

## تأثیر زودسنبله‌دهی بر عملکرد و اجزای عملکرد در سه زمینه ژنتیکی متفاوت گندم نان ایرانی

مریم درانی نژاد<sup>۱</sup>، روح اله عبدالشاهی<sup>۲\*</sup>، علی کاظمی پور<sup>۳</sup>، علی اکبر مقصودی مود<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران

۲- پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی و دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران

۳- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران

### چکیده

گل‌دهی زود هنگام و فاز رویشی کوتاه‌تر در شرایط تنش خشکی انتهای فصل در گندم اهمیت فراوانی دارد و باعث فرار از تنش کم‌آبی در زمان گلدهی و پرشدن دانه می‌شود. در این پژوهش صفت زودسنبله‌دهی از رقم استرالیایی اکسکلیر به سه زمینه ژنتیکی روشن، مهدوی و کل‌حیدری با استفاده از روش تلاقی برگشتی منتقل شد. تلاقی‌ها برای تولید نسل BC<sub>3</sub>F<sub>2</sub> طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ در مزرعه پژوهشی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. تمامی بوته‌های نسل BC<sub>3</sub>F<sub>2</sub> از هر تلاقی از لحاظ زمان سنبله‌دهی مورد ارزیابی قرار گرفتند و از میان حدود ۱۰۰۰ بوته در هر جمعیت، ۲۰ بوته زودسنبله‌ده و ۲۰ بوته دیرسنبله‌ده گزینش شد. بوته‌های انتخاب‌شده از نظر صفات تعداد روز تا سنبله‌دهی، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه و وزن هزاردانه ارزیابی شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل زمان سنبله‌دهی × زمینه ژنتیکی برای صفت تعداد روز تا سنبله‌دهی معنی‌دار و برای صفات تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه و وزن هزاردانه معنی‌دار نبود. بیشترین پاسخ به گزینش برای زودسنبله‌دهی در زمینه ژنتیکی روشن و پس از آن به ترتیب در زمینه‌های ژنتیکی ارقام کل‌حیدری و مهدوی مشاهده شد. نتایج نشان داد زودسنبله‌دهی باعث افزایش وزن هزاردانه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** ژنتیک زود گلدهی، فرار از خشکی، تلاقی برگشتی

## مقدمه

گلدھی زودھنگام و فرار از خشکی در شرایط خشکی انتھای فصل برای گیاه مفیدند درحالی که تنش‌های خشکی مکرر یا ادامه‌دار باعث رشد نامناسب یا کاهش رشد گیاه می‌شوند (Schmalenbach *et al.*, 2014). غلاتی که گلدھی زودھنگام و زودرسی را دارند می‌توانند از شرایط تنش فرار و چرخه زندگی‌شان را سریع‌تر کامل کنند تا همپوشانی بین رشد و زمان وقوع تنش خشکی را به حداقل برسانند (Dolferus, 2014). از طریق گزینش مصنوعی گیاهان با گلدھی زودھنگام، دوره رشد رویشی کاهش می‌یابد و رشد زایشی قبل از تنش انتھایی تکمیل می‌شود (Bonder *et al.*, 2015). با این وجود برخی تغییرات بین زمان گلدھی و زمان پرشدن دانه تا رسیدگی گزارش شده است (Farooq *et al.*, 2014). گیاهان زراعی زودرس می‌توانند عملکرد پایدارتر و بیشتری را در شرایط خشکی داشته باشند (Khanna-Chopra and Singh, 2015). در شرایط خشکی همبستگی معنی‌داری بین زودرسی و عملکرد نسبی دانه برنج گزارش نشده است (Yue *et al.*, 2006).

برخی گزارش‌ها نشان می‌دهد زودرسی برای گیاهان زراعی با عملکرد بالا در شرایط خشکی مناسب نیست (Kranich *et al.*, 2015). این نتیجه‌گیری شکاکانه و ادعاهای دیگران که گلدھی زودھنگام و زودرسی را برای تولید محصول مفید می‌دانند بایستی موضوع پرسش‌های آینده باشد. ماهیت این راهکار یک پایه بیولوژیکی قوی دارد زیرا در گیاهان دارای مکانیسم فرار از

خشکی یک تنش غیرزیستی پیچیده است که با شدت‌های مختلفی در هر مرحله از رشد گیاه می‌تواند اتفاق افتد. تحمل به خشکی یا اجتناب از آن در موفقیت تولید محصول مهم می‌باشد. در شرایط کنونی تغییر اقلیم، با افزایش یک درجه سانتی‌گراد درجه حرارت جهانی، عملکرد گندم ۴/۱ تا ۶/۴ درصد کاهش یافته است (Liu *et al.*, 2016). با وجود این، به احتمال زیاد نواحی بسیاری تحت تاثیر خشکی خواهند بود. زمان گلدھی تحت تاثیر ژن‌های ورنالیزاسیون، فتوپریود و زودرسی (Eps) است (Iqbal *et al.*, 2007). به دلیل اهمیت بالای صفت زمان گلدھی در تولید غلات، بررسی‌های زیادی روی ژنتیک این صفت انجام شده است (Chew and Halliday, 2011; Bentley *et al.*, 2013; Riboni *et al.*, 2013; Zheng *et al.*, 2013; Campoli and Korff, Kamran *et al.*, 2014; Khanna, 2014). گلدھی زودھنگام باعث انتقال سریع‌تر از فاز رویشی به فاز زایشی در غلات می‌شود و پنجه‌دهی، رشد سنبله، گلدھی و در نهایت زودرسی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. چنین گیاهانی فصل کوتاه<sup>۱</sup> نامیده می‌شوند و می‌توانند به طور مؤثر از خشکی فرار کنند (Song *et al.*, 2013). گلدھی زودھنگام و زودرسی صفات پیچیده‌ای هستند که توسط برهمکنش چندین گروه از ژن‌های مسئول ورنالیزاسیون، فتوپریود و بیوسنتز جیبرلیک اسید تعیین می‌شوند.

