان	۷۱۰	۷۱۰	۱۰۱۵	۱۰۱۵	۱٤۸٦	۱٤٦۲
سرداری	۷۲۵	۷۲۵	۱۰۳۹	۱۰۳۹	۱٤۸٦	۱٤۸٦
لاین ۱٤	۷۱۰	۷۱۰	۹۹۱	۹۹۱	۱٤۸٦	۱٤۸٦
لاین ۱۵	٦۸۹	٦۸۹	۱۰۱۵	۱۰۱۵	۱٤۸٦	۱٤۸٦
ریژاو	٦٦۹	٦٦۹	۷۹٦	۸۵۸	۱۳۸۸	۱۳۸۸
کریم	۵۵٦	۵۵٦	۷۷۸	۷۷۸	۱۳٦٤	۱۳۱٤
آفتاب	۵۵٦	۵۵٦	۷۷۸	۷۷۸	۱۳۱٤	۱۳۱٤
کوهدشت	۵۷۵	۵۷۵	۹۰۳	۸۸۱	۱٤۳۸	۱۳۸۸
دهدشت	٦۱٤	٦۱٤	۹۰۳	۹۰۳	۱٤۱۳	۱٤۳۸
قابوس	٦۱٤	٦۱٤	۹۰۳	۹۰۳	۱٤۳۸	۱٤۳۸

در سال دوم اجرای آزمایش و در تاریخ‌های کاشت اول و دوم بیش‌ترین فاصله بین مراحل نموی تیپ‌های زمستانه و بهاره در مراحل ساقه‌روی، ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوژیک به‌ترتیب حدود ۹، ۱۲ و ۹ روز بود. با تأخیر در کاشت در سال اول مراحل نموی کمی تسریع شده است اما در سال دوم که شرایط برای هر دو تاریخ کاشت یکسان بود، روند مراحل نمو مشابه بود. توجه به داده‌های هواشناسی و اطلاعات جدول‌های (۳) و (٤) حاکی از آن است که رقم کریم رشد زایشی را سریع‌تر از سایر ارقام آغاز نموده و در مقابل ارقام هما و سرداری رشد زایشی را دیرتر از همه ارقام و با تفاوت قابل‌توجه نسبت به ارقامی نظیر کریم آغاز نموده‌اند. سرعت نمو ارقام بهاره نیز متفاوت بود در این میان رقم کریم زودرس‌ترین رقم در هر دو تیپ بهاره و زمستانه بود. به‌نظر می‌رسد دمای پایین در سال دوم زمان لازم برای رسیدن به نیاز بهاره‌سازی برای ارقام زمستانه را کاهش داد و بنابراین رشد زایشی را با سرعت بیش‌تری نسبت به تاریخ‌های کاشت سال اول آغاز نمودند.

شکل‌های (۱)، (۲) و (۳) نشان می‌دهد که در هیچ‌یک از تاریخ‌های کاشت گرده‌افشانی ارقام موردبررسی در شرایط مطلوب دمایی اتفاق نیفتاده است. بهبود معنی‌دار عملکرد دانه با انتخاب ارقامی توسط اصلاح نژادگران صورت خواهد پذیرفت که الگوهای نموی آن‌ها به گونه‌ای باشد که پس از استقرار در پاییز طی دوره مطلوب گلدهی، گرده‌افشانی داشته باشند (Flohr *et al.*, 2017). اطلاعات شکل‌های (۱) و (۲) بیانگر این است که با تأخیر در کاشت زمان وقوع گرده‌افشانی در ارقام گندم به تأخیر افتاده و از محدوده مطلوب دمایی فاصله بیش‌تری یافته است، اما همواره ارقام زودرسی نظیر کریم یا آفتاب در شرایط بهتری از نظر نزدیکی وقوع گرده‌افشانی به دماهای مطلوب طی فصل رشد دارند. به‌عبارت دیگر، با تأخیر در کاشت، سازگاری ارقام زودرس از نظر انطباق مراحل حساس نموی با شرایط محیطی بیش‌تر است.

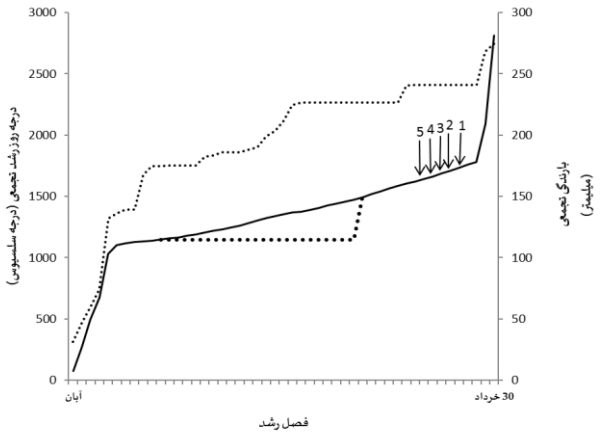


شکل ۱. روند تجمعی درجه روز رشد (خط تیره)، محدوده دمایی مطلوب برای گرده‌افشانی (محدوده نقطه‌چین درشت)، زمان وقوع گرده‌افشانی ارقام گندم (پیکان‌ها) و بارندگی تجمعی (نقطه‌چین ریز) در تاریخ کاشت اول سال اول. پیکان شماره ۱: ارقام هما و سرداری و لاین شماره ١٤؛ پیکان شماره ۲: رقم اوحدی؛ پیکان شماره ۳: ارقام باران، آذر۲، کراس‌سبلان، رصد و سبلان و لاین شماره ۱۵؛ پیکان شماره٤: رقم کوهدشت؛ پیکان شماره ۵: ارقام ریژاو، قابوس و دهدشت؛ پیکان شماره ٦: رقم آفتاب؛ پیکان شماره ۷: رقم کریم.

