"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و سوم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰

مقاله پژوهشی

DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8

اثر زمان کاشت بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های جو دیم (*Hordeum vulgare* L.) در شرایط اقلیمی مشهد

Effect of planting time on grain yield and yield components of rainfed barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under climatic conditions of Mashhad, Iran

علیرضا خداشناس

چکیده

خداشناس، ع. ر. ۱۴۰۰. اثر زمان کاشت بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های جو دیم (*Hordeum vulgare* L.) در شرایط اقلیمی مشهد. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۳ (۱): ٦٦-٤٩.**

به منظور ارزیابی عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو دیم در زمان‌های کاشت و تعیین ارقام مناسب برای جبران کاهش عملکرد ناشی از تاخیر در کاشت، این آزمایش طی دو سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹٤ و ۱۳۹٦-۱۳۹۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق مشهد اجرا شد. در این آزمایش دو زمان کاشت پاییزه و انتظاری و نه رقم و سه لاین امیدبخش جو به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند. زمان‌های کاشت کرت‌های اصلی و ژنوتیپ‌های جو کرت‌های فرعی را تشکیل دادند. ژنوتیپ‌های جو شامل سهند، آبیدر، انصار، نادر، Yea168، سرارود۱، خرم، ایذه، ماهور بودند. نتایج نشان داد که از نظر صفات گیاهی و عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود داشت. در زمان کاشت پاییزه، اغلب ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی مرحله گرده‌افشانی را در دامنه مطلوب دمایی سپری کرده و با تاخیر در کاشت (کشت انتظاری)، گرده‌افشانی اغلب ژنوتیپ‌ها خارج از این دامنه و با شرایط تنش گرما مصادف شد. ارقام ماهور و خرم به ترتیب با میانگین ۲۲۹۱ و ۲۱۱۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ارقام آبیدر، انصار و سرارود۱ به ترتیب با میانگین ۱۵۱۸، ۱٦۱۹ و ۱٦۲۵ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشتند. بر اساس نتایج بدست آمده ارقام ماهور و خرم برای کشت در منطقه مورد مطالعه و سایر مناطق مشابه مناسب بوده و در شرایط با احتمال یخبندان زمستانه و بروز خسارت سرما، ارقامی نظیر نادر و سهند مناسب‌تر خواهند بود. برای زمان کاشت دیرهنگام (کشت انتظاری) فقط ارقام بهاره ماهور و خرم به علت سازگاری بهتر به شرایط محیطی و عملکرد دانه بالا مناسب‌تر شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: جو، زمان کاشت، عملکرد دانه، کشت دیم و گلدهی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۷ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی شماره ۹۴۱۹۴-۱۵-۴۳-۲ مصوب موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور می‌باشد.

استادیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بجنورد، ایران
(پست الکترونیک: a.khodashenas@areeo.ac.ir)

مقدمه

جو یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی گروه غلات در بسیاری از کشورها از جمله ایران است که سهم قابل توجهی از اراضی آبی و دیم را به خود اختصاص داده است. سطح زیر کشت جو در ایران در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸حدود ۱/۶ میلیون هکتار و ۴۰ درصد زراعت آن آبی و ۶۰ درصد دیم بوده است. میانگین عملکرد دانه جو در مزارع آبی و دیم به ترتیب ۳/۵ و ۱/۳ تن در هکتار بوده که افزایش نسبتا مناسبی نسبت به سال‌های پیش نشان می‌دهد (Hamzei and Seyedi, 2014). طبق آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی، سطح زیر کشت جو دیم در این استان در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ معادل ۳۹۵۹۷ هکتار بوده است (Anonymous, 2017). اهمیت گیاه جو به علت نقشی است که در تناوب زراعی، تولید علوفه و دانه، تولید مالت، آرد و کاربردهای صنعتی نظیر سوخت‌های زیستی، پروتئین‌های نوترکیب و بازیافت زباله‌های خطرناک ایفا می‌کند. سودمندی محصول جو به کمیت تولید و کیفیت آن (پروتئین دانه، اندازه دانه) بستگی دارد و عملکرد دانه و کیفیت دانه جو ممکن است تحت تاثیر شرایط آب و هوایی، تغذیه و رقم باشد (Buckley *et al.*, 2011).

نتایج یک آزمایش انجام شده روی یک رقم جو بهاره در هفت تاریخ کاشت با فواصل ۱۵ روزه در شرایط دیم نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد دانه تحت تاثیر تاریخ کاشت تغییر معنی‌داری داشتند، به‌طوری که در سال اول آزمایش با تاخیر در کاشت ارتفاع بوته از ۷۲/۷ سانتی‌متر به ۲۵/۸ سانتی‌متر کاهش یافت. تعداد دانه در سنبله از ۱۵/۸ به ۸/۳ و تعداد سنبله در بوته از ۴/۸ به ۱/۳ و عملکرد دانه از ۲۸۷/۳ به ۷۳/۸ گرم در متر مربع کاهش یافتند. نتایج سال دوم نیز همین روند را نشان داد (Kavak, 2004). انصاری‌ملکی و همکاران (Ansari Maleki *et al.*, 2009) در ارزیابی سازگاری و پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو دیم گزارش دادند که تفاوت ژنوتیپ‌های جو از نظر خصوصیات مطلوب زراعی، پایداری عملکرددانه و سازگاری می‌تواند به عنوان ملاک برتری مد نظر قرار گیرد. برتولدسون و برنتستام (Bertholdsson and Brantestam, 2009) در گزارشی در باره تاریخچه یک قرن اصلاح جو در اروپای شمالی اعلام داشتند که طی سال‌های ۱۸۹۰ تا ۲۰۰۵ ارتفاع بوته ارقام جوکاهش یافته (از ۱۱۰ به ۷۰-۶۰ سانتی‌متر) و شاخص برداشت از ۴۲ درصد به ۵۵ درصد افزایش یافته و در ارقام جدید ریشه‌های باریک‌تر بیشتر شده‌اند. آبیلیدو و همکاران (Abeledo *et al.*, 2012) با مقایسه ارقام جدید و قدیم اصلاح شده جو در آرژانتین گزارش دادند که اصلاح جو باعث بهبود پتانسیل ارقام جو گردیده، به طوری که ارقام جدید پنجه زنی بهتری داشته و ظرفیت جذب تابش نیز در آنها افزایش یافته است و احتمالا یکی از دلایلی که پنجه زنی باعث ثبات عملکرد می‌شود این است که پتانسیل سازگاری ارقام را در شرایط تنش نظیر خشکی فراهم می‌کند. هامیان و همکاران (Hamian *et al.*, 2012) نیز با ارزیابی ۴۰ ژنوتیپ جو از نظر تحمل به سرما و یخبندان، تنوع صفات را در آنها مشاهده و گزارش نمودند که بعضی از ژنوتیپ‌های جو به سرما متحمل‌تر هستند. آقایی سربرزه و همکاران (Aghaei Sarbarzeh *et al.*, 2010) در ارزیابی ۲۰ لاین پیشرفته جو در شرایط دیم، یک نوبت آبیاری و دو نوبت آبیاری، تفاوت در تحمل به تنش‌ها و عملکرد بالاتر را برای تعدادی از ارقام جو گزارش نمودند. کانترو- مارتینز و همکاران (Cantero- Martinez *et al.*, 1995) گزارش دادند که مجموع آب مصرفی بوسیله گیاهان زراعی و تبخیر و تعرق طی دوره قبل از گرده‌افشانی تعیین کننده اصلی عملکرد دانه است. آنها در آزمایشی که روی دو رقم جو دیم انجام دادند گزارش نمودند که رقم جدید

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

نسبت به رقم قدیمی، انعطاف‌پذیری بیشتری داشته و با دارا بودن سرعت رشد بیشتر طی دوره قبل از گرده‌افشانی، زمانی که تعداد دانه در سنبله تعیین می‌شود، واکنش بهتری داشت و رقم جو زودرس از تنش انتهای فصل اجتناب نموده و دوره پرشدن دانه آن نسبت به رقم دیررس کمتر تحت تاثیر شرایط نامناسب محیطی قرار گرفت.

