نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۳ شماره ۲ / تابستان ۱۴۰۲/ صفحات۱۹۲-۱۷۷

The Effect of Management on Dry Farmed Barley Yield under Entezar Sowing in Cold Regions: Cultivar Selection and Seed Density

Alireza Khodashenas*

Received: 17 April 2022 Accepted: 09 August 2022
1-Assist. Prof., North Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bojnord, Iran.
*Corresponding Author Email: khodashenas48@yahoo.com

Abstract

Background & Objective: The aim of this study was improvement of production management of dryland barley farms by selecting of cultivars and suitable seed density under entezar conditions (conditions that plant emergence occur after the winter cold) of cold regions.

Material& Methods: The experiment was carried out during 2019-2020 in North Khorasan province in the form of split plots in a completely randomized block design with three replications. Dryland spring and winter barley cultivars were evaluated as main plot and five densities of 150, 200, 250, 300 and 350 seeds per square meter were evaluated in sub-plots.

Results: Spring cultivars showed better matching for the occurrence of the critical stage of pollination with optimal flowering period. The results showed that grain yield difference in first year was not significant, but in the second year, spring Mahoor cultivar with 2393 $kg.ha^{-1}$ showed the highest and Artan winter barley with 1810 $kg.ha^{-1}$ showed the lowest grain yield, which indicated superiority of 32.2% in grain yield of Mahoor compared to Artan. Higher seed densities (250, 300 and 350 $seeds.m^{-2}$) showed maximum grain yield and were significantly superior to lower seed densities (150 and 200 $seeds.m^{-2}$).

Conclusion: Due to the better adaptation of developmental stages to environmental conditions, for entezar cultivation in cold area, spring barley cultivars such as Khorram, Behdan and Mahoor are suitable however, facultative Nader cultivar also had acceptable grain yield in these conditions and can replace spring cultivars if necessary to escape severe cold damage. Desirable seed density of barley cultivars for sowing in dryland entezar conditions will be 250-350 $seeds/m^2$.

Keywords: Barley, Cold Regions, Developmental Stages, Grain Yield, Pollination

CC BY NC

DOI: 10.22034/saps.2022.51160.2862

تاثیر مدیریت بر عملکرددانه جو دیم در شرایط کشت انتظاری مناطق سرد: انتخاب رقم و تراکم بذر

علیرضا خداشناس*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۱۸
استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بجنورد، ایران
*مسئول مکاتبه: Email: khodashenas48@yahoo.com

چکیده

اهداف: این مطالعه به منظور بهبود مدیریت تولید مزارع جو دیم در شرایط کشت انتظار دیم مناطق سرد از طریق انتخاب رقم ها و تراکم بذر انجام شد.

مواد و روش ها: آزمایش به صورت کرت های یک بار خردشده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۷ در استان خراسان شمالی به اجرا درآمد. رقم های جو بهاره و زمستانه به عنوان کرت اصلی و پنج تراکم ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ بذر در مترمربع به عنوان کرت فرعی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته ها: رقم های بهاره همخوانی بهتری برای وقوع مرحله حساس نموی گرده افشانی با دوره مطلوب گلدهی نشان دادند. نتایج نشان داد که در سال اول تفاوت عملکرددانه رقم ها معنی دار نبود اما در سال دوم رقم بهاره ماهور با ۲۳۹۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین و جو زمستانه آرتان با ۱۸۱۰ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرددانه را نشان دادند که حاکی از برتری ۳۲/۲ درصدی عملکرددانه رقم ماهور نسبت به رقم آرتان بود. در هر دو سال اجرای آزمایش تراکم های بذر بالاتر (۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ بذر در مترمربع) حداکثر عملکرددانه را نشان دادند و بر تراکم های بذر کمتر (۱۵۰ و ۲۰۰ بذر در مترمربع) برتری عملکرددانه معنی داری داشتند.

نتیجه گیری: با توجه به تطابق بهتر مراحل نمو با شرایط محیطی، برای کشت انتظار در مناطق سرد، رقم های جو بهاره نظیر خرم، بهدان و ماهور مناسب به نظر رسیدند. تراکم بذر مطلوب برای کشت در شرایط انتظاری دیم ۳۵۰-۲۵۰ بذر در مترمربع خواهد بود.

واژه های کلیدی: جو، عملکرد دانه، گرده افشانی، مراحل نمو، مناطق سرد،

مقدمه

یکی از مهم ترین چالش های روبه روی بشر توانایی تغذیه جمعیت روبه ازدیاد به ویژه در شرایط افزایش تنش های ناشی از تغییر اقلیم و کاهش اراضی قابل دسترس است. جو در مقیاس جهانی چهارمین غله مهم است و ذاتا تحمل تنش بالاتری نسبت به سطوح بالاتر تنش های غیر زنده نسبت به سایر محصولات زراعی دارد و پتانسیل آن را دارد که تولید آن به مناطقی که از تغییر اقلیم دچار آسیب شده اند گسترش یابد (ویگمن و همکاران ۲۰۱۹). کشاورزی برای اطمینان در زمینه پایداری و بقا باید سازگاری لازم را پیدا کند، به همین جهت تغییر تاریخ کاشت و تغییرات ژنتیکی فنولوژی

محصولات زراعی توجه قابل ملاحظه ای یافته است (سادراس و درکر ۲۰۱۵). سازگاری و پتانسیل عملکردانه جو به هم خوانی فنولوژی و زمان کشت رقم ها وابسته است تا اطمینان حاصل شود که گلدهی و تشکیل دانه در زمان مطلوب و با کمترین برخورد با تنش های غیرزنده اتفاق افتد (هریس و همکاران ۲۰۱۸).

تاریخ کاشت یک از مهم ترین عملیات مدیریتی تعیین کننده عملکرددانه در مناطق کم باران است و در ترکیب با انتخاب رقم یکی از چند گزینه قابل دسترس کشاورزان برای کاهش خطر خسارت یخبندان، گرما و خشکی است (کن و همکاران ۲۰۲۰). رقم های جو جدید از نظر فنولوژی و بنابراین تناسب آنها برای تاریخ کاشت های متفاوت جهت دستیابی به زمان مطلوب گلدهی برای به حداقل رساندن تنش های غیرزنده متفاوت هستند (والترز ۲۰۱۷). جو در مقایسه با سایر غلات محصول سازگارتری است و قادر است در دامنه ای از ترکیب ژنوتیپ و زمان کاشت و از طریق اجزای عملکرد، عملکرددانه ثابت و بالایی داشته باشد اما همخوانی رقم و زمان کاشت برای دسترسی به گلدهی در زمان مناسب برای هر محیط، موثرترین استراتژی برای بهینه کردن عملکرددانه است (هریس و همکاران ۲۰۱۸). در جنوب اروپا که تابستان ها گرم و خشک است، عملکرددانه زمانی به بیشترین مقدار خود می رسد که محصول زودتر گل داده و برسد در مقابل در شمال اروپا با تابستان های خنک تر و مرطوب تر، مناسب ژنوتیپ های دیرگلده است. یک مثال خوب از برهمکنش شرایط فصلی و زمان گلدهی بر عملکرد گندم مطالعه ای است که روی ۱۰ ژنوتیپ گندم در شرایط محدویت و بدون محدودیت رطوبتی طی دو سال انجام شد؛ در شرایط آبیاری و بدون محدودیت رطوبتی، رابطه ای بین زمان گلدهی و عملکرد دانه نبود اما در شرایط محدودیت رطوبتی، ارتباط منفی بین عملکرددانه و زمان گلدهی مشاهده شد و بر اساس این رابطه با تغییر زمان وقوع گلدهی از ۷۲ به ۸۴ روز عملکرددانه ۴۰ درصد کاهش یافت (ستر و همکاران ۲۰۱۶). بنابراین همخوانی رقم با تاریخ کاشت به گونه ای که گلدهی در محدوده مطلوب اتفاق افتد بسیار حیاتی است و توانایی پیش بینی زمان گلدهی یک رقم می تواند مهم ترین ابزار مدیریتی به ویژه در انتخاب تاریخ کاشت و رقم باشد (لاس و همکاران ۱۹۹۰). ژنوتیپ های جو با الگوهای نموی متفاوت در پاسخ به تاریخ کاشت، تنوع در گلدهی را نشان می دهند و عملکرددانه مطلوب در جو زمانی به دست می آید که ژنوتیپ ها و تاریخ کاشت همخوان باشند تا گلدهی در زمان مناسب رخ دهد (هریس و همکاران ۲۰۱۸). شناخت دوره مطلوب گلدهی به کشاورزان اجازه خواهد داد که تاریخ کاشت ها را در تطابق با ویژگی های ژنوتیپ ها انتخاب کنند و بنابراین خطرات ناشی از ترکیب تنش های یخبندان، درجه حرارت و رطوبت را به حداقل برسانند که برآیند آن دستیابی به حداکثر عملکرددانه است (لیو و همکاران ۲۰۲۰).