نکته قابل‌توجه در این مقایسات برای رقم ریزاو ملاحظه و ثبت شد. گرچه روند شروع رشد زایشی این رقم مشابه ارقام زمستانه بود، اما در مراحل ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوژیک رفتاری نزدیک به ارقام بهاره نشان داد. به‌عبارت دیگر، در تاریخ کاشت‌های هر دو سال اجرای آزمایش زمان رسیدن به ۵۰ درصد ساقه‌روی برای این رقم مشابه زمستانه‌های زودرس نظیر آذر۲ و باران بود، اما در مرحله ظهورسنبله و رسیدگی فیزیولوژیک مراحل نموی را بسیار نزدیک به ارقام بهاره و حتی سریع‌تر از برخی از این ارقام طی نمود. به‌عبارت دیگر، سرعت مراحل نمو پس از آغاز رشد زایشی در این رقم از سایر ارقام بیش‌تر بود که برای شرایط دیم قابل توجه است.

براساس نتایج تجزیه آماری شرایط سال بر میانگین ارتفاع بوته، شاخص برداشت و عملکرددانه تأثیر معنی‌داری نشان داد (جدول ۵). میانگین ارتفاع بوته در سال اول اجرای آزمایش ۷۹/٤ سانتی‌متر و بیش‌تر از میانگین سال دوم (٦٨/٤ سانتی‌متر) بود (جدول ۵). با توجه به شرایط آب‌وهوایی، سال اول فرصت رشد برای همه ارقام فراهم بود، بنابراین با وجود تغییر تاریخ کاشت فصل رشد طولانی‌تر طی هر دو تاریخ کاشت زمان لازم برای تامین نیاز بهاره‌سازی در ارقام زمستانه را فراهم ساخت و افزایش ارتفاع بوته را برای این ارقام به‌همراه داشت. تفاوت ارتفاع بوته تحت تأثیر متقابل سال و رقم قرار گرفت و معنی‌دار شد. بیش‌ترین ارتفاع بوته مربوط به رقم آذر۲ و در سال اول (۹۰/۵ سانتی‌متر) و کم‌ترین ارتفاع بوته مربوط به ارقام قابوس و سرداری در سال دوم و به‌ترتیب ٦۳/۷ و ٦٤ سانتی‌متر بود (جدول ٦).

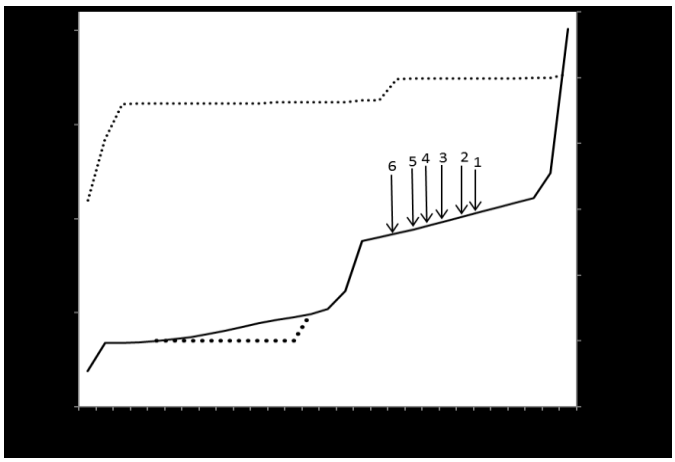
همان‌گونه که جدول (٦) نشان می‌دهد ارتفاع بوته کلیه ارقام در سال دوم کاهش یافته است، اما این کاهش در اغلب ارقام زمستانه نسبت به ارقام بهاره به میزان قابل‌توجهی بیش‌تر بود، در ارقام زمستانه نیاز به تأمین سرمای لازم برای بهاره‌سازی رشد عمودی را به تأخیر انداخت، این وضعیت همراه با کاهش فصل رشد در کاهش ارتفاع بوته مؤثر بود. فنولوژی محصولات زراعی در دماهای بالا تسریع می‌شود که باعث کاهش عملکرد دانه، گیاهان کوتاه‌تر، دوره رشد زایشی کوتاه‌تر و کاهش دریافت تشعشع طی فصل رشد می‌شود (Powell *et al.*, 2011).



