



## اثر تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جو در شرایط دیم منطقه گنبد کاووس

محمد صالح روان<sup>۱</sup>، علی راحمی کاریزکی<sup>۲\*</sup>، عباس بیابانی<sup>۳</sup>، علی نخزری مقدم<sup>۳</sup>، ابراهیم غلامی پور علمداری<sup>۳</sup>  
 ۱. دانشجوی دکتری، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.  
 ۲. استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.  
 ۳. دانشیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.  
 تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۲۲

### چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جو در شرایط دیم، این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس طی دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. فاکتور نخست تراکم در چهار سطح ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ دانه در مترمربع و فاکتور دوم ارقام جو شامل فردان، خرم، ماهور و صحرا بود. در صفات تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع به ترتیب رقم صحرا در حداقل تراکم و ماهور در حداکثر تراکم برترین ارقام بودند. بالاترین وزن هزاردانه نیز در رقم فردان مشاهده شد. حداکثر عملکرد دانه در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب از ارقام ماهور با تراکم ۳۰۰ و خرم با تراکم ۲۰۰ دانه در مترمربع به دست آمد. بین تعداد سنبله در مترمربع با تعداد دانه در سنبله همبستگی منفی ( $r = -0.67^{**}$  و  $r = -0.83^{**}$  به ترتیب در سال اول و دوم آزمایش) مشاهده شد، اما این همبستگی با عملکرد دانه مثبت بود. بالاترین همبستگی مثبت و معنی‌دار نیز بین عملکرد دانه با شاخص برداشت و عملکرد زیستی مشاهده شد. با توجه به نتایج افزایش عملکرد دانه ناشی از افزایش در هر دو صفت شاخص برداشت و عملکرد زیستی بود، در هر دو سال آزمایش تراکم مطلوب به منظور دست‌یابی به حداکثر عملکرد دانه در ارقام فردان، خرم و صحرا ۲۰۰ و برای رقم ماهور ۳۰۰ دانه در مترمربع بود.

**کلیدواژه‌ها:** تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد زیستی، فردان، همبستگی.

## The Impact of Planting Density on Yield and Yield Components of Barley Cultivars under Rain-Fed Condition of Gonbad-Kavous Area

Mohammad Saleh Ravan<sup>1</sup>, Ali Rahemi Karizaki<sup>2\*</sup>, Abbas Biabani<sup>3</sup>, Ali Nakhzari Moghaddam<sup>2</sup>, Ebrahim GholamaliPour Alamdari<sup>2</sup>

1. Ph.D. Candidate, Plant Production Department, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.
2. Assistant Professor, Plant Production Department, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.
3. Associate Professor, Plant Production Department, College of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.

Received: February 8, 2020

Accepted: September 12, 2020

### Abstract

In order to investigate the effect of barley cultivars on the yield and yield components of grain under rain-fed conditions a factorial experiment has been carried out in a randomized complete block design with four replications at Gonbad-e Kavous University Research Field during 2016 – 2017 and 2017 – 2018 growing seasons. Density treatments of 200, 300, 400, and 500 grain per square meter have been considered as the first, and four barley cultivars, namely Fardan, Khorram, Mahoor, and Sahra, have been taken as the second factors. In case of the number of grains per spike and the number of spikes per square meter, Sahra cultivar in minimum density and Mahoor cultivar in maximum density have proven to be the best cultivars, respectively. The highest thousand grain weight belongs to Fardan cultivar. Maximum grain yield in first and second year of the experiment have been obtained from Mahoor cultivars with 300 grains in meter square and Khorram with 200 grains in meter square, respectively. Higher yield in the second year than the first one seems to be due to higher rainfall and more appropriate distribution, especially in the reproductive stage and grain filling period. In both years, a negative and strong correlation is observed between the number of spikes per square meter and the number of grains per spike ( $r = -0.67$  and  $r = -0.83$  in the first and second year, respectively); but this correlation has been positive with grain yield. The highest positive and significant correlation belongs to the one between grain yield, harvest index, and biological yield. According to the results, an increase in grain yield is due to the increase in both harvest index and biological yield. Finally, optimum density for maximum grain yield has been 200 grain in meter square for Fardan, Khorram, and Sahra; and 300 for Mahoor.

**Keywords:** Biological yield, correlation, Fardan, harvest index, number of grains per spike

## ۱. مقدمه

جو یکی از غلات مهم ایران و جهان است. این گیاه دامنه سازگاری وسیع تری نسبت به گندم دارد ( Zhang et al., 2008) و در نقاط مختلف جهان با شرایط محیطی مختلف رشد می کند (Kalaji et al., 2011). سطح زیر کشت جو در دنیا و ایران به ترتیب ۴۷ و ۱/۶ میلیون هکتار و تولید آن ۴/۴۷ و ۱/۳ میلیون تن در سال ۲۰۱۷ بود، به طوری که در حال حاضر از لحاظ سطح کشت و تولید در جهان در رتبه چهارم پس از ذرت، برنج و گندم قرار دارد (FAO, 2018). تعیین تراکم مناسب نقش به سزایی در افزایش عملکرد و ارزش اقتصادی محصول دارد. در گیاه جو جهت دستیابی به محصول بیش تر، علاوه بر رقم مناسب و سازگار با محیط، واکنش و نیازهای جانبی گیاه از جمله تعداد بوته در واحد سطح بسیار مهم هستند (Ahmadi et al., 2012). علاوه بر این، در توصیه های مربوط به تراکم بایستی شرایط ویژه آب و هوایی هر منطقه را مدنظر قرار داد و از توصیه های کلی اجتناب نمود (Aghaalikhani et al., 2011). تراکم بهینه کاشت کلید دستیابی به حداکثر عملکرد می باشد (Hiltbrunner et al., 2007). پژوهشگران زیادی گزارش کردند که ارقام مختلف جو در صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت با یکدیگر تفاوت معنی داری دارند (Ebadi et al., 2011; Hossein Panahi et al., 2011).

وزن هزاردانه عملکرد دانه و شاخص برداشت کاهش یافت. Farnia et al. (2012) در بررسی اثر چهار تراکم ۳۰۰، ۳۵۰، ۴۰۰ و ۴۵۰ بوته در مترمربع بر عملکرد علوفه در جو بهاره، بیش ترین عملکرد را از ۳۵۰ بوته در مترمربع، به دلیل توزیع بهتر روی زمین و جذب حداکثر نور خورشید نسبت به تراکم بیش تر به دست آوردند. Moshfeghi et al. (2015) در مقایسه هشت رقم قدیمی و جدید جو دریافتند که ارقام جدید در صفات تعداد پنجه، تعداد سنبله، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه بهتر عمل می کنند. در پژوهشی دیگر که در پنج تراکم ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ دانه در مترمربع روی جو انجام شد، گزارش کردند که با افزایش تراکم (به غیر از تراکم ۴۰۰ دانه در واحد سطح) عملکرد زیستی و تعداد سنبله در واحد سطح افزایش یافت، اما طول سنبله کاهش یافت (Ahmadi et al., 2012).

با توجه به اهمیت تراکم مطلوب در به زراعی جو و لزوم رعایت آن جهت رسیدن به حداکثر تولید و نیز بررسی امکان کاهش مقداری از هزینه های کاشت، این پژوهش با هدف بررسی پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جو به تراکم های مختلف و تعیین تراکم مناسب برای هر یک از ارقام مورد مطالعه، به اجرا در آمد.