با توجه به سطح زیرکشت جو دیم در کشور و مقرون به صرفه بودن زراعت غلاتی مانند جو با نیاز آبی پایین و سازگاری با خاک‌های نسبتاً فقیر اراضی دیم، ضرورت اصلاح ارقام جدید دیم پرمحصول و متحمل به تنش‌های محیطی و غیرمحیطی مشخص می‌شود. عملکرد ارقام از محیطی به محیط دیگر متفاوت است و انتخاب یک رقم برای چند محیط جهت افزایش عملکرد در واحد سطح مناسب نیست و در اغلب موارد می‌توان با محاسبه سازگاری خصوصی، ژنوتیپ خاصی را برای منطقه مورد نظر معرفی کرد (Ahakpaz *et al*., 2013). با توجه به اینکه معرفی ارقام پرمحصول و متناسب با شرایط مناطق مورد کشت، سهم به‌سزایی در افزایش محصول جو در کشور داشته است (Hamzei and Seyedi, 2014)، هدف از این آزمایش ارزیابی ویژگی‌های متفاوت ارقام و لاین‌های جو دیم و تعیین مناسب‌ترین ارقام برای افزایش تولید در شرایط معمول و شرایط کاهش طول فصل رشد ناشی از تاخیر در کاشت بود.

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه عملکرد دانه و ارزیابی سازگاری ارقام جو دیم به زمان کاشت و تعیین برهمکنش بین ژنوتیپ‌ها و زمان کاشت برای شناسایی عوامل موثر و قابل مدیریت با تاخیر در کاشت ارقام جو از جمله شناسایی ارقام مناسب برای جبران کاهش عملکرد ناشی از تاخیر در کاشت در شرایط دیم، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی **۱۳۹۵-۱۳۹۴** و **۱۳۹۶-۱۳۹۵** در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق مشهد اجرا شد. میزان و زمان وقوع بارندگی در محل اجرای آزمایش و میانگین دمای هوا در محل اجرای آزمایش در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. زمان کاشت شامل دو سطح؛ کاشت در زمان مناسب (نیمه دوم مهرماه تا نیمه اول آبان‌ماه) و کشت انتظاری (سبز شدن بوته‌ها بعد از سرمای زمستان صورت گیرد) به عنوان کرت اصلی و نه رقم و سه ژنوتیپ جو به عنوان کرت فرعی بودند. در سال‌های اول و دوم، زمان کاشت اول به‌ترتیب **۱۳۹۴/۸/۷** و **۱۳۹۵/۸/۱۶** و زمان کاشت دوم به‌ترتیب **۱۳۹۴/۱۰/۶** و **۱۳۹۵/۹/۳۰** بود.

ارقام و لاین‌های جو شامل ارقام سهند (بینابین)، آبیدر (زمستانه)، Yea168 (زمستانه)، انصار (زمستانه)، نادر (بینابین)، سرارود۱ (بینابین)، خرم (بهاره)، ایذه (بهاره)، ماهور (بهاره) و لاین‌های ۴، ۵ و ۶ انتخابی از

جدول ۱- میزان و زمان بارندگی سالیانه (میلی‌متر) در طول فصل رشد در محل اجرای آزمایش (مشهد) (**۹۵-۱۳۹۴** و **۹۶-۱۳۹۵**)

Table 1. Rate and time of yearly rainfall (mm) during the growing season at experiment site (Mashhad) (2015-2017)

بارندگی سالیانه Yearly rainfall		بهار Spring		زمستان Winter		پاییز Autumn	
سال زراعی Cropping year	بلند مدت Long-term	سال زراعی Cropping year	بلند مدت Long-term	سال زراعی Cropping year	بلند مدت Long-term	سال زراعی Cropping year	بلند مدت Long-term
			2015-2016۱۳۹۴-۹۵				
276	249.4	164.6	97.1	64.1	110.2	47.3	42.1
			2016-2017۱۳۹۵-۹۶				
252.7	249.4	95.7	97.1	140.8	110.2	16.2	42.1

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

جدول ۲- مقایسه دمای هوا (درجه سلسیوس) نسبت به میانگین بلند مدت و دو سال اجرای آزمایش

Table 2. Comparison of air temperature (˚C) with long term mean and two years of experiment

۱۳۹۴-۹۵ 2015-2016			۱۳۹۵-۹۶ 2016-2017		
از ابتدای سال زراعی تا From the beginning of growing season until	میانگین دما Mean temperature	مقایسه با میانگین بلند مدت Comparison with long-term mean	از ابتدای سال زراعی تا From the beginning of growing season until	میانگین دما Mean temperature	مقایسه با میانگین بلند مدت Comparison with long term mean	مقایسه با سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ Comparison with 2015-2016 growing season
16 Dec. 2015	13	0.5	-	-	-	-
17 Jan. 2016	11.2	1.3	6 Mar. 2017	8.2	-0.1	-2
10 Feb. 2016	10.4	1.6	18 Apr. 2017	8.5	-0.5	-2.2
14 Mar. 2016	10.4	2.1	29 Apr. 2017	9.1	-0.4	-1.9
18 Apr. 2016	10.6	1.7	8 may 2017	9.1	-0.8	-2.4

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

آزمایشات سازگاری ژنوتیپ‌های مناسب مناطق سرد و معتدل بودند. عملیات خاک‌ورزی شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار و دیسک بوده و زمین جهت کشت ردیفی بذور آماده شده و کرت‌ها قطعه‌بندی شد. مصرف کود به صورت پایه در ابتدای فصل بر مبنای ۴۵ کیلوگرم نیتروژن (از منبع کود اوره)، فسفر و پتاسیم برای هر دو سال انجام شد. در سال اول و با توجه به بارندگی‌های بهاره (۱۳۹۵/۱/۲۸)، ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به صورت سرک به خاک داده شد، اما در سال دوم که بارندگی‌های بهاره کمتر بود، کود سرک بهاره مصرف نشد. کاشت بذر با دستگاه کاشت آزمایشی غلات انجام شد و هر کرت شامل شش ردیف کاشت به فواصل ۲۰ سانتیمتر و طول شش متر با تراکم ۳۳۰ بذر در مترمربع بود. مراحل نمو طی فصل رشد بر اساس وقوع هر یک از مراحل در ۵۰ درصد از بوته‌های هر کرت ثبت شد. بر مبنای داده‌های هواشناسی و زمان گلدهی از نظر دمایی (Flohr *et al*., 2017; Robertson *et al*., 2013; Wang *et al*., 2015; Zheng *et al*., 2012)، زمان مناسب برای گلدهی در هر سال بر اساس روز-درجه رشد با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد و سپس زمان وقوع گرده‌افشانی ارقام طی زمان‌های کاشت در هر سال روی نمودار مشخص شدند.

$$GDD = \Sigma(T_{max} + T_{min})/2 - T_b \quad \text{(رابطه ۱)}$$

T_{max} و T_{min} به ترتیب حداکثر و حداقل دمای روزانه هستند که بر اساس ۳۰ و صفر درجه تصحیح شدند، T_b دمای پایه گیاه جو است که معادل صفر درجه در نظر گرفته شد (Sharifi, 2016; Robertson *et al*., 2013; Shaaban *et al*., 2018).

پس از رسیدگی محصول، یک متر طولی از هر کرت جهت تعیین اجزای عملکرد به طور کامل برداشت شده و سپس برداشت کل کرت با کمباین مخصوص برداشت آزمایشات غلات انجام شد. تجزیه مرکب داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری $SAS_{(8.2)}$ و میانگین‌ها با استفاده از آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شدند.

نتایج و بحث

میانگین بارندگی مشهد در سال‌های زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ و ۱۳۹۶-۱۳۹۵ به ترتیب ۱۰/۷ و ۱/۳ درصد بیشتر از میانگین دراز مدت بود. بعلاوه در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ درصد قابل توجهی از بارندگی‌ها در بهار صورت گرفت. گرچه در پاییز و زمستان نیز شرایط رطوبتی مناسب بود، اما در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در فصل پاییز میزان بارندگی برای سبز شدن بذور مناسب نبود و بیشتر بارندگی‌ها در زمستان و ابتدای بهار صورت گرفت (جدول ۱). شرایط دمایی نیز در این دو سال متفاوت بود. در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ دمای هوای مشهد در پاییز و زمستان و تا انتهای فصل رشد بالاتر از حد معمول بود، یخبندان‌های معمول زمستانه رخ نداد و بارندگی‌ها نیز به صورت باران بود، اما در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ روند متفاوتی وجود داشت و دمای هوا از ابتدای پاییز تا آخر فصل رشد سردتر از شرایط معمول و البته به میزان قابل توجهی سردتر از سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ بود (جدول ۲).