شکل ۲. روند تجمعی درجه روز رشد (خط تیره)، محدوده دمایی مطلوب برای گرده‌افشانی (محدوده نقطه‌چین درشت)، زمان وقوع گرده‌افشانی ارقام گندم (پیکان‌ها) و بارندگی تجمعی (نقطه‌چین ریز) در تاریخ کاشت دوم سال اول. پیکان شماره ۱: لاین شماره ١٤؛ پیکان شماره ۲: ارقام اوحدی، هما و کراس‌سبلان؛ پیکان شماره ۳: ارقام آذر۲ و رصد؛ پیکان شماره ٤: ارقام باران، سبلان، سرداری، ریزاو، کوهدشت، دهدشت، قابوس و لاین شماره ۱۵؛ پیکان شماره۵: رقم آفتاب؛(زمان گرده افشانی رقم کریم ثبت نشده است).

میانگین شاخص برداشت سال دوم (۳٦ درصد) بیش‌تر از سال اول (۲۵ درصد) بود. میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر سال‌های انجام آزمایش تفاوت معنی‌داری نشان نداد و در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب ۱۰۲٦ و ۱۱٤۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵) اما اثر متقابل سال‌های انجام آزمایش و ارقام گندم موردبررسی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ٦). در سال اول اجرای آزمایش ارقام بهاره عملکرد بالاتری نسبت به ارقام زمستانه نشان دادند، در این سال رقم کریم با میانگین تولید ۱۵٦۳ کیلوگرم در هکتار از سایر ارقام عملکرد دانه بیش‌تری داشت. در سال دوم اجرای آزمایش عملکرد دانه ارقام زمستانه نسبت به سال اول برتری نشان می‌دهد، اما در این سال نیز رقم کریم با عملکرد دانه ۱۳٦٤ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد دانه را به‌خود اختصاص داد. نتایج مطالعه‌ای نشان داد که در محیط‌های دارای بارندگی کم و فصل رشد کوتاه، زمانی‌که بارندگی‌های پاییزه با تأخیر اتفاق می‌افتند، ارقام خیلی زودرس می‌توانند نقش مؤثری داشته باشند (Regan *et al.*, 1997). درجه حرارت مهم‌ترین عامل محیطی است که بر شاخصه‌های پرشدن دانه و وزن دانه تأثیر دارد، هر ۱ درجه سانتی‌گراد افزایش میانگین درجه حرارت بالاتر از حد مطلوب (۱۵– ۱۲ درجه سانتی‌گراد) برای پرشدن دانه، منجر به کاهش حدود ۲/۸ میلی‌گرم وزن دانه و ۳/۱ روز کاهش دوره پرشدن دانه می‌شود، اگرچه از نظر دوام و سرعت پرشدن دانه بین ژنوتیپ‌های گندم تفاوت وجود داشت (Brdar *et al.*, 2008).

با توجه به داده‌های هواشناسی دو سال اجرای آزمایش، به‌نظر می‌رسد در سال اول با وجود فصل رشد طولانی دمای بالا طی دوره‌های حساس نموی تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر عملکرد دانه داشته است. ویژگی سال دوم اجرای آزمایش این بود که با وجود کاهش فصل رشد، دمای این سال طی مراحل رشد زایشی کم‌تر از سال اول بود و بنابراین شرایط مساعدتری برای پرشدن دانه فراهم شده بود. این نکته در درجه روز رشد تجمعی ثبت‌شده برای ارقام در تاریخ‌های کاشت سال دوم در شکل (۳) مشاهده می‌شود.



شکل ۳. روند تجمعی درجه روز رشد (خط تیره)، محدوده دمایی مطلوب برای گرده‌افشانی (محدوده نقطه‌چین درشت)، زمان وقوع گرده‌افشانی ارقام گندم (پیکان‌ها) و بارندگی تجمعی (نقطه‌چین ریز) در تاریخ های کاشت اول و دوم سال دوم (در این سال دو تاریخ کاشت مشابه بودند). پیکان شماره ۱: رقم سرداری؛ پیکان شماره ۲: ارقام اوحدی، کراس‌سبلان، رصد، هما، سبلان و لاین شماره ۱۵؛ پیکان شماره ۳: رقم آذر۲ و لاین شماره ۱٤؛ پیکان شماره٤: ارقام کوهدشت، دهدشت، قابوس و باران؛ پیکان شماره ۵: رقم آفتاب؛ پیکان شماره ٦: ارقام ریژاو و کریم.

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی برای ارقام و لاین‌های گندم