## ۲. مواد و روش ها

این پژوهش طی دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبدکاووس با مشخصات جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی به اجرا در آمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار تحت شرایط دیم و عدم محدودیت عناصر غذایی و کنترل آفات، بیماری ها و علف های هرز به اجرا درآمد. عامل رقم در چهار سطح

Aktash (2017) نیز در مطالعات خود روی جو نتیجه گرفت که عملکرد دانه جو بسته به ژنوتیپ و شرایط محیطی متفاوت می باشد. Sabetghadam et al. (2011) گزارش کردند که با افزایش تراکم در جو، عملکرد دانه نیز افزایش یافت، به طوری که بیش ترین عملکرد در تراکم های ۳۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع به دست آمد، اما در تراکم های ۵۰۰ بوته در مترمربع به دلیل ورس زیاد و کاهش شدید

استامی پراید (Mospilan) با دز ۳۰۰ گرم در هکتار در مرحله سنبله‌دهی (Zadoks=55) استفاده گردید (Zadoks *et al.*, 1974). آزمایش در شرایط دیم انجام شد. برای تعیین تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک تعداد ۱۰ بوته به صورت تصادفی از خط سوم کاشت در هر کرت انتخاب و اندازه‌گیری بر روی این ۱۰ بوته انجام شد. برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد زیستی نیز بوته‌ها در سطحی معادل دو مترمربع از هر کرت در مرحله رسیدگی برداشت، با داس کفبر شدند و پس از توزین، عملکرد زیستی به دست آمد. سپس دانه‌ها از سنبله‌ها جدا و وزن دانه‌ها (با رطوبت ۱۲ درصد) به عنوان عملکرد دانه منظور شد (Etesami *et al.*, 2015). وزن هزاردانه با شمارش هزاردانه از عملکرد دانه در هر کرت و توزین آن با ترازوی دقیق (۰/۰۰۱ گرم) به دست آمد. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد زیستی محاسبه شد. برای اندازه‌گیری تراکم بوته در مترمربع، شمارش بوته‌ها به صورت غیر تخریبی در ردیف‌های کاشت دو و هفت هر کرت به طول یک متر (جمعاً دو متر) در دو مرحله بعد از سبز شدن کامل و استقرار بوته‌ها و شمارش نهایی در مرحله ساقه‌رویی انجام شد، که به عنوان تراکم منظور گردید (Reynolds *et al.*, 2001). اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۴) تجزیه و تحلیل شدند (Soltani *et al.*, 2015). مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح پنج درصد و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL نسخه ۲۰۱۰ انجام شد.

شامل ارقام فردان، خرم، ماهور و صحرا و عامل تراکم در چهار سطح ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ دانه در مترمربع مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورد بررسی شامل تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی، شاخص برداشت بودند. مزرعه مورد نظر در آبانماه پاییز هر سال با زدن شخم و دیسک آماده شد. مصرف کودهای شیمیایی براساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) شامل ۵۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و ۷۵ کیلوگرم ازته از منبع اوره بود. قبل از انجام آخرین دیسک، تمامی کود فسفات و یک سوم کود اوره به صورت پایه و مابقی کود اوره به صورت تقسیط در دو مرحله پنجه‌زنی و ساقه‌روی توسط کارگر و به صورت دست‌پاش به خاک اضافه شدند. هر کرت آزمایشی در هشت خط کشت به طول چهار متر و به فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر توسط کارگر ماهر و به صورت دستی کشت شد. فاصله بین تکرارها یک متر و فاصله بین کرت‌ها ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذور از مرکز تحقیقات، آموزش و منابع طبیعی کشاورزی استان گلستان تهیه شدند. در هر دو سال کنترل علف‌های هرز به صورت شیمیایی با علف‌کش‌های آکسیال (Pinoxaden) و لیتتور (Triasulforon+Dicamba) به ترتیب با دزهای ۱/۳ لیتر و ۱۶۵ گرم در هکتار در مرحله پنجه‌زنی (Zadoks =21) جو انجام شد. جهت کنترل بیماری‌های لکه قهوه‌ای و نواری جو از سم رورال تی اس (Iprodione+ Carbendazim) به نسبت دو در هزار در دو مرحله ظهور گره دوم در ساقه (Zadoks =32) و آبستنی (Zadoks =45) اقدام شد. برای مبارزه با لارو لما نیز، از حشره‌کش

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

کربن آلی (%)	موادخثی‌شونده (%)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds m <sup>-1</sup> )	ازت کل (%)	آمونیم (ppm)	نیترات (ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
۱/۲۹	۹/۵	۷/۵	۰/۹۴	۰/۱۳	۹/۱	۱۵	۹/۲	۸۰۷	۱۸	۷۰	۱۲

توزیع و پراکنش بارندگی نیز در ماه‌های مختلف در هر دو سال آزمایش با یکدیگر تفاوت داشتند، به طوری که پراکنش آن در مراحل آبستنی (Zadoks = 41) و دوره پرشدن دانه (Zadoks = 71-86) در سال دوم آزمایش بهتر از سال اول بود (جدول ۴)، لذا تیمارهای آزمایش از شرایط رطوبتی مناسب‌تری برای پرکردن دانه و افزایش عملکرد در سال دوم برخوردار بودند. تأثیر شرایط آب‌وهوایی و بارندگی بر جذب عناصر غذایی توسط گیاهان در سال‌های مختلف متفاوت است. این تأثیر که از طریق رابطه آب، خاک و گیاه اعمال می‌شود، می‌تواند از مهم‌ترین عوامل مؤثر در جذب عناصر غذایی و افزایش عملکرد دانه باشد (Kafi et al., 2000).

### ۳.۲. تعداد سنبله در متر مربع

نتایج تجزیه واریانس در هر دو سال آزمایش نشان داد که صفت تعداد سنبله در مترمربع تحت تأثیر اثرات ساده رقم و تراکم و نیز برهم‌کنش تراکم در رقم قرار گرفت (جدول ۳). در برش‌دهی اثرات متقابل سطوح رقم در سطوح تراکم نیز این صفت در تمامی تراکم‌های مورد مطالعه اختلافات معنی‌داری را در هر دو سال آزمایش نشان داد (جدول ۴).

قبل از انجام هر گونه تجزیه و تحلیل، به دلیل این که طرح تجزیه مرکب است، آزمون یکنواختی واریانس‌ها انجام شد و مشاهده شد که واریانس خطا بین دو سال مختلف یکسان نیست، لذا هر سال جداگانه تجزیه و تحلیل شد.

### ۳. نتایج و بحث

#### ۳.۱. شرایط آب‌وهوایی

مقایسه داده‌های هواشناسی دوره‌های آزمایشی و بلندمدت ده ساله نشان داد، که دمای حداقل با میانگین ۵/۷ و ۷ درجه سانتی‌گراد به ترتیب برای دوره‌های آزمایشی ۹۵-۹۶ و ۹۷-۹۶ بود، که در سال اول آزمایش کم‌تر و در سال دوم کمی بیش‌تر از آمار بلندمدت ده ساله (۶/۹ درجه سانتی‌گراد) بود. میانگین دمای حداکثر نیز در دوره‌های آزمایشی ۹۵-۹۶ و ۹۷-۹۶ به ترتیب ۱۸/۴ و ۱۹ درجه سانتی‌گراد بود که در هر دو سال آزمایش بیش‌تر از میانگین آمار بلندمدت ده ساله (۱۷/۹ درجه سانتی‌گراد) بودند. میزان بارندگی طی دوره‌های آزمایشی ۹۵-۹۶ و ۹۶-۹۷ به ترتیب ۲۳۸/۸ و ۲۷۱/۵ میلی‌متر بود که نشان‌دهنده بیش‌تر بودن میزان بارندگی در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول آزمایش بود، هم‌چنین میزان بارندگی در هر دو سال آزمایش بسیار کم‌تر از آمار بلندمدت ده ساله (۳۴۷/۶ میلی‌متر) بود (جدول ۲).

