شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IDAJ.2021.353967.327

ارزیابی پتانسیل عملکرد ژنوتیپ‌های جو و شناسایی صفات مرتبط با بهبود عملکرد دانه آن در شرایط دیم

مهناز رحمتی[۱*]، علی احمدی[۱]، طهماسب حسینپور[۱]، کیانوش حمیدیان[۲]، منصور رئیسوند[۳]

۱-بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران

۲-سازمان جهاد کشاورزی لرستان، خرم آباد، ایران

۳-مرکز خدمات کشاورزی کمالوند، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان خرم آباد، خرم آباد، ایران

چکیده

ارزیابی، ترویج و نمایش پتانسیل ارقام جدید و لاین‌های امیدبخش در مزارع کشاورزان به منظور معرفی ارقام جدید اصلاحی و افزایش نفوذ ارقام حائز اهمیت است. به همین منظور، تعدادی از ارقام و لاین‌های انتخابی از برنامه‌های اصلاحی جو مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزارع زارعین مناطق سرد (شهرستان دلفان) و معتدل- سرد (منطقه ایمان‌آباد) در استان لرستان در سال زراعی ۹۷- ۱۳۹۶ ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در منطقه معتدل- سرد (ایمان‌آباد) از ۲۸۸۸ کیلوگرم در هکتار برای لاین G5 تا ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار برای رقم قافلان متغیر بود. در منطقه سرد (دلفان)، ارقام قافلان، سهند و لاین‌های G7 و G11 نسبت به رقم شاهد آبیدر به ترتیب افزایش عملکرد ۱۰، ۸، ۱۱ و ۸ درصدی نشان دادند. نتایج تجزیه همبستگی و بای‌پلات ژنوتیپ × صفت در مناطق اجرای آزمایش نشان داد، عملکرد زیست توده و سپس تعداد روز تا سنبله‌دهی بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشتند. از این‌رو، صفات مذکور می‌توانند بعنوان معیار گزینش مناسب برای شناسایی ژنوتیپ‌های پرمحصول در برنامه به‌نژادی جو دیم در نظر گرفته شوند. همچنین بررسی نتایج همبستگی نشان داد، رابطه مثبت یا منفی عملکرد دانه با اجزاء عملکرد شامل تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، در دو مکان اجرای آزمایش متفاوت بود. بر اساس نتایج این پژوهش، رقم قافلان با بیشترین میانگین عملکرد دانه (۴۵۹۴ کیلوگرم در هکتار) و زودرسی برای کاشت در اراضی دیم مناطق سرد و معتدل سرد توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بای‌پلات ژنوتیپ× صفت، جو دیم، عملکرد دانه

* نگارنده مسئول: avinmahnaz @gmail.com تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۹

مقدمه

علی‌رغم اینکه کشاورزی تحت شرایط دیم بسیار شکننده است، در جهان معاش بیش از دو میلیارد نفر به کشاورزی دیم وابسته بوده و سیستم تولید کشاورزی دیم حدود ۴۰ درصد از سطح کشاورزی جهان را دربر می‌گیرد (Ryan, 2020). از این‌رو توجه به پایداری تولید در شرایط دیم ضرورت دارد. جو، چهارمین غله مهم در جهان پس از گندم، ذرت و برنج و دومین غله در ایران پس از گندم است (Ahakpaz *et al*., 2021). جو در تغذیه دام، مصارف صنعتی و غذای انسان یکی از محصولات مهم است (Milomirkaa *et al*., 2005). مقام دوم جو در ایران به‌علت سطح کاشت بالای آن در شرایط دیم و تحمل به خشکی آن می باشد (Ahakpaz *et al*., 2021). جو در مقایسه با گندم، از سرعت رشد بالاتری برخوردار بوده و به این طریق از خشکی آخر فصل اجتناب می‌نماید و در مناطق با بارندگی کم عملکرد بیشتری نسبت به گندم دارد (Schoppach *et al*., 2017). علی‌رغم تحمل به خشکی در جو، تنش آبی در مراحل چکمه‌ای[1] شدن و سنبله‌دهی به کاهش میزان کلروفیل، فتوسنتز و افزایش مقاومت روزنه‌ای منجر می‌شود (Ghotbi-Ravandi *et al*., 2014). شدت تنش خشکی روزبه‌روز در حال افزایش است و تخمین زده شده که در تولید محصولات جهانی خسارت شدیدی ایجاد می‌نماید، به‌طوری‌که حتی ممکن است تا سال ۲۰۲۵ تولید به میزان ۳۰٪ کاهش یابد (Zhang, 2011). مطالعات نشان داده اند که تنش خشکی کاهش عملکرد دانه در جو را در حدود ۸۷-۴۹ درصد منجر می‌شود (Samarah *et al*., 2009). در مطالعه دیگری بیش از ۱۵ درصد کاهش عملکرد در جو را به تغییرات آب و هوایی نسبت داده‌اند (Moore and Lobell, 2015). ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، قادر به تولید محصول بیشتر تحت شرایط کم آبی نسبت به ژنوتیپ‌های حساس به خشکی هستند (Ramirez-Vallejo & Kelly, 1998). بنابراین، شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی برای افزایش کارایی مصرف آب لازم است تا اثرات منفی مربوط به تنش خشکی تحت شرایط خشک و نیمه خشک کاهش یابد (Colak *et al*., 2015). در کشور ایران نیز، میزان بارندگی و پراکنش نامطلوب آن در بسیاری از مناطق موجب شده تا تنش خشکی به عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید محصولات زراعی به‌شمار آید. با وقوع شرایط خشکسالی چندساله اخیر و با توجه به سطح زیرکشت جو در شرایط دیم (حدود یک میلیون هکتار)، معرفی و توسعه ارقام جدید جو دیم که پرمحصول و مقاوم به تنش‌های محیطی و غیرمحیطی باشند اهمیت دارد. گزینش و معرفی ارقام جو دیم با عملکرد بالاتر علاوه بر افزایش تولید دیمزارهای کشور، باعث تنوع ارقام موردکاشت در مناطق دیم کشور شده و می‌تواند از اپیدمی بیماری‌ها و آفات مختلف نیز ممانعت نماید. با توجه به عدم شناخت کشاورزان از ارقام معرفی شده، لازم است کشاورزان با ارقام و لاین‌های امیدبخش در مزرعه آشنا شده و خود کشاورزان اقدام به انتخاب رقم مناسب جهت