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (g)	شاخص برداشت	عملکرد دانه (kg/ha)
سال						
اول	۷۹/٤a	۲۷۹a	۲۱/٥a	۳۰/۱ a	۲٥ a	۱۰۲٦a
دوم	٦۸/٤b	۳۰٤a	۲۰/۳ a	۲۹/۷a	۳٦a	۱۱٤۸b
تاریخ کاشت						
اول	۷٤/٥a	۲۷٥b	۲۲/٥ a	۲۹/۳ a	۳۰/٦ a	۱۱۰۷a
دوم	۷۳/۲ a	۳۰۸ a	۱۹/٤ b	۳۰/٥ a	۳۰/۹ a	۱۰۷٥ a
رقم						
آذر ۲	۸۲/۸a	۲۸۳ cd	۲۱/٤ abcde	۳۱/۱ abc	۳۲/۹ abcd	۱۱۳۸ cd
باران	۸۱/٥a	۳۱۰cd	۱۸/۲ def	۳۱/۸ ab	۳۲/۸abcd	۱۲۲٦ bc
اوحدی	۷۱/٤bcde	۳۰۹ bcd	۱۷/٤def	۲۹/٤ bcde	۳۱/۱ abcde	۸۹۳ fg
کراس‌سبلان	۷۲bcd	۲٦۸cd	۱۹/۸bcdef	۳۰/٤abcd	۲۹/۹ bcde	۱۰٥۹cdef
رصد	۷٥/٦b	۲٥٥ d	۱۸/٥ def	۲۹/٤ bcde	۲٦/۱ e	۹۲٥ efg
هما	۷٥/۳ b	۳۸۷ a	۱٥/۳f	۳۲/۷ a	۲٦/۹ de	۱۰٥۹ cdef
ریژاو	۷۲/۱ bcd	۳٥۸ ab	۲۲/۳abcd	۲۸de	۳۳/۹abc	۱۳۲٦ab
سبلان	۷۳/٦bc	۲۸۳cd	۱۹/٥cdef	۲۹/۹bcd	۳۰/۷ abcde	۸۷۷ def
سرداری	۷۰de	۳۳۲abc	۱٦/٥ef	۳۰/٥abcd	۳۰/۹ abcde	۱۰٤۳ cdef
کریم	٦۷/۷de	۲۸٤cd	۲٤/۲abc	۳۰/۲bcd	۳٦/۳a	۱٤۳۰a
کوهدشت	٦۸/۳de	۲۷۹cd	۲۲/٥ abcd	۲۹ cde	۳۱/۱ abcde	۱۱۱۹ cd
قابوس	٦۹/۲cde	۲٦٥cd	۲٤/٥ abc	۲۷/۳ e	۳۰/۳ abcde	۱۰۰۷ def
دهدشت	٦۹/٦cde	۲٤۹d	۲۰/٥ abcdef	۳۱/٤ abcd	۲۹ cde	۱۱٦٥ bcd
آفتاب	٦٦/٦ e	۲۹۸bcd	۲٦a	۲۸/۳ de	۳٦ ab	۱۱۹۸ bc
لاین ۱٤	۸۱/٥ a	۲٥۹d	۲۰/۷abcdef	۳۰/۳ abcd	۲۸/٤ cde	۸٤٥ g
لاین ۱٥	۸۲/٦ a	۲٤۷d	۲٥/۳ab	۲۸/٥ de	۲۷/٥ de	۱۰۹۰ cde

* میانگین‌ها در هر ستون از هر تیمار که حداقل در یک حرف مشترک باشند براساس آزمون دانکن از نظر آماری در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ٦. برهم‌کنش سال و رقم بر میانگین برخی از صفات موردبررسی ژنوتیپ‌های گندم

ژنوتیپ‌ها	ارتفاع بوته (cm)		عملکرد دانه (kg/ha)	
	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
آذر ۲	۹۰/٥a	۷٥/۲fghi	۹۹٦cdefghi	۱۲۷۹abcde
باران	۸٦/٥abc	۷٦/٥efgh	۱۰۸۷bcdefgh	۱۳٤۱abc
اوحدی	۷۹cdefg	٦۳/۷m	۷۱۱i	۱۰٤٦bcdefghi
کراس‌سبلان	۷۹/۷cdefg	٦٤/٤m	۱۰۳۷bcdefghi	۱۰۸۱bcdefgh
رصد	۸۲/۳abcdef	٦۸/۹hijklm	۷۷۳hi	۱۰۷۷bcdefgh
هما	۸٤/۷abcde	٦٥/۹lm	۹۸۳defghi	۱۱۲۳bcdefg
سبلان	۷۹/٥cdefg	٦۷/۸ijklm	۹۲۸fghi	۱۰٤۳bcdefghi
سرداری	۷٦fghi	٦٤m	۸٤٤ghi	۱۱۷٦bcdefg
ریژاو	۷۸defg	٦٦/۲klm	۱۳۲۲abcde	۱۳۳۱abcd
کریم	۷۲/۷ghijkl	٦٥/۲lm	۱٥٦۳a	۱۳٦٤ab
آفتاب	٦۷/۲jklm	٦٦/۱klm	۱۱۳۹bcdefg	۱۲٥۸abcdef
کوهدشت	٦۹/۷hijklm	٦٦/۹lm	۱۱٥۸bcdefg	۱۰۹۱bcdefgh
قابوس	۷٤/۷fghij	٦۳/۷m	۱۰۹۳bcdefgh	۹۲۱fghi
دهدشت	۷٤/۲fghijk	٦٥lm	۱۲٥٦abcdef	۱۰۷٤bcdefgh
لاین ۱٤	۸۸/۳ab	۷٤/۷fghij	۷۱۲i	۹۷۸efghi
لاین ۱٥	۸٤/۸abcd	۸۰/٤bcdefg	۹۷٦efghi	۱۱۸٤bcdefg

* میانگین‌ها در هر صفت که حداقل در یک حرف مشترک باشند براساس آزمون دانکن از نظر آماری در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