جدول ۲. اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش در دو سال زراعی ۹۵-۹۶ و ۹۶-۹۷ و بلندمدت مدت ۱۰ ساله ۸۵-۹۵

ماه	میانگین دمای حداقل (°C)		میانگین دمای حداکثر (°C)		مجموع بارندگی (mm)	
	دوره آزمایش	بلند مدت	دوره آزمایش	بلند مدت	دوره آزمایش	بلند مدت
۹۵-۹۶	۹۶-۹۵	۹۵-۸۵	۹۶-۹۵	۹۵-۸۵	۹۷-۹۶	۹۵-۸۵
آذر	۳/۴	۳/۳	۱۵/۴	۱۵/۷	۱۱/۲	۵۲/۳
دی	۲/۵	۴/۵	۱۶/۱	۱۲/۸	۶۵/۸	۵۶/۹
بهمن	۱/۸	۷/۶	۱۸	۱۳	۳۳/۹	۵۷/۶
اسفند	۴/۷	۴/۶	۱۴/۸	۱۴	۷۸/۸	۷۳/۳
فروردین	۸	۹/۲	۲۱/۵	۲۱/۵	۴۱/۴	۶۰/۳
اردیبهشت	۱۴	۱۳/۱	۲۸/۸	۲۷/۵	۴۰/۴	۴۷/۲

اقتباس از سازمان هواشناسی استان گلستان- گنبد کاووس، سال ۹۵، ۹۶ و ۱۳۹۷.

اثر تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جو در شرایط دیم منطقه گنبدکاووس

جدول ۳. تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد در دو سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶ و ۱۳۹۶-۹۷

مجموع مربعات (SS)						df	منابع تغییر	
HI	BY	GY	TWG	NGS	NSm <sup>2</sup>			
۰/۸۴ns	۴۹۸۸۰/۴۸ns	۶۲۹۳/۸ns	۱۱/۹۲ns	۲/۰۲ns	۱۷۰۳۸/۵۳ns	۳	بلوک	سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶
۱۴۰/۷۸**	۲۴۱۰۵ns	۳۲۴۳۵/۴۴**	۴۸۴/۳۴**	۱۱۸/۷۴**	۳۰۱۶۸۷/۲**	۳	تراکم (D)	
۱۸۵/۴۳**	۴۹۲۸۹/۹۲ns	۴۱۶۵۶/۵۱**	۷۷۱/۵۵**	۱۱۱۹/۹۱**	۱۰۱۱۴۱۰/۳۴**	۳	رقم (C)	
۴۴۶/۸۲**	۱۰۱۴۸۰/۱۸ns	۶۰۱۵۵/۱**	۵۰۶/۴۷**	۲۵/۴۸ns	۲۹۹۵۰۵/۶۳**	۹	D×C	
۲۵۰/۲۳	۳۵۸۵۳۷/۴۱	۶۶۰۲۰/۲۳	۲۴۹/۴۴	۹۵/۲۲	۲۰۱۲۳۳/۳۳	۴۵	خطا	
۷/۲	۸/۲۷	۱۰/۸۱	۷/۲۲	۷/۲۷	۱۱/۱۴	-	CV	
مجموع مربعات (SS)						df	منابع تغییر	
HI	BY	GY	TWG	NGS	NSm <sup>2</sup>			
۳۲/۳۲ns	۴۲۵۳۱/۷۱ns	۸۳۱۰/۴۳ns	۳۱/۵ns	۱۹/۱۶ns	۷۳۸۳۸/۶۲*	۳	بلوک	سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷
۲۶۱/۹۴**	۱۹۴۴۴۷/۸۵**	۹۵۸۸۹/۹۲**	۱۸۵/۸۴**	۵۱/۷۷**	۸۲۴۱۰/۷۴*	۳	تراکم (D)	
۳۹/۸۲ns	۵۳۰۶۲۱/۶۵**	۸۳۶۲۹/۶۷**	۵۵۶/۰۵**	۲۱۴۶/۱**	۲۶۸۹۴۴۵/۱۴**	۳	رقم (C)	
۱۶۹/۳۶**	۵۹۷۶۳۵/۷۱**	۱۱۰۶۴۳/۱۳**	۱۸۱/۲۴ns	۴۱/۲۵ns	۳۴۱۲۳۳/۲۵**	۹	D×C	
۲۵۴/۹۴	۵۵۱۰۱۵/۴۶	۹۹۱۸۰/۸۹	۴۸۲/۳۸	۱۶۸/۹	۳۷۷۴۵۱/۱۱	۴۵	خطا	
۷/۷۱	۸/۶۲	۱۱/۸۱	۸/۷۴	۹/۱۴	۱۵/۹۹	-	CV	

ns, \* و \*\* معنی دار در سطح احتمال یک و ۵ درصد و نبود وجود اختلاف معنی دار.

NSm<sup>2</sup>, تعداد سنبله در مترمربع؛ NGS, تعداد دانه در سنبله؛ TWG, وزن هزاردانه (گرم)؛ GY, عملکرد دانه (گرم در مترمربع)؛ BY, عملکرد زیستی (گرم در مترمربع)؛ HI, شاخص برداشت (درصد).

جدول ۴. برش دهی اثر متقابل: مجموع مربعات سطوح تراکم در دو سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶ و ۱۳۹۶-۹۷.

سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷				سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶					
HI	BY	GY	NSm <sup>2</sup>	HI	GY	TWG	NSm <sup>2</sup>	df	تراکم
۲۲/۱۲ns	۲۶۰۶۴۱**	۴۷۱۲۹**	۵۶۵۱۵۰**	۵/۸۲ns	۳۶۱/۰۷ns	۱۷۲/۰۸**	۴۲۲۳۱*	۳	۲۰۰
۳۹/۷۶ns	۴۳۶۵۰۹**	۵۹۴۶۳**	۶۵۵۶۶۵**	ns۷/۸۹	۱۱۴۶۴*	۲۷۶/۲۶**	۲۸۵۴۲۷**	۳	۳۰۰
۱۲۰/۶۷**	۲۰۷۷۹۱**	۵۳۸۵۳**	۸۷۴۱۴۲**	۲۶۲/۸۵**	۴۶۳۵۶**	۱۶۵/۹**	۲۹۳۰۳۸**	۳	۴۰۰
۲۶/۶۳ns	۲۲۳۳۱۶**	۳۳۸۲۷**	۹۳۵۷۲۱**	۳۵۴/۳۴**	۴۶۷۱۵**	۶۶۳/۷۹**	۶۹۰۲۲۰**	۳	۵۰۰

ns, \* و \*\* معنی دار در سطح احتمال یک و ۵ درصد و نبود وجود اختلاف معنی دار.

NSm<sup>2</sup>, تعداد سنبله در مترمربع؛ NGS, تعداد دانه در سنبله؛ TWG, وزن هزاردانه (گرم)؛ GY, عملکرد دانه (گرم در مترمربع)؛ BY, عملکرد زیستی (گرم در مترمربع)؛ HI, شاخص برداشت (درصد).

و ارقام فردان و ماهور نیز در تمامی سطوح تراکم، اختلاف معنی داری را نشان ندادند. در سال دوم آزمایش نیز ارقام ماهور و صحرا با ۱۰۲۳/۲۵، ۲۹۰/۷۵ سنبله در مترمربع به ترتیب در تراکم ۵۰۰ و ۴۰۰ دانه در مترمربع

نتایج مقایسه میانگین سطوح رقم در سطوح تراکم در سال اول آزمایش، بیشترین و کمترین تعداد سنبله در مترمربع با ۹۸۹/۲۵، ۴۱۲/۶۲ سنبله به ترتیب از ارقام ماهور و صحرا با تراکم ۵۰۰ و ۲۰۰ دانه در مترمربع به دست آمد

و در نهایت تعداد دانه در آن‌ها شده است (Noworolnik, 2010). وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله در جو توسط پژوهش‌گران زیادی گزارش شده است (Etesami et al., 2015; Youssef et al., 2019).