مراحل نمو برای ژنوتیپ‌های جو بر اساس روز-درجه رشد طی سال‌های آزمایش و زمان‌های کاشت در جدول‌های ۳ و ۴ ارائه شده است. ژنوتیپ‌های جو از نظر طی مراحل فنولوژیکی بر اساس روز-درجه رشد متفاوت بوده و این تفاوت در مراحل حساس رشدی قابل ملاحظه بود. طی سال‌های آزمایش و زمان‌های کاشت در ژنوتیپ‌های زمستانه مراحل رشد زایشی با تاخیر بیشتری نسبت به ارقام بهاره آغاز شد، البته از این نظر بین ژنوتیپ‌های زمستانه نیز تفاوت وجود داشت. از نظر تعداد روز، در سال اول آزمایش بیشترین فاصله بین مراحل نموی ژنوتیپ‌های زمستانه و بهاره در مراحل طویل شدن ساقه، ظهور برگ پرچم، ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوژیک به‌ترتیب ۱۱، ۲۲، ۱۷ و ۹

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

جدول ۳– وقوع مراحل نموی در ژنوتیپ‌های جو بر اساس روز–درجه رشد در تیمارهای زمان کاشت (۹۵–۱۳۹۴ و ۹۶–۱۳۹۵)

Table 3. Development stages of barley genotypes based on GDD in planting time treatments (2015-2016 and 2016-2017)

ژنوتیپ‌های جو Barley genotypes		روز–درجه رشد از سبز شدن گیاهچه تا GDD from seedling emergence until							
		طویل شدن ساقه Stem elongation		ظهور برگ پرچم Flag leaf appearance		ظهور سنبله Heading		رسیدگی فیزیولوژیک Physiological maturity	
		زمان کاشت اول First planting	زمان کاشت دوم Second planting	زمان کاشت اول First planting	زمان کاشت دوم Second planting	زمان کاشت اول First planting	زمان کاشت دوم Second planting	زمان کاشت اول First planting	زمان کاشت دوم Second planting
Abidar	آبیدر	1281	888	1516	1066	1662	1307	2102	1629
Ansar	انصار	1281	888	1516	1066	1662	1328	2102	1589
Yea168		1281	888	1473	1022	1662	1307	2079	1566
Sahand	سهند	1192	795	1303	872	1454	1112	2017	1566
Nader	نادر	1192	795	1303	872	1438	1089	1992	1518
Sararoud1	سرارود۱	1192	795	1303	872	1454	1066	1968	1518
Line 4	لاین ۴	1178	727	1246	795	1405	1043	1898	1495
Line 5	لاین ۵	1192	782	1322	882	1438	1066	1992	1518
Line 6	لاین ۶	1192	782	1281	882	1473	1089	1968	1541
Khorram	خرم	1192	741	1261	810	1494	1043	1992	1495
Eizeh	ایذه	1192	741	1261	810	1454	1022	1946	1518
Mahoor	ماهور	1137	686	1166	715	1355	904	1898	1472

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

روز بود. این فاصله در زمان کاشت دوم این سال برای مراحل نموی ساقه روی، ظهور برگ پرچم، ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوژیک به ترتیب ۱۴، ۲۲، ۲۱ و ۷ روز بود. در سال دوم آزمایش بیشترین فاصله بین مراحل نموی ژنوتیپ‌های زمستانه و بهاره در مراحل طویل شدن ساقه، ظهور برگ پرچم، ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوژیک برای هر دو زمان کاشت به‌ترتیب ۱۹، ۱۶، ۱۶ و ۹ روز بود. بر اساس نتایج یک آزمایش مجموع تعداد روز برای ظهور سنبله در جو ۱۵۲-۱۵۰ روز و تفاوت بین ژنوتیپ زودرس و دیررس ۲۲ روز بود، ژنوتیپ‌های زودرس دوره پرشدن دانه طولانی‌تری داشتند، در حالی که ژنوتیپ‌های دیررس کمترین دوره پرشدن دانه را داشتند (Gonzalez *et al*., 2007).

رقم ماهور در هر دو سال و زمان‌های کاشت برتری قابل توجهی از نظر سرعت طی مراحل نمو نسبت به سایر ارقام داشت و با تفاوت قابل ملاحظه‌ای مراحل رشد زایشی را سریع‌تر از سایر ارقام آغاز و طی نمود و پس از آن سایر ارقام بهاره و لاین ۴ قرار داشتند. ارقام انصار و آبیدر مراحل رشد زایشی را دیرتر از سایر ژنوتیپ ها طی کردند. نکته قابل توجه در این مقایسات واکنش ارقام نادر و سهند بود که با وجود تاخیر در شروع رشد زایشی نسبت به ارقام بهاره، در سایر مراحل نموی روندی نزدیک به آنها داشتند. نکته دیگر در پتانسیل زودرسی قابل توجه لاین ۴ است. در این ژنوتیپ مراحل رشد زایشی دیرتر از ارقام بهاره، به ویژه رقم ماهور آغاز شد، اما همزمان با آن به رسیدگی فیزیولوژیک رسید که نشان دهنده سرعت طی مراحل نموی به ویژه دوره پرشدن دانه است. نتایج نشان داد که با کاهش فصل رشد، روز-درجه رشد مورد نیاز برای طی مراحل نموی کمتر شده و در سال دوم نیز روز-درجه رشد مورد نیاز برای طی مراحل نموی کمتر از سال اول بود (جدول ۴).

بر اساس اطلاعات ارائه شده در شکل‌های ۱، ۲ و ۳، تاخیر در شروع مراحل رشد زایشی، گرده‌افشانی ارقام را از محدوده دمایی مطلوب برای گرده‌افشانی خارج می‌کند. بر اساس اطلاعات شکل ۱ در رقم ماهور در بهترین شرایط دمایی برای گلدهی، گرده‌افشانی آغاز شده و در ارقام آبیدر، انصار و Yea168 با تاخیر در گلدهی، گرده‌افشانی با فاصله قابل توجهی نسبت به شرایط مطلوب دمایی برای گرده‌افشانی انجام شد. گزارش شده است که بین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو در شرایط تنش و تعداد روز تا ظهور سنبله و رسیدگی همبستگی منفی وجود دارد و تفاوت در تعداد روز تا گرده‌افشانی ۷۲-۴۸ درصد از اختلاف عملکرد دانه بین ژنوتیپ‌های را توجیه می‌کند (Gonzalez *et al*., 2007). با مقایسه شکل‌های ۱ و ۲ ملاحظه می‌شود که با تاخیر در کاشت، مراحل حساس نموی (گرده‌افشانی) نیز دچار تغییر شده و به تاخیر می‌افتد و از این نظر دو تیپ بهاره (غیر از رقم ماهور) و زمستانه رفتار مشابهی داشتند، اما با وجود تاخیر در کاشت در سال اول در ارقام بهاره گرده‌افشانی در محدوده مطلوب دمایی انجام شد، در حالی که گرده افشانی ارقام بینابین و زمستانه خارج از محدوده دمایی مطلوب بود. ارقام آبیدر و انصار در هر دو زمان کاشت بیشترین فاصله زمانی را از محدوده مطلوب گرده‌افشانی داشتند، به عبارت دیگر این ارقام در هیچ یک از زمان‌های کاشت در منطقه مورد بررسی در محدوده دمایی مطلوب گرده‌افشانی نداشتند. این موضوع در انتخاب رقم مناسب برای موفقیت تولید در هر منطقه باید مورد توجه باشد. در سال دوم، گرده‌افشانی کلیه ژنوتیپ‌ها در خارج از محدوده مطلوب دمایی رخ داد. در این سال نیز در رقم ماهور با تفاوت قابل ملاحظه‌ای نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها گلدهی سریع تر آغاز شد و ارقام آبیدر، انصار و Yea168 نیز با تاخیر بیشتری نسبت به سایر ارقام گرده‌افشانی را آغاز نمودند (شکل ۳). گلدهی زودهنگام باعث طولانی شدن دوره پر شدن دانه می‌شود، در حالی که اجزای فتوسنتزی سبز بوده و پر شدن دانه را بهبود می‌بخشند، زیرا سهم عملکرد دانه از شیره پرورده بعد از گرده‌افشانی در جو مهم است (Gonzalez *et al*., 2007).