گزارش شده است که در مناطق کم‌باران با کوتاه‌کردن فصل رشد به گونه‌ای‌که رسیدگی محصول قبل از کاهش منبع آب خاک و کاهنده عملکرد دانه اتفاق افتد، عملکرد گندم افزایش خواهد یافت (Regan *et al.*, 1997). میانگین تعداد سنبله در مترمربع طی دو سال انجام آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت و در سال اول و دوم به‌ترتیب ۲۷۹ و ۳۰٤ بود (جدول ۵). تعداد دانه در سنبله نیز بدون اختلاف معنی‌دار در سال اول و دوم به‌ترتیب ۲۱/۵ و ۲۰/۳ بود، هم‌چنین میانگین وزن هزاردانه تحت تأثیر معنی‌دار سال‌های انجام آزمایش قرار نگرفت و در سال اول و دوم به‌ترتیب ۳۰/۱ و ۲۹/۷ گرم بود.

۳. ۳. تاریخ کاشت

تاریخ کاشت میانگین تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله را تحت تأثیر معنی‌دار قرار داد (جدول ۵)، برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم روی تعداد دانه در سنبله نیز معنی‌دار بود (جدول ۷). تاریخ کاشت دوم با میانگین ۳۰۸ سنبله در مترمربع بر تاریخ کاشت اول با میانگین ۲۷۵ سنبله در مترمربع برتری داشت. برهم‌کنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ روی تعداد دانه در سنبله تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۷). بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله برای لاین ۱۵ (۳۲ دانه در سنبله) و در تاریخ کاشت اول و رقم آفتاب (۲۸/٤ دانه در سنبله) در تاریخ کاشت دوم ثبت شد و کم‌ترین مقدار این صفت در ارقام اوحدی و سرداری به‌ترتیب با ۱۳/٦ و ۱۳/۸ دانه در سنبله در تاریخ کاشت دوم مشاهده شد. جدول (۷) نشان می‌دهد که عموماً تعداد دانه در سنبله ارقام زمستانه و بهاره با تأخیر در کاشت کاهش یافته است و ارقام زمستانه در هر دو تاریخ کاشت تعداد دانه در سنبله کم‌تری نسبت به ارقام بهاره داشته‌اند. ارقامی نظیر کریم و آفتاب در سال دوم شرایط بهتری از نظر این صفت نسبت به سال اول نشان دادند گرچه در سال اول نیز بر اغلب ارقام زمستانه از نظر این صفت برتری داشتند؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد که این جزء مهم عملکرد دانه با تأخیر در کاشت کاهش می‌یابد، البته در ارقام زودرس بهاره نظیر کریم و آفتاب حتی با تأخیر در کاشت نیز این صفت کاهش نشان نمی‌دهد. شاید بتوان گفت که حساسیت ارقام زمستانه به تأخیر در کاشت از نظر این جزء مهم عملکرد دانه بیش‌تر از ارقام بهاره بوده است. میانگین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت اول و دوم بدون تفاوت معنی‌دار به‌ترتیب ۷٤/۵ و ۷۳/۲ سانتی‌متر بود. میانگین وزن هزاردانه صفت دیگری بود که تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت و به‌ترتیب برای تاریخ کاشت اول و دوم ۲۹/۳ و ۳۰/۵ گرم بود. میانگین شاخص برداشت در تاریخ کاشت اول ۳۰/٦ و در تاریخ کاشت دوم ۳۰/۹ درصد بود و این تفاوت معنی‌دار نشد. میانگین عملکرد دانه دو تاریخ کاشت نیز تفاوت معنی‌داری نداشت و به‌ترتیب برای سال‌های اول و دوم به‌ترتیب ۱۱۰۷ و ۱۰۷۵ کیلوگرم در هکتار بود. گاهی به‌علت این که تاریخ کاشت اول تنش بیش‌تری (زمستان سرد، یخبندان یا خشک) نسبت به سایر تاریخ کاشت‌ها تجربه می‌کند یا زمانی‌که تاریخ کاشت دیرتر هنوز برای استفاده از باران‌های انتهای فصل موقعیت دارد، کاهش عملکرد دانه برای تاریخ کاشت زودتر اتفاق می‌افتد (Sharma *et al.*, 2008).

۳. ٤. رقم

رقم کلیه صفات موردبررسی را تحت تأثیر معنی‌دار ($P<0/05$) قرار داد (جدول ۵). مقایسه میانگین صفات نشان داد که ژنوتیپ‌های آذر۲، لاین ۱۵، باران و لاین ۱٤ به‌ترتیب با میانگین ۸۲/۸، ۸۲/٦، ۸۱/۵ و ۸۱/۵ سانتی‌متر، بیش‌ترین ارتفاع را طی دو سال اجرای آزمایش به‌خود اختصاص دادند و رقم آفتاب با میانگین ارتفاع ٦٦/٦ سانتی‌متر کم‌ترین مقدار

این صفت را نشان داد (جدول ۵). جدول (٦) نشان می‌دهد که این برتری ارتفاع به‌طور عمده در سال اول آزمایش بوده است و ارقام بهاره در هر دو سال اجرای آزمایش ارتفاع کم‌تری داشته‌اند، اختلاف این دو تیپ در سال دوم کم‌تر بود که این وضع نیز ناشی از کاهش ارتفاع ارقام زمستانه در این سال بود. به‌عبارت دیگر، حساسیت ارتفاع بوته ارقام زمستانه به تاریخ کاشت یا کاهش فصل رشد بیش‌تر از ارقام بهاره بوده است.