[1] Boolting

افزایش و پایداری محصول نمایند. در سال‌های اخیر هفت رقم جو برای اراضی دیم سرد و معتدل-سرد معرفی شده اما نفوذ این ارقام در مزارع کشاورزان رضایت بخش نبوده است. محمدی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی دستاوردهای تحقیقاتی جو دیم نشان دادند که شکاف عملکرد (اختلاف بین عملکرد پتانسیل و عملکرد واقعی) در دیمزارها بسیار فراتر از میزان مورد انتظار است. آن‌ها پذیرش ارقام پرمحصول جدید، روش‌های نوین به‌زراعی، رعایت تناوب زراعی و کاربرد ادوات مخصوص زراعت دیم بعنوان راه‌کارهای مناسب جهت افزایش تولید در دیمزارها پیشنهاد دادند.

تعیین معیار انتخاب مناسب برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر می‌تواند به بهبود برنامه تولید ارقام موفق کمک نماید. بررسی روابط بین صفات به تدوین برنامه مؤثر انتخاب بر اساس چندین صفت کمک می‌نماید و امکان انتخاب مستقیم و غیرمستقیم برای صفات پیچیده‌ای همچون عملکرد را (که انتخاب مستقیم آن مؤثر نمی‌باشد) فراهم می‌نماید (Ramazani and Abdipour, 2018). تجزیه همبستگی به‌طور گسترده‌ای در تعداد زیادی از گونه‌های گیاهی توسط به‌نژادگران استفاده شده است تا ماهیت روابط متقابل پیچیده بین اجزاء عملکرد تعیین شود و منابع تغییرات در عملکرد دانه مشخص شود (Sinebo, 2002). مطالعات نشان داده است که صفات همبسته با بهبود عملکرد جو تحت تنش کم آبی شامل بنیه اولیه، ارتفاع گیاه، واکسی بودن سنبله و وزن هزار دانه است که به عنوان معیارهای مفید انتخاب در اصلاح برای تحمل به خشکی شناسایی شده‌اند (Kebede et al., 2019).

هدف از انجام این مطالعه علاوه بر انتخاب و معرفی بهترین ژنوتیپ‌های جو از نظر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی در دیمزارهای مناطق سرد و معتدل-سرد، بررسی روابط بین صفات تاثیرگذار بر عملکرد دانه و تعیین معیار گزینش مناسب ژنوتیپ های جو بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تعدادی از ارقام و لاین‌های انتخابی از برنامه‌های اصلاحی جو مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم در قالب پروژه ارتقاء امنیت غذایی در مزارع زارعین دو شهرستان دلفان (منطقه سرد) و منطقه ایمانآباد (منطقه معتدل-سرد) در استان لرستان در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ ارزیابی شدند. منطقه ایمان‌آباد شامل طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۴ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۵۸۰ متر از سطح دریا می‌باشد. شهرستان دلفان نیز در مدار ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی و ارتفاع متوسط آن از سطح آزاد دریا ۱۸۵۶ متر می‌باشد. اطلاعات هواشناسی مکان‌های اجرای آزمایش در شکل ۱ ارائه شده است. به‌این‌ترتیب‌که در شهرستان دلفان ۱۱ ژنوتیپ و در منطقه ایمان‌آباد ۱۰ ژنوتیپ کاشت شدند. مزرعه محل اجرای آزمایش در هر دو شهرستان در سال گذشته (سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵) زیرکشت نخود بود. فهرست ارقام و لاین‌های انتخابی در جدول ۱ ارائه شده است. ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در شرایط دیم بصورت ۱۲ ردیف کاشت به طول ۳۰ متر و فاصله ردیف ۱۷ سانتیمتر کاشته شدند. کاشت با استفاده از بذرکار

آزمایشی وینتراشتایگر انجام پذیرفت. میزان بذر مصرفی با توجه به وزن هزار دانه بر پایه تراکم ۳۸۰ دانه در مترمربع در نظر گرفته شد. به هنگام کاشت برای ضدعفونی بذر علیه بیماری‌های قارچی از سموم سیستمیک استفاده شد. عمق کاشت ۵-۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. نخستین بارندگی مؤثر بعد از کاشت در تاریخ ۱۳۹۶/۰۹/۰۱ اتفاق افتاد و به‌عنوان تاریخ کاشت در نظر گرفته شد. برای تعیین میزان عناصر خاک مکان‌های اجرای آزمایش، تعداد ۱۰ نمونه از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری تهیه و پس از بدست آوردن نمونه خاک مرکب و ارسال آن به آزمایشگاه، نتایج آزمون خاک ارائه شد (جدول ۲). مقدار کود لازم بر اساس نتایج آزمون خاک تعیین شد و به‌طور یکنواخت در کرت‌های آزمایشی مصرف شد. به این ترتیب که ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره اعمال شد. نصف میزان کود ازت زمان کاشت و مابقی آن در مرحله ساقه‌دهی همزمان با بارندگی مصرف شد. برای کنترل علف‌های هرز از علفکش گرانستار استفاده شد. صفات مورد ارزیابی شامل تعداد بوته در مترمربع، تعداد روز تا سنبله‌دهی، تعداد سنبله در مترمربع، ارتفاع بوته، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد زیست توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت بودند.