<sup>1</sup> Short-season or short-cycle

ویژگی‌های زودرسی، گلدهی زود هنگام و فاز رویشی کوتاه پتانسیل عملکرد بالاتری نسبت به گندم با زمان گلدهی معمولی دارد (Stapper and Fischer, 1990). در آسیای میانه گندم با تاریخ گلدهی زودتر و زودرس در مواجهه با تغییرات آب و هوایی، سریع‌تر رشد می‌کند، بیوماس بیشتری تولید می‌کند و عملکرد بهتری دارد (Sommer *et al.*, 2013). بررسی‌ها نشان داد الل‌های Vrn-B1 باعث ۲/۶ روز تغییر در زمان گلدهی و افزایش معنی‌دار پتانسیل عملکرد می‌شود (Iqbal *et al.*, 2007; Nitcher *et al.*, 2014). غرب استرالیا دو رقم گندم تجاری زودرس و پنج لاین اصلاح‌شده زودرس و خیلی زودرس در مقایسه با گندم‌های تجاری دیررس به طور معنی‌داری عملکرد دانه بالاتری داشتند، آنالیز اجزای عملکرد نشان داد گندم‌های زودرس در مقایسه با شاهد‌ها به طور معنی‌دار، شاخص برداشت بیشتر (اختصاص بهتر ماده خشک در دانه) و سنبله‌های کمتر اما وزن دانه بیشتر داشتند (Regan *et al.*, 1997). در پژوهش اخیر صفت زودسنبله‌دهی از رقم استرالیایی اکسکلیبر با روش تلاقی برگشتی به سه رقم ایرانی روشن، مهدوی و کل‌حیدری منتقل شد و تأثیر زودسنبله‌دهی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در این سه زمینه ژنتیکی بررسی شد.

### مواد و روش‌ها

به منظور انتقال صفت زودسنبله‌دهی از رقم استرالیایی اکسکلیبر<sup>۱</sup> به ارقام روشن، مهدوی و

خشکی، استراتژی بقا نسبت به تولید اولویت دارد (Ludlow, 1989). زود گلدهی و زودرسی راهکارهای موفقی را در رویارویی با خشکی انتهایی در اقلیم مدیترانه‌ای ارایه می‌دهند. در کشورهای واقع در اروپای جنوبی، آسیای میانه، جنوب و غرب استرالیا، شمال و جنوب آفریقا و بعضی نواحی آمریکا و شیلی که دارای اقلیم مدیترانه‌ای هستند خشکی انتهایی به طور مکرر اتفاق می‌افتد. محققین نتیجه‌گیری کردند که افزایش تدریجی درجه حرارت و خشکی انتهایی شدید باعث انتخاب ژنوتیپ‌های گندم با مکانیسم فرار از خشکی شده است. در نتیجه ارقام جدید به دلیل حداقل شدن ریسک رویارویی با تنش خشکی در طول دوران گلدهی و پرشدن دانه پس از گرده‌افشانی به طور معنی‌داری پرمحصول‌تر بودند (Alvaro *et al.*, 2008; Hill and Li, 2016). اگر روند گرم‌شدن جهانی ادامه‌دار باشد ایجاد ارقام گندم زودرس می‌تواند یک سرمایه‌گذاری عاقلانه باشد. یافته‌های اخیر برای گندم رشد یافته در اقلیم مدیترانه‌ای تایید کرده است که ژنوتیپ‌های گندم با مکانیسم فرار از خشکی در شرایط خشکی انتهایی عملکرد بالاتری دارند. بررسی‌هایی در زمینه زمان گلدهی نشان داده ژنوتیپ‌های دیررس در شرایط نرمال رطوبتی و ژنوتیپ‌های زودرس در شرایط تنش رطوبتی بهتر عمل می‌کنند (Blum *et al.*, 1994). عملکرد در شرایط خشکی با تاریخ گرده‌افشانی ارتباط منفی دارد (Acevedo and Ceccarelli, 1989). نتایج آزمایشات مزرعه‌ای نشان داد گندم با

<sup>1</sup> Excalibur

سانتی متری قرار گرفت. بذر نسل BC<sub>3</sub>F<sub>2</sub> حاصل از تلاقی ارقام روشن و اکسکلیر، BC<sub>3</sub>F<sub>2</sub> حاصل از تلاقی ارقام مهدوی و اکسکلیر و BC<sub>3</sub>F<sub>2</sub> حاصل از تلاقی ارقام کل حیدری و اکسکلیر کشت و در طول فصل رشد مراقبت‌های زراعی لازم انجام شد. آبیاری مزرعه موردنظر در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند دو هفته‌ای یکبار و در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد هفته‌ای یکبار انجام شد. میزان بارندگی از زمان کاشت تا برداشت ۴۹/۷ میلی‌متر بود. از هر جمعیت بیست عدد بوته زودسنبله‌ده و بیست عدد بوته دیرسنبله‌ده گزینش و تاریخ گلدهی هر بوته یادداشت گردید. صفت تعداد روز تا سنبله‌دهی در سه زمینه ژنتیکی به همراه عملکرد و اجزای عملکرد به شرح زیر بررسی شد. تعداد روز تا سنبله‌دهی (تعداد روز از تاریخ کاشت تا تاریخ گلدهی)، تعداد سنبله در بوته (از طریق شمارش)، تعداد دانه در بوته (از طریق شمارش با دستگاه بذرشمار)، وزن دانه در بوته (اندازه‌گیری با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱٪) و وزن هزاردانه (اندازه‌گیری با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱٪) اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۲۰ تکرار (۲۰ بوته در هر ژنوتیپ) با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. در این تجزیه زمینه ژنتیکی به عنوان عامل اول در سه سطح (BC<sub>3</sub>F<sub>2</sub> حاصل از تلاقی اکسکلیر × روشن، BC<sub>3</sub>F<sub>2</sub> حاصل از تلاقی اکسکلیر × مهدوی و BC<sub>3</sub>F<sub>2</sub> حاصل از تلاقی اکسکلیر × کل حیدری) و ژنتیک زمان گلدهی به عنوان عامل دوم در دو سطح (سنبله‌دهی زود هنگام و سنبله‌دهی