جدول ۷. برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم بر میانگین تعداد دانه در سنبله ژنوتیپ‌های گندم

ژنوتیپ‌ها	تاریخ کاشت اول	تاریخ کاشت دوم
آذر۲	۲۱/۸bcdefg	۲۱/۱bcdefg
باران	۲۱/۱bcdefg	۱۵/٤efg
اوحدی	۲۱/۱bcdefg	۱۳/٦g
کراس‌سبلان	۲۲/۷bcdef	۱٦/۳defg
رصد	۱۸/۷cdefg	۱۸/۲cdefg
هما	۱۵/۵efg	۱۵/۱fg
سبلان	۲۰/۸bcdefg	۱۸/۲cdefg
سرداری	۲۱bcdefg	۱۳/۸g
ریزاو	۲۵/٤bc	۱۹/۷cdefg
کریم	۲۳bcdef	۲۵/۸bc
آفتاب	۲۳/٦bcd	۲۸/٤ab
کوهدشت	۲٤/۲bcd	۲۱/۱bcdefg
قابوس	۲۵/۷bc	۲۳/۳bcde
دهدشت	۲۲bcdef	۱۹cdefg
لاین ۱٤	۲۰/۳cdefg	۲۱/۲bcdefg
لاین ۱۵	۳۲/۹a	۱۸/۹cdefg

* میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک باشند براساس آزمون دانکن از نظر آماری در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

تعداد سنبله در مترمربع نیز تحت تأثیر معنی‌دار ارقام موردبررسی قرار گرفت به گونه‌ای‌که رقم هما با میانگین ۳۸۷ سنبله در مترمربع بیش‌ترین و ارقام دهدشت و رصد به‌ترتیب با میانگین ۲٤۹ و ۲۵۵ سنبله در مترمربع کم‌ترین مقدار را داشتند. تعداد دانه در سنبله ارقام گندم نیز متفاوت و معنی‌دار بود، بیش‌ترین میانگین تعداد دانه در سنبله برای رقم آفتاب و به تعداد ۲٦ دانه در سنبله و کم‌ترین مقدار این صفت برای رقم هما با میانگین ۱۵/۳ دانه در سنبله ثبت شد. جدول (۷) نشان می‌دهد که تاریخ کاشت بر این جزء عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشته و به‌ویژه در ارقام زمستانه با تأخیر در کاشت تعداد دانه در سنبله کاهش بیش‌تری یافته است و ارقام بهاره از این جهت تغییر زیادی نشان نمی‌دهند. وزن هزاردانه ارقام نیز تحت تأثیر معنی‌دار رقم واقع شد، بیش‌ترین میانگین وزن هزاردانه در رقم هما (۳۲/۷ گرم) و کم‌ترین آن در رقم قابوس (۲۷/۳ گرم) مشاهده شد (جدول ۵). رقم هما کم‌ترین میانگین تعداد دانه را در سنبله نشان داد اما از نظر وزن هزاردانه برتر بود و رقم قابوس از نظر تعداد دانه در سنبله وضعیت مطلوب بود، اما وزن هزاردانه کم‌تری داشت، که این وضعیت می‌تواند به اثر جبرانی اجزای عملکرد نسبت داده شود. شاخص برداشت نیز تحت تأثیر معنی‌دار رقم قرار گرفت و رقم کریم با میانگین شاخص برداشت ۳٦/۳ درصد بیش‌ترین و رقم رصد با میانگین شاخص برداشت ۲٦/۱ کم‌ترین مقدار این صفت را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۵). رقم کریم زودرس‌ترین رقم بود و مراحل نموی را سریع‌تر از سایر ارقام طی نمود، اما رقم رصد دیررس‌ترین رقم بود. صفت زودرسی رقم کریم باعث شده که دوران پرشدن دانه در شرایط حرارتی بهتری آغاز و به اتمام برسد درحالی‌که برای رقم رصد این دوره دیرتر آغاز شده است. گرده‌افشانی زودهنگام شرایط محیطی مناسب‌تری برای پرشدن دانه فراهم می‌کند و باعث می‌شود دوره پرشدن دانه برای ژنوتیپ‌های زودرس، بیش‌تر در شرایط محیطی معتدل اتفاق افتد که زمان کافی را برای پرشدن دانه فراهم می‌کند و باعث اجتناب از دماهای بالا و تنش خشکی می‌شود (Brdar *et al*., 2008).

میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر ارقام موردبررسی معنی‌دار شد، به گونه‌ای‌که رقم کریم با میانگین تولید ۱۳٤۰ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد دانه را طی تاریخ‌های کاشت دو سال انجام آزمایش نشان داد و پس از آن رقم ریزاو با میانگین تولید دانه ۱۳۲٦ کیلوگرم در هکتار قرار داشت، لاین ۱٤، اوحدی و رصد به‌ترتیب با میانگین تولید ۸٤۵، ۸۹۳ و ۹۲۵ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین مقدار این صفت را نشان دادند. جدول (٦) حاکی از آن است که ارقام اوحدی و رصد در سال اول کم‌ترین میانگین عملکرد دانه را داشته‌اند و در سال دوم نیز در رده کم‌ترین‌ها از نظر عملکرد قرار دارند، درحالی‌که ارقام کریم و ریزاو در هر دو سال انجام آزمایش عملکرد دانه بالاتری نشان دادند. دماهای بالا طی دوره‌های حساس زایشی می‌تواند منجر به کاهش عملکرد دانه شود، نتایج یک بررسی نشان داده که با تأخیر در کاشت و برخورد زمان‌های گرده‌افشانی و پرشدن دانه با دماهای بالا به‌ازای هر روز ۱/۳ درصد عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Flohr *et al*., 2017). شکل‌های (۱)، (۲) و (۳) نشان می‌دهد که ارقام دارای کم‌ترین میانگین عملکرد دانه گلدهی خود را دیرتر و از نظر زمانی دورتر از محدوده مطلوب گرده‌افشانی نسبت به ارقام دارای عملکرد دانه بالاتر آغاز نموده‌اند. در این شرایط تفاوت بین حداکثر (۱٥٦۳ کیلوگرم درهکتار) و حداقل (۷۱۱ کیلوگرم‌درهکتار) عملکرد دانه در تاریخ کاشت اول بسیار قابل‌توجه بوده و حدود ۱۲۰ درصد افزایش نشان می‌دهد که در شرایط یکسان محیطی، این مقدار افزایش عملکرد دانه می‌تواند ناشی از تأثیر قابل‌توجه مدیریت عوامل تولید باشد. بیان شده است که ارقام خیلی زودرس آب کم‌تری قبل ازگرده‌افشانی و آب بیش‌تری پس از گرده‌افشانی نسبت به ارقام دیررس استفاده می‌کنند و از این‌رو، کمبود آب کم‌تری طی دوره پرشدن دانه تجربه می‌کنند (Regan *et al*., 1997). شکل‌های (۱)، (۲) و (۳) برای همه سال‌ها و تاریخ‌های کاشت نشان می‌دهد که چگونه با تأخیر در مرحله گلدهی ارقام، سهم بارندگی کم‌تری برای دوره پس از گرده‌افشانی برای تولید باقی می‌ماند.

مرور نتایج آزمایش و مقایسه با شرایط آب‌وهوایی حاکی از تأثیر قابل توجه دما بر تولید دانه است که از طریق تأخیر در شروع مراحل حساس نموی و نیز طی دوره پرشدن دانه تأثیر منفی خود را با کاهش تعداد و به‌ویژه وزن دانه اعمال می‌کند. براساس ارزیابی‌ها میانگین دمای جهان بین سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۱۰۰ در یک برآورد ۱/۸±۰/۵ و در برآورد دیگر ۳/۷±۰/۷ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد داشت، بنابراین در آینده روزهای گرم فراوان‌تر و روزهای سرد کم‌تر خواهد بود. دمای بالا طی دوره بهاره‌سازی می‌تواند بهاره‌سازی را به تأخیر اندازد یا از تأمین کامل نیاز سرمایی جلوگیری کند که منجر به افزایش طول دوره رویشی و تأخیر در شروع مرحله رشد زایشی خواهد شد (Wang *et al*., 2015). در چنین شرایطی، ارقامی مناسب خواهند بود که با کم‌ترین واکنش به شرایط محیطی بیش‌ترین بهره‌وری را از منابع تولید، به‌ویژه بارندگی برای عملکرد دانه داشته باشند.

٤. نتیجه‌گیری

تأخیر در کاشت، مراحل حساس نموی (از جمله گرده‌افشانی) ارقام گندم را به تأخیر می‌اندازد و از این نظر دو تیپ بهاره و زمستانه رفتار مشابهی دارند، اما تفاوت زمان وقوع این مراحل بین ارقام زمستانه و بهاره قابل‌توجه است که در انتخاب رقم برای شرایط محیطی می‌تواند مدنظر قرار گیرد. نتایج حاکی از آن است که حساسیت اجزای عملکرد ارقام زمستانه به کوتاه‌ترشدن فصل رشد بیش‌تر است، ارقام زمستانه مراحل ساقه‌روی و ظهور سنبله را در واکنش به شرایط محیطی دیرتر از ارقام بهاره آغاز می‌کنند و در نتیجه مواجه‌شدن مراحل حساس از نظر عملکرد دانه با دمای نامطلوب، تأثیر منفی دمای نامناسب بر عملکرد دانه بیش‌تر اتفاق می‌افتد. درحالی‌که

ارقام بهاره و زودرس نظیر رقم کریم با طی مراحل نموی در کم‌ترین زمان ممکن، تولیدی متناسب با بارندگی خواهند داشت. اگرچه در شرایط اجرای این آزمایش (شرایط آب‌وهوایی متفاوت با میانگین درازمدت) تاریخ کاشت دوم عملکرد دانه قابل‌قبولی داشت، اما با این وجود تأخیر در کاشت باعث به تأخیرافتادن گرده‌افشانی در هر دو سال انجام آزمایش شد. بنابراین بر مبنای نتایج این آزمایش، تاریخ کاشت پاییزه بر تاریخ کاشت انتظاری برتری داشته و ارقام بهاره نظیر کریم و نیز رقم ریژاو در این شرایط مناسب خواهند بود. در شرایط کاهش فصل رشد و مشابه تاریخ کاشت دوم (کشت انتظاری) تنها ارقام بهاره نظیر کریم و آفتاب قابل توصیه هستند.