تاریخ های کشت، میزان کود و تراکم بوته می توانند برای بهینه کردن تولید و کیفیت جو تغییر یابند (کامارانو و همکاران ۲۰۱۹). احمدی و همکاران (۲۰۱۴) سه رقم جو دیم ایذه، ماهور و دو ردیفه محلی و پنج تراکم ۱۰۰،۲۰۰،۳۰۰،۴۰۰ و ۵۰۰ بذر در مترمربع را مورد بررسی قرار دادند، بر اساس نتایج مطالعه آنها بالاترین عملکرد دانه (۶۶۳۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم جو ماهور با تراکم ۱۰۰ دانه در مترمربع و کمترین عملکرد دانه (۳۸۳۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم جو ایذه با تراکم ۱۰۰ دانه در مترمربع بود و نتایج بدست آمده از تراکم های متفاوت بذر حاکی از آن است که به دلیل ساختار ژنتیکی متفاوت رقم ها و شرایط محیطی مختلف نمی توان یک تراکم بذر واحد را توصیه نمود بلکه توصیه بذر باید با در نظر گرفتن کلیه عوامل مؤثر در ظهور پتانسیل عملکرد انجام شود. در مطالعه چیلینگر و همکاران (۲۰۰۵) روی میزان ۱۲۰، ۲۰۰ و ۲۸۰ بذر در مترمربع برای غلات بهاره (گندم، جو و یولاف) مشخص شد که میزان بذر اثر معنی داری بر عملکرددانه هیچ یک از محصولات نداشت. نتایج مطالعه ای نشان داد که با جایگذاری دقیق بذر، کشاورزان منطقه ای در آمریکا می توانند میزان بذر غلات بهاره را تا ۱۲۰ بذر در مترمربع و بدون کاهش در عملکرددانه کاهش دهند (اوداناوان و همکاران ۲۰۱۱).

یکی از محرک های اصلی سازگاری جو تنظیم دوام دوره رشدی برای همخوانی با دسترسی به منابع به ویژه

آب و درجه حرارت است، این امر به ویژه از طریق تنظیم زمان گلدهی حاصل می شود بنابراین توسعه ژنوتیپ هایی با زمان گلدهی سازگار با شرایط محیطی مورد نظر ضرورتی در برنامه های به نژادی است زیرا بر پتانسیل عملکرد تاثیر دارد و عملکرد را واقعی می کند (منصور و همکاران ۲۰۱۸). تاثیر بارندگی نامنظم، به ویژه با توجه به تغییرات اقلیمی، به گونه ای است که می‌تواند عملیات کاشت را از زمان مطلوب به کشت تاخیری و انتظار برساند. در برخی از مناطق سرد و کم باران، بارندگی های پاییزه برای سبز شدن بذور کافی نیست و اغلب بارندگی ها در زمستان و بهار سال بعد اتفاق می افتد و بنابراین با وجود کشت در پاییز، سبزشدن بذور پس از رفع سرمای زمستان اتفاق می افتد، همچنین در مزارع بزرگ اغلب کشت قسمتی از مزرعه به علت شرایط مختلف ممکن است دیر اتفاق افتاده و به حالت انتظاری تبدیل شود. در این صورت سئوال این است که در صورت تاخیر در کاشت و شرایط کشت انتظاری برای رقم های جو در مناطق سرد، چه رقم هایی باید کشت شوند؟ تراکم بذر آنها چقدر باشد؟ و چه تاثیری بر تولید خواهد داشت؟ این آزمایش ضمن ارزیابی تراکم بذر به عنوان یک عامل مدیریتی، تاثیر تطابق رقم با زمان کاشت برای دستیابی به بیشترین عملکرددانه رقم های جو دیم در شرایط کشت انتظار مناطق سرد را بررسی کرده است.

مواد و روش ها

این آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۷ در ایستگاه های تحقیقات دیم سیساب با مختصات جغرافیـایی ۳۷ درجـه و ۲۵ دقیقـه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی و ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم شیروان با مختصات جغرافیایی و ۳۷ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه ۱۲ دقیقه طول شرقی در خراسان شمالی انجام شد. ارتفاع از سطح دریا در دو ایستگاه سیساب و شیروان به ترتیب ۱۵۷۰ و ۱۱۳۱ متر و میانگین بارندگی سالیانه در دو ایستگاه سیساب و شیروان به ترتیب ۲۵۰ و ۲۶۷ میلی متر است. این آزمایش به صورت کرت های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک های تصادفی با سه تکرار انجام شد و در همه آزمایش ها رقم های جو کرت های اصلی و تراکم های ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ بذر در مترمربع کرت های فرعی بودند. در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ آزمایش در دو ایستگاه سیساب و شیروان انجام شد و در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ آزمایش در ایستگاه شیروان ادامه یافت. در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ زمان کاشت رقم ها در ایستگاههای سیساب و شیروان به ترتیب ۱۳۹۷/۱۱/۷ و ۱۳۹۷/۱۰/۱۷ بود و در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در ایستگاه شیروان زمان کاشت رقم ها ۱۳۹۸/۱۰/۴ بود. در سال اول رقم های مورد بررسی در هر دو ایستگاه شامل آبیدر (زمستانه)، انصار (زمستانه)، سهند (بینابین)، نادر (بینابین)، خرم (بهاره) و ماهور (بهاره) بود. در سال دوم و در ایستگاه شیروان رقم های جو آرتان (زمستانه)، انصار (زمستانه)، سهند (بینابین)، نادر (بینابین)، ماهور (بهاره) و بهدان (بهاره) کاشته شدند. عملیات خاک‌ورزی شامل استفاده از گاوآهن برگرداندار و دیسک بود. تغذیه به صورت پایه در ابتدای فصل در سال اول با توجه به برآورد نیاز بر مبنای حدود ۲۵ کیلوگرم کود اوره و ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات در هر هکتار و در سال دوم بر مبنای ۳۰ کیلوگرم کود آمونیوم سولفات فسفات و ۸۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار انجام شد. در سال اول هر کرت فرعی فرعی شامل ۶ ردیف کشت هر یک به فواصل ۲۵ سانتی‌متر و طول ۵ متر بود و در سال دوم هر کرت فرعی فرعی شامل ۶ ردیف کشت هر یک به فواصل ۲۰ سانتی‌متر و طول ۶ متر بود؛ عملیات کاشت در هر دو سال به صورت دستی صورت گرفت. مراحل نمو دربرگیرنده پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک طی فصل رشد بود و بر اساس 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 جو از نظر دمایی مشابه با گندم در نظر گرفته شد (وانگ و همکاران ۲۰۱۵) گرچه برخی منابع تفاوت کمی در نظر گرفته اند (لیو و همکاران ۲۰۲۰)، زمان مطلوب گلدهی در هر سال بر اساس درجه روز رشد (GDD) طبق فرمول شماره ۱ تعیین گردید.

$$GDD = \Sigma (Tmax + Tmin)/2 - T_b) \quad \text{(رابطه ۱)}$$

T_{max} و T_{min} به ترتیب حداکثر و حداقل دمای روزانه هستند که بر اساس ۳۰ و صفر درجه سانتی‌گراد تصحیح شده اند؛ T_bدمای پایه گندم است که معادل صفر درجه در نظر گرفته شده است (خداشناس ۲۰۲۱). آزمایش سال اول در ایستگاه شیروان دچار خسارت پرندگان شد و به علت غیریکنواختی حاصل، تنها مراحل نمو رقم ها ثبت گردید و عملکرد و اجزای عملکرد تعیین نشد اما برای آزمایش سال اول در ایستگاه سیساب و سال دوم ایستگاه شیروان پس از رسیدگی محصول، یک متر طولی از هر کرت جهت تعیین اجزای عملکرد به طور کامل برداشت شد. برای تعیین عملکرد در واحد سطح، برداشت تمام کرت در ایستگاه سیساب به صورت دستی و در ایستگاه شیروان با کمباین مخصوص برداشت آزمایشات غلات انجام شد. تجزیه آماری نتایج با استفاده از نرم افزار $SAS_{(8.2)}$ انجام یافت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

شرایط آب و هوایی

اطلاعات آب و هوایی دو سال انجام آزمایش در هر دو ایستگاه در جدول ۱ آمده است. بارندگی سالیانه ایستگاه شیروان در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ از سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ کمتر بود و از نظر دمایی نیز نسبت به سال قبل سردتر بود و ویژگی آن دوره مطلوب گلدهی طولانی ناشی از هوای سرد بود (شکل ۳). مهم ترین نکته در این زمینه سرمای دیررس بهاره به میزان ۷- درجه سانتی گراد در بهار سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در ایستگاه شیروان بود (جدول ۱)، از آنجا که سرمای دیررس بهاره بر مراحل حساس نموی و نهایتا عملکرد غلات تاثیر بسزایی دارد، یکی از مهم ترین چالش های تولید برای غلات است و عموما برای تاریخ کاشت و انتخاب رقم محدودیت ایجاد می کند. در مجموع شرایط آب و هوایی دو سال اجرای آزمایش در هر دو ایستگاه از نظر بارندگی سالیانه و دما شرایط ویژه ای بود زیرا هم بارندگی بالاتر از میانگین سالیانه بود و هم دما طی فصل رشد پایین بود.