کل حیدری، این ارقام در پاییز سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کشت شدند و در بهار ۱۳۹۱ تلاقی سه رقم مذکور با رقم اکسکلیر انجام شد. نتاج F<sub>1</sub> در سال ۱۳۹۱ کشت شدند و در بهار ۱۳۹۲ اولین تلاقی برگشتی با والد‌های تکراری (روشن، مهدوی و کل حیدری) انجام شد. بذور حاصل از تلاقی برگشتی نخست (BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub>) در پاییز ۱۳۹۲ کشت و در بهار ۱۳۹۳ زودسنبله‌ده‌ترین نتاج در هر جمعیت گزینش شد. نتاج گزینش شده در پاییز ۱۳۹۳ کشت و در بهار ۱۳۹۴ زودسنبله‌ده‌ترین بوته BC<sub>1</sub>F<sub>2</sub> در هر جمعیت گزینش و با والد تکراری تلاقی برگشتی دوم داده شد. نتاج BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub> در پاییز ۱۳۹۴ کاشت و در بهار ۱۳۹۵ با والد‌های تکراری تلاقی داده شد. نتاج BC<sub>3</sub>F<sub>1</sub> در مزرعه کاشته شد و در بهار ۱۳۹۶ از هر جمعیت یک بوته زودسنبله‌ده گزینش شد. در پاییز ۱۳۹۶ نتاج BC<sub>3</sub>F<sub>2</sub> هر جمعیت به طور جداگانه مورد کشت قرار گرفت (هر جمعیت حدود ۱۰۰۰ بوته). زودسنبله‌ده‌ترین و دیرسنبله‌ده‌ترین بوته‌های هر جمعیت به طور جداگانه برداشت و مورد بررسی قرار گرفت. مزرعه تحقیقاتی مورد نظر دارای طول جغرافیایی ۵۷ درجه، عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۵۶ متر می‌باشد. بافت خاک آن از نوع لومی شنی با اسیدیته ۷/۹ و هدایت الکتریکی ۲/۱۱ دسی‌زیمنس بر متر است. پس از انجام عملیات آماده‌سازی زمین (شخم نیمه عمیق، دیسک و عملیات تسطیح)، کاشت به صورت دستی انجام شد. فاصله بین ردیف‌ها ۴۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذور به صورت خطی در عمق ۴-۵

نشان می‌دهد. بر این اساس روشن زودسنبله‌ده کمترین تعداد روز تا سنبله‌دهی و مهدوی دیرسنبله‌ده بیشترین تعداد روز تا سنبله‌دهی را به خود اختصاص داد. روشن دیرسنبله‌ده و کل حیدری دیرسنبله‌ده از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. در بررسی اثر زمینه ژنتیکی مشخص شد اختلاف معنی‌داری بین سه زمینه مورد مطالعه در همه صفات مورد بررسی وجود داشت، این نتیجه نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بین سه زمینه مورد مطالعه در صفات مورد نظر می‌باشد. در بررسی ژنتیک زودسنبله‌دهی بین دو سطح این عامل در صفات تعداد روز تا سنبله‌دهی و وزن هزاردانه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ولی این اختلاف در بقیه صفات دیده نشد. این نتیجه نشان می‌دهد سنبله‌دهی زود هنگام روی وزن هزاردانه که یکی از اجزای مهم عملکرد دانه در گندم می‌باشد تأثیر مثبت داشته و تعداد روز تا سنبله‌دهی را کاهش و وزن هزاردانه را افزایش داده است.

دیر هنگام) در نظر گرفته شد. بررسی همبستگی ساده بین صفات نیز با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین لاین‌های ایزوژن با کمک نرم‌افزار MSTAT-C و رسم شکل‌ها در محیط آفیس و با استفاده از Excel انجام شد.

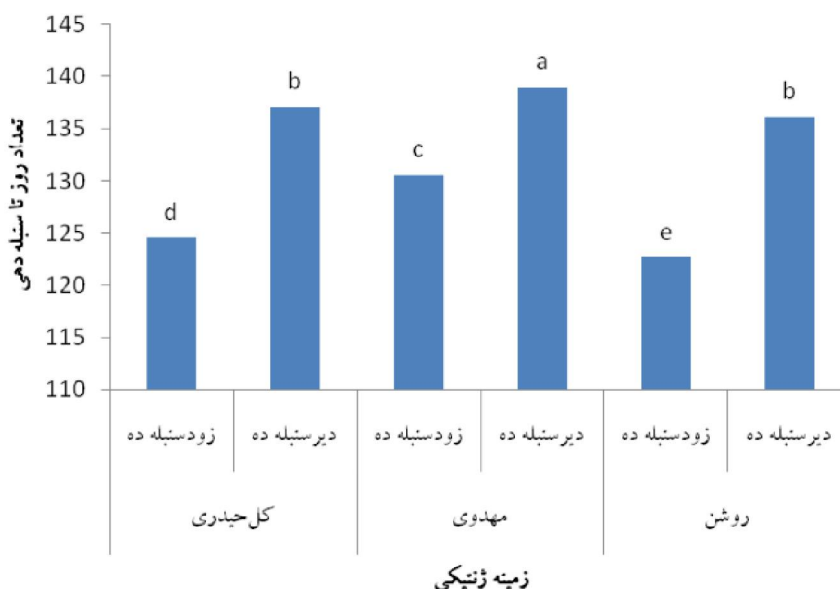
## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. عامل زمینه ژنتیکی برای همه صفات معنی‌دار ولی ژنتیک زودسنبله‌دهی فقط برای تعداد روز تا سنبله‌دهی و وزن هزاردانه معنی‌دار بود. نتایج نشان داد اثر متقابل ژنتیک زودسنبله‌دهی × زمینه ژنتیکی برای صفت تعداد روز تا سنبله‌دهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و برای بقیه صفات غیر معنی‌دار بود، این یافته تأثیر متفاوت ژنتیک زودسنبله‌دهی را در زمینه‌های مختلف برای صفت تعداد روز تا سنبله‌دهی نشان می‌دهد. شکل ۱ تفاوت معنی‌دار بین ترکیبات تیماری (اثر متقابل) را در این صفت