تجزیه آماری: محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها، تجزیه همبستگی ساده و تجزیه بای‌پلات ژنوتیپ × صفت بود. برای ارزیابی خصوصیات ژنوتیپ‌های مورد بررسی و مطالعه همبستگی بین صفات از مدل بای‌پلات ژنوتیپ × صفت (GT-biplot) استفاده شد. مدل آماری این روش بر پایه رابطه ذیل می‌باشد (Yan & Rajcan, 2002).

$$+\mathcal{E}_{ij}\frac{T_{\mathrm{ij}}-\bar{\mathrm{T}}_{\mathrm{j}}}{\mathrm{S_j}} = \lambda_1\mathcal{E}_{\mathrm{i1}}\tau_{\mathrm{j1}} + \lambda_{21}\mathcal{E}_{\mathrm{i2}}\,\tau_{\mathrm{j2}}$$

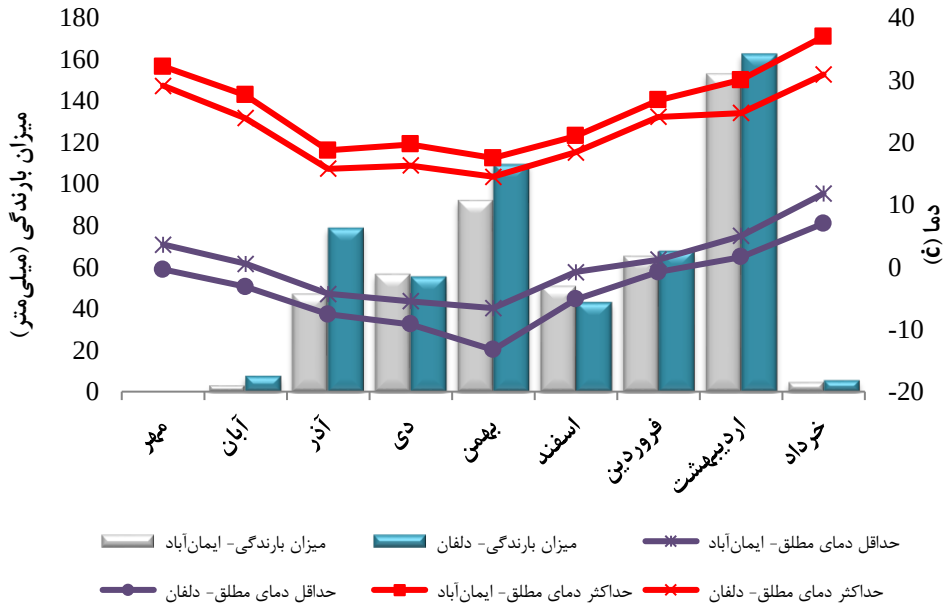
که در آن T_{ij} ارزش متوسط ژنوتیپ i برای صفت j، $\bar{T}_j$ ارزش متوسط صفت j روی همه ژنوتیپ‌ها، S_j انحراف استاندارد صفت j در بین میانگین‌های ژنوتیپ، $\mathcal{E}_{i1}$ و $\mathcal{E}_{i2}$ به ترتیب نمره‌های PC1 و PC2برای ژنوتیپ i؛ τ_{j1} و τ_{j2} نمره‌های PC2 و PC1 برای صفت j و $\mathcal{E}_{ij}$ باقی‌مانده مدل است.

جدول ۱- نام و شجره ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی جو در مناطق اجرای آزمایش

کد ژنوتیپ	منطقه دلفان	منطقه ایمان‌آباد
G1	آبیدر	آبیدر
G2	انصار	انصار
G3	Orza-96/4/Tokak/3/CWB117-77-9-7//Alpha/Durra	Orza-96/4/Tokak/3/CWB117-77-9-7//Alpha/Durra
G4	Cumhariyet50	Cumhariyet50
G5	Sahand/C-25041 IRB-04-059-OMh-Omh-Omh-Omh-2Mh	Sahand/C-25041 IRB-04-059-OMh-Omh-Omh-Omh-2Mh
G6	ARM-ICB-123199/3/Zarjau/80-5151//Skorohod ICB04-1466-0AP-0Mh-Omh-Omh-1Mh	ARM-ICB-123199/3/Zarjau/80-5151//Skorohod ICB04-1466-0AP-0Mh-Omh-Omh-1Mh
G7	Ste/Antares//YEA762-2/YEA605-5/3/Slr//Alpha/Durra ICB01-1402-OAP-OMh-1Mh-OMh)	Ste/Antares//YEA762-2/YEA605-5/3/Slr//Alpha/Durra ICB01-1402-OAP-OMh-1Mh-OMh)
G8	قافلان	قافلان
G9	سهند	سرارود
G10	Ince-04	Ince-04
G11	Larende	

جدول۲- خصوصیات فیزیکوشیمیائی خاک در مناطق اجرای آزمایش

شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	نیتروژن (%)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم(میلی‌گرم در کیلوگرم)	کربن آلی (%)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	مکان
۳۷/۲	۳۸	۲۴/۸	۰/۱	۱۶/۶	۲۸۶/۶	۰/۹۷	۷/۵	۰/۴۵	ایمان‌آباد
۳۵/۶	۴۰/۸	۲۳/۶	۰/۰۹	۲۰/۷	۲۸۰	۰/۹۴	۷/۶	۰/۳۲	دلفان