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی ایستگاه های شیروان و سیساب در سال های زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ و ۱۳۹۹-۱۳۹۸

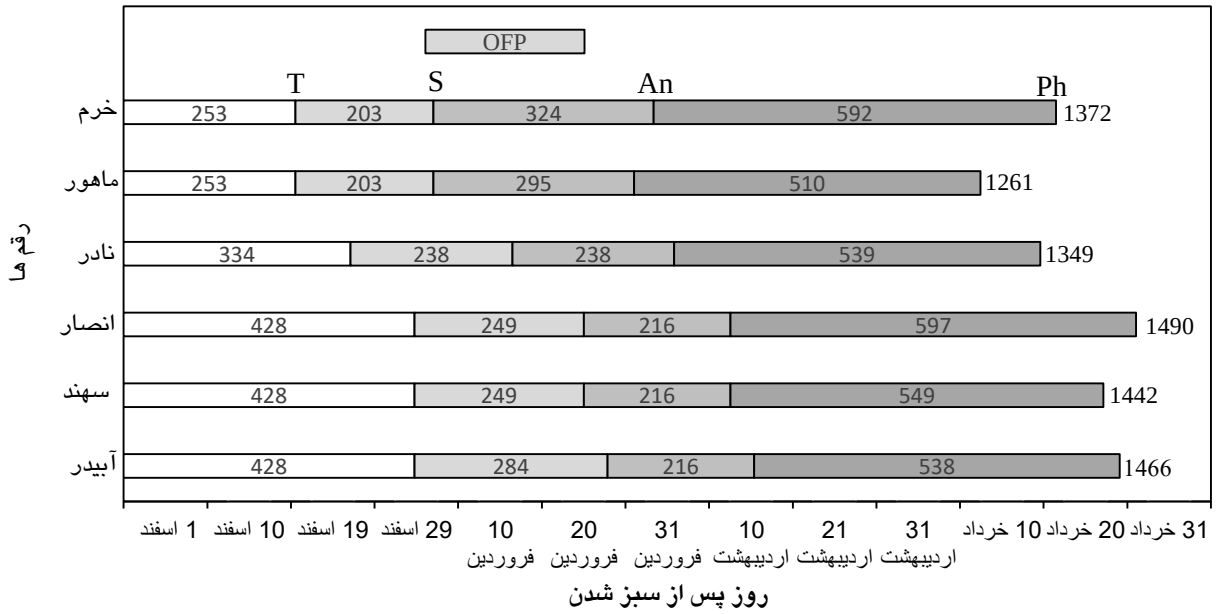
ماه‌های سال	سیساب ۱۳۹۸-۱۳۹۷			شیروان ۱۳۹۸-۱۳۹۷			شیروان ۱۳۹۹-۱۳۹۸		
	دما		بارندگی (mm)	دما		بارندگی (mm)	دما		بارندگی (mm)
	حداقل مطلق	حداکثر مطلق		حداقل مطلق	حداکثر مطلق		حداقل مطلق	حداکثر مطلق	
دی	-۶/۴	۱۶/۱	۳۲/۲	-۵/۲	۱۷/۳	۱۳/۹	-۱۲	۱۶/۸	۱۱/۵
بهمن	-۷/۷	۱۳/۷	۵۱/۴	-۱۱/۶	۱۵	۲۹/۵	-۱۱/۸	۱۹/۱	۱۴/۵
اسفند	-۸	۱۹/۲	۴۳/۲	-۷/۷	۲۱	۳۲	-۷/۸	۲۰/۴	۵۵/۲
فروردین	-۲/۷	۲۲/۴	۱۳۱/۷	-۲/۷	۲۴/۱	۱۱۲/۲	-۷*	۲۳/۴	۷۱/۴
اردی‌بهشت	-۰/۲	۳۰/۸	۵۲/۶	-۱/۸	۳۱	۲۶	۳/۴	۲۹/۸	۳۲/۶
خرداد	۱۰	۳۴/۵	۳۷	۸/۸	۳۳/۷	۴۸/۳	۷/۹	۳۹/۳	۰
تیر	۱۳/۱	۴۰	۳/۸	۱۰/۴	۳۹/۶	۶/۶	۹/۹	۳۴/۸	۰/۱
بارندگی کل سال زراعی			۴۱۴/۴			۳۳۷/۷			۲۷۴/۱

* این دما در ۱۳۹۹/۱/۲۰ اتفاق افتاد

مراحل نمو

مراحل نمو ثبت شده برای رقم های جو در شکل های ۱، ۲ و ۳ حاکی از آن است که رفتار رقم ها از نظر طی مراحل فنولوژیکی بر اساس درجه روز متفاوت بوده است. اولین تفاوت در مرحله پنجه زنی رقم ها مشاهده می شود به گونه ای که رقم های بهاره زودتر از رقم بینابین نادر و رقم نادر زودتر از رقم های زمستانه به این مرحله نموی رسیدند و این تفاوت در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در ایستگاه شیروان کمترین مقدار و در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در ایستگاه سیساب و در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در ایستگاه شیروان بیشترین مقدار و در دو مورد اخیر بسیار مشابه بود. سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در ایستگاه شیروان سال سردی بود و احتمالا دمای پایین باعث شده است که پنجه زنی رقم های زمستانه و بینابین با تاخیر بیشتری .نسبت به رقم های بهاره اتفاق افتد و شاید بتوان گفت که ورود رقم های بهاره به مرحله پنجه زنی تحت تاثیر دما واقع نشده اما پنجه زنی رقم های بینابین و زمستانه تحت تاثیر دما بوده و با کاهش دما به تاخیر افتاد. شروع ساقه روی نیز در رقم های بهاره سریع تر از رقم های پاییزه بود. در هر دو سال انجام آزمایش رقم های زمستانه فاصله زمانی زیادی را از پنجه زنی تا شروع ساقه روی داشته اند (شکل های ۱، ۲ و ۳)؛ این وضعیت بر پوشش سریع خاک و تلفات تبخیری تاثیر منفی قابل توجهی خواهد داشت. بر عکس فاصله زمانی ساقه روی تا گرده افشانی در رقم های بهاره در هر دو سال آزمایش به استثناء یک مورد بیشتر از رقم های زمستانه بود. دوره رشدی مهم پرشدن دانه نیز در رقم های بهاره سریع تر از رقم های پاییزه آغاز و پایان یافت، این رفتار برخورد به شرایط تنش آخر فصل را کاهش می دهد. همانگونه که در شکل های ۱، ۲ و ۳ مشاهده می شود در تمام آزمایشات فاصله زمانی سبز شدن تا شروع ساقه روی بخش زیادی از دوره زندگی رقم های جو زمستانه را در شرایط کاهش فصل رشد ناشی از کشت انتظار به خود اختصاص داده است در حالی که برای شرایط دارای محدودیت نظیر شرایط کشت انتظاری دیم، مطلوب این است که گیاه در کوتاه ترین زمان ممکن از رکود رشدی خارج شده و روند رشد عمودی ساقه را به عنوان آغاز مرحله رشد سریع و تولید زیست توده آغاز کند و سریع سطح خاک را پوشش داده و مسیر مصرف آب را از تبخیر بدون بهره وری از خاک و گیاه، به مسیر تعرق منجر به تولید زیست توده و در پایان عملکرددانه تغییر دهد. فرار از خشکی می تواند شدت تنش را محدود کند و در نتیجه رشد اولیه بالا تلفات تبخیری را کاهش داده و زمان گلدهی و ابتدای پر شدن دانه را با زمان های مطلوب از نظر آب قابل دسترس کافی بهتر همخوان می کند (باندر و همکاران ۲۰۱۵). طویل شدن دوره های رکود رشدی در رقم های جو زمستانه عمدتا ناشی از نیاز به ورنالیزاسیون است و شرایط آب و هوایی سرد طی این دو سال حتی این دوره ها را کاهش نیز داده است. در شرایط معمول و با سرمای کمتر، این دوره ها طولانی تر می شود در حالی که این محدودیت یعنی نیاز به ورنالیزاسیون در رقم های بهاره وجود ندارد و قادر هستند در کوتاه ترین زمان ممکن از رکود رشد خارج شده و رشد سریع خود را آغاز نمایند، وضعیتی که برای محدودیت فصل رشد مشابه شرایط کشت انتظار مطلوب تر است.