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سه زمینه ژنتیکی گندم نان

| منابع تغییر                   | درجه آزادی | میانگین مربعات         |                     |                        |                     |                     |
|-------------------------------|------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
|                               |            | تعداد روز تا سنبله‌دهی | تعداد سنبله در بوته | تعداد دانه در بوته     | عملکرد دانه         | وزن هزار دانه       |
| زمینه ژنتیکی                  | ۲          | ۳۰۳/۲۹**               | ۴۵۹/۱**             | ۲۲۹۱۵۲/۹۳**            | ۴۱۵/۱*              | ۳۸۶/۸۹**            |
| زمان سنبله‌دهی                | ۱          | ۳۸۹۷/۸۷**              | ۹۵/۲۴ <sup>ns</sup> | ۳۷۰۱/۱۶ <sup>ns</sup>  | ۳۳/۳۹ <sup>ns</sup> | ۴۱۴/۵۷**            |
| زمینه ژنتیکی × زمان سنبله‌دهی | ۲          | ۶۸/۷۲**                | ۴/۰۸ <sup>ns</sup>  | ۴۳۱۸۸/۶۴ <sup>ns</sup> | ۵۹/۵۲ <sup>ns</sup> | ۶۳/۳۹ <sup>ns</sup> |
| خطا                           | ۱۱۲        | ۴/۴۸                   | ۲۹/۴۳               | ۳۵۶۰۳/۵۲               | ۹۱/۳۲               | ۲۱/۳۷               |
| CV%                           |            | ۱/۶۱                   | ۴۵/۵۹               | ۴۶/۱۵                  | ۴۹/۷۹               | ۱۰/۰۶               |

\*\* بسیار معنی‌دار  $P < 0/01$ ، \* معنی‌دار  $P < 0/05$ ، ns غیر معنی‌دار، توضیح: درجه آزادی خطای آزمایش به دلیل وجود دو داده گمشده دو واحد کمتر شده است.



شکل ۱- اثر متقابل زمینه ژنتیکی × ژنتیک زود سنبله‌دهی برای صفت تعداد روز تا سنبله‌دهی

معنی‌داری برای صفات تعداد روز تا سنبله‌دهی و وزن هزاردانه مشاهده شد. یافته‌ها حاکی از آن است که ژنوتیپ‌های زودسنبله‌ده به طور معنی‌داری زودتر از لاین‌های دیرسنبله‌ده به فاز زایشی وارد و وزن هزاردانه بیشتری در مقایسه با نتاج دیرسنبله‌ده داشتند. این نتایج بیانگر موفق بودن پژوهش حاضر در انتقال صفت زود سنبله‌دهی به عنوان یک مکانیسم فرار از خشکی از رقم استرالیایی اکسکلیر به ارقام روشن، مهدوی و کل‌حیدری می‌باشد. رقم روشن سازگار با شرایط آب و هوایی کرمان و مناطق حاشیه ای مواجه با خشکی و شوری می‌باشد. رقم کل‌حیدری در استانهای فارس، کهگیلویه و بویر احمد و اصفهان کشت می‌شود. رقم مهدوی مناسب اراضی لب‌شور اقلیم‌های معتدل کشور شامل استان‌های تهران، مرکزی، سمنان، لرستان، کرمانشاه، اصفهان و یزد است (Omidi et al., 2017). یک رقم گندم نان زودرس که در کشور شیلی تولید شده است در شرایط بدون تنش در مقایسه با ارقام شاهد ۲۰

در یک مطالعه به منظور نقشه‌یابی یک جمعیت در گیاه جو، ۱۱۸ لاین دابل‌هابلوئید بررسی شدند. طبق نتایج این بررسی سنبله‌دهی زود هنگام به طور معنی‌داری با عملکرد بالاتر دانه ارتباط داشت (Francia et al., 2011). همچنین در بررسی ۱۳ لاین گندم مصنوعی، ارتباط معنی‌دار زودرسی با عملکرد بیشتر دانه گزارش شد (Inagaki et al., 2007).

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در نتاج زودسنبله‌ده در مقابل دیرسنبله‌ده در هر زمینه ژنتیکی و همچنین مقایسه میانگین این صفات در هر سه زمینه ژنتیکی در جدول ۲ ارائه شده است. در زمینه روشن و مهدوی از نظر صفت تعداد روز تا سنبله‌دهی بین نتاج زودسنبله‌ده و دیرسنبله‌ده تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. در زمینه کل‌حیدری، نتاج زودسنبله‌ده و دیرسنبله‌ده علاوه بر تعداد روز تا سنبله‌دهی در صفت وزن هزاردانه نیز تفاوت معنی‌دار نشان دادند. در مقایسه نتاج زودسنبله‌ده در مقابل دیرسنبله‌ده در سه جمعیت، اختلاف

(Fukai et al., 1998). چنین نتایجی در رابطه با برنج‌های زودرس در کشور پاکستان در شرایط خشکی نیز گزارش شده است (Kumar et al., 2016). در گزارش‌های متعددی تغییرات ۱۳ و ۱۰ روزه در زودگلدهی و زودرسی در ارقام گندم نان و گندم دوروم در بیش از یک قرن از به‌نژادی تایید شده است (Alvaro et al., 2008; Isidro et al., 2011).