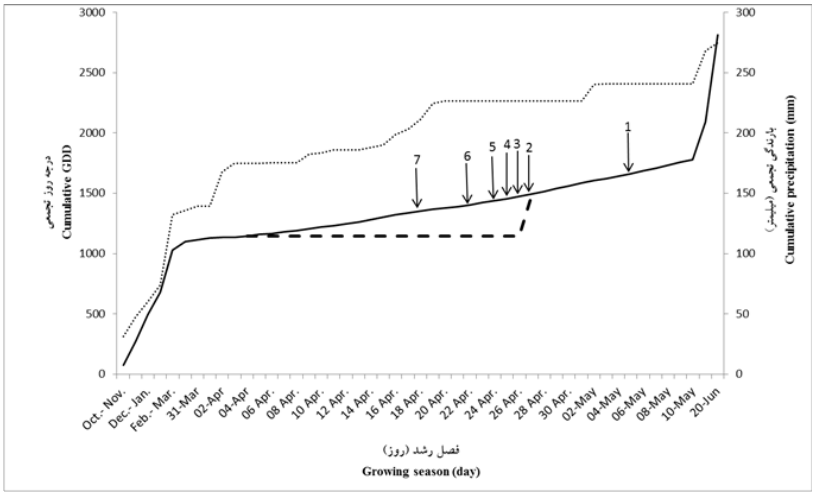
[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

جدول ۴– وقوع مراحل نمو ژنوتیپ‌های جو بر اساس روز–درجه رشد در تیمارهای زمان کاشت (۹۶–۱۳۹۵)

Table 4. Development stages of barley genotypes based on GDD in planting time treatments (2016-2017)

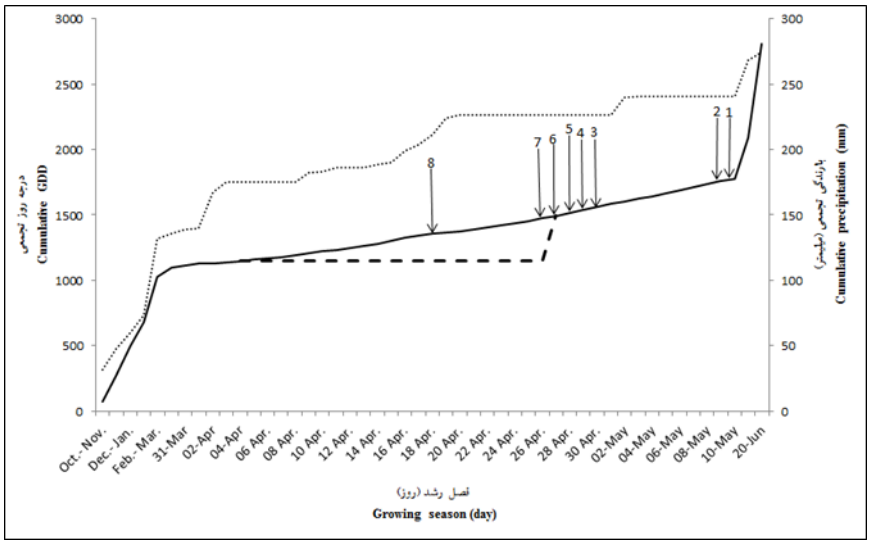
ژنوتیپ‌های جو Barley genotypes		روز–درجه رشد از سبز شدن گیاهچه تا GDD from seedling emergence until							
		ساقه روی Stem elongation		ظهور برگ پرچم Flag leaf appearance		ظهور سنبله Heading		رسیدگی فیزیولوژیک Physiological maturity	
		زمان کاشت اول First planting	زمان کاشت دوم Second planting	زمان کاشت اول First planting	زمان کاشت دوم Second planting	زمان کاشت اول First planting	زمان کاشت دوم Second planting	زمان کاشت اول First planting	زمان کاشت دوم Second planting
Abidar	آبیدر	771	771	844	844	999	999	1323	1347
Ansar	انصار	758	758	824	805	999	999	1299	1347
Yea168		771	771	805	805	999	999	1299	1323
Sahand	سهند	657	657	745	745	844	844	1251	1299
Nader	نادر	639	639	758	745	805	805	1251	1206
Sararoud1	سرارود۱	718	718	745	733	866	866	1228	1251
Line 4	لاین ۴	526	526	657	657	786	786	1164	1141
Line 5	لاین ۵	639	639	718	718	786	786	1251	1228
Line 6	لاین ۶	657	657	733	733	786	786	1251	1228
Khorram	خرم	526	526	623	623	824	824	1251	1164
Eizeh	ایذه	546	546	657	657	805	805	1251	1206
Mahoor	ماهور	433	433	565	565	697	697	1141	1141

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]



شکل ۱- روند تجمعی روز-درجه رشد (خط پیوسته)، محدوده دمایی مطلوب برای گرده افشانی (خط چین)، زمان وقوع گرده‌افشانی ژنوتیپ‌های جو (پیکان‌ها) و بارندگی تجمعی (نقطه چین) در زمان کاشت اول سال اول (۱۳۹۵-۱۳۹۴). پیکان‌ها ژنوتیپ‌های جو؛ ۱: ارقام آبیدر، انصار و Yea168، ۲: رقم خرم، ۳: لاین۶، ۴: ارقام سهند، سرارود۱ و ایذه، ۵: رقم نادر و لاین ۵، ۶: لاین ۴، ۷: رقم ماهور

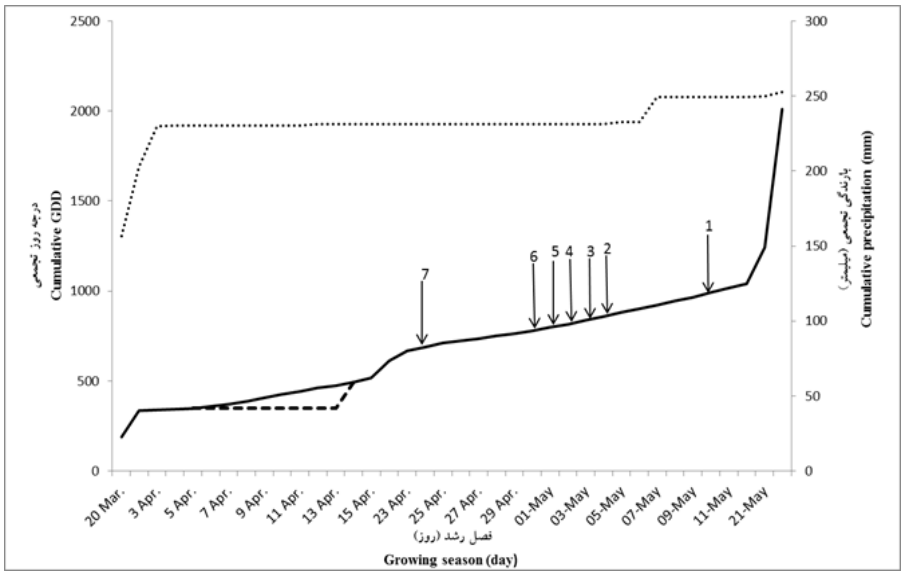
Fig. 1. Cumulative GDD (solid line), optimal temperature range for pollination (dashed line), pollination of barley genotypes (arrows) and cumulative precipitation (dotted line) in first planting time of the first year (2015-2016). Arrows: barley genotypes; 1: Abidar, Ansar and Yea168, 2: Khorram; 3: Line 6; 4: Sahand, Sararoud1 and Eizeh, 5: Nader and Line 5; 6: Line 4, 7: Mahoor