در سال اول آزمایش در ایستگاه سیساب، بارندگی سالیانه بسیار بیشتر از میانگین بارندگی سالیانه و شرایط آب و هوایی برای رشد مساعد بود، اما موج کوتاهی از گرما طی دوره رشد باعث شد که به لحاظ تعریف دوره مطلوب گلدهی از نظر دما، این دوره سریع پایان یابد و در این شرایط گرده افشانی هیچ یک از رقم ها در دوره مطلوب اتفاق نیفتاد (شکل ۱) اما پس از آن، این دمای بالا تداوم نیافت و شرایط محیطی مناسب باعث بیشترین دوره زمانی برای پرشدن دانه گردید. در این سال در ایستگاه شیروان تنها رقم های بهاره در محدوده مطلوب گلدهی گرده افشانی داشتند و رقم بینابین نادر در انتهای این دوره به مرحله گرده افشانی وارد شد و در رقم های پاییزه گلدهی در محدوده دمایی مطلوب اتفاق نیفتاد (شکل ۲). در سال دوم آزمایش به علت شرایط آب و هوایی سرد، دامنه مطلوب گلدهی طولانی تر بود بنابراین گرده افشانی همه رقم ها در این محدوده اتفاق افتاد، گرچه در این سال نیز شرایط مطلوب مربوط

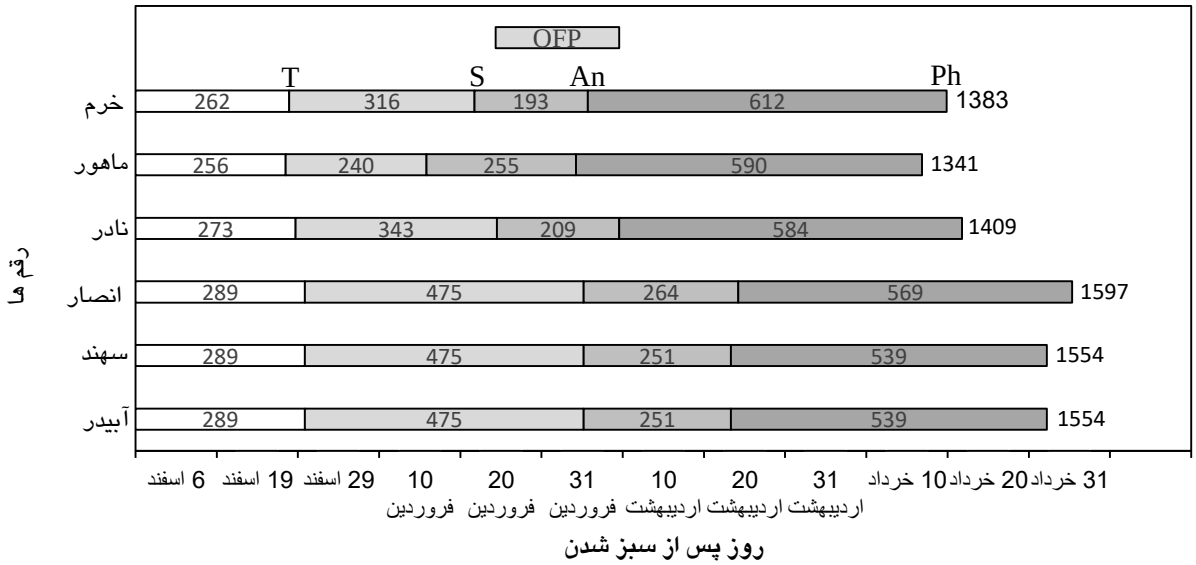


شکل ۱- مراحل نمو رقم های جو طی فصل رشد در ایستگاه سیساب سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷؛

برای هر رقم قسمت سفید درجه روز از سبز شدن تا پنجه زنی (T) است، قسمت خاکستری کم رنگ درجه روز از پنجه زنی تا شروع ساقه روی (S) است، قسمت خاکستری پر رنگ تر درجه روز از شروع ساقه روی تا گرده افشانی (An) است و قسمت خاکستری پر رنگ درجه روز از گرده افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی (Ph) است؛ اعداد داخل هر قسمت درجه روز طی آن مرحله نموی است، اعداد انتهای هر قسمت مجموع درجه روز از سبز شدن تا رسیدگی فیزیولوژیک و OFP دوره مطلوب گلدهی

به رقم های بهاره بود که تقریبا در میانه این دوره گلدهی داشتند و سهم بیشتری از دوره رشدی را به مرحله مهم پرشدن دانه اختصاص دادند. اگرچه اثری از زمان گلدهی بر تولید بیومس نیست اما زمان گلدهی اثری قوی بر عملکرد نهایی جو دارد (ستر و همکاران ۲۰۱۶). جو به ویژه به تنش های دوره ۳ تا ۴ هفته قبل از گلدهی تا شروع پرشدن دانه حساسیت دارد، این زمانی است که تعداد دانه تعیین شده و ذخایر ساقه تجمع می یابند. از آنجا که همه مزرعه نمی تواند در زمان مناسب کشت شود، انتخاب واریته های سازگارتر به تاریخ کاشت های زودهنگام و دیرهنگام سودمند خواهد بود (والترز ۲۰۱۷). در مجموع به عنوان مکانیسمی برای فرار از اثرات تنش خشکی و حرارتی آخرفصل، در شرایط کوتاه شدن فصل رشد و شرایط کشت انتظار، رقم های بهاره حداکثر دوره رشد را به دوره رشد تند، پوشش سریع سطح خاک و پرشدن دانه اختصاص دادند که این وضعیت نقش قابل توجهی در بهره وری از بارندگی و تولید دارد اما در رقم های زمستانه بخش زیادی از فصل رشد با دمای مطلوب به دوره پنجه زنی و قبل از آن یعنی دوره رکود رشد اختصاص یافت که ضمن افزایش تبخیر، فرصت مناسب ابتدای بهار برای تولید زیست توده را از دست دادند. در مجموع رقم های بهاره در ابتدای فصل رشد فرصت کمتری صرف رشد رزت می کنند، با رشد سریع خاک در کمترین زمان پوشش می یابد و از شدت تبخیر خاکی کاسته می شود، گرده افشانی را سریع تر از رقم های زمستانه آغاز می کنند و دوره پرشدن دانه در این رقم ها نیز نسبت به رقم های زمستانه بیشتر بوده است. با وجود این که رقم های بهاره سریع تر از مرحله رکود و مقاوم به سرما نسبت به رقم های زمستانه خارج شدند، سرمای دیررس قابل توجه بهاره سال دوم (۷- درجه سانتیگراد) بر هیچ یک از رقم ها تاثیر منفی نداشت. بنابراین به نظر می رسد از نظر مراحل نموی رقم های

بهاره سازگاری بیشتری به شرایط محیطی در شرایط کشت انتظار مناطق سردسیر دارند و خطر سرمازدگی و نگرانی از خسارت سرما نباید مانع تولید بهتر حاصل از انتخاب رقم های بهاره در این شرایط باشد. این نتایج حاصل سال های خوب برای رشد غلات در مناطق سردسیر بوده است و در تداوم سال ها و بارندگی کمتر نیز دمای بالاتر، برتری سازگاری و تولید رقم های بهاره نسبت به رقم های زمستانه بیشتر نیز خواهد بود. در مورد اثر تراکم بذر بر مراحل نمو ذکر یک نکته لازم است که در اثر کاهش تراکم بذر تاخیری حدود دو روزه در طی مراحل نمو مشاهده گردید به عبارت دیگر تراکم بذر بیشتر باعث تسریع کوچکی در مراحل نمو برای همه رقم ها شده بود.



شکل ۲– مراحل نمو رقم های گندم طی فصل رشد در ایستگاه شیروان سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷؛

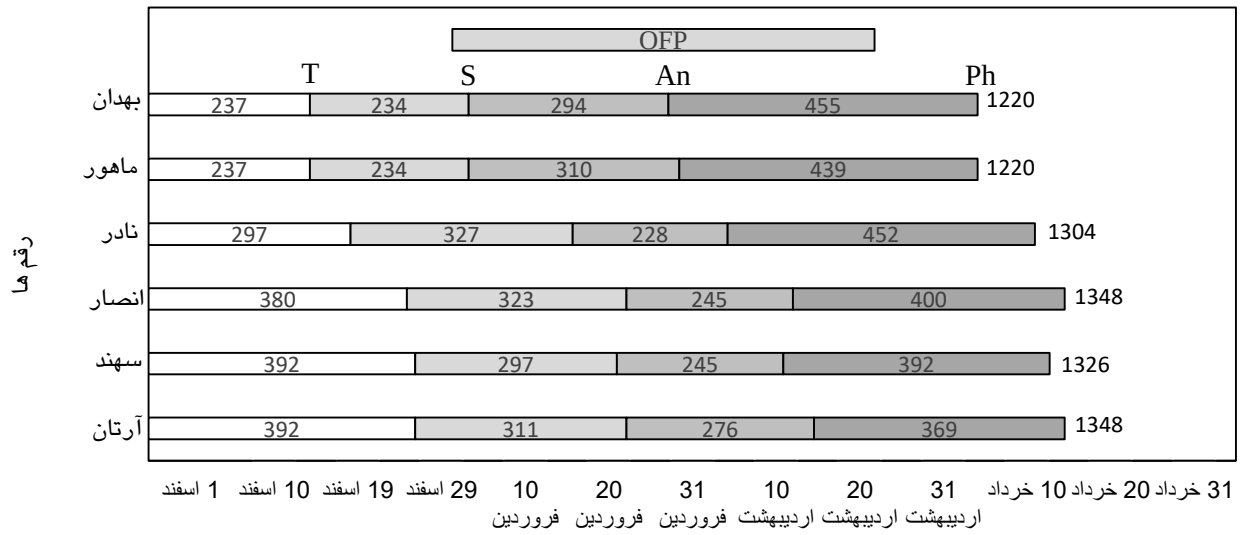
برای هر رقم قسمت سفید درجه روز از سبز شدن تا پنجه زنی (T) است، قسمت خاکستری کم رنگ درجه روز از پنجه زنی تا شروع ساقه روی (S) است، قسمت خاکستری پر رنگ تر درجه روز از شروع ساقه روی تا گرده افشانی (An) است و قسمت خاکستری پر رنگ درجه روز از گرده افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی (Ph) است؛ اعداد داخل هر قسمت درجه روز طی آن مرحله نموی است، اعداد انتهای هر قسمت مجموع درجه روز از سبز شدن تا رسیدگی فیزیولوژیک و OFP دوره مطلوب گلدهی

در سال اول آزمایش تنها اثر رقم بر تعداد دانه در سنبله معنی دار و اثر تراکم بذر بر وزن هزاردانه و عملکرددانه معنی دار شد (جدول ۲). در سال دوم رقم بر ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و عملکرددانه تاثیر معنی داری نشان داد و تراکم بذر تعداد سنبله در مترمربع، عملکردزیستی و عملکرددانه را تحت تاثیر معنی دار قرار داد و برهمکنش رقم و تراکم بذر نیز بر تعداد سنبله در مترمربع معنی دار شد (جدول ۳).