درصد عملکرد بالاتری داشت. همچنین این رقم سازگاری خوبی با تنش خشکی نشان داد (Jobet et al., 2015). در تایلد طی پژوهش‌هایی با بیش از ۱۷ سال آنالیز پایداری مشخص شد عملکرد ارقامی از برنج با مرحله رویشی کوتاه، که در مقایسه با حالت معمول ۱۳ روز گلدهی زود هنگام داشتند پایدارتر بود، زیرا زودرسی خطر کاهش عملکرد را به دلیل فرار از خشکی کاهش داد

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در نتاج زودسنبله‌ده و دیرسنبله‌ده در سه زمینه ژنتیکی گندم نان

|             |                  | تعداد سنبله<br>در بوته | تعداد دانه<br>در بوته | عملکرد دانه<br>(گرم در بوته) | وزن هزار دانه<br>(گرم) |
|-------------|------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------|
| زمینه روشن  | نتاج زودسنبله‌ده | ۱۲۲/۶۵                 | ۲۹۵/۱۵                | ۱۴/۸۷                        | ۵۰/۳۱                  |
|             | نتاج دیرسنبله‌ده | ۱۳۶/۱۱                 | ۳۴۱/۷۲                | ۱۶/۶۷                        | ۴۸/۶۳                  |
|             | معنی داری        | **                     | ns                    | ns                           | ns                     |
| زمینه مهدوی | نتاج زودسنبله‌ده | ۱۳۰/۵                  | ۴۹۷/۳۵                | ۲۳/۴۳                        | ۴۶/۷۱                  |
|             | نتاج دیرسنبله‌ده | ۱۳۹                    | ۴۷۵/۲                 | ۲۱/۱۶                        | ۴۳/۷۳                  |
|             | معنی داری        | **                     | ns                    | ns                           | ns                     |
| کل حیدری    | نتاج زودسنبله‌ده | ۱۲۴/۵۵                 | ۴۴۷/۹۵                | ۲۰/۷۵                        | ۴۶/۵۸                  |
|             | نتاج دیرسنبله‌ده | ۱۳۷/۱                  | ۴۵۲/۸۵                | ۱۸/۰۳                        | ۳۹/۹۹                  |
|             | معنی داری        | **                     | ns                    | ns                           | **                     |
| میانگین     | نتاج زودسنبله‌ده | ۱۲۵/۹                  | ۴۱۳/۴۸                | ۱۹/۶۸                        | ۴۷/۸۷                  |
|             | نتاج دیرسنبله‌ده | ۱۳۷/۴۵                 | ۴۰۳/۹۸                | ۱۸/۶۹                        | ۴۳/۹۶                  |
|             | معنی داری        | **                     | ns                    | ns                           | **                     |

\*\* بسیار معنی دار  $P < 0.01$ ، \* معنی دار  $P < 0.05$ ، ns غیر معنی دار

(۲۰۰۳-۲۰۰۴) با افزایش ناگهانی دما در طول دوره پرشدن دانه همراه بود. نتایج بررسی نشان داد ژنوتیپ‌های زودرس در مقایسه با بقیه ژنوتیپ‌ها با فرار از گرما، دوره کاهش یافته رشد دانه را با افزایش سرعت رشد دانه جبران کرده و بدین ترتیب عملکرد دانه بالایی داشتند (Nagarajan et al., 2008). مشابه این نتایج در لاین‌های گندم موتانت بررسی شده در پاکستان مشاهده شد که

این نتایج بر اساس مقایسه رشد بین ارقام جدید و قدیم گندم در محیط‌های کنونی بدست آمده که ارقام جدید نسبت به ارقام قدیم زودتر به گل رفته و سیکل زندگی‌شان را زودتر تکمیل کردند. در هند ۲۰ ژنوتیپ مختلف گندم نان با کشت در مزرعه در دو فصل زراعی متوالی بررسی شدند. فصل زراعی اول (۲۰۰۲-۲۰۰۳) دارای زمستان با سرمای نرمال و فصل زراعی دوم

هستند و در رویارویی با خشکی انتهای فصل رشد می‌توانند کاهش عملکرد را به حداقل برسانند. تعداد سنبله در بوته با تعداد (۰/۷۴) و وزن دانه در بوته (۰/۶۸) همبستگی بالا، مثبت و بسیار معنی‌دار نشان داد.

روند تغییرات وزن هزاردانه و تعداد روز تا سنبله‌دهی با استفاده از مدل رگرسیونی که بر اساس داده‌های مربوط به این دو صفت برازش داده شد در شکل ۲ نشان داده شده است. شیب خط رگرسیونی نشان داد به ازای افزایش یک روز در تعداد روز تا سنبله‌دهی، وزن هزاردانه به میزان ۰/۳۶ گرم کاهش می‌یابد. نمودار رگرسیونی نشان می‌دهد بین وزن هزاردانه و تعداد روز تا سنبله‌دهی همبستگی منفی وجود دارد. این شکل با نتایج تجزیه همبستگی که در جدول ۳ ارائه شده است مطابقت دارد.

آزمایش‌های مزرعه‌ای پنج ساله در چهار کشور آسیای جنوبی (بنگلادش، هند، نپال و پاکستان) نشان داد در گندم‌های اصلاح شده همبستگی مثبتی بین عملکرد و زودرسی وجود دارد. با این وجود، این همبستگی در ارقام محلی منفی بود (Mondal et al., 2013, 2016).

لاین‌های زودرس با فرار از خشکی انتهایی عملکرد دانه بالاتری داشتند (Sial et al., 2008). در بررسی ۷۵ رقم گندم نان ایرانی نتیجه‌ای مخالف با این نتایج گزارش شده است در این گزارش آمده است ارقام جدید که زودرس بودند در مقایسه با ارقام قدیم عملکرد دانه بالاتری داشتند اما دوره پرشدن دانه طولانی‌تری داشتند (Joudi et al., 2014).