شکل ۲- روند تجمعی روز-درجه رشد (خط پیوسته)، محدوده دمایی مطلوب برای گرده افشانی (خط چین)، زمان وقوع گرده‌افشانی ژنوتیپ‌های جو (پیکان‌ها) و بارندگی تجمعی (نقطه چین) در زمان کاشت دوم سال اول (۱۳۹۵-۱۳۹۴). پیکان‌ها ژنوتیپ‌های جو؛ ۱: رقم انصار، ۲: ارقام آبیدر و Yea168، ۳: رقم سهند، ۴: رقم نادر و لاین۶، ۵: رقم سرارود۱ و لاین۵، ۶: رقم خرم و لاین۴، ۷: رقم ایذه، ۸: رقم ماهور

Fig. 2. Cumulative GDD (solid line), optimal temperature range for pollination (dashed line), pollination of barley genotypes (arrows) and cumulative precipitation (dotted line) in second planting time of the first year (2015-2016). Arrows: barley genotypes; 1: Ansar, 2: Abidar and Yea168, 3: Sahand, 4: Nader and Line 6, 5: Sararoud1 and Line 5, 6: Khorram and Line 4, 7: Eizeh, 8: Mahoor

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]



شکل ۳– روند تجمعی روز-درجه رشد (خط پیوسته)، محدوده دمایی مطلوب برای گرده افشانی (خط چین)، زمان وقوع گرده‌افشانی ژنوتیپ‌های جو (پیکان‌ها) و بارندگی تجمعی (نقطه چین) در زمان‌های کاشت اول و دوم سال دوم (۱۳۹۶-۱۳۹۵). پیکان‌ها ژنوتیپ‌های جو؛ ۱: ارقام آبیدر، انصار و Yea168، ۲: رقم سرارود۱، ۳: رقم سهند، ۴: رقم خرم ، ۵: ارقام نادر و ایذه، ۶: لاین۴، لاین۵ و لاین۶، ۷: رقم ماهور

Fig. 3. Cumulative GDD (solid line), optimal temperature range for pollination (dashed line), pollination of barley genotypes (arrows) and cumulative precipitation (dotted line) in first and second planting times of the second year (2016-2017). Arrows: barley genotypes; 1: Ansar, Abidar and Yea168, 2: Sararoud1, 3: Sahand, 4: Khorram, 5: Nader and Eizeh, 6: Line 4, Line 5 and Line 6, 7: Mahoor

نتایج نشان داد که سال‌های آزمایش اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد زیستی داشته و بر سایر صفات تاثیر معنی‌داری نداشتند. برهمکنش سال در رقم روی میانگین وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد زیستی و عملکرد دانه معنی‌دار بود. بیشترین مقدار ارتفاع بوته در سال اول و به میزان ۷۵/۸ سانتیمتر و کمترین مقدار آن در سال دوم به مقدار ۶۸/۱ سانتیمتر ثبت شد. میانگین تعداد دانه در سنبله طی دو سال آزمایش تفاوت معنی‌داری داشتند. بیشترین تعداد دانه در سنبله در سال اول (۲۷/۴) و کمترین مقدار آن در سال دوم (۲۰/۸ عدد) مشاهده شد. میانگین وزن هزار دانه نیز طی سال‌های آزمایش تغییر معنی‌داری داشت، به گونه‌ای که سال اول با میانگین ۳۴/۴ گرم بیشترین و سال دوم با میانگین ۳۱/۲ گرم کمترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۵). برهمکنش سال در رقم بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود. بیشترین مقدار این جزء برای لاین۶ و در سال دوم (۳۶/۵ گرم) و کمترین مقدار آن برای رقم سرارود۱ و در سال دوم (۲۷/۲ گرم) ثبت شد (جدول ۶). بر اساس اطلاعات جدول ۶ غیر از ارقام ماهور و خرم، در سایر ارقام وزن هزار دانه در سال دوم کاهش یافت. در سال اول و شرایط محیطی مساعدتر، تفاوت بین ارقام قابل توجه نبود، اما با ایجاد تنش کاهش طول فصل رشد، پتانسیل حفظ وزن هزار دانه در برخی از ارقام مشاهده شد. برخی از ارقام نسبت به کاهش طول فصل رشد و تاثیر آن بر وزن هزار دانه حساسیت بیشتری نشان دادند. گزارش شده است که دوره‌های تنش گرمای محدود بعد از گرده‌افشانی باعث کاهش وزن دانه، عملکرد و کیفیت جو، گندم و آفتابگردان می‌شود. در تیمارهای مورد بررسی دمای نسبتا بالا باعث کاهش وزن دانه جو تا حدود ۱۳ درصد شد (Passarella *et al*., 2008).

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های جو در تیمارهای زمان کاشت

Table 5. Mean comparison of plant traits of barley genotypes in planting time treatments

تیمارهای آزمایشی Treatments		ارتفاع بوته Plant height (cm)	سنبله در مترمربع No. of spike.m^{-2}	دانه در سنبله No. of grain.spike^{-1}	وزن هزاردانه 1000 seed weight (g)	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد زیستی Biological yield (kg.ha^{-1})	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})
Year	سال							
2015-2016	۱۳۹۴-۹۵	75.8a	334a	27.4a	34.4a	36.0a	4993b	1855a
2016-2017	۱۳۹۵-۹۶	68.1b	395a	20.8b	31.2b	36.8a	5191a	1896a
Planting time	زمان کاشت							
First	اول	69.9a	349a	23.9a	33.0a	34.3b	4897a	1717a
Second	دوم	74.0a	379a	24.5a	32.5a	38.5a	5279a	2027a
Barley genotypes	ژنوتیپ‌های جو							
Sahand	سهند	75.4b	345b	23.9bc	34.2ab	35.9bc	5483a	2004b
Abidar	آبیدر	70.6cd	327b	23.1bc	32.7b	30.9d	4781a	1518c
Ansar	انصار	70.8cd	312b	21.4bc	33.0ab	32.6cd	4828a	1619c
Yea168		70.9cd	408ab	19.2c	31.5bc	32.0cd	4950a	1604c
Nader	نادر	79.8a	341b	26.6b	33.2ab	34.8c	5464a	1915bc
Sararoud1	سرارود۱	68.9de	417ab	20.1c	29.4c	39.2b	4161a	1625c
Line 4	لاین ۴	63.1f	388ab	24.3bc	33.6ab	37.8bc	5224a	2069ab
Line 5	لاین ۵	76.7ab	354b	25.7b	33.2ab	35.1c	5510a	1923bc
Line 6	لاین ۶	74.4bc	310b	24.8bc	34.1ab	34.4cd	5222a	1734c
Khorram	خرم	66.2ef	393ab	23.6bc	34.7a	41.0ab	5163a	2119ab
Eizeh	ایذه	80.7a	313b	34.2a	30.3c	40.4ab	5338a	2083ab
Mahoor	ماهور	65.8ef	445a	23.2bc	34.7a	42.9a	5084a	2291a