### ۳.۳. تعداد دانه در سنبله

صفت تعداد دانه در سنبله در هر دو سال آزمایش تنها تحت تأثیر اثرات ساده تراکم و رقم در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات رقم و تراکم روی این صفت در سال اول آزمایش، اختلاف معنی‌دار را بین تمامی ارقام مورد مطالعه نشان داد، به طوری که رقم صحرا و ماهور به طور میانگین با ۲۷/۰۴ و ۱۶/۲۸ دانه به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص دادند (شکل ۱- الف)، هم‌چنین با افزایش تراکم، تعداد دانه در سنبله کاهش یافت، به طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در سنبله با میانگین ۲۲/۰۸ و ۱۸/۲۷ دانه به ترتیب از تراکم‌های ۲۰۰ و ۵۰۰ دانه در مترمربع به دست آمد (شکل ۱- ب). بررسی مقایسه میانگین اثرات رقم و تراکم روی این صفت در سال دوم آزمایش نیز نشان داد که با افزایش تراکم از تعداد دانه در سنبله کاسته شد. مقایسه میانگین اثرات رقم روی این صفت نیز همانند سال اول آزمایش بود، به طوری که بین کلیه تیمارهای رقم اختلاف معنی‌دار وجود داشت. بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در سنبله به طور میانگین با ۳۰/۲۸ و ۱۴/۲۹ دانه مشابه سال اول آزمایش به ترتیب از ارقام صحرا و ماهور به دست آمد (شکل ۱- ج). بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در سنبله نیز با میانگین ۲۲/۳۳ و ۲۰/۱۵ دانه، مشابه سال اول آزمایش به ترتیب از تراکم ۲۰۰ و ۵۰۰ دانه در مترمربع به دست آمد (شکل ۱- د).

بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد سنبله در مترمربع را نشان دادند، در حالی که رقم صحرا برای این صفت در تمامی سطوح تراکم اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. رقم خرم و فردان نیز در هر سال آزمایش رفتارهای متفاوتی را در تراکم‌های مورد مطالعه داشتند (جدول ۵).

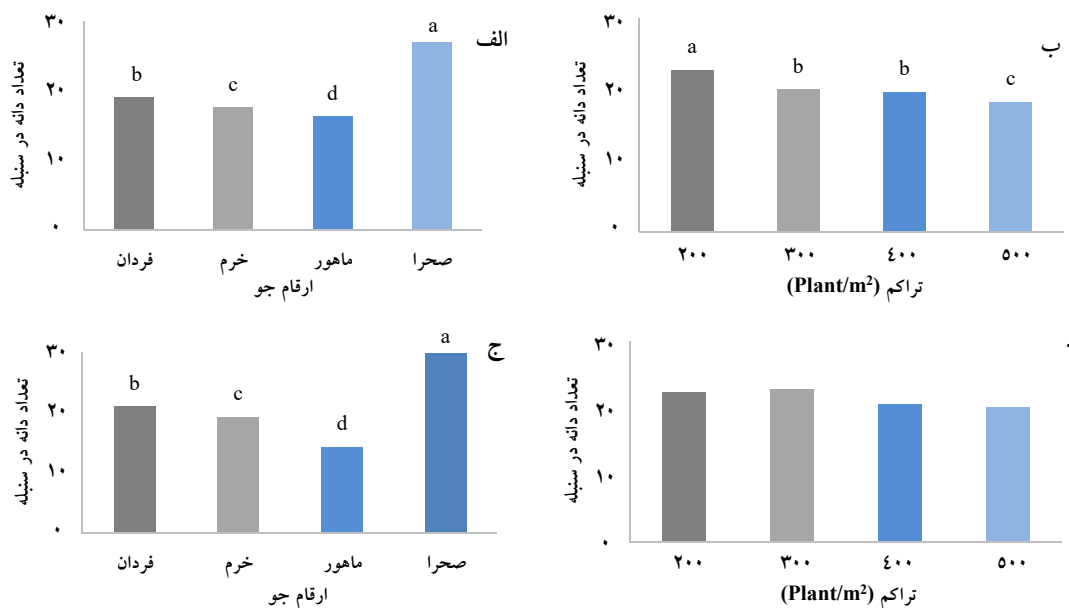
Peltonen- Sainio et al. (2006) بر تأثیرپذیری اجزای عملکرد و رابطه آن‌ها با تغییر شرایط محیطی، رقم و گونه تأکید نموده‌اند. در این مطالعه بیش‌ترین تعداد سنبله در مترمربع از بالاترین تراکم به دست آمد (جدول ۵). یافته‌های Nazari & Nabati (2008) در خصوص تأثیر تراکم با نتایج این پژوهش مطابقت دارد، به طوری که آنان نیز بیش‌ترین تعداد سنبله را از بیش‌ترین تراکم مورد بررسی خود (۴۰۰ دانه در مترمربع) به دست آوردند. در این مطالعه به طور کلی ارقام دو ردیفه نسبت به رقم شش ردیفه از توان پنجه‌زنی بیش‌تری برخوردار بودند و در بین ارقام دو ردیفه نیز رقم ماهور با میانگین دو ساله ۸۳۲/۲۱ سنبله بیش‌ترین تعداد سنبله در مترمربع را داشت. در حالی که این تعداد برای رقم شش ردیفه صحرا ۴۲۲/۷۹ سنبله در مترمربع بود (جدول ۵). بسیاری از پژوهش‌گران اظهار داشتند که جوهای شش ردیفه نسبت به جوهای دو ردیفه توان پنجه‌زنی کم‌تری دارند (Nourmohammadi et al., 2010) و به همین دلیل از منابع به طور کارآمدتری استفاده نموده، ثبات عملکرد بیش‌تری دارند (Aghaalkhaniet al., 2011).

در هر دو سال آزمایش بین صفات تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله همبستگی منفی (\*\*۰/۶۵- و \*\*۰/۸۳- به ترتیب در سال اول و دوم) وجود داشت (جدول ۶). به نظر می‌رسد علت چنین رابطه‌ای خاصیت جبرانی بین اجزای عملکرد در غلات باشد که با افزایش تعداد سنبله در مترمربع، رقابت بین بوته‌های مجاور قبل از تشکیل سلول‌های مولد گل برای جذب مواد فتوسنتزی افزایش یافته و باعث کاهش قابل ملاحظه در تعداد سنبله

۳.۴. وزن هزاردانه

نتایج تجزیه واریانس در سال اول آزمایش نشان داد که وزن هزاردانه تحت تأثیر اثرات ساده تراکم و رقم و نیز برهم‌کنش تراکم در رقم در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). برش‌دهی اثرات متقابل سطوح رقم در تراکم نیز نشان داد که بین کلیه سطوح تراکم تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین ارقام نیز وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام را در کلیه تراکم‌های مورد مطالعه نشان داد. بیش‌ترین و کم‌ترین وزن هزاردانه به ترتیب در رقم فردان با ۳۹/۰۸ گرم از تراکم ۲۰۰ دانه در مترمربع و رقم خرم با ۲۰/۶۷ گرم از تراکم ۵۰۰ دانه در مترمربع به دست آمد (جدول ۵). این کاهش وزن هزاردانه در رقم خرم می‌تواند به سبب خوابیدگی زیاد این رقم در مقایسه با سایر ارقام در این تراکم، طی دوره پرشدن دانه باشد که سبب کاهش انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از ساقه به دانه شده است (نتایج اندازه‌گیری خوابیدگی نیامده است).