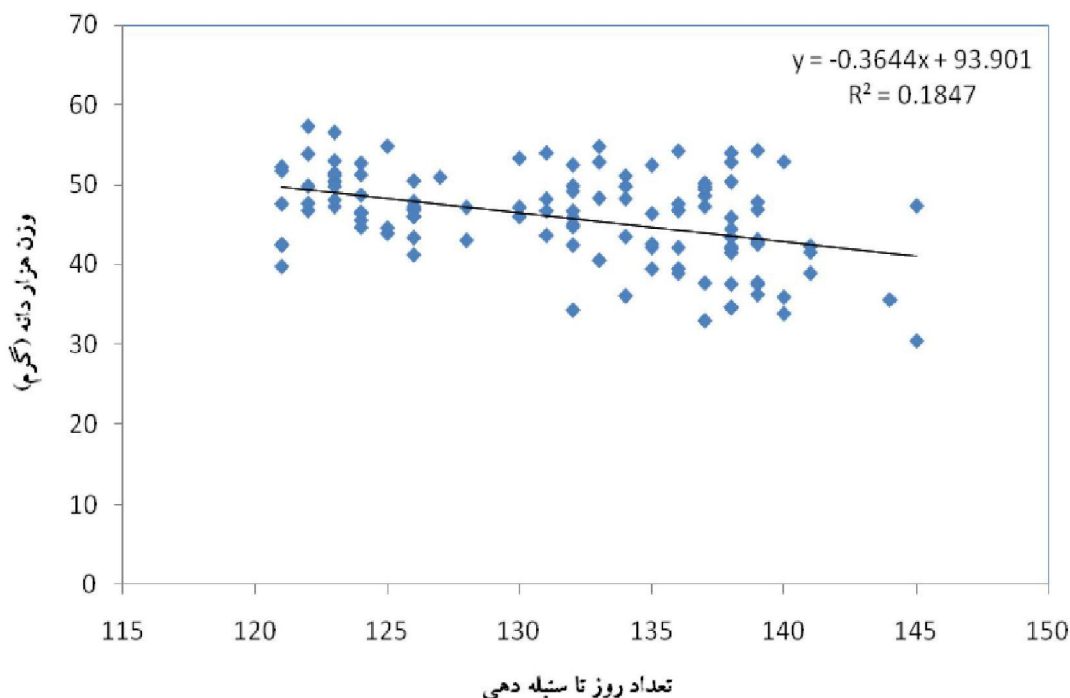
جدول ۳ ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه را در سه زمینه ژنتیکی گندم نان نشان می‌دهد. در این جدول بیشترین همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار بین صفات تعداد دانه در بوته و وزن دانه در بوته مشاهده شد (۰/۹۶). تعداد روز تا سنبله‌دهی همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار با صفات وزن هزاردانه (۰/۴۳-) و بوته (۰/۲۷-) نشان داد، به عبارت دیگر طولانی بودن طول دوره رویشی در این آزمایش وزن هزاردانه و تعداد سنبله در بوته را که از اجزای عملکرد می‌باشند کاهش داد، این ارتباط منفی و معنی‌دار نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های زودسنبله‌ده از یک توانایی فنولوژیک برای استفاده حداکثری از فصل رشد به‌ویژه در مرحله پرشدن دانه برخوردار

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در سه زمینه ژنتیکی گندم نان

| وزن هزار دانه      | عملکرد دانه        | تعداد دانه در بوته | تعداد سنبله در بوته | تعداد روز تا سنبله‌دهی |
|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| ۱                  | ۱                  | ۱                  | ۱                   | ۱                      |
| ۰/۱۵ <sup>ns</sup> | ۰/۹۶ <sup>**</sup> | ۰/۷۴ <sup>**</sup> | ۰/۰۸ <sup>ns</sup>  | ۰/۲۷ <sup>**</sup>     |
| ۰/۰۹ <sup>ns</sup> | ۰/۶۸ <sup>**</sup> | ۰/۰۴ <sup>ns</sup> | ۰/۰۸ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۰۴ <sup>ns</sup>    |
| ۰/۰۸ <sup>ns</sup> | ۰/۰۹ <sup>ns</sup> | ۰/۰۸ <sup>ns</sup> | ۰/۰۸ <sup>ns</sup>  | ۰/۴۳ <sup>**</sup>     |

\*\*بسیار معنی‌دار  $P < 0/01$ ، \* معنی‌دار  $P < 0/05$ ، ns غیر معنی‌دار





شکل ۲- ارتباط وزن هزاردانه با تعداد روز تا سنبله‌دهی در سه زمینه ژنتیکی گندم نان

زودسنبله‌دهی باعث می‌شود در مصرف آب صرفه‌جویی شود و در رقم کل‌حیدری زودسنبله‌دهی باعث فرار از خشکی آخر فصل می‌گردد. نتایج بدست آمده از این بررسی نشان داد تعداد روز تا سنبله‌دهی همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار با صفات وزن هزاردانه و تعداد سنبله در بوته داشت. بنابراین می‌توان با کوتاه کردن فاز رویشی تعداد سنبله بارور و وزن هزاردانه را افزایش داد. با توجه به تجربه موفق انتقال زودسنبله‌دهی از رقم اکسکلیر به سه رقم ایرانی، توصیه می‌شود پروژه‌های مشابه برای انتقال زودسنبله‌دهی به سایر ارقام ارزشمند ولی دیرسنبله‌ده ایرانی انجام شود.

### تشکر و قدردانی

نگارندگان مقاله از پژوهشکده تولیدات گیاهی به خاطر تامین اعتبار این پروژه سپاسگزاری می‌نمایند.