۵. تشکر و قدردانی

از حمایت‌های مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور و مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی برای اجرای این مطالعه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

٦. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

Anonymous. (2017). Yearbook of agricultural statistics. Agricultural Jihad of Khorasan Razavi Organization. Deputy of programming and economic affairs, from Http://www.koaj.ir. (In Persian)

Bloomfield, M.T., Hunt, J.R., Trevaskis, B., Ramm, K., & Hyles, J. (2018). Ability of alleles of PPD1 and VRN1 genes to predict flowering time in diverse Australian wheat (*Triticum aestivum*) cultivars in controlled environments. *Crop & Pasture Science*, 69, 1061-1075.

Brdar, M.D., Kraljević-Balalić, M.M., & Kobiljski, BD. (2008). The parameters of grain filling and yield components in common wheat (*Triticum aestivum* L.) and durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum). Central European Journal of Biology, 3, 75-82.

Cammarano, D., Payero J., Basso B., Stefanova, L., & Grace, P. (2012). Adapting wheat sowing dates to projected climate change in the Australian subtropics: analysis of crop water use and yield. *Crop & Pasture Science*, 63, 974-986.

Cane, K., Eagles, H.A., Laurie, D.A., Trevaskis, B., Vallance, N., Eastwood, R.F., Gororo, N.N., Kuchel, H., & Martin, P.J. (2013). Ppd-B1 and Ppd-D1 and their effects in southern Australian wheat. *Crop & Pasture Science*, 64, 100-114.

Dastfal, M., Brati V., Emam Y., Haghighatnia H., & Ramazanpour, M. (2011). Evaluation of Grain Yield and Its Components in Wheat Genotypes under Terminal Drought Stress Conditions in Darab Region. *Seed and plant production*, 27, 195-217. (In Persian)

Dreccer, M.F., Borgognone, M.G., Ogbonnaya, F.C., Trethowan, R.M., &Winter, B. (2007). CIMMYT-selected derived synthetic bread wheats for rainfed environments: Yield evaluation in Mexico and Australia. *Field Crops Research*, 100, 218-228.

Flohr, B.M., Hunt, J.R., Kirkegaard, J.A., & Evans, J.R. (2017). Water and temperature stress define the optimal flowering period for wheat in south-eastern Australia. *Field Crops Research*, 209, 108-119.

Kirkegaard, J.A., & Hunt, J.R. (2010). Increasing productivity by matching farming system management and genotype in water-limited environments. *Journal of Experimental Botany*, 61, 4129-4143.

Modhej, A., Naderi A., Emam Y., Aynehband A., Normohamadi G., & Kaivan E. (2011). Evaluation of the effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield and grain growth of wheat genotypes under Khuzestan conditions. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 92, 9-17. (In Persian)

Morgan, G., Shaffer, O.J., Vietor, D., & Baughman, T.A. (2011). Wheat Grain Yield Responses to Seeding Date and Rate under Rainfed Conditions in Texas. Online. *Crop Management*, doi:10.1094/CM-2011-0518-01-RS.

Otegui, M.E., & Slafer, G.A. (2004). Increasing cereal yield potential by modifying developmental traits. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sep-1 Oct 2004, Brisbane, Australia. Web site http://www.cropscience.org.au

Powell, N., Ji X., Ravash R., Edlington J., & Dolferus, R. (2012). Yield stability for cereals in a changing climate. *Functional Plant Biology*, 39, 539-552.

Regan, K.L., Siddique, K.H.M., Tennant, D., & Abrecht, D.G. (1997). Grain yield and water use effciency of early maturing wheat in low rainfall Mediterranean environments. *Australian Journal of Agricultural Research*, 48, 595-603.

Sharifi, H.R. (2016). Response of Phenological Development Stages, Grain Yield and Yield Components of Bread Wheat Cultivars with Different Growth Habits to Delayed Planting. *Seed and Plant Production*, 32, 21-44. (In Persian)

Sharma, D.L., D'Antuono, M.F., Anderson, W.K., Shackley, B.J., Zaicou-Kunesch, C.M., & Amjad, M. (2008). Variability of optimum sowing time for wheat yield in Western Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 59, 958-970.

Tapley, M., Ortiz, B.V., Santen, E., Balkcom, K.S., Mask, P., & Weaver, D.B. (2013). Location, Seeding Date, and Variety Interactions on Winter Wheat Yield in Southeastern United States. *Agronomy Journal*, 105, 509-518.

Wang, B., Liu, D.L., Asseng, S., Macadame, I., & Yua, Q. (2015). Impact of climate change on wheat flowering time in eastern Australia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 209, 11-21.