این نتایج با یافته‌های Bavar (2008) که اظهار داشت با افزایش در تراکم کاشت، تعداد سنبله در مترمربع افزایش اما تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه کاهش می‌یابد، کاملاً هم‌خوانی داشت. Ahmadi et al. (2012) نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، رقابت بین بوته‌ای بر سر استفاده از منابع محیطی شامل آب، مواد غذایی و نور افزایش می‌یابد در نتیجه سهم هر بوته از این منابع و امکان تولید مواد فتوسنتزی و تشکیل دانه در سنبله کاهش می‌یابد، هم‌چنین افزایش تراکم به دلیل افزایش رقابت بین سنبلچه‌ها در مصرف آسیملات‌ها منجر به کاهش تعداد دانه در سنبله می‌شود. داده‌های هواشناسی نشان داد که میزان بارندگی در سال دوم آزمایش (۲۷۱/۵ میلی‌متر) حدود ۳۳ میلی‌متر بیش‌تر از سال اول (۲۳۸/۸ میلی‌متر) بود و تیمارها در شرایط محیطی بهتری قرار داشتند، لذا بیش‌تر بودن فراهمی آب و منابع غذایی برای رشد گیاهان منجر به افزایش ۵/۶۶ درصدی تعداد دانه در سنبله در سال دوم آزمایش در مقایسه با سال اول آزمایش شد (جدول ۲ و شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثرات تراکم و رقم بر تعداد دانه در سنبله در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ (الف و ب) و ۹۷-۱۳۹۶ (ج و د). (حروف مشترک نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون LSD است).

جدول ۵. مقایسه میانگین ارقام جو در سطوح تراکم در دو سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶ و ۱۳۹۶-۹۷

سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷				سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶					
HI	BY	GY	NSm <sup>2</sup>	HI	GY	TWG	NSm <sup>2</sup>	رقم	تراکم
۳۳/۲۹a	۱۲۵۵bc	۴۱۸/۱۴b	۴۱۶/۲۲b	۳۴/۰۱a	۳۸۱/۵۶a	۳۹/۰۸a	۴۹۴/۴۷a	فردان	۲۰۰
۳۴/۷۱a	۱۵۴۰a	۵۳۷/۳۱a	۷۹۸/۶a	۳۵/۰۸a	۳۷۱/۵۳a	۳۸/۴a	۵۳۵/۴۲a	خرم	
۳۱/۴۴a	۱۳۷۵b	۴۳۱/۴۷ab	۷۱۳/۲a	۳۳/۵۵a	۳۶۹/۰۳a	۳۷/۳۶a	۵۴۱/۲۷a	ماهور	
۳۲/۷۴a	۱۲۱۰/۳۳c	۳۹۶/۴۳b	۳۵۸/۱۵c	۳۳/۶۶a	۳۷۲/۳۲a	۳۰/۸۴b	۴۱۲/۶۲b	صحرا	
۳۱/۱b	۱۱۱۰/۲۵b	۳۴۴/۲۶c	۳۹۷/۷۵c	۳۳/۲۴a	۳۴۷/۴۴b	۳۷/۸۵a	۵۲۴/۲۷bc	فردان	۳۰۰
۳۵/۳a	۱۳۲۸/۷۵b	۴۶۹/۲ab	۶۸۴/۷۵b	۳۳/۷۱a	۳۷۷/۲۶a	۳۵/۰۲a	۵۹۰/۴۵b	خرم	
۳۱/۹۸ab	۱۵۳۸/۷۵a	۴۹۱/۶۶a	۸۴۸/۶۱a	۳۴/۹۹a	۴۱۶/۹a	۳۰/۳b	۸۴۵/۸۶a	ماهور	
۳۲/۳۴ab	۱۱۷۴b	۳۸۰/۲۴c	۳۶۱/۴۵c	۳۴/۶۴a	۳۵۶/۳۷b	۲۷/۰۹b	۵۰۹/۹c	صحرا	
۲۴/۵۳b	۱۱۸۰bc	۲۸۸/۲۲c	۳۵۱/۴۵c	۲۶/۳۱d	۲۶۵/۹۶b	۳۵/۹۷a	۴۳۶/۲d	فردان	۴۰۰
۳۰/۴۷a	۱۲۱۹ab	۳۷۲/۱۲ab	۵۵۶/۷۷b	۳۵/۰۶b	۳۷۶/۱۵a	۳۴/۲۲a	۶۰۳/۷۵b	خرم	
۳۱/۸a	۱۳۵۰a	۴۲۸/۶a	۸۸۹/۱a	۳۷/۵۵a	۴۰۵/۴۳a	۳۱b	۸۰۷/۱۷a	ماهور	
۲۸/۴۲a	۱۰۳۰/۳۱c	۲۹۴/۸۳c	۲۹۰/۷۵c	۳۱/۲۵c	۳۴۸/۶۸a	۲۸/۲۹b	۵۴۰/۵۷d	صحرا	
۳۰/۳۳a	۱۲۷۸ab	۳۸۷/۲۳b	۵۱۹/۲۵b	۲۹/۸۷b	۳۱۷/۵b	۳۸/۳۷a	۴۶۱/۳۲c	فردان	۵۰۰
۲۹/۷۸a	۱۱۲۵b	۳۰۲/۰۱b	۵۷۴/۷۵b	۲۳/۱۲c	۲۴۰/۳۴c	۲۰/۶۷d	۷۶۶/۳۲b	خرم	
۲۸/۲a	۱۴۳۲/۸۱a	۴۲۷/۵۳a	۱۰۲۳/۲۵a	۳۴/۹۵a	۳۹۲/۶۶a	۲۹/۵۳b	۹۸۹/۲۵a	ماهور	
۲۷/۱a	۱۳۸۵a	۳۹۰/۲۶a	۳۷۶/۷۵c	۳۴/۲۳ab	۳۲۷/۰۳b	۲۶c	۵۳۲/۱۵c	صحرا	

وجود حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است.

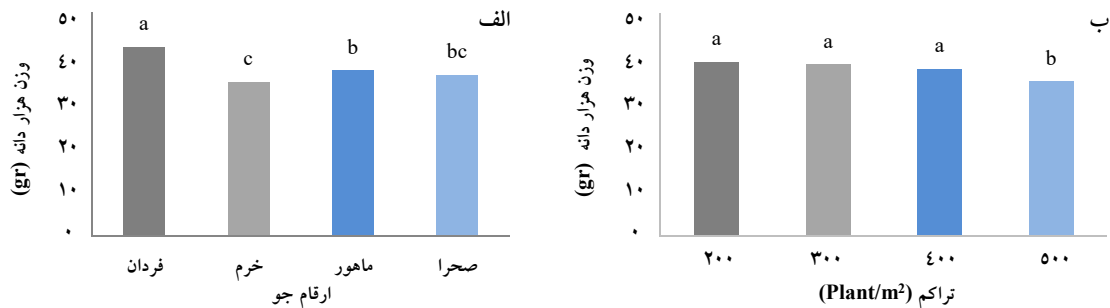
NSm<sup>2</sup>، تعداد سنبله در مترمربع؛ NGS، تعداد دانه در سنبله؛ TWG، وزن هزاردانه (گرم)؛ GY، عملکرد دانه (گرم در مترمربع)؛ BY، عملکرد زیستی (گرم در مترمربع)؛ HI، شاخص برداشت (درصد).