شکل۱- حداقل و حداکثر دمای مطلق و بارش ماهیانه مکان‌های اجرای آزمایش (سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶)

برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها از نرم افزار MSTATC، تجزیه بای‌پلات GT از نرم‌افزار GenStat (15th Edition) و نمایش گراف ضرایب همبستگی از نرم‌افزار R استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در منطقه سرد دلفان نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر ارتفاع بوته، تعداد روز تا رسیدگی، عملکرد زیست توده در سطح احتمال آماری یک درصد و عملکرد دانه در سطح احتمال آماری پنج درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها از ۳۴۳۵ کیلوگرم در هکتار برای لاین G6 تا ۴۶۸۸ کیلوگرم در هکتار برای رقم قافلان متغیر بود (جدول ۵). در این آزمایش رقم آبیدر به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. لاین G7، ارقام قافلان، سهند و لاین G11 به ترتیب با افزایش عملکرد ۱۱، ۱۰، ۸ و ۸ درصدی نسبت به رقم شاهد از برتری

نسبی برخوردار بودند. میانگین وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها بین ۴۸-۴۱ گرم متغیر بود. رقم قافلان و لاین‌های G7 و G11 با عملکرد دانه بالا از وزن هزار دانه بالایی برخوردار بودند.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های جو در منطقه دلفان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)									
		تعداد بوته در مترمربع	روز تا سنبله‌دهی	ارتفاع بوته (cm)	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (g)	عملکرد زیست توده (t/ha)	عملکرد دانه (t/ha)	شاخص برداشت
تکرار	۱	۴۱۸/۹	۶/۵	۸۴/۰۴	۸/۹**	۲۷۰۶/۲	۱/۱۴	۱/۱	۰/۸۰	۰/۰۱۴	۱۴/۷
ژنوتیپ	۱۰	۴۰۵۷/۶	۱/۷	۱۲۷/۶**	۴/۶**	۲۱۵۶۰/۴	۲/۴۳	۷/۱	۴/۳۲**	۰/۳۹۸*	۷/۹
خطا	۱۰	۱۹۰۳/۷	۳/۰۴	۲۷/۳	۰/۴۱	۹۸۱۱/۸	۳/۵۴	۴/۴	۰/۸۱۶	۰/۱۲۹	۶/۵
ضریب تغییرات(٪cv)		۲۴/۲	۱/۰	۴/۹	۰/۲۹	۲۰/۷	۶/۹	۴/۶	۸/۵	۸/۵	۶/۴

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال آماری پنج و یک درصد

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های جو در منطقه ایمان‌آباد

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)									
		تعداد بوته در مترمربع	روز تا سنبله‌دهی	ارتفاع بوته (cm)	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (g)	عملکرد زیست توده (t/ha)	عملکرد دانه (t/ha)	شاخص برداشت
تکرار	۱	۱۳۵/۲	۸/۴	۱۲۰/۰	۲/۴	۷۰۶۸/۸	۰/۰۵	۰/۸	۰/۰۰۰۵	۰/۰۱۹	۰/۲
ژنوتیپ	۹	۲۰۶۶/۶	۷/۶	۱۱۳/۸	۲/۲	۲۷۳۹۲/۳	۸/۸	۸/۱	۴/۴۶**	۰/۵۲**	۱۳/۹**
خطا	۹	۱۹۹۱/۲	۵/۶	۷۸/۰	۱/۴	۱۱۶۶۹/۷	۴/۲	۸/۷	۰/۳۴۹	۰/۰۴۶	۳/۴
ضریب تغییرات(٪cv)		۲۲/۹	۱/۴	۹/۸	۰/۶	۱۷/۵	۹/۱	۶/۶	۶/۷	۶/۱	۴/۶

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال آماری پنج و یک درصد

کمترین تعداد روز تا سنبله‌دهی در ارقام آبیدر، انصار و لاین G6 با ۱۸۳ روز تا سنبله‌دهی مشاهده گردید. رقم سهند و لاین G6 با تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک ۲۱۶ روز به‌عنوان زودرس ترین ژنوتیپ‌ها در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی بودند. لاین G10 با ۲۲۱ روز تا رسیدگی فیزیولوژیک دیررس‌ترین ژنوتیپ بود. ارتفاع بوته ژنوتیپ‌ها از ۹۲ سانتی‌متر برای لاین G10 تا ۱۱۴ سانتی‌متر برای لاین‌های G4، G6 و رقم سهند در نوسان بود. لاین G6 با ۶۸۴ سنبله در مترمربع و ژنوتیپ G5 با ۳۴۲ سنبله در مترمربع به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد سنبله در مترمربع را دارا بودند. تعداد سنبله در مترمربع برای رقم شاهد آبیدر ۴۴۴ سنبله در مترمربع بدست آمد. لاین‌های

G3، G7 و G11 با ۲۹ دانه در سنبله، از بیشترین تعداد دانه در سنبله برخوردار بودند.

در منطقه معتدل-سرد (ایمان‌آباد)، ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی از نظر عملکرد زیست توده و عملکرد دانه در سطح احتمال آماری یک درصد و از نظر شاخص برداشت در سطح احتمال آماری پنج درصد اختلاف معنی‌داری نشان دادند و از نظر سایر صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۴).

میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها از ۲۸۸۸ کیلوگرم در هکتار برای لاین G5 تا ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار برای رقم قافلان متغیر بود (جدول ۶). در بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی، رقم قافلان و لاین G3 به ترتیب با ۱۵ و ۲ درصد افزایش عملکرد نسبت به رقم شاهد آبیدر از برتری نسبی برخوردار بودند. لاین G3 با عملکرد دانه نسبتاً بالا از بیشترین وزن هزار دانه (۴۷ گرم) و تعداد دانه در سنبله (۲۵ دانه در سنبله) نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی برخوردار بود. تعداد روز تا سنبله‌دهی ژنوتیپ‌ها بین ۱۶۷-۱۶۱ روز متغیر بود. به‌طوری‌که کمترین تعداد روز تا سنبله‌دهی در رقم قافلان معادل ۱۶۱ روز ثبت گردید. رقم سرارود با ۲۰۲ روز تا رسیدگی فیزیولوژیک زودرس‌ترین ژنوتیپ در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. ارتفاع بوته ژنوتیپ‌ها از ۷۶ سانتی‌متر برای رقم سرارود تا ۹۸ سانتی‌متر برای رقم انصار و لاین G7 متغیر بود. تعداد سنبله در مترمربع ژنوتیپ‌ها بین ۷۸۴-۴۰۴ متغیر بود. بیشترین و کمترین تعداد سنبله در متر مربع به ترتیب در لاین‌های G5 و G7 مشاهده شد.

بیشترین شاخص برداشت در لاین G4 (۴۴) و کمترین آن در لاین G10 (۳۵) مشاهده شد.

بای‌پلات GT در منطقه دلفان ۶۰/۹ درصد (مؤلفه اول ۳۸/۴ درصد و مؤلفه دوم ۲۲/۵ درصد) داده‌های استاندارد شده را توجیه نمود (شکل ۲-a). طول بردار صفات، توانایی صفات برای ارزیابی تنوع بین ژنوتیپ‌ها را نشان می‌دهد. نمایش برداری بای‌پلات GT در منطقه دلفان نشان داد که صفات تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و عملکرد زیست توده با بیشترین طول بردار، صفات مطلوبی برای ارزیابی تنوع بین ژنوتیپ‌ها می‌باشند. همبستگی منفی بین تعداد روز تا رسیدگی با ارتفاع بوته و وزن هزار دانه مشاهده شد. این امر بیانگر این است که ژنوتیپ‌های با وزن هزار دانه بالا، زودرس تر بودند. رابطه منفی ارتفاع بوته و تعداد روز تا رسیدگی با نتایج برخی تحقیقات مطابقت دارد (شاهمرادی و همکاران، ۱۳۹۰). زاویه منفرجه (۱۸۰ درجه) بردار صفات شاخص برداشت و عملکرد زیست توده بیانگر همبستگی منفی و بالای بین آنها بود. همبستگی مثبت و نسبتاً بالایی بین عملکرد دانه با عملکرد زیست توده و تعداد روز تا سنبله‌دهی مشاهده شد. همچنین همبستگی بین صفات مذکور با تعداد دانه در سنبله مثبت بود. بنابراین برای دستیابی به ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا بایستی به دنبال ژنوتیپ‌هایی با مقادیر بالای عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در سنبله بالا بود. نیازی‌فرد و همکاران (۲۰۱۲) مناسب‌ترین صفات تاثیرگذار بر عملکرد دانه جو را تعداد دانه در سنبله و روز تا رسیدگی گزارش نمودند.

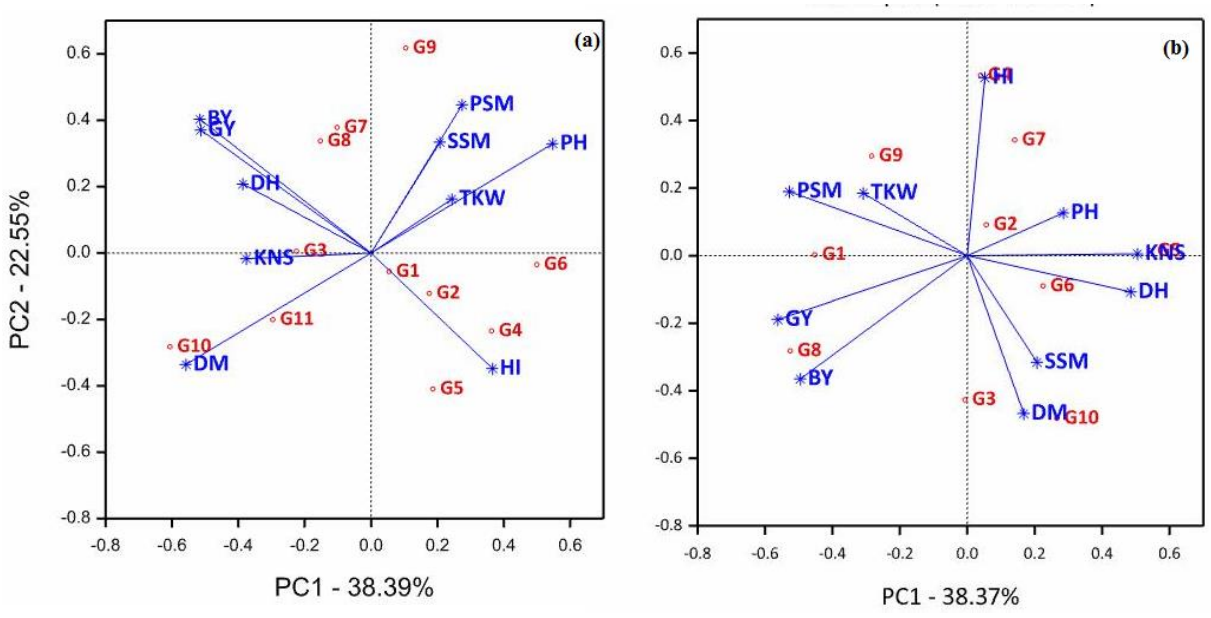
جدول ۵- میانگین عملکرد دانه و سایر صفات زراعی ژنوتیپ‌ها در منطقه دلفان- سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