برای هر تیمار در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

For each treatment, means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

کاهش فصل رشد ناشی از شرایط آب و هوایی سال دوم باعث کاهش وزن هزار دانه اغلب ژنوتیپ‌ها شد، اما با این وجود تغییری در وزن هزار دانه برخی از آنها صورت نگرفت، گرچه همه ژنوتیپ‌های زمستانه کاهش وزن هزار دانه را در اثر کاهش فصل رشد داشتند. رقم ماهور زودرس‌ترین رقم بوده و گرده‌افشانی آن زودتر از سایر ژنوتیپ‌ها آغاز شد و دوره پر شدن دانه را در شرایط مطلوب‌تر دمایی در سال دوم سپری کرد، بنابراین به نظر می‌رسد که زمان بیشتر و شرایط دمایی مطلوب‌تر باعث افزایش وزن هزار دانه این رقم و رقم خرم شد. در مقابل در ارقامی نظیر آبیدر و Yea168 که رشد زایشی آنها دیرتر آغاز شده و دیرتر گلدهی داشتند، تحت تاثیر شرایط نامساعد محیطی، افزایش تنش‌های رطوبتی و کاهش دوره پر شدن دانه، وزن هزاردانه کاهش یافت. عملکرد زیستی نیز در سال‌های آزمایش تغییر معنی‌داری داشت و در سال دوم با ۵۱۹۱ کیلوگرم در هکتار بیشتر از سال اول (۴۹۲۵ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۵). برهمکنش سال در رقم روی عملکرد زیستی معنی‌دار بود. بیشترین مقدار عملکرد زیستی در سال اول و به لاین ۵ (۶۲۶۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار آن به رقم سرارود۱ و در سال دوم (۳۹۷۹ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت (جدول ۶). با وجود کاهش فصل رشد، عملکرد زیستی ارقام ماهور، ایذه، خرم و نادر در سال دوم بیشتر از سال اول بود و این برتری برای رقم ماهور مشخص‌تر بود که با وجود کاهش فصل رشد در سال دوم نیز عملکرد زیستی قابل ملاحظه‌ای داشت و در هر دو سال آزمایش از سایر ژنوتیپ‌ها غیر از لاین ۵ از این نظر برتر بود (جدول ۶). بنابراین پتانسیل این رقم و ارقام نادر، خرم و ایذه برای تولید عملکرد زیستی، حتی با تنش کاهش فصل رشد قابل توجه بود. میانگین تعداد سنبله در متر مربع در سال اول ۳۳۴ و در سال دوم ۳۹۵ بوده و البته تفاوت آنها معنی‌دار نبود. میانگین شاخص برداشت نیز بدون تفاوت معنی‌دار برای دو سال به ترتیب ۳۶ و ۳۶/۸ بود (جدول ۵)، اما برهمکنش سال در رقم روی شاخص برداشت معنی‌دار بود. رقم ماهور در هر دو سال بیشترین شاخص برداشت را نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشت (جدول ۶). در مقابل رقم انصار با شاخص برداشت ۲۷/۸ درصد کمترین مقدار را داشت. در هر دو سال آزمایش شاخص‌برداشت ژنوتیپ‌های زمستانه و دیررس کمتر از ژنوتیپ‌های بهاره بود. میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو در سال اول و دوم بدون تفاوت معنی‌دار به ترتیب ۱۸۱۴ و ۱۸۹۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵).

برهمکنش سال و رقم روی عملکرد دانه معنی دار بود. در سال اول لاین۴ با ۲۱۷۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشت. بیشترین عملکرد دانه در سال دوم و به رقم ماهور (۲۵۲۴ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت و دو رقم خرم و ایذه نیز در این سال به ترتیب با ۲۳۲۰ و ۲۲۰۸ کیلوگرم در هکتار در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (جدول ۶). با وجود مناسب بودن فصل رشد برای زمان‌های کاشت سال اول، کمترین عملکرد دانه برای رقم انصار (۱۳۹۵ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۶). در ارقام آبیدر و انصار در هر دو سال آزمایش، گرده‌افشانی در بیشترین فاصله زمانی نسبت به دمای مطلوب انجام شد و در هر دو سال آزمایش کمترین عملکرد دانه را داشتند. این مقایسه حاکی از تاثیر قابل توجه سازگاری فنولوژیکی ارقام (به ویژه مرحله حساس گرده‌افشانی) با شرایط محیطی برای بهبود پتانسیل تولید است. برتری رقم ماهور از نظر عملکرد دانه نسبت به ارقام آبیدر و Yea168 در سال دوم به ترتیب ۶۸ و۶۶ درصد بود که نشان دهنده تاثیر زیاد دقت در انتخاب ارقام متناسب با شرایط محیطی، بر عملکرد دانه است. در شرایطی که آب عامل محدود کننده است، سازگاری فنولوژی گیاه زراعی به آب قابل دسترس راهکار اصلی محسوب شده

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های جو در سال‌های اجرای آزمایش (۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵)

Table 6. Mean comparison of plant traits of barley genotypes in planting time treatments (2015-2016 and 2016-2017)

ژنوتیپ‌های جو Barley genotypes		وزن هزاردانه 1000 seed weight (g)		شاخص برداشت Harvest index (%)		عملکرد زیستی Biological yield ($kg.ha^{-1}$)		عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	
		۱۳۹۴-۹۵ 2015-2016	۱۳۹۵-۹۶ 2016-2017	۱۳۹۴-۹۵ 2015-2016	۱۳۹۵-۹۶ 2016-2017	۱۳۹۴-۹۵ 2015-2016	۱۳۹۵-۹۶ 2016-2017	۱۳۹۴-۹۵ 2015-2016	۱۳۹۵-۹۶ 2016-2017
Sahand	سهند	34.7ab	33.6b	35.2bc	36.6bc	5633ab	5333ab	2087bc	1934bc
Abidar	آبیدر	34.1ab	27.9d	29.5c	32.3bc	4935b	4653b	1537c	1503c
Yea168		33.4b	29.6cd	31.2c	32.7bc	5131ab	4798b	1707c	1519c
Ansar	انصار	34.4ab	31.5bc	27.8c	37.5b	4798b	4857b	1395c	1805bc
Line 4	لاین ۴	34.3ab	33.0bc	36.6bc	39ab	5398ab	5079b	2171ab	1968bc
Line 5	لاین ۵	35.8ab	30.5cd	33.5bc	36.8bc	6267a	4754b	2101b	1745bc
Line 6	لاین ۶	36.5a	31.7bc	37.0bc	31.9c	4692b	5752ab	1712c	1757bc
Sararoud1	سرارود۱	32.1bc	27.2d	39.6ab	38.7ab	4342b	3979b	1704c	1545c
Nader	نادر	36.2ab	30.7c	33.5bc	34.7bc	5243ab	5612ab	1908bc	1922bc
Khorram	خرم	34.4ab	35.1ab	41.8ab	40.2ab	4544b	5783ab	1917bc	2320ab
Eizeh	ایذه	32.0bc	28.7cd	41.0ab	39.3ab	4926b	5682ab	1932bc	2208ab
Mahoor	ماهور	34.4ab	35.0ab	43.6a	42.3ab	4157b	6011ab	2012bc	2524a

برای هر صفت میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each trait followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

و برهمکنش ژنوتیپ در محیط در تعیین عملکرد دانه اهمیت دارد. این برهمکنش‌ها می‌توانند به عنوان نتیجه‌ای از واکنش‌های متفاوت ژنوتیپ‌ها به تنوع سالانه در کمیت و توزیع بارندگی باشد (Gonzalez *et al*., 2007).

نتایج نشان داد که اثر زمان کاشت فقط بر شاخص برداشت معنی‌دار بود. میانگین شاخص برداشت در زمان کاشت اول (۳۴/۳ درصد) و کمتر از زمان کاشت دوم (۳۸/۵ درصد) بود (جدول ۵). برهمکنش زمان کاشت در رقم بر شاخص برداشت معنی‌دار بود. بیشترین میزان شاخص برداشت برای رقم ماهور در سال دوم (۴۵/۱ درصد) و کمترین آن برای رقم آبیدر در سال اول (۲۵/۹ درصد) بدست آمد (جدول ۷). در زمان کاشت دوم تقریبا کلیه ژنوتیپ‌ها افزایش شاخص برداشت داشتند. میانگین عملکرد دانه در زمان کاشت اول ۱۷۱۷ کیلوگرم در هکتار و در زمان کاشت دوم ۲۰۲۷ کیلوگرم در هکتار و تفاوت آنها غیر معنی‌دار بود (جدول ۵)، اما برهمکنش زمان کاشت در رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار بود و غیر از لاین ۵، برای سایر ژنوتیپ‌ها افزایش عملکرد دانه در زمان کاشت دوم مشاهده شد. بیشترین میزان عملکرد دانه در زمان کاشت دوم و به ارقام بهاره و زودرس ماهور و خرم (به‌ترتیب ۲۵۲۵ و ۲۵۲۰ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت و کمترین مقدار آن برای رقم آبیدر در زمان کاشت اول (۱۳۲۵ کیلوگرم در هکتار) ثبت شد (جدول ۷). رقم بهاره ماهور در هر دو زمان کاشت بالاترین عملکرد دانه را داشت. برتری این رقم نسبت به رقم آبیدر در زمان کاشت اول حدود ۹۰ درصد بود (جدول ۷). فنولوژی عامل تعیین کننده در مقدار آب مورد استفاده قبل و بعد از گرده‌افشانی گیاه است. شکل‌های ۱، ۲ و ۳ نشان می‌دهد که رقم ماهور با گرده‌افشانی زودهنگام بخش بیشتری از بارندگی طی فصل رشد را پس از گرده‌افشانی دریافت کرده که می‌تواند به عنوان عامل موثر در بهبود عملکرد دانه آن در نظر گرفته شود.