### نتیجه‌گیری کلی

رقم‌های روشن، مهدوی و کل‌حیدری به عنوان ارقام متحمل به خشکی شناخته می‌شوند (Abdolshahi *et al.*, 2013). رقم روشن در کرمان و برخی دیگر از مناطق کشور به صورت فاریاب کشت می‌گردد. رقم مهدوی در اراضی لب شور اقلیم‌های معتدل کشور شامل استان‌های تهران، مرکزی، سمنان، لرستان، کرمانشاه، اصفهان و یزد کشت می‌گردد (Omidi *et al.*, 2017). رقم کل‌حیدری یک رقم موفق دیم است که به طور گسترده در استان‌های فارس، کهگلویه و بویراحمد و اصفهان کشت می‌شود. هر سه رقم با وجود تحمل خشکی بالا نسبتاً دیررس هستند (Abdolshahi *et al.*, 2013). در این پژوهش زودسنبله‌دهی از رقم استرالیایی اکسکلیر به این ارقام منتقل شد. در ارقام روشن و مهدوی

## منابع

- Abdolshahi R, Safarian A, Nazari M, Pourseyedi S, Mohamadi-Nejad G. 2013. Screening drought-tolerant genotypes in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using different multivariate methods. Archives of Agronomy and Soil Science 59: 685–704
- Acevedo E, Ceccarelli S. 1989. “Role of the physiologist-breeder in a breeding program for drought resistance conditions,” in: Drought Resistance in Cereals, ed. Baker, F. W. G. (Wallingford: CAB International), 117–139
- Álvaro F, Isidro J, Villegas D, García del Moral LF, Royo C. 2008. Breeding effects on grain filling, biomass partitioning, and remobilization in Mediterranean durum wheat. Agronomy Journal 100: 361–370
- Bentley AR, Jensen EF, Mackay IJ, Hönicka H, Fladung M, Hori K, Yano M, Mullet JE, Armstead IP, Hayes C, Thorogood D, Lovatt A, Morris R, Pullen N, Mutasa-Go’ttgens E, Cockram J. 2013. “Flowering time,” in: Genomics and Breeding for Climate-Resilient Crops, 2<sup>nd</sup> ed. Kole C. (Springer-Verlag Berlin Heidelberg), 1–67
- Blum A, Sinmena B, Mayer J, Golan G, Shpiler L. 1994. Stem reserve mobilisation supports wheat-grain filling under heat stress. Australian Journal of Plant Physiology 21: 771–781
- Bodner G, Nakhforoosh A, Kaul HP. 2015. Management of crop water under drought: a review. Agronomy for Sustainable Development 35: 401–442
- Campoli C, Korff M. 2014. Genetic control of reproductive development in temperate cereals. Advances in Botanical Research 72: 131–158
- Chew YH, Halliday KJ. 2011. A stress-free walk from Arabidopsis to crops. Current Opinion in Biotechnology 22: 281–286
- Dolferus R. 2014. To grow or not to grow: a stressful decision for plants. Plant Science 229: 247–261
- Farooq M, Hussain M, Siddique KHM. 2014. Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. Critical Reviews in Plant Sciences 33: 331–349
- Francia E, Tondelli A, Rizza F, Badeck FW, Nicosia OLD, Taner A, Grando S, Al-Yassin A, Benbelkacem A, Thomas WTB, Eeuwijk FV, Romagosa I, Stanca AM, Pecchioni N. 2011. Determinants of barley grain yield in a wide range of Mediterranean environments. Field Crops Research 120: 169–178
- Fukai S, Sittisuang P, Chanphengsay M. 1998. Increasing production of rainfed lowland rice in drought prone environments: a case study in Thailand and Laos. Plant Production Science 1: 75–82
- Hill CB, Li C. 2016. Genetic architecture of flowering phenology in cereals and opportunities for crop improvement. Frontiers in Plant Science 7: 1906
- Inagaki MN, Valkoun J, Nachit MM. 2007. Effect of soil water deficit on grain yield in synthetic bread wheat derivatives. Cereal Research Communications 35: 1603–1608
- Iqbal M, Navabi A, Yang R-C, Salmon DF, Spaner D. 2007. The effect of vernalization genes on earliness and related agronomic traits of spring wheat in northern growing regions. Crop Science 47:1031-1039
- Isidro J, Álvaro F, Royo C, Villegas D, Miralles DJ, García del Moral LF. 2011. Changes in duration of developmental phases of durum wheat caused by breeding in Spain and Italy during the 20<sup>th</sup> century and its impact on yield. Annals of Botany 107: 1355–1366