کد ژنوتیپ	تعداد بوته در مترمربع	روز تا سنبله‌دهی	ارتفاع بوته (cm)	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه(g)	عملکرد زیست توده (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت
G1	۱۵۶	۱۸۳	۱۱۲	۲۱۸	۴۴۴	۲۸	۴۶	۱۰۸۶۳	۴۲۳۸	۳۹
G2	۱۴۸	۱۸۳	۱۰۹	۲۱۷	۴۷۸	۲۷	۴۷	۱۰۲۲۵	۴۰۸۸	۴۰
G3	۱۳۴	۱۸۵	۱۰۱	۲۱۸	۵۸۲	۲۹	۴۶	۱۰۸۸۸	۴۲۳۳	۳۹
G4	۲۱۲	۱۸۴	۱۱۴	۲۱۷	۳۸۰	۲۶	۴۶	۸۷۳۸	۳۷۹۸	۴۴
G5	۱۶۴	۱۸۴	۱۰۵	۲۱۸	۳۴۲	۲۷	۴۷	۸۶۶۳	۳۵۹۵	۴۲
G6	۱۹۰	۱۸۳	۱۱۴	۲۱۶	۶۸۴	۲۷	۴۵	۸۴۸۸	۳۴۳۵	۴۱
G7	۱۷۶	۱۸۵	۱۱۱	۲۱۷	۵۴۰	۲۹	۴۸	۱۲۱۶۳	۴۶۶۳	۳۹
G8	۲۲۶	۱۸۵	۱۱۰	۲۱۸	۴۲۸	۲۸	۴۷	۱۲۰۱۳	۴۶۸۸	۳۹
G9	۲۷۶	۱۸۵	۱۱۴	۲۱۶	۵۵۲	۲۶	۴۵	۱۲۱۰۰	۴۵۷۵	۳۸
G10	۱۱۸	۱۸۵	۹۲	۲۲۱	۳۶۴	۲۷	۴۱	۱۲۳۰۰	۴۵۴۳	۳۷
G11	۱۸۰	۱۸۵	۹۴	۲۲۰	۴۵۶	۲۹	۴۷	۱۰۹۳۸	۴۵۹۵	۴۲
LSD (5%)	۹۷/۲	۳/۹	۱۱/۶	۱/۴	۲۲۰/۷	۴/۲	۴/۷	۲۰۱۳	۸۰۰/۷	۵/۷
LSD (1%)	۱۳۸/۳	۵/۵	۱۶/۶	۲/۰	۳۱۳/۹	۵/۹	۶/۶	۲۸۶۴	۱۱۳۹	۸/۱

جدول ۶- میانگین ژنوتیپ‌ها برای عملکرد دانه و سایر صفات زراعی در منطقه ایمان‌آباد- سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

کد ژنوتیپ	تعداد بوته در مترمربع	روز تا سنبله‌دهی	ارتفاع بوته (cm)	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه(g)	عملکرد زیست توده (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت
G1	۲۴۶	۱۶۳	۹۰	۲۰۴	۶۰۶	۲۰	۴۶	۱۰۲۳۸	۳۹۰۰	۳۹
G2	۲۰۸	۱۶۴	۹۸	۲۰۵	۷۴۴	۲۲	۴۴	۸۰۰۰	۳۳۶۳	۴۲
G3	۱۹۰	۱۶۷	۹۷	۲۰۶	۶۲۲	۲۵	۴۷	۱۰۸۲۵	۳۹۶۳	۳۷
G4	۲۰۴	۱۶۵	۹۵	۲۰۴	۵۱۶	۲۲	۴۷	۷۱۸۸	۳۱۲۵	۴۴
G5	۱۴۲	۱۶۵	۹۴	۲۰۴	۷۸۴	۲۵	۴۱	۶۸۸۸	۲۸۸۸	۴۲
G6	۱۴۸	۱۶۷	۹۲	۲۰۴	۷۲۲	۲۳	۴۵	۸۶۱۳	۳۳۷۵	۴۰
G7	۱۹۸	۱۶۶	۹۸	۲۰۴	۴۰۴	۲۴	۴۵	۷۸۲۵	۳۲۳۳	۴۲
G8	۲۰۴	۱۶۱	۸۳	۲۰۵	۶۴۴	۱۹	۴۴	۱۱۲۰۰	۴۵۰۰	۴۱
G9	۲۲۶	۱۶۴	۷۶	۲۰۲	۵۱۰	۲۴	۴۶	۹۳۱۳	۳۷۳۸	۴۰
G10	۱۷۶	۱۶۷	۸۳	۲۰۶	۶۳۶	۲۴	۴۳	۸۵۶۳	۲۹۶۳	۳۵
LSD (5%)	۱۰۰/۹	۵/۳	۱۹/۹	۲/۷	۲۴۴/۴	۴/۶	۶/۷	۱۳۳۸	۴۸۳	۴/۲
LSD (1%)	۱۴۵	۷/۷	۲۸/۷	۳/۹	۳۵۱/۱	۶/۶	۹/۶	۱۹۲۲	۶۹۳/۹	۶/۰