نتایج نشان داد که اثر ژنوتیپ بر کلیه صفات گیاهی مورد بررسی معنی‌دار بود. ارقام ایذه و نادر به ترتیب با

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

میانگین ارتفاع بوته ۸۰/۷ و ۷۹/۸ سانتی‌متر بیشترین و لاین۴ با ۶۳/۱ سانتی‌متر کمترین ارتفاع بوته را داشتند. ارقام بهاره غیر از ایذه ارتفاع کمتری نسبت به ارقام زمستانه داشتند (جدول ۵). اختلاف تعداد سنبله در متر مربع تحت تاثیر رقم معنی‌دار بود. بیشترین میانگین تعداد سنبله در متر مربع به رقم ماهور (۴۴۵ سنبله در مترمربع) و کمترین مقدار آن به لاین۶، انصار و ایذه (به‌ترتیب ۳۱۰، ۳۱۲ و ۳۱۳ سنبله در متر مربع) اختصاص داشت (جدول ۵). مستقل از شرایط محیطی، عملکرد دانه جو به وسیله سه جزء تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه تعیین می‌شود. زمانی که تنش آبی طی مرحله طویل شدن ساقه اتفاق می‌افتد، کاهش عملکرد دانه عمدتا در اثر کاهش در تعداد سنبله در بوته است. رشد زایشی گیاهان غلاتی به کمبود آب حساس است و شرایط محیطی طی دوره گرده‌افشانی بر تعداد دانه و عملکرد نهایی ناشی از تعداد دانه در سنبله تاثیر می‌گذارد (Gonzalez *et al.*, 2007; Ugarte *et al.*, 2007). شاید بتوان گفت که زودرس بودن رقم ماهور باعث کاهش اثر منفی تنش آبی در مرحله طویل شدن ساقه گیاه شده و باعث بیشتر بودن تعداد سنبله آن شده است. تعداد دانه در سنبله جزء دیگر اجزای عملکرد دانه بود که تحت تاثیر معنی‌دار رقم تغییر یافت. بیشترین تعداد دانه در سنبله برای رقم ایذه و به میزان ۳۴/۲ دانه در سنبله ثبت گردید که برتری قابل توجهی به سایر ژنوتیپ‌ها داشت. کمترین تعداد دانه در سنبله (۱۹/۲ دانه) نیز در رقم Yea168 مشاهده شد (جدول ۵). وزن هزار دانه ارقام نیز تفاوت معنی‌داری داشت و بیشترین مقدار آن در رقم ماهور (۳۴/۷ گرم) و کمترین مقدار آن در ارقام سرارود۱ و ایذه (به‌ترتیب ۲۹/۴ و ۳۰/۳ گرم) مشاهده گردید. سایر ژنوتیپ‌ها از این نظر تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشتند (جدول ۵).

جدول ۷– مقایسه میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های جو در برهمکنش زمان کاشت و ژنوتیپ

Table 7. Mean comparison of plant traits of barley genotypes in interaction effect of planting time and genotype treatments

ژنوتیپ‌های جو Barley genotypes		شاخص برداشت Harvest index (%)		عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	
		زمان کاشت اول First planting	زمان کاشت دوم Second planting	زمان کاشت اول First planting	زمان کاشت دوم Second planting
Sahand	سهند	34.9bc	36.8bc	1877bc	2157ab
Abidar	آبیدر	25.9d	35.9bc	1325c	1679bc
Yea168		28.6cd	35.3bc	1664bc	1554c
Ansar	انصار	30.6cd	34.7bc	1550c	1676bc
Line 4	لاین ۴	32.0c	43.5ab	1803bc	2335ab
Line 5	لاین ۵	35.9bc	34.4bc	1935bc	1912bc
Line 6	لاین ۶	32.6c	36.3bc	1615c	1854bc
Sararoud1	سرارود۱	38.2b	40.2ab	1484c	1766bc
Nader	نادر	30.8cd	37.5bc	1764bc	2066b
Khorram	خرم	38.9b	43.2ab	1717bc	2520a
Eizeh	ایذه	40.9ab	39.4b	1827bc	2296ab
Mahoor	ماهور	40.7ab	45.1a	2011b	2525a

برای هر صفت میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each trait followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

جو رقم ایذه شش ردیفه است و بنابراین به نظر می‌رسد با تعداد بیشتر دانه، وزن آنها کاهش یافته است. بر اساس نتایج آزمایش سایر محققان، تعداد سنبله در متر مربع در ژنوتیپ‌های دو ردیفه عموما بیشتر

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

از ژنوتیپ‌های شش ردیفه بود، اما تعداد دانه در ژنوتیپ‌های شش ردیفه در هر دو حالت تنش و بدون تنش بیشتر از دو ردیفه‌ها بود. ژنوتیپ‌های شش ردیفه عموما وزن هزاردانه کمتری از دو ردیفه‌ها داشتند، زیرا همبستگی منفی بین تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه وجود دارد (Gonzalez *et al*., 2007; Garcia del moral *et al*., 2003). رقم ماهور با میانگین ۴۲/۹ درصد بیشترین و رقم آبیدر با ۳۰/۹ درصد کمترین شاخص برداشت را داشتند و به طور کلی میانگین شاخص برداشت ارقام بهاره بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۵). عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو تفاوت معنی‌داری داشت. بیشترین میانگین عملکرد دانه مربوط به رقم بهاره ماهور (۲۲۹۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار آن مربوط به رقم آبیدر (۱۵۱۸ کیلوگرم در هکتار) بود، بنابراین میانگین عملکرد دانه رقم ماهور حدود ۵۱ درصد نسبت به رقم آبیدر برتری داشت. پس از ارقام بهاره، لاین۴ و ارقام سهند و نادر بیشترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۵). در شرایط مزرعه وقوع دوره‌های دمایی نسبتا بالا (۳۲-۳۰ درجه سلسیوس) و خیلی بالا (بیش از۳۵ درجه سلسیوس) طی دوره پر شدن دانه غلات دانه ریز کاملا معمول است. تنش دمای بالای معمول در دوره پر شدن دانه محدود کننده عملکرد غلات در گستره جهانی است و اثرات مضر آن بر وزن دانه و کیفیت آن به اثبات رسیده است (Passarella *et al*., 2008). در شرایط تغییر اقلیم و روند گرمایش فزاینده جهانی، گزینش ارقام باید بر مبنای تحمل به کاهش فصل رشد مورد انتظار صورت گیرد. ویژگی لاین۴ تسریع در مراحل رشد زایشی تا رسیدگی فیزیولوژیک (به ویژه دوره پر شدن دانه) با وجود رفتاری مشابه با ارقام زمستانه تا شروع رشد زایشی است. یک ژنوتیپ با دارا بودن این ویژگی می‌تواند با تحمل سرما تا رفع یخبندان‌های بهاره عملکرد دانه قابل قبولی تولید کند. از این نظر رقم نادر ویژگی‌هایی نسبتا مشابه با لاین۴ داشته و می‌تواند برای انتخاب مورد توجه قرار گیرد. بنابراین لاین۴ می‌تواند برای اصلاح در جهت تسریع مرحله پر شدن دانه با وجود تحمل به سرما و حفظ عملکرد دانه بالا مورد توجه باشد. در عین حال لاین۴ برای شرایطی مشابه زمان کاشت دوم دارای اولویت نیست و در شرایط کاهش طول فصل رشد (کشت انتظاری) و افزایش دما، ارقام بهاره مانند ماهور و خرم با سازگاری فنولوژیک بیشتر، عملکرد دانه بالاتری خواهند داشت.