جدول ۲– سطوح معنی داری حاصل از تجزیه واریانس برای تیمارهای مورد بررسی جو در سال اول

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه	شاخص برداشت	عملکرد زیستی	عملکرددانه
رقم	۵	ns	ns	۰/۰۳۱۲	ns	ns	ns	ns
تراکم بذر	۴	ns	ns	ns	۰/۰۴۰۲	ns	ns	۰/۰۱۲۲
رقم × تراکم بذر	۲۰	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns: نشان‌دهنده عدم معنی‌داری تیمار است.



شکل ۳– مراحل نمو رقم های گندم طی فصل رشد در ایستگاه شیروان سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸؛

برای هر رقم قسمت سفید درجه روز از سبز شدن تا پنجه زنی (T) است، قسمت خاکستری کم رنگ درجه روز از پنجه زنی تا شروع ساقه روی (S) است، قسمت خاکستری پر رنگ تر درجه روز از شروع ساقه روی تا گرده افشانی (An) است و قسمت خاکستری پر رنگ درجه روز از گرده افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی (Ph) است؛ اعداد داخل هر قسمت درجه روز طی آن مرحله نموی است، اعداد انتهای هر قسمت مجموع درجه روز از سبز شدن تا رسیدگی فیزیولوژیک و OFP دوره مطلوب گلدهی

ارتفاع بوته

ارتفاع بوته در آزمایش سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در سیسباب (سال اول) تحت تاثیر معنی دار رقم قرار نگرفت و در دامنه ۹۳/۳-۸۰/۳ سانتیمتر متغیر بود (جدول۴)، اما در آزمایش سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در شیروان (سال دوم) ارتفاع بوته رقم ها تفاوت معنی داری نشان داد به گونه ای که رقم نادر بیشترین ارتفاع بوته (۹۰/۳ سانتی متر) و رقم بهدان با ۵۵/۴ سانتی متر کمترین ارتفاع بوته را نشان دادند (جدول ۵). تراکم بذر اثر معنی داری بر ارتفاع بوته در هر دو سال انجام آزمایش نشان نداد.

جدول ۳– سطوح معنی داری حاصل از تجزیه واریانس برای تیمارهای مورد بررسی جو در سال دوم

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه	شاخص برداشت	عملکرد زیستی	عملکرددانه
رقم	۵	< ۰/۰۰۰۱	ns	ns	۰/۰۰۰۳	< ۰/۰۰۰۱	ns	۰/۰۱۶۳
تراکم بذر	۴	ns	۰/۰۰۸۲	ns	ns	ns	۰/۰۰۵۶	۰/۰۲۹۰
رقم × تراکم بذر	۲۰	ns	۰/۰۴۶۰	ns	ns	ns	ns	ns

ns: نشان‌دهنده عدم معنی‌داری تیمار است.

به طور کلی ارتفاع بوته همه رقم ها در سال اول آزمایش به طور نسبی بیشتر از سال دوم است اما رقم های پابلند و پاکوتاه واکنش مشابهی طی دو سال داشته اند، این وضعیت در مورد تراکم های متفاوت بذر نیز ملاحظه می شود. ارتفاع صفتی ژنتیکی است و ارتفاع کمتر رقم های بهاره در این آزمایش ناشی از ویژگی ذاتی پاکوتاهی آنهاست، گرچه ظاهرا در شرایط مطلوب رشدی این رقم ها نیز ارتفاع مناسبی خواهند داشت. طی هر دو سال اجرای آزمایش رقم های پابلند زمستانه بیشترین ارتفاع را داشته اند. به نژادگران گندم عملکرد را از طریق افزایش

سهم ماده خشک سنبله طی مرحله طویل شدن ساقه برای افزایش شاخص برداشت بهبود داده اند و بخش زیادی از این با کاهش ارتفاع بوته حاصل شده است (اکیونا و همکاران ۲۰۱۹).

تعداد سنبله در مترمربع

در سال اول تعداد سنبله در مترمربع رقم ها و تراکم های بذر به ترتیب در دامنه ۵۰۷-۳۸۳ و ۴۶۶-۴۱۲ قرار داشت و تفاوت تعداد سنبله در مترمربع رقم ها و تراکم های بذر معنی دار نبود (جدول ۴) اما در سال دوم انجام آزمایش تعداد سنبله در مترمربع تحت تاثیر رقم، تراکم بذر و برهمکنش رقم و تراکم بذر تغییر معنی داری نشان داد. در سال دوم برای رقم بهدان در تراکم ۲۰۰ بذر در مترمربع، ۴۹۵ سنبله در مترمربع و برای رقم نادر در تراکم ۱۵۰ بذر در مترمربع ۲۹۳ سنبله در مترمربع ثبت شد که به ترتیب بیشترین و کمترین میزان این صفت را نشان دادند (جدول ۶). همانگونه که جدول ۶ نشان می دهد در رقم های زمستانه آرتان و انصار با افزایش تراکم بذر از ۱۵۰ بذر در مترمربع، تعداد سنبله در مترمربع افزایش یافته و این افزایش تا تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع ادامه داشته است اما در رقم های بینابین سهند و نادر و نیز رقم های بهاره بهدان و ماهور این روند تا تراکم ۳۰۰ بذر در مترمربع ادامه داشته و پس از آن در تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع کاهش یافته است. به عبارت دیگر محدوده حداکثر تعداد سنبله در مترمربع رقم ها با توجه به تراکم بذر متفاوت بوده است و رقم های بهاره و بینابین در تراکم بذر کمتری به حداکثر تعداد سنبله در مترمربع رسیده اند و در رقم های زمستانه تقریبا می توان گفت با افزایش تراکم بذر در مترمربع تعداد سنبله در مترمربع بیشتری تولید شده است گرچه رقم های بهاره با تراکم بذر کمتر، تعداد سنبله بیشتری نسبت به رقم های زمستانه در تراکم های بالاتر در واحد سطح تولید نموده اند (جدول ۶). می توان چنین برداشتی داشت که برای بهبود این جزء مهم عملکرددانه در شرایط کشت انتظار مناطق سرد و کم باران، تراکم بذر مورد نیاز رقم های زمستانه باید بیشتر از رقم های بهاره باشد، ضمن این که با همین افزایش تراکم بذر نیز رقم های زمستانه معادل رقم های بهاره سنبله در مترمربع تولید نخواهند نمود و از این نظر کشت رقم های بهاره با تراکم بذر کمتر در شرایط کشت انتظاری مناطق سرد و کم باران برای بهبود این جزء مهم عملکرددانه بر رقم های زمستانه حتی با تراکم بذر بالاتر برتری خواهد داشت. در مطالعه احمدی و همکاران (۲۰۱۴) تعداد سنبله رقم های جو مورد بررسی تحت تاثیر معنی دار تراکم بذر قرار داشت و تراکم های ۳۰۰، ۴۰۰ و۵۰۰ بر تراکم های ۱۰۰ و ۲۰۰ بذر در مترمربع برتری داشتند. در مطالعه صالح روان و همکاران (۲۰۲۱) در سال اول بیشترین و کم ترین تعداد سنبله در مترمربع به ترتیب از رقم های ماهور در تراکم ۵۰۰ بذر در مترمربع و صحرا در تراکم ۲۰۰ بذر در مترمربع با ۹۸۹ و ۴۱۳ سنبله در مترمربع بدست آمد. با توجه به این که رقم های بهاره دوره پنجه زنی تا شروع ساقه روی را سریع تر از رقم های بینابین و زمستانه طی نمودند (شکل های ۱، ۲ و ۳) ، از نظر تعداد سنبله در مترمربع نیز در سال اول رقم بهاره خرم بیشترین تعداد را نشان داد و در سال دوم نیز رقم های بهاره بهدان و ماهور در ردیف برترین ها بودند، بنابراین به نظر می رسد که سرعت تولید پنجه به عنوان عامل موثر در تولید سنبله در مترمربع در رقم های بهاره جو بیشتر از رقم های زمستانه و بینابین بوده است. در مطالعه آلزوتا و همکاران (۲۰۱۲) به تفاوت سرعت پنجه زنی اشاره گردیده و عنوان شده است که در اثر تفاوت در سرعت تولید پنجه، حداکثر تعداد پنجه در جو بیشتر از گندم بود.