صفت تنها تحت تأثیر اثرات ساده رقم و تراکم قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات ساده رقم نشان داد که همانند سال اول آزمایش ارقام فردان و خرم به ترتیب با میانگین ۴۲/۳۴ و ۳۴/۵۱ گرم، بیشترین و کمترین وزن هزاردانه را داشتند (شکل ۲- الف)، که می تواند به سبب خصوصیات ژنتیکی ارقام باشد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر تراکم نیز نشان داد که با افزایش تراکم از وزن هزاردانه کاسته شد، به طوری که بیشترین و کمترین وزن هزاردانه با ۳۹/۱۱ و ۳۴/۶۸ گرم به ترتیب از تراکم ۲۰۰ و ۵۰۰ دانه در مترمربع به دست آمد (شکل ۲- ب).

بررسی نتایج مقایسه میانگین در تمامی تراکم ها و ارقام مورد مطالعه نشان داد که، رقم فردان با میانگین ۳۷/۸۲ گرم بیشترین و رقم صحرا با میانگین ۲۸/۰۵ گرم کمترین وزن هزاردانه را به خود اختصاص دادند، هم چنین بررسی مقایسات میانگین نشان داد که با افزایش تراکم، وزن هزاردانه ارقام جو روند کاهشی داشتند، به طوری که وزن هزاردانه در تراکم ۵۰۰ دانه در مترمربع نسبت به تراکم ۲۰۰ دانه در مترمربع ۱۱/۳۶ درصد کم تر بود (جدول ۵). نتایج تجزیه آماری در سال دوم آزمایش نشان داد که این



اثر تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جو در شرایط دیم منطقه گنبدکاووس



شکل ۲. مقایسه میانگین اثرات ساده رقم (الف) و تراکم (ب) بر وزن هزاردانه در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶. (حروف مشترک نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون LSD است).

### ۵.۳. عملکرد دانه

در هر دو سال آزمایش صفت عملکرد دانه تحت تأثیر اثرات ساده تراکم، رقم و برهم‌کنش تراکم در رقم با احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). برش‌دهی اثر متقابل سطوح رقم در سطوح تراکم در سال اول نشان داد که عملکرد دانه به‌غیر از تراکم ۲۰۰ دانه در مترمربع، در سایر تراکم‌های مورد مطالعه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین سطوح رقم در سطوح تراکم نیز نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه با ۴۱۶/۹ و ۲۴۰/۳۴ گرم در مترمربع به‌ترتیب از ارقام ماهور در تراکم ۳۰۰ دانه در مترمربع و خرم از تراکم ۵۰۰ دانه در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۵). برش‌دهی اثرات متقابل سطوح رقم در سطوح تراکم برای این صفت در سال دوم آزمایش نیز وجود اختلافات معنی‌دار را برای کلیه تراکم‌های مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۴). مقایسه میانگین سطوح رقم در سطوح تراکم نیز نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه با ۵۳۷/۳۱ و ۲۸۸/۲۲ گرم در مترمربع به‌ترتیب متعلق به رقم خرم در تراکم ۲۰۰ دانه در مترمربع و رقم فردان بود که از تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع به‌دست آمدند (جدول ۵).

دست‌یابی به عملکرد بالا و مناسب، مستلزم انطباق

Niknam *et al.* (2014) اظهار داشتند که در تراکم‌های پایین احتمالاً به‌دلیل سایه‌اندازی کم‌تر و جذب بیش‌تر تشعشع خورشیدی، افزایش توان فتوسنتزی در گیاه منجر به افزایش وزن هزاردانه می‌شود، لذا به‌نظر می‌رسد علت کاهش وزن هزاردانه متناسب با افزایش تراکم می‌تواند کاهش نفوذ تشعشع خورشیدی در اثر سایه‌اندازی بیش‌تر و به‌دنبال آن کاهش تولید مواد فتوسنتزی برای پرکردن دانه باشد، هم‌چنین می‌توان بیان کرد که کاهش وزن هزاردانه در تراکم بیش‌تر ممکن است به‌دلیل افزایش رقابت بین اندام‌های رویشی و زایشی گیاه (رقابت درون بوته‌ای) باشد. نتایج مطالعات Bavar (2008) نیز با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد رقم صحرا به‌دلیل بیش‌تر بودن تعداد دانه در سنبله و وجود رابطه معکوس بین برخی اجزای عملکرد و نیز وجود محدودیت منبع، به‌ویژه در مراحل انتهایی دوره رشد و در نتیجه وزن هزاردانه کم‌تری نسبت به سایر ارقام داشت (جدول ۵ و شکل ۲-الف). در هر دو سال آزمایش بین وزن هزاردانه و عملکرد دانه همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. Madicmilomirca *et al.* (2005) نیز در مطالعات خود بر روی جو گزارش کردند که هیچ‌گونه همبستگی معنی‌داری بین وزن دانه در سنبله و عملکرد دانه وجود نداشت.

نتایج پژوهش‌های Sabetmoghdam *et al.* (2010) با یافته‌های این آزمایش مطابقت دارد. به طوری که، آنان نیز کم‌ترین عملکرد دانه و شاخص برداشت جو را از تراکم ۵۰۰ دانه در مترمربع به دلیل خوابیدگی زیاد و کاهش وزن هزاردانه اعلام کردند. در حالی که Ahmadi *et al.* (2012) گزارش کردند که در شرایط مناسب بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه جو به ترتیب از تراکم ۵۰۰ و ۲۰۰ دانه در مترمربع به دست آمد هر چند اختلاف معنی‌داری بین تراکم‌های مختلف وجود نداشت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که عملکرد دانه یک صفت پیچیده بود که تحت تأثیر ژنتیک و به‌ویژه شرایط محیطی قرار گرفت. Kizilgeci *et al.* (2016) نیز معتقدند که عملکرد دانه تحت شرایط محیطی و ژنتیک تغییر می‌کند. در هر دو سال آزمایش صفت عملکرد دانه بالاترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با صفات عملکرد زیستی و شاخص برداشت داشت، این همبستگی در سال اول آزمایش  $0.67^{**}$  و  $0.93^{**}$  و در سال دوم  $0.88^{**}$  و  $0.80^{**}$ ، به ترتیب با عملکرد زیستی و شاخص برداشت بود (جدول ۶).

مراحل رشدی گیاه با شرایط جوی مساعد و افزایش کارایی استفاده از عوامل تولید به‌واسطه تراکم مطلوب می‌باشد (Hiltbrunner *et al.*, 2007). اختلاف عملکرد دانه در دو سال آزمایش و افزایش  $11/18$  درصدی عملکرد دانه در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش می‌تواند به علت میزان بارندگی بیش‌تر و توزیع مناسب‌تر آن در سال دوم آزمایش به‌ویژه در مرحله زایشی و دوره پرشدن دانه باشد که منجر به افزایش  $9/64$  درصدی وزن هزاردانه ارقام در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش گردید (جدول‌های ۵ و ۲). در هر دو سال آزمایش بیش‌ترین عملکرد دانه در ارقام فردان، خرم و صحرا از تراکم ۲۰۰ دانه در مترمربع و در رقم ماهور از تراکم ۳۰۰ دانه در مترمربع به دست آمد. بنابراین می‌توان بیان نمود که در تراکم‌های پایین، رقابت درون و برون‌بوته‌ای به توازن می‌رسد و ارقام از شرایط محیطی حداکثر استفاده را می‌نمایند. در هر دو سال آزمایش رقم خرم، کم‌ترین عملکرد دانه خود را از تراکم ۵۰۰ دانه در مترمربع به دست آورد که می‌تواند به دلیل خوابیدگی شدید بوته‌ها و وزن هزاردانه پایین ناشی از آن در این تراکم باشد (جدول ۶ و شکل ۲).