در تحقیق انجام شده توسط سیدآقامیری و همکاران (۱۳۹۱) به منظور بررسی روابط بین عملکرد و اجزاء عملکرد جو، عملکرد زیست توده و روز تا رسیدگی به‌عنوان مهم‌ترین صفات تاثیر گذار بر عملکرد معرفی شدند. همبستگی مثبتی بین وزن هزار دانه و ارتفاع بوته مشاهده شد. زاویه حاده بین بردارهای صفات مذکور با تعداد سنبله در مترمربع بیانگر همبستگی مثبت بین آنها بود. بین تعداد سنبله در مترمربع با عملکرد دانه نیز همبستگی مثبتی مشاهده شد. نتایج برخی تحقیقات نیز افزایش عملکرد ژنوتیپ‌های جو را به تعداد بالای سنبله در مترمربع نسبت دادند (Akdeniz *et al.*, 2004; Ataei, 2006). عملکرد دانه بیشترین میزان همبستگی مثبت را با عملکرد زیست توده (r=۰/۹۶**) و سپس تعداد روز تا سنبله‌دهی (r=۰/۷۱*) نشان داد (شکل ۳-a). در بررسی انجام شده بر ۲۰ ژنوتیپ جو در شرایط دیم شهرستان کوهدشت، عملکرد دانه همبستگی مثبت بسیار بالایی با عملکرد زیست توده نشان داد (حسینپور، ۱۳۹۱). منصور و همکاران (۲۰۱۷) نیز اظهار نمودند که ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی تولید زیست توده بیشتر را در خود مدیریت می کنند تا عملکرد دانه را تحت تنش آبی حفظ نمایند. همبستگی منفی بین ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله وجود داشت که با نتایج محمدی‌نیا (۱۳۹۳) مبنی بر رابطه منفی بین صفات مذکور مطابقت داشت.

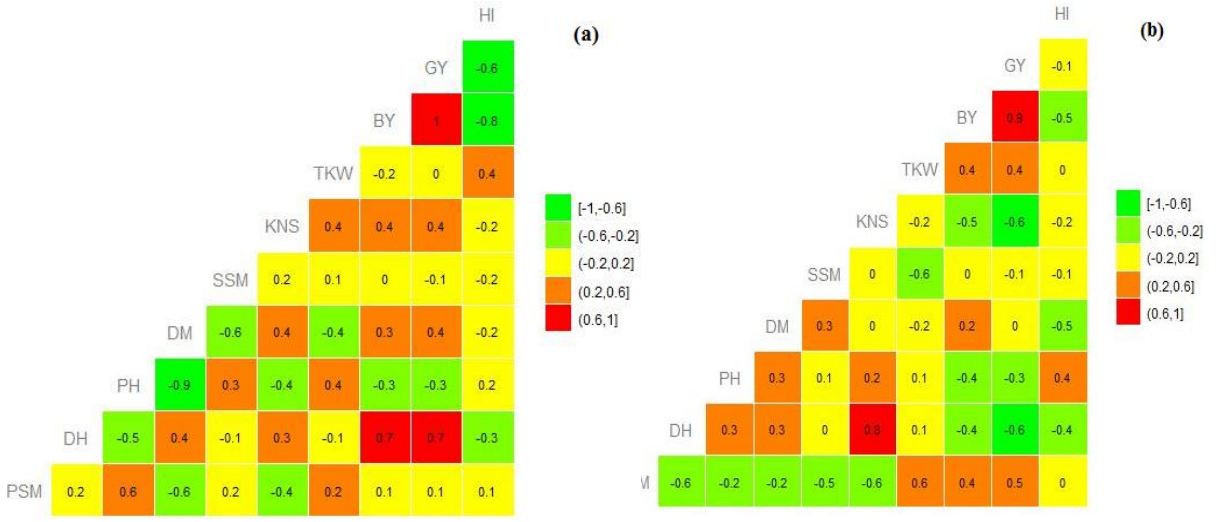


شکل ۲- نمایش برداری بای‌پلات ژنوتیپ× صفت ژنوتیپ‌های جو در شهرستان دلفان (a) و ایمان‌آباد (b)

علائم اختصاری: PSM: تعداد بوته در مترمربع، DH: روز تا سنبله‌دهی، PH: ارتفاع بوته، DM: روز تا رسیدگی، SSM: تعداد سنبله در مترمربع، KNS: تعداد دانه در سنبله، TKW: وزن هزار دانه، BY: عملکرد زیست توده، GY: عملکرد دانه، HI: شاخص برداشت