تعداد دانه در سنبله

تعداد دانه در سنبله در سال اول تحت تاثیر رقم های مورد بررسی تفاوت معنی داری نشان داد به گونه ای که رقم بهاره خرم با میانگین ۲۹/۸ دانه در سنبله بیشترین و رقم زمستانه انصار با میانگین ۲۱/۳ دانه در مترمربع کمترین مقدار این صفت را نشان دادند (جدول۴)، اما در سال دوم تفاوت معنی داری بین رقم ها از نظر تعداد دانه در سنبله مشاهده نشد و کمیت این صفت در دامنه ۲۴/۳-۲۰/۳ قرار داشت (جدول ۵). تراکم بذر در هر دو سال انجام آزمایش تاثیر معنی داری بر تعداد دانه در سنبله نشان نداد (جدول های ۴ و ۵). بررسی رقم های جو با

تراکم بذر متفاوت نشان داد که اثر رقم بر تعداد دانه در سنبله معنی دار بود و بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله به ترتیب با ۲۷ و ۱۶ مربوط به رقم های صحرا و ماهور بود. در این بررسی با افزایش تراکم بذر تعداد دانه در سنبله در هر دو سال اجرای ازمایش کاهش یافت و در سال اول بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله به ترتیب از تراکم های ۲۰۰ و ۵۰۰ بذر در مترمربع و به میزان ۲۲ و ۱۸ دانه در سنبله به دست آمد (صالح روان و همکاران ۲۰۲۱). تعداد دانه در سنبله کمی پیش از گرده افشانی و طی گرده افشانی در دوره مطلوب تعیین می شود. رقم های بهاره در هر دو سال اجرای آزمایش گرده افشانی را زودتر از رقم های زمستانه آغاز نمودند؛ در سال اول و آزمایش ایستگاه شیروان تنها رقم های بهاره در دامنه مطلوب گلدهی به گرده افشانی رسیدند و گرده افشانی رقم بینابین نادر در انتهای این دوره بود و در سال دوم که به علت دمای پایین دوره مطلوب گلدهی طولانی بود و همه رقم ها در دامنه مطلوب گلدهی گرده افشانی داشتند، رقم های بهاره در نیمه این دوره که مطلوب گزارش شده گلدهی داشتند اما رقم های زمستانه در بخش انتهایی این دوره به مرحله گرده افشانی رسیدند. هدف گذاری برای وقوع گلدهی یک رهیافت برای بهبود تحمل تنش ها از طریق اجتناب از تنش و بنابراین افزایش عملکرددانه است (ویگمن و همکاران ۲۰۱۹). بنابراین به نظر می رسد همانگونه که در منابع ذکر شده است گرده افشانی در زمان مناسب اهمیت زیادی برای تعداد دانه در سنبله رقم های جو دارد و از نظر این جزء مهم عملکرددانه رقم های جو بهاره در شرایط کشت انتظار بر رقم های جو زمستانه برتری دارند و رقم نادر وضعیتی بینابین نشان داد (جدول های ۴ و۵).

وزن هزاردانه

وزن هزاردانه رقم ها در سال اول آزمایش در دامنه ۴۸/۷-۴۳/۵ متغیر و تحت تاثیر معنی دار رقم نبود (جدول ۴) اما در سال دوم اثر رقم بر وزن هزاردانه معنی دار شد و رقم های بهاره بهدان و ماهور و رقم بینابین نادر به ترتیب با وزن هزاردانه ۳۶/۳، ۳۵/۹ و ۳۴/۱ گرم بیشترین و رقم زمستانه آرتان با وزن هزاردانه ۲۹/۲ گرم کمترین مقدار این صفت را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). تراکم بذر در سال اول تاثیر معنی داری بر وزن هزاردانه داشت به گونه ای که تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع با وزن هزاردانه ۴۷/۱ گرم بیشترین و تراکم ۱۵۰ بذر در مترمربع با وزن هزاردانه ۴۴/۱ گرم کمترین میزان این صفت را نشان دادند (جدول ۴). تراکم بذر در سال دوم تاثیر معنی داری بر وزن هزاردانه رقم ها نشان نداد (جدول ۵). در هر دو سال رقم های بهاره دوره پرشدن دانه را، که تاثیر بسزایی بر وزن هزاردانه دارد، زودتر آغاز و زودتر به پایان رسانیده اند و در اغلب موارد این دوره از نظر درجه روز رشد بیشتر از رقم های زمستانه نیز بوده است که ناشی از همخوانی بهتر مراحل نموی رقم های بهاره با شرایط کشت انتظار و طی این دوره در شرایط دمایی پایین تر بوده است. در سال اول که شرایط رشدی مناسب بوده است، تفاوت وزن هزاردانه رقم ها تفاوتی نشان نداد اما در سال دوم با کاهش بارندگی و شرایط رشدی نامساعدتر نسبت به سال اول، رقم های بهاره برتری معنی داری نشان دادند. بنابراین از نظر این جزء مهم عملکرددانه که هم کمیت و هم کیفیت تولید را تحت تاثیر قرار می دهد رقم های بهاره حتی در بهترین شرایط نیز کاهشی نسبت به رقم های زمستانه ندارند و در شرایط همراه با افزایش تنش، برتری معنی دار خود را نشان داده اند. بیان شده است که ۹۰ تا ۹۵ درصد از کربوهیدرات دانه پس از گرده افشانی تولید می شود (بلیک و همکاران ۲۰۱۸). بنابراین شرایط مطلوب پس گرده افشانی نقش مهمی در عملکرددانه خواهد داشت و وقوع گرده افشانی در دوره مطلوب گلدهی نوعی کمک به بهبود این شرایط است.

شاخص برداشت

شاخص برداشت در سال اول تحت تاثیر معنی دار رقم نبود و در دامنه ۴۸/۲-۴۳/۲ قرار داشت (جدول ۴) اما در سال دوم شاخص برداشت تحت تاثیر معنی دار رقم بود به گونه ای که رقم بهاره بهدان با شاخص برداشت ۴۵/۱ بیشترین و رقم زمستانه انصار با ۳۰/۷ کمترین شاخص برداشت را نشان دادند (جدول ۵). در مطالعه خداشناس (۲۰۲۱) شاخص برداشت رقم های جو

تفاوت معنی داری داشت و رقم ماهور با میانگین شاخص برداشت ۴۲/۹ بیشترین و رقم آبیدر با ۳۰/۹ درصد کمترین مقدار را نشان دادند و به طور کلی میانگین شاخص برداشت رقم های بهاره بیشتر از سایر ژنوتیپ ها بود. در مطالعه احمدی و همکاران (۲۰۱۴) شاخص برداشت رقم های جو بهاره ماهور و ایذه بدون تفاوت معنی دار در دامنه ۳۶/۲-۳۵/۱ درصد قرار داشت. تحت تاثیر تراکم بذر، شاخص برداشت در سال اول تفاوت معنی داری نشان داد و تراکم های ۳۰۰ و ۱۵۰ بذر در مترمربع به ترتیب با ۴۷/۴ و ۴۳/۹ بیشترین و کمترین شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند (جدول ۴) اما در سال دوم تراکم بذر تفاوت معنی دار در شاخص برداشت ایجاد نکرد (جدول ۵). بیشترین شاخص برداشت در هر دو سال متعلق به رقم های بهاره بود و شاخص برداشت رقم های بهاره در هر دو سال یعنی شرایط مطلوب و شرایط دارای تنش از شاخص برداشت رقم های زمستانه برتر بود گرچه این برتری در سال اول معنی دار نشد. شاخص برداشت رقم زمستانه انصار در سال دوم نسبت به سال اول حدود ۳۰ درصد کاهش یافته است در حالی که این نسبت برای رقم بهاره ماهور حدود ۱۵ درصد بوده است. جداول ۴ و ۵ نشان می دهد که حتی در شرایط نامساعدتر آب و هوایی سال دوم، شاخص برداشت رقم بهاره بهدان بیشتر از شاخص برداشت رقم های زمستانه انصار و آبیدر و نیز رقم بینابین نادر بوده است. این وضعیت که ناشی از تطابق بیشتر مراحل نموی با شرایط محیطی است حاکی از آن است که رقم های جو بهاره برای شرایط کشت انتظار مناطق سرد و کم باران انتخاب برتر نسبت به رقم های جو زمستانه هستند.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی برای جو در آزمایش ایستگاه سیساب سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (g)	شاخص برداشت (%)	عملکرد بیولوژیک ($kg.ha^{-1}$)	عملکرددانه ($kg.ha^{-1}$)
رقم							
آبیدر	۹۳/۱ a	۴۹۶ a	۲۵ ab	۴۴/۶ a	۴۳/۲ a	۷۰۸۲ a	۳۰۷۷ a
سهند	۹۳/۵ a	۳۹۹ a	۲۵/۷ ab	۴۵/۶ a	۴۶/۱ a	۷۰۰۳ a	۳۱۵۳ a
انصار	۹۴/۹ a	۴۶۱ a	۲۱/۳ b	۴۶/۷ a	۴۴ a	۷۱۱۸ a	۳۱۴۶ a
نادر	۹۳/۳ a	۳۷۶ a	۲۸ a	۴۸/۷ a	۴۴/۲ a	۸۴۱۴ a	۳۶۶۴ a
خرم	۸۰/۳ a	۵۰۷ a	۲۹/۸ a	۴۴/۹ a	۴۸/۲ a	۸۴۲۱ a	۳۹۴۴ a
ماهور	۸۰/۶ a	۳۸۳ a	۲۸/۷ a	۴۳/۵ a	۴۷/۹ a	۶۲۱۹ a	۲۹۳۲ a
تراکم بذر در مترمربع							
۱۵۰	۹۲ a	۴۱۲ a	۲۷/۵ a	۴۴/۱ b	۴۳/۹ c	۷۲۳۳ a	۳۰۳۱ c
۲۰۰	۸۸/۹ a	۴۶۶ a	۲۸/۵ a	۴۵/۳ ab	۴۶/۱ abc	۶۶۴۵ a	۳۰۶۶ c
۲۵۰	۸۷/۹ a	۴۴۳ a	۲۶ a	۴۶/۵ a	۴۶/۴ ab	۷۶۲۹ a	۳۵۷۱ ab
۳۰۰	۸۷/۷ a	۴۳۴ a	۲۵/۷ a	۴۵/۴ ab	۴۷/۴ a	۶۹۶۲ a	۳۱۹۱ bc
۳۵۰	۸۹/۹ a	۴۴۳ a	۲۴/۷ a	۴۷/۱ a	۴۴/۴ bc	۸۵۶۷ a	۳۷۱۲ a