- Jobet C, Matus I, Madariaga R, Campillo R, Zuñiga J, Mejías J, Garcia YJC. 2015. Konde INIA: first doubled haploid winter wheat cultivar for southern Chile. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences* 31: 234–238
- Kamran A, Iqbal M, Spaner D. 2014. Flowering time in wheat (*Triticum aestivum* L.): a key factor for global adaptability. *Euphytica* 197: 1–26
- Krannich CT, Maletzki L, Kurowsky C, Horn R. 2015. Network candidate genes in breeding for drought tolerant crops. *International Journal of Molecular Sciences* 16: 16378–16400
- Khanna-Chopra R, Singh K. 2015. “Drought resistance in crops: physiological and genetic basis of traits for crop productivity,” in *Stress Responses in Plants: Mechanisms of Toxicity and Tolerance*, eds Tripathi BN, Müller M. (New York, NY: Springer) 267–292
- Kumar P, Sao A, Salam JL, Kanwar RR, Kumari P, Gupta AK, Netam RS, Kumar M, Thakur AK, Mukherjee SC, Kar S, Singh DP. 2016. Formulating phenological equations for rainfed upland rice in Bastar plateau and assessment of genotype × environment interaction. *Pakistan Journal of Botany* 48: 1609–1618
- Liu B, Asseng S, Müller C, Ewert F, Elliott J, Lobell DB, *et al.* 2016. Similar estimates of temperature impacts on global wheat yield by three independent methods. *Nature Climate Change* 6: 1130–1136
- Ludlow MM. 1989. “Strategies of response to water stress,” in: *Structural and Functional Responses to Environmental Stresses: Water Shortage*, eds Kreeb KH, Richter H, Hinckley TM. (Hague: SPB Academic Publishing) 269–281
- Mondal S, Singh RP, Crossa J, Huerta-Espino J, Sharma I, Chatrath R, Singh GP, Sohu VS, Mavi GS, Sukuru VSP, Kalappanavar IK, Mishra VK, Hussain M, Gautam NR, Uddin J, Barma NCD, Hakim A, Joshi AK. 2013. Earliness in wheat: a key to adaptation under terminal and continual high temperature stress in South Asia. *Field Crops Research* 151: 19-26
- Mondal S, Singh RP, Mason ER, Huerta-Espino J, Autrique E, Joshi AK. 2016. Grain yield, adaptation and progress in breeding for early maturing and heat-tolerant wheat lines in South Asia. *Field Crops Research* 192: 78-85
- Nagarajan S, Anand A, Chaudhary HB. 2008. Response of spring wheat (*Triticum aestivum*) genotypes under changing environment during grain filling period. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 78: 177–179
- Nitcher R, Pearce S, Tranquilli G, Zhang X, Dubcovsky J. 2014. Effect of the hope FT-B1 allele on wheat heading time and yield components. *Journal of Heredity* 105: 666-675
- Omid AH, Orazizadeh MR, Beyzaei E, Roshani GH, Taleghani D, Aliniya F, Golkari S, Ghanbari AA, Mahmodi M, Moghaddam A, Najafian G. 2017. Field crops cultivars (post and future). *Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ministry of Agriculture-Jahad* pp114
- Regan KL, Siddique KHM, Tennant D, Abrecht DG. 1997. Grain yield and water use efficiency of early maturing wheat in low rainfall Mediterranean environments. *Australian Journal of Agricultural Research* 48: 595–603
- Riboni M, Galbiati M, Tonelli C, Conti L. 2013. GIGANTEA enables drought escape response via abscisic acid-dependent activation of the florigens and suppressor of overexpression of CONSTANS. *Plant Physiology* 162: 1706–1719

- Schmalenbach I, Zhang L, Reymond M, Jiménez-Gómez JM. 2014. The relationship between flowering time and growth responses to drought in the *Arabidopsis Landsberg erecta* × Antwerp-1 population. *Frontiers in Plant Science* 5: 609
- Sial MA, Dahot MU, Arain MA, Laghari KA, Mangrio SM, Mangan BN. 2008. Evaluation of wheat mutant lines for yield and yield components under different sowing dates. *Pakistan Journal of Biotechnology* 5: 27–38
- Sommer R, Glazirina M, Yuldashev T, Otarov A, Ibraeva M, Martynova L, Bekenov M, Kholov B, Ibragimov N, Kobilov R, Karaev S. 2013. Impact of climate change on wheat productivity in Central Asia. *Agriculture, ecosystems & environment* 178: 78-99
- Song YH, Ito S, Imaizumi T. 2013. Flowering time regulation: photoperiod- and temperature-sensing in leaves. *Trends in Plant Science* 18: 575–583
- Stapper M, Fischer RA. 1990. Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in Southern New South Wales. III. Potential yields and optimum flowering dates. *Australian Journal of Agricultural Research* 41: 1043–1056
- Yue B, Xue W, Xiong L, Yu X, Luo L, Cui K, Jin D, Xing Y, Zhang Q. 2006. Genetic basis of drought resistance at reproductive stage in rice: separation of drought tolerance from drought avoidance. *Genetics* 172: 1213–1228
- Zheng B, Biddulph B, Li D, Kuchel H, Chapman S. 2013. Quantification of the effects of VRN1 and Ppd-D1 to predict spring wheat (*Triticum aestivum*) heading time across diverse environments. *Journal of Experimental Botany* 64: 3747–3761

## Effect of early heading on yield and yield components of three Iranian wheat genetic backgrounds

Maryam Dorrani-Nejad<sup>1</sup>, Roohollah Abdoshahi<sup>2\*</sup>, Ali Kazemi Pour<sup>3</sup>,  
Ali Akbar Maghsoudi Moud<sup>3</sup>

1- *Ph.D Student of Plant breeding, Faculty of Agriculture, University of Shahid-Bahonar, Kerman, Iran*

2- *Research and Technology Institute of Plant Production (RTIPP) and Faculty of Agriculture of Shahid-Bahonar, University of Kerman, Kerman, Iran*

3- *Dept. of Agronomy & Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Shahid-Bahonar, Kerman, Iran*

### Abstract

Early flowering and shorter vegetative phase can be very important for wheat production in terminal drought stress condition. Earliness can minimize exposure to dehydration during the sensitive periods such as flowering and grain filling. In this research, earliness was transferred from Excalibur (donor parent) to Roshan, Mahdavi and Kalheydari (recurrent parents) cultivars using backcross method. Several back-crosses for developing BC3F2 generation were done during 2011 to 2018 at the research field of Shahid Bahonar University of Kerman. Around 1000 filial of each population were evaluated for heading time and 20 of latest heading and earliest heading filial were selected. Analysis of variance revealed that interaction of genetic background and earliness was highly significant for days to heading.. The most response to selection for earliness was found in Roshan, followed by Kalheydari and Mahdavi backgrounds, respectively. According to results, earliness significantly improved 1000-grain weight.

**Keywords:** Genetic of early flowering, drought escape, backcross

\* Corresponding author: [abdoshahi@uk.ac.ir](mailto:abdoshahi@uk.ac.ir)

Received: 2019/03/13

Accepted: 2020/03/18