جدول ۶. ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد، عملکرد زیستی و شاخص برداشت ارقام جو

در دو سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷ و ۱۳۹۵-۹۶

سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷						سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶					
Y <sub>6</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>
					۱						۱
				۱	$0.67^{**}$					۱	$0.30$
			۱	$-0.83^{**}$	$-0.33$				۱	$-0.65^{**}$	$0/0$
		۱	$-0.03$	$-0.25$	$0/0$			۱	$-0.19$	$-0.42$	$0/28$
	۱	$-0/1$	$-0/46$	$0/76^{**}$	$0/88^{**}$		۱	$0/18$	$-0/22$	$0/42$	$0/67^{**}$
۱	$0/42$	$0/17$	$-0/05$	$0/32$	$0/80^{**}$	۱	$0/34$	$0/26$	$0/13$	$0/17$	$0/93^{**}$

ns \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

Y<sub>1</sub>: عملکرد دانه، Y<sub>2</sub>: تعداد سنبله در مترمربع، Y<sub>3</sub>: تعداد دانه در سنبله، Y<sub>4</sub>: وزن هزاردانه، Y<sub>5</sub>: عملکرد زیستی، Y<sub>6</sub>: شاخص برداشت.

در سال دوم آزمایش، صفت عملکرد زیستی تحت تأثیر هر دو اثر ساده تراکم و رقم و هم‌چنین برهم‌کنش تراکم در رقم در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). برش‌دهی اثر متقابل رقم در سطوح تراکم نشان داد که بین ارقام در کلیه تراکم‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). بررسی مقایسه میانگین سطوح رقم در سطوح تراکم نیز نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد زیستی با میانگین ۱۵۴۰ و ۱۰۳۰/۳۱ گرم در مترمربع به‌ترتیب از رقم خرم در تراکم ۲۰۰ دانه در مترمربع و رقم صحرا در تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد این تفاوت در عملکرد زیستی ارقام، می‌تواند به‌علت توان پنجه‌زنی ارقام باشد. در هر دو سال بین عملکرد زیستی و شاخص برداشت همبستگی مثبت و غیر معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۶).

نتایج این مطالعه مطابق با یافته‌های Etesami *et al.* (2012) در این زمینه بود، اما با یافته‌های Ahmadi *et al.* (2012) هم‌خوانی نداشت. افزایش شاخص برداشت با افزایش در عملکرد زیستی را می‌توان به دریافت تشعشع و تولید مواد فتوسنتزی بیش‌تر در گیاه و هدایت این مواد به سمت دانه‌ها توجیه کرد. افزایش در عملکرد زیستی زمانی مؤثر خواهد بود که کربن تولیدشده در طی فتوسنتز به طرف اندام‌های اقتصادی تخصیص یابد (Reynolds *et al.*, 2009).

### ۴.۲. شاخص برداشت

در سال اول آزمایش صفت شاخص برداشت از اثرات ساده تراکم، رقم و برهم‌کنش تراکم در سطح یک درصد متأثر شد (جدول ۳). در برش‌دهی اثر متقابل سطوح رقم در سطوح تراکم این صفت در تراکم‌های ۴۰۰ و ۵۰۰ دانه در مترمربع اختلاف معنی‌دار را نشان داد (جدول ۴). مقایسه میانگین سطوح رقم در سطوح تراکم

Ahmadi *et al.* (2012) در بررسی روابط عملکرد دانه با عملکرد زیستی و شاخص برداشت ارقام جو در تیمارهای تراکم به نتایج مشابه این پژوهش دست یافتند. Mohammadi *et al.* (2016) نیز در مطالعات خود روی گندم اظهار داشتند که بالاترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با عملکرد زیستی و شاخص برداشت مشاهده شد، هم‌چنین نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که عملکرد زیستی و شاخص برداشت بیش از ۹۹ درصد تغییرپذیری عملکرد دانه را در گام اول توجیه کرد. افزایش عملکرد دانه در غلات ممکن است ناشی از افزایش در عملکرد زیستی و یا شاخص برداشت و یا افزایش در هر دوی آن‌ها باشد. با توجه به نتایج این مطالعه در هر دو سال آزمایش افزایش عملکرد دانه ناشی از افزایش در هر دو صفت عملکرد زیستی و شاخص برداشت بود. در هر دو سال آزمایش بین تعداد سنبله در مترمربع و عملکرد دانه همبستگی مثبت (۰/۳۰ و ۰/۶۷\*\* به‌ترتیب در سال اول و دوم) مشاهده شد (جدول ۶).

### ۳.۶. عملکرد زیستی

عملکرد زیستی در سال اول آزمایش تحت تأثیر هیچ‌کدام از اثرات ساده و برهم‌کنش این اثرات قرار نگرفت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد عدم وجود اختلاف معنی‌دار ارقام در تراکم‌های مورد مطالعه می‌تواند به علت توان بالای بوته‌ها در استفاده از فضا و منابع محیطی بیش‌تر متناسب با کاهش تراکم و در نتیجه پنجه‌زنی بیش‌تر باشد، به‌طوری‌که بوته‌ها با پنجه‌زنی بیش‌تر توانستند اثر پایین‌بودن تراکم را جبران نمایند. پژوهش‌گران گزارش کردند که بعضی از گیاهان قدرت تولید پنجه از طوقه را داشته و قادرند فضای خالی را پر نمایند. به‌عبارت دیگر، به همان میزان که از تراکم بوته در واحد سطح کاسته می‌شود، هر بوته تعداد پنجه بیش‌تری تولید می‌کند (Khajehpour *et al.*, 2015).

آب و هوایی مختلف توصیه نمود. در سال اول آزمایش که میزان بارندگی در طول دوره رویش گیاه  $238/8$  میلی متر بود، رقم ماهور در تمامی تراکم‌های مورد آزمایش بیشترین عملکرد را در بین سایر ارقام داشت که به نظر می‌رسد به علت صفت زودرسی و فرار از خشکی بالای این رقم نسبت به سایر ارقام باشد. لذا برای مناطق شمال و شرق شهرستان با میزان بارندگی کم‌تر از  $250$  میلی متر، رقم ماهور با تراکم  $300$  دانه در مترمربع قابل توصیه می‌باشد. در سال دوم آزمایش که میزان بارندگی  $271/5$  میلی متر بود، رقم خرم با تراکم  $200$  دانه در مترمربع برترین رقم بود، لذا برای سایر مناطق شهرستان با بارندگی بیش‌تر از  $250$  میلی متر قابل توصیه می‌باشد. به نظر می‌رسد رقم صحرا به دلیل داشتن صفات دیررسی و توان فرار از خشکی کم‌تر نسبت به سایر ارقام برای کشت برای اراضی کم‌پتانسیل شهرستان قابل توصیه نباشد. با توجه به وزن هزاردانه و ارزش مصرف بذر، میزان بذر مصرفی برای رقم ماهور در تراکم  $300$  دانه در مترمربع  $133$  کیلوگرم و برای خرم در تراکم  $200$  دانه در مترمربع  $104$  کیلوگرم بود. از آنجایی که کشاورزان جوکار منطقه به طور رایج حدود  $150$  کیلوگرم بذر در هکتار مصرف می‌کنند، لذا نتایج حاصل از این مطالعه می‌تواند باعث صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه‌های کاشت شود.