* میانگین‌ها در هر ستون از هر تیمار که حداقل در یک حرف مشترک باشند، در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

عملکردبیولوژیک

عملکرد بیولوژیک در سال های اول تحت تاثیر رقم و تراکم بذر قرار نگرفت و در سال دوم تنها تحت تاثیر تراکم بذر تفاوت معنی داری نشان داد به گونه ای که تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع با ۶۶۶۳ کیلوگرم بیشترین و تراکم ۱۵۰ بذر در متر مربع با ۵۴۲۷ کیلوگرم کمترین

عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جدول های ۴ و ۵). با وجود این که رقم های بهاره مورد بررسی پاکوتاه هستند و رقم های زمستانه و بینابین پابلند هستند اما عدم تفاوت معنی دار عملکرد بیولوژیک بین این رقم ها به مفهوم رشد و تولید بهتر و سازگاری بیشتر رقم های بهاره در شرایط کشت انتظار است.

عملکرددانه

تفاوت عملکرددانه رقم ها در سال اول معنی دار نبود (جدول۴) اما در سال دوم عملکرددانه رقم ها اختلاف معنی داری نشان داد و رقم بهاره ماهور با ۲۳۹۳ کیلوگرم بیشترین و رقم زمستانه آرتان با ۱۸۰۳ کیلوگرم کمترین عملکرددانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). تراکم بذر در هر دو سال بر عملکرددانه تاثیر معنی داری داشت و در هر دو سال تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع بیشترین و تراکم ۱۵۰ بذر در متر مربع کمترین مقدار عملکرددانه را نشان دادند (جدول های ۴ و ۵). در مطالعه صالح روان و همکاران (۲۰۲۱) رقم ماهور در تمام تراکم های مورد بررسی بیشترین عملکرددانه را داشت و برای مناطق با بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلی متر در سال رقم ماهور با تراکم ۳۰۰ بذر در مترمربع و برای بارندگی بیش از ۲۵۰ میلی متر رقم خرم با تراکم ۲۰۰ بذر در مترمربع توصیه شده است. به طور کلی عملکرددانه رقم ها در سال اول برتری قابل ملاحظه ایی بر عملکرددانه رقم ها در سال دوم نشان داد که حاکی از تاثیر بارندگی و شرایط آب و هوایی مطلوب طی این سال بوده است. در سال اول با وجود عدم تفاوت معنی دار، رقم بهاره خرم بیشترین عملکرددانه را نشان داد و در سال دوم نیز رقم بهاره ماهور بیشترین عملکرد دانه را با تفاوت معنی دار نسبت به رقم های زمستانه نشان داد. در سال اول تنها جزء موثر بر عملکرددانه که تفاوت معنی داری نشان داد تعداد دانه در سنبله بود که در ارقام بهاره بیشترین مقدار بود و در سال دوم وزن هزاردانه و شاخص برداشت بیشترین تاثیر را بر عملکرددانه نشان دادند که در هر دو صفت رقم های بهاره بر رقم ها زمستانه برتری داشتند. غیر از کمیت برای سال دوم که شرایط پر تنش تر از سال اول بوده است، کیفیت دانه تولیدی نیز در رقم های بهاره (برتری وزن هزاردانه) برتر از رقم های زمستانه بوده است. بنابراین رقم های بهاره قادر هستند که پتانسیل تولید را در هر شرایطی برای کشت انتظار، برتر از رقم های زمستانه بروز دهند و این امتیاز بزرگی

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی برای جو در آزمایش ایستگاه شیروان سال زراعی ۱۳۹۹- ۱۳۹۸

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (g)	شاخص برداشت (%)	عملکرد بیولوژیک ($kg.ha^{-1}$)	عملکرددانه ($kg.ha^{-1}$)
رقم							
آرتان	۸۷/۱ ab	۴۱۱ a	۲۱/۸ a	۲۹/۲ b	۳۲ d	۵۸۰۹ a	۱۸۱۰ c
سهند	۸۲/۴ b	۴۱۶ a	۲۳/۸ a	۳۱/۱ b	۳۵/۶ c	۵۹۶۵ a	۲۱۰۷ abc
انصار	۸۷ ab	۴۱۱ a	۲۰/۳ a	۲۹/۵ b	۳۰/۷ d	۶۷۰۲ a	۲۰۳۴ bc
نادر	۹۰/۳ a	۳۵۴ b	۲۰/۳ a	۳۴/۱ a	۳۲ d	۶۷۹۰ a	۲۱۲۹ abc
بهدان	۵۵/۴ c	۴۲۲ a	۲۴/۳ a	۳۶/۳ a	۴۵/۱ a	۵۱۳۹ a	۲۳۳۴ ab
ماهور	۵۹/۵ c	۴۱۴ a	۲۳/۹ a	۳۵/۹ a	۴۰/۵ b	۵۹۷۱ a	۲۳۹۳ a
تراکم بذر در مترمربع							
۱۵۰	۷۸/۹ a	۳۵۹ b	۲۴/۹ a	۳۲/۸ a	۳۷ a	۵۴۲۷ c	۱۹۷۵ b
۲۰۰	۷۶/۸ a	۴۱۷ a	۲۲/۲ a	۳۲/۹ a	۳۶/۲ a	۵۸۰۴ bc	۲۰۵۸ b
۲۵۰	۷۵/۹ a	۴۲۳ a	۲۰/۳ a	۳۲/۸ a	۳۵/۸ a	۶۲۵۰ ab	۲۱۶۹ ab
۳۰۰	۷۵/۵ a	۴۳۵ a	۲۲/۴ a	۳۱/۹ a	۳۵/۴ a	۶۲۱۵ ab	۲۱۶۵ ab
۳۵۰	۷۷/۴ a	۳۸۵ ab	۲۲/۲ a	۳۳ a	۳۵/۵ a	۶۶۶۳ a	۲۳۰۹ a

* میانگین‌ها در هر ستون از هر تیمار که حداقل در یک حرف مشترک باشند، در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

در انتخاب یک رقم برای کشت به حساب می آید. درک درست از فنولوژی واریته ها به اطمینان از کاشت در زمان مناسب برای حداکثر پتانسیل تولید کمک خواهد نمود (والترز ۲۰۱۷). زمان گلدهی اهمیت حیاتی برای تعیین عملکرددانه محصولات دانه ای دارد زیرا سازگاری گیاه را تعریف می کند، انعکاس مناسبی از همخوانی بین شرایط محیطی پویای فصلی (که ممکن است اثر مثبت یا منفی داشته باشند) و نیازهای محصول برای تشکیل و تحقق عملکرد است. تغییرات در زمان گلدهی می تواند تعداد دانه در واحد سطح و نیز متوسط وزن دانه را تغییر دهد (هال و همکاران ۲۰۱۴).