نتیجه‌گیری

گرچه در شرایط اجرای آزمایش حاضر، در زمان کاشت دوم (کشت انتظاری) نیز عملکرد دانه قابل قبولی بدست آمد، اما این وضعیت ناشی از شرایط متفاوت اقلیمی در زمان کاشت دوم در سال دوم آزمایش بود. روند گلدهی ارقام به عنوان عامل کلیدی در تعیین عملکرد دانه نشان می‌دهد که با تأخیر در کاشت، این مرحله حساس رشدی به تأخیر افتاده و از محدوده دمایی مطلوب خارج خواهد شد که این موضوع باعث کاهش قابل توجه عملکرد دانه خواهد گردید، بنابراین برای کلیه ژنوتیپ‌های جو مورد ارزیابی، زمان کاشت پاییزه مناسب‌تر است. نتایج این آزمایش نشان داد که ارقام بهاره ماهور با تسریع مراحل نمو و همزمانی مراحل حساس نموی با شرایط مناسب دمایی و برتر بودن برخی صفات موثر در عملکرد دانه، عملکرد دانه بیشتری داشته و در مقابل ارقام دیررس زمستانه کمترین مقدار عملکرد دانه را طی سال‌ها و زمان‌های کاشت داشتند. بنابراین، ارقام بهاره ماهور و خرم برای مناطق سرد و معتدل در هر دو زمان کاشت، بر ارقام زمستانه برتری دارند، اما در کشت پاییزه، چنانچه اجتناب از خطر خسارت سرما نیز مد نظر باشد، ارقام نادر و سهند و لاین۴ با تحمل سرما و تاخیر در شروع رشد زایشی و سپس تسریع طی این مراحل، مشابه ارقام بهاره بوده و اطمینان به تولید عملکرد دانه مناسب آنها در شرایط سرمای سخت زمستانه یا

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

یخبندان‌های دیرهنگام بهاره بیشتر است. با توجه به تفاوت قابل ملاحظه عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو (تا ۶۸ درصد افزایش در یک سال)، انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب و سازگار با شرایط محیطی نقش بسیار زیادی در برتری و موفقیت تولید جو در مزارع دیم دارد و باید مورد توجه قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

References

Abeledo, L. G., D. F. Calderini and G. A. Slafer. 2004. Leaf appearance, tillering and their coordination in old and modern barleys from Argentina. Field Crops Res. 86: 23-32.

Aghaei Sarbarzeh, M., R. Rajabi and Y. Ansari. 2010. Evaluation of grain yield stability and two-steps screening for drought stress tolerance in barley genotypes. Iran. J. Crop Sci. 12: 305-315. (In Persian with English abstract).

Ahakpaz, F., K. Nader Mahmoodi, A. Hesami, K. Soleimani and E. Neyestani. 2013. Study on grain yield stability of barley varieties/lines in cold and semi-cold dryland areas. Iran. J. Dryland Agric. 1: 33-35. (In Persian with English abstract).

Anonymous, 2017. Yearbook of agricultural statistics. Agricultural Jihad of Khorasan Razavi Organization. Deputy of Programming and Economic Affairs, http://www.koaj.ir. (In Persian).

Ansari Maleki, Y., J. Jafarzadeh, B. Vaezi, T. Hosseinpour and M. Ghasemi. 2009. Study on adaptability and grain yield stability of barley genotypes in warm rainfed areas. Seed Plant Improv. 25: 297-313. (In Persian with English abstract).

Bertholdsson, N. O. and A. K. Brantestam. 2009. A century of Nordic barley breeding—effects on early vigour root and shoot growth, straw length, harvest index and grain weight. Europ. J. Agron. 30: 266-274.

Buckley, K. E., R. M. Mohr and M. C. Therrien. 2011. Agronomic performance of barley cultivars in response to varying rates of swine slurry. Can. J. Plant Sci. 91: 69-79.

Cantero- Martinez C., J. M. Villar, I. Romagosa and E. Fereres. 1995. Growth and yield responses of two contrasting barley cultivars in a Mediterranean environment. Europ. J. Agron. 4: 317-326.

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

Garcia del moral, L. F., L. B. Garcia del moral, J. L. Molina-cano and G. A. Slafer. 2003. Yield stability and development in two- and six-rowed winter barleys under Mediterranian conditions. Field Crops Res. 81: 109–119.

Gonzalez, A., I. Martin and L. Ayerbe. 2007. Response of barley genotypes to terminal soil moisture stress: phenology, growth, and yield. Aust. J. Agric. Res. 58: 29–37.

Hamian, S., M. Moghadam, S. A. A. Mohammadi, K. Ghasemi Golezani, A. Heidari, E. Farajzadeh and A. Yousefi. 2012. Genetic variation for winter survival and related characteristics in barley genotypes. Iran. J. Crop Sci. 13: 743-759. (In Persian with English abstract).

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

Hamzei, J. and M. Seyedi. 2014. Response of yield and yield components of barley cultivars to supplementary irrigation under rainfed condition. J. Agric. Sci. Sustain. Prod. 23: 159-168. (In Persian with English abstract).

Kavak, H. 2004. Effects of different sowing times on leaf scald and yield components of spring barley under dryland conditions. Aust. J. Agric. Res. 55: 147–153.

Passarella, V. S., R. Savin and G. A. Slafer. 2008. Are temperature effects on weight and quality of barley grains modified by resource availability? Aust. J. Agric. Res. 59: 510–516.

Robertson, S. M., S. R. Jeffrey, J. R. Unterschultz and P. C. Boxall. 2013. Estimating yield response to temperature and identifying critical temperatures for annual crops in the Canadian Prairie region. Can. J. Plant Sci. 93: 1237-1247.

Shaaban, A. S. A., A. Wahbi and T. R. Sinclair. 2018. Sowing date and mulch to improve water use and yield of wheat and barley in the Middle East environment. Agric. Sys. 165: 26–32.

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 Plant Prod. 32: 21-44. (In Persian with English abstract).

Ugarte, C., D. F. Calderini and G. A. Slafer. 2007. Grain weight and grain number responsiveness to pre-anthesis temperature in wheat, barley and triticale. Field Crops Res. 100: 240–248.

Wang, B., D. L. Liu, S. Asseng, I. Macadame and Q. Yua. 2015. Impact of climate change on wheat flowering time in eastern Australia. Agric. Forest Meteorol. 209: 11–21.

Zheng, B. Y., K. Chenu, M. F. Dreccer and S. C. Chapman. 2012. Breeding for the future: what are the potential impacts of future frost and heat events on sowing and flowering time requirements for Australian bread wheat (*Triticum aestivum*) varieties? Global Change Biol. 18: 2899–2914.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]

Effect of planting time on grain yield and yield components of rainfed barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under climatic conditions of Mashhad, Iran

Khodashenas, A. R.

ABSTRACT

Khodashenas, A. R. 2021. Effect of planting time on grain yield and yield components of rainfed barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under climatic conditions of Mashhad, Iran**. Iranian Journal of Crop Sciences. 23(1): 49-66. (In Persian).**

To evaluate grain yield of barley cultivars in different planting times and identifying genotypes suitable fro delayed planting under rainfed conditions, this study was carried out in 2015-2016 and 2016-2017 cropping cycle in Torogh research station in Mashhad, Iran. Two planting times; autumn and dormant seeding and 12 barley genotypes were compared as split plot arrangements in randomized complete block design with three replications. Two planting times were assigned to main plots and 12 barley genotypes were randomized in sub-plots. Barley cultivars included; Sahand, Abidar, Ansar, Nader, Yea168, Sararoud1, Mahoor, Khorram and Eizeh. Phonological development and grain yield and yield components were measured and recorded. The results showed that there were significant differences among cultivars. At the autumn planting, anthesis occurred under optimum range of temperature. However, in delayed planting, anthesis occurred under temperature stress conditions in most cultivars. Mahoor and Khorram cultivars with mean of 2291 and 2119 kg.ha^{-1}, respectively had the highes grain yield, and Abidar, Ansar and Sararoud1 with mean of 1518, 1619 and 1625 kg.ha^{-1}, respectively, had the least grain yield. Based on the results of this experiment, Mahour and Khorram cultivars are suitable for cultivation in Mashhahd region and other similar areas. However, if there is high risk of winter frost damage (based on long-term meteorological information), Nader and Sahand scultivars can be grown. For dormant seeding only spring cultivars such as Mahoor and Khorram due to higher grain yield and yield adaptability are most suitable.

Key words: Barley, Flowering, Grain yield, Planting time and Rainfed.

Received: July, 2020 Accepted: January, 2021

Assistant Prof., North Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bojnord, Iran (Email: a.khodashenas@areeo.ac.ir)

[DOR: 20.1001.1.15625540.1400.23.1.4.8]