#### ۵. تشکر و قدردانی

از دانشگاه گنبدکاووس و نیز دکتر رحمت‌اله محمدی گنبد محقق بخش غلات ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گنبد به دلیل حمایت‌های علمی، فنی و مالی‌شان در اجرای این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌گردد.

#### ۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

نیز نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص برداشت با میانگین  $37/34$  و  $23/12$  درصد به ترتیب از رقم ماهور با تراکم  $400$  و خرم با تراکم  $500$  دانه در مترمربع به دست آمد. هم‌چنین میانگین شاخص برداشت با افزایش تراکم روند نزولی را طی کرد، به طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین شاخص برداشت به ترتیب از تراکم  $200$  و  $500$  دانه در مترمربع به دست آمد (جدول ۵).

در سال دوم آزمایش این صفت تحت تأثیر تراکم و برهم‌کنش تراکم در رقم در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). در برش‌دهی اثر متقابل سطوح رقم در سطوح تراکم نیز شاخص برداشت فقط در تراکم  $400$  دانه در مترمربع در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین سطوح رقم در سطوح تراکم نیز نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص برداشت با میانگین  $35/3$  و  $24/53$  درصد به ترتیب مربوط به ارقام خرم با تراکم  $300$  و فردان با تراکم  $400$  دانه در مترمربع بودند (جدول ۵). در بررسی دو ساله شاخص برداشت مشاهده شد که این صفت در تراکم  $200$  دانه در مترمربع نسبت به تراکم  $500$  دانه در مترمربع به طور میانگین  $13$  درصد افزایش داشت (جدول ۵). اختلاف شاخص برداشت با افزایش تراکم می‌تواند به علت افزایش رقابت گیاهان برای دسترسی به نور خورشید باشد که باعث تحریک رشد رویشی بوته‌ها و مصرف بخش اعظم مواد فتوسنتزی ذخیره‌شده برای پر کردن دانه‌ها و در نهایت کاهش عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت شد.

#### ۴. نتیجه‌گیری

به دلیل وجود تفاوت در ساختمان ژنتیکی ارقام جو و نیز عکس‌العمل متفاوت آنان به شرایط محیطی و اثرات متقابل آن‌ها، به نظر می‌رسد نمی‌توان به طور قطعی یک تراکم واحد و یک رقم خاص را برای تمامی مناطق در شرایط

۷. منابع

- Ahmadi, A., Hosseinpour, T., & Soltani, A. (2012). Effect of plant density on yield and yield components in three irrigated Barley cultivars. *Journal Pajohesh and Sazandegi*, 102, 131-140. (In Persian)
- Aghaalikhani, M., Mokhtasibigdeli, A., & Sofizadeh, S. (2011). *The basics of bare barley agriculture*. Tarbiat Modarres University Academic Publishing Center, 213 P.
- Aktash, H. (2017). Evaluation of some Barley cultivars commonly cultivated in Turkey under supplemented irrigation and rainfall conditions. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 14 (03), 86-97.
- Bavar, M. (2008). *Effects of planting date and density on growth indices and yield component of hull-less Barley*. M.Sc. thesis, University of Gorgan: Gorgan, Iran, 84 P.
- Ebadi, A., Sajed, K., & Sanjari, A.H. (2011). The effect of irrigation interruption on remobilization and some of agronomic traits in spring barley. *Electronic Journal of Crop Production*, 4 (4), 19-37. (In Persian)
- Etesami, M., Biabani, A., Rahemi Karizaki, A., Gholizadeh, A., & Sabouri, H. (2014). *Eco-physiological study of winter cereals in Gonbad Kavous region*. A thesis submitted to the graduate studies office in partial fulfillment of requirement for the degree of Ph.D. in Agronomy-Plant Physiology Faculty of Agriculture Sciences and Natural Resources Dept. of Plant Production, 124P.
- FAO. (2018). *Food and Agriculture Organization of the United Nation*. <http://apps.fao.org>.
- Hiltbrunner, J., Streit, B., & Lidgens, M. (2007). Are seeding densified an opportunity to increase grain yield of winter Wheat in living mulch of white clover?. *Field Crop Research*, 102(3), 163-171.
- Kafi, M., Ganjali, E., Nezami, A., & Shariatmadari, F. (2000). *Climate and Yield of Crops*. Jihad daneshghi mashhad press, 311 P.
- Kalaji, H. M., Govindjee Bosa, K., Koscielnia, K.J., & Zuk-Golaszewska, K. (2011). Effects of salt stress on photosystem II efficiency and CO<sub>2</sub> assimilation of two Syrian Barley landraces, *Environ. And Exp. Bot.*
- Khajehpour, M.R. (2015). *Cereal Crops*. Jahad Daneshgahi of Isfahan Industrial University press, 658 P. (In Persian)
- Kizilgeci, F., Akinci, C., Albayrak, B., Bicher, T., Bashdemir, F., & Yildirim, M. (2016). Investigation of yield and quality parameters of Barley genotypes in Diarbakir and Sanliurfa condition. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 25 (Special issue), 146-150.
- Madic Milomirca, A., Paunovic, D., Djurovic, A., & Knezevic, D. (2005). Correlation and path coefficient analysis and yield components in winter barley. *Acta Agriculture Serbica*, 10 (20), 3-9.
- Moshfeghi, N., Khazaei, H. R., & Kafi, M. (2015). Comparison of phenological and morphophysiological traits of shoots of old and new Barley cultivars. *Iranian Journal of Field Crop Research*, 13 (1), 92-100. (In Persian).
- Nazari, H., & Nabati, A. (2008). Investigating the effect of density on yield and yield components of Barley in Aligoodarz area. *Modern Knowledge of Sustainable Agriculture*, 3(7), 59-66. (In Persian)
- Niknam, N., & Faraji, H. (2014). Effect of plant density and nitrogen on maize yield 704. *Agricultural Journal of Research and Development*, 102, 55-60. (In Persian)
- Oworolnik, K. (2010). Effect of sowing rate on yield and grain quality of new cultivars of spring barley. *Polish Journal of Agronomy*, 20-23.
- Nourmohammadi, G., Siadat, A., & Kashani, A. (2010). *Cereal Crop*. Shahid Chamran University Publication. Iran- Ahwaz, 468 P.
- Peltonen-Sainio, P., Muurinen, S., Rajala, A., & Jauhiainen, L. (2006). *Variation in harvest index of modern spring Barley, oat and wheat cultivars adapted to northern growing conditions*. Manuscript Published online by Cambridge University Press, 146 (1), 35-47.
- Reynolds, M.P., Ortiz- Monasterio, J.I., & McNab, A. (2001). *Application of physiology in Wheat breeding*. Mexico, D.F: Cimmyt.
- Reynolds, M., Foulkes, M.J., Slafer, G.A., Berry, P., Parry, M.A.J., Snape, J.W., & Angus, W.J. (2009). Raising yield potential in Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60, 1899-1918.
- Soltani, A. (2015). *Application of SAS in statistical analysis*. Jihad daneshgahi mashhad press, 184 P.
- Ugarte, C., Calderini, D.F., & Slafer, G.A. (2007). Grain weight and grain number responsiveness to pre-anthesis temperature in Wheat, Barley and triticale. *Field Crops Research*, 100, 240-248.
- Youssef, H.M., & Hansson, M. (2019). Croostak hormones in Barley spike contributes to the yield. *Plant Cell Reports*, Published online.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., & Frank, C.F. (1974). A decimal code for the growth stages of Cereals. *Weed Research*, 14, 415-421.
- Zhang, L., Van der Werf, W., Bastiaans, L., Zhang, S., Li, B., & Spiertz, J.H.J. (2008). Light interception and utilization in relay intercrops of Wheat and Cotton. *Field Crops Research*, 107, 29-42.