تراکم بذر

نتایج نشان می دهد که عملکرددانه به عنوان برآیند نهایی اجزای عملکرددانه تحت تاثیر تراکم بذر قرار داشت. در هر دو سال اجرای آزمایش تراکم های بذر بالاتر (۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ بذر در مترمربع) حداکثر عملکرددانه را نشان دادند و بر تراکم های بذر پایین تر (۱۵۰ و ۲۰۰ بذر در متر مربع) برتری معنی داری داشتند (جدول های ۴ و ۵). تراکم های بذر کمتر حدود ۲ روز از نظر طی مراحل نموی عقب تر از تراکم های بذر بالاتر بودند، همچنین پوشش سطح خاک در تراکم های پایین تر دیرتر اتفاق افتاد و فرصت بیشتری برای تلفات آب از طریق تبخیر فراهم بود. مشخص شده است که حفظ آب طی اوایل دوره رشد گیاه در عمق خاک، منجر به افزایش عملکرد از طریق نگه داشتن آب تا پس از گرده افشانی برای نقش در پرشدن دانه دارد (کلارک و همکاران ۲۰۱۹). بنابراین به نظر می رسد این تراکم ها، به ویژه از بعد مصرف آب شرایط نامطلوب تری نسبت به تراکم های بالاتر بذر داشته باشند. بسیاری از مطالعات زراعی در کانادا گزارش نموده اند که میزان بذر جو بر عملکرددانه تاثیری ندارد به ویژه زمانی که تراکم بذر بالای ۲۰۰ بذر در مترمربع باشد (اوداناوان و همکاران ۲۰۱۱).

جدول ۶- برهمکنش رقم و تراکم بذر بر تعداد سنبله در مترمربع جو در آزمایش ایستگاه شیروان سال زراعی ۱۳۹۹- ۱۳۹۸

رقم ها	تراکم بذر در متر مربع				
	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰
آرتان	۳۶۲ b	۴۲۸ ab	۳۶۳ b	۴۳۰ ab	۴۸۳ ab
انصار	۳۶۰ b	۴۹۳ ab	۴۱۳ ab	۳۵۰ b	۴۵۰ ab
سهند	۴۱۵ ab	۳۲۵ b	۴۷۵ ab	۴۸۳ ab	۳۵۵ b
نادر	۲۹۳ b	۳۴۵ b	۳۸۸ ab	۴۳۷ ab	۳۰۷ b
بهدان	۳۶۵ b	۴۹۵ a	۴۴۰ ab	۴۳۵ ab	۳۵۵ b
ماهور	۳۶۰ b	۴۱۵ ab	۴۷۲ ab	۴۸۸ ab	۳۲۰ b

* میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک باشند، در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه گیری

برآیند نتایج دو سال اجرای آزمایش نشان داد که رقم های بهاره از نظر وقوع مرحله حساس گلدهی، در زمان مناسب گلدهی و سایر صفات موثر در عملکرددانه، برای کشت در شرایط انتظار بر رقم های زمستانه برتری دارند، این نتایج در حالی است که شرایط آب و هوایی هر دو سال اجرای آزمایش از شرایط نرمال این مناطق برای رشد غلات بهتر بوده است. با وجود سرمای دیررس بهاره شدید (۷- درجه سانتی گراد) در سال دوم و نیز دمای پایین طی هر دو سال اجرای آزمایش، اثری از خسارت سرما بر رقم های بهاره مشاهده نشد. در سال دوم نیز که به طور غیر معمولی سرد بود، رقم های بهاره بر رقم های زمستانه برتری داشتند به گونه ای که عملکرددانه رقم بهاره ماهور ۳۲/۲ درصد بیشتر از رقم زمستانه آرتان بود که با توجه به شرایط محیطی یکسان، بیانگر تاثیر قابل توجه و اهمیت انتخاب رقم مناسب بر

عملکرددانه است. بنابراین رقم های مناسب و سازگار برای کشت انتظار در مناطق سرد، رقم های جو بهاره مانند ماهور، خرم و بهدان هستند؛ رقم بینابین نادر نیز در شرایط کشت انتظار مناطق سرد عملکرددانه قابل قبولی داشت و در صورت ضرورت برای گریز از خسارت سرما در مناطق بسیار سرد، جایگزین مناسبی برای رقم های بهاره خواهد بود گرچه توصیه، کشت رقم های بهاره است. تراکم بذر مورد توصیه برای کشت انتظار مناطق سرد، محدوده ۲۵۰-۳۵۰ بذر در مترمربع بوده و نیازمند بررسی بیشتر است.

سپاسگزاری

از حمایت مالی موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور برای اجرای این تحقیق سپاسگزاری می گردد.

منابع مورد استفاده

Acuña TB, Richards R, Partington D, Merry A, Christy B, Zhang H, O'Leary G and Riffkin P. 2019. Extending the duration of the ear construction phase to increase grain yield of bread wheat. Crop and Pasture Science, 70: 428–436.

Ahmadi A, Hosseinpour T and Soltani M. 2014. The effect of plant density on yield and its components in three rainfed barley cultivars. Applied Field Crops Research, 102: 131-140. (In Persian).

Alzueta I, Abeledo LG, Mignone CM and Miralles DJ. 2012. Differences between wheat and barley in leaf and tillering coordination under contrasting nitrogen and sulfur conditions. European Journal of Agronomy, 41: 92– 102.

Blake NK, Varella AC, Bicego B, Martin JM, Cook JP, Heo H-Y, Acharya R, Sherman JD, Nash D and Talbert LE. 2018. Maturity traits related to climate adaptation affect quality characteristics in hard red spring wheat. Crop Science, 58:1954–1963.

Bodner G, Nakhforoosh A and Kaul H-P. 2015. Management of crop water under drought: a review. Agronomy for Sustainable Development, 35:401–442.

Cammarano D, Hawes C, Squire G, Holland J, Rivington M, Murgia T, Roggero PP, Fontana F, Casa R and Ronga D. 2019. Rainfall and temperature impacts on barley (*Hordeum vulgare* L.) yield and malting quality in Scotland. Field Crops Research, 241: 107559.

Cann DJ, Schillinger WF, Hunt JR, Porker KD and Harris FAJ.2020. Agroecological advantages of early-sown winter wheat in semi-arid environments: A comparative case study from southern Australia and Pacific Northwest United States. Frontiers in Plant Science, 11:568.

Clarke G, Porker K, Hunt J, Angel K and Wallace A. 2019. Management of early sown wheat: soil water requirements for establishment. Proceedings of the 2019 Agronomy Australia Conference, 25 – 29 August 2019, Wagga Wagga, Australia © 2019.Web site www.agronomy.org.au.

Hall AJ, Savin R and Slafer GA. 2014. Is time to flowering in wheat and barley influenced by nitrogen? a critical appraisal of recent published reports. European Journal of Agronomy, 54: 40– 46.

Harris F, Porker K, Trevaskis B and Burch D. 2018. Phenology responses of barley in southern NSW. Available at https://grdc.com.au/resources-and-publications/grdc-update-papers.

Khodashenas A. 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 Science, 23: 49-66. (In Persian).

Liu K, Harrison MT, Hunt J, Angessa TT, Meinke H, Lid C, Tiana X and Zhoua M. 2020. Identifying optimal sowing and flowering periods for barley in Australia: a modelling approach. Agricultural and Forest Meteorology, 282–283: 107871.

Loss SP, Perry MW and Anderson WK. 1990. Flowering times of wheats in South- Western Australia: a modelling approach. Australian Journal of Agricultural Research, 41: 213-23.

Mansour E, Moustafa ESA, El-Naggar NZA, Abdelsalam A and Igartua E. 2018. Grain yield stability of high-yielding barley genotypes under Egyptian conditions for enhancing resilience to climate change. Crop and Pasture Science, 69:681-690.

O'Donovan JT, Turkington TK, Edney MJ, Clayton GW, McKenzie RH, Juskiw PE, Lafond GP, Grant CA, Brandt S, Harker KN, Johnson EN and May WE. 2011. Seeding Rate, Nitrogen Rate, and Cultivar Effects on Malting Barley Production. Agronomy Journal, 103:709–716.

Sadras V and Dreccer MF. 2015. Adaptation of wheat, barley, canola, field pea and chickpea to the thermal environments of Australia. Crop and Pasture Science, 66: 1137–1150.

Saleh Ravan M, Rahemi Karizaki A, Biabani A, Nakhzari Moghaddam A and GholamaliPour Alamdari E. 2021. The Impact of Planting Density on Yield and Yield Components of Barley Cultivars under Rain-Fed Condition of Gonbad-Kavous Area. Journal of Crops Improvement, 23: 277-289. (In Persian).

Schillinger WF. 2005. Tillage method and sowing rate relations for dryland spring wheat, barley and oat. Crop Science, 45:2636–2643.

Setter TL, Waters I, Stefanova K, Munns R and Barrett-Lennard EG. 2016. Salt tolerance, date of flowering and rain affect the productivity of wheat and barley on rainfed saline land. Field Crops Research, 194: 31–42.

Walters L. 2017. Barley phenology and optimum time of sowing. In: GRDC Grains Research Update. 16-February Corack, VIC. Available: https://www.farmtrials.com. au/trial/19436.

Wang B, Liu DL, Asseng S, Macadam I and Yu Q. 2015. Impact of climate change on wheat flowering time in eastern Australia. Agricultural and Forest Meteorology, 209–210: 11–21.

Wiegmann M, Maurer A, Pham A, March TJ, Al-Abdallat A, Thomas WTB, Bull HJ, Shahid M, Eglinton J, Baum M, Flavell AJ, Tester M and Pillen K. 2019. Barley yield formation under abiotic stress depends on the interplay between flowering time genes and environmental cues. Scientific Reports, 9:6397.