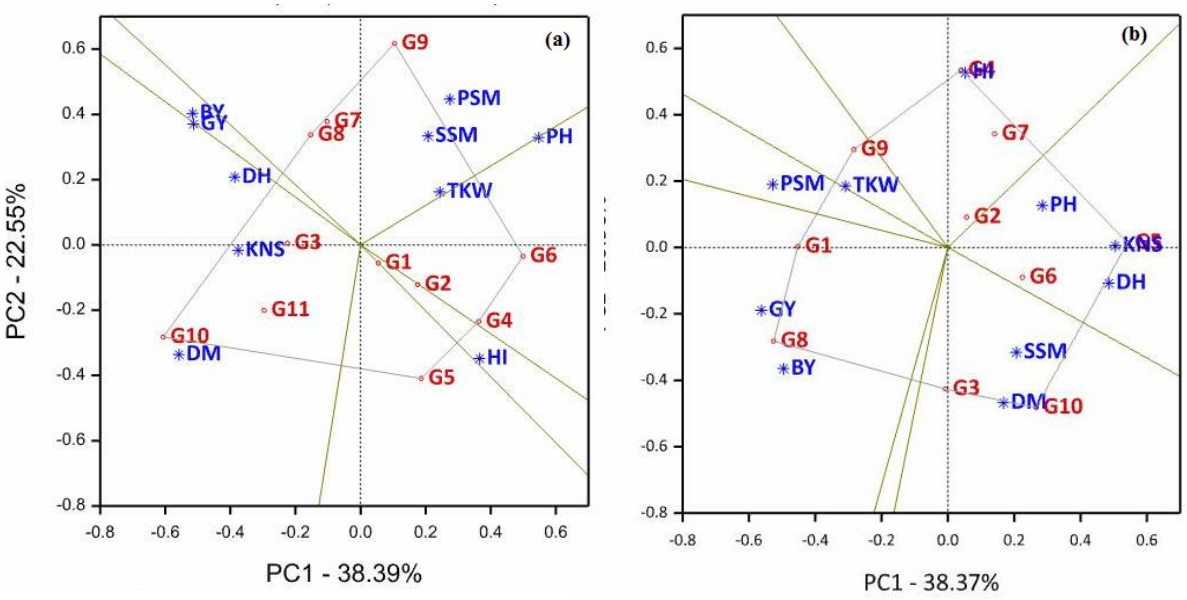
بای‌پلات GT در منطقه ایمان‌آباد، ۵۹/۳ درصد (مؤلفه اصلی اول ۳۸/۴ درصد و مؤلفه اصلی دوم ۲۱ درصد) ازکل تنوع داده‌های استاندارد شده را توجیه نمود (شکل ۲-b). نمایش برداری بای‌پلات GT در منطقه ایمان آباد، چهار گروه همبستگی مثبت بین صفات نشان داد. گروه اول همبستگی بین صفات وزن هزار دانه و تعداد بوته در مترمربع، گروه دوم همبستگی بین عملکرد دانه و عملکرد زیست توده، گروه سوم همبستگی بین تعداد سنبله در مترمربع و تعداد روز تا رسیدگی، گروه چهارم همبستگی بین ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و تعداد روز تا سنبله‌دهی بود. عملکرد دانه همبستگی مثبتی با وزن هزار دانه و همبستگی منفی با تعداد دانه در سنبله نشان داد. نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی نیز با نتیجه بدست آمده همخوانی داشت. به‌طوری‌که رقم قافلان با عملکرد دانه بالا از وزن هزار دانه بالا و تعداد دانه در سنبله نسبتاً پایینی برخوردار بود. رابطه منفی بین عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله و همبستگی مثبت آن با وزن هزار دانه در ژنوتیپهای جو (محمدی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۳) و گندم (رحمتی و همکاران ۱۳۹۹) گزارش شده است. در برخی مطالعات وزن هزار دانه به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی جو معرفی شده است (Samarah *et al.*, 2009). بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با عملکرد زیست توده (r=۰/۹۲**) بود (شکل ۳-b). همبستگی مثبت بالای بین عملکرد دانه و عملکرد زیست توده در شرایط تنش خشکی در ژنوتیپ‌های جو توسط سایر محققان گزارش شده است (حاجی‌پور و همکاران ۱۳۹۵، تقی‌زاده و همکاران ۱۳۹۸، Milomiraa *et al.*, 2005; Ramazani & Abdipour, 2018). بررسی انجام شده توسط ابرناک و همکاران (۱۳۹۸) روی ارقام جو دو ردیفه نیز نشان داد، ارقام جو با عملکرد دانه بالا از عملکرد زیست توده و وزن هزار دانه بالایی برخوردار بودند. همبستگی اجزاء عملکرد نشان داد که وزن هزار دانه همبستگی منفی با تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع داشت. از طرفی همبستگی بین تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع مثبت بود. از آنجایی‌که اغلب اثرات جبرانی بین اجزای عملکرد وجود دارد، مطالعات بسیاری به منظور تعیین معیار انتخاب مناسب جهت افزایش عملکرد انجام شده است. لکن بررسی اجزاء عملکرد به فهم بهتر تغییرات ناشی از انتخاب منجر شده‌اند و ابزار کمتر سودمندی برای بهبود کارائی انتخاب فراهم نمودند (Cuesta-Marcos *et al.*, 2016). همبستگی منفی بین صفات عملکرد دانه و ارتفاع بوته نیز بیانگر رابطه منفی بین صفات مذکور بود. در برخی مطالعات رابطه عملکرد دانه و ارتفاع بوته مثبت (حسینپور ۱۳۹۱، Shakhatreh *et al.*, 2001) و در برخی مطالعات دیگر منفی گزارش شده است (Walton, 1971). در این پژوهش، ژنوتیپ‌های جو مورد ارزیابی دو ردیفه بودند. موسوی و همکاران (۱۳۹۳) نیز با انجام آزمایشی بر ژنوتیپ های جو دو ردیفه و شش ردیفه گزارش نمودند که لاین‌های جو دو ردیفه با عملکرد بالا از تعداد پنجه بیشتر و ارتفاع بوته کمتری برخوردار بودند. همبستگی منفی و معنی‌دار (شکل ۳-b) بین تعداد

روز تا سنبله‌دهی و عملکرد دانه (r=-۰/۶۱**) بیانگر اهمیت صفت مذکور به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم فنولوژیکی برای شناسایی ژنوتیپ‌های جو با عملکرد بالا در شرایط دیم می باشد. رابطه منفی عملکرد دانه با صفات تعداد روز تا سنبله‌دهی در جو توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (Al-Tabbal, and Al-Fraihat, 2012; Hailu *et al*., 2016; Ramazani & Abdipour, 2001).



شکل ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های جو در منطقه دلفان (a) و ایمان‌آباد (b)

نمایش چندضلعی بای‌پلات GT شهرستان دلفان در شکل ۴-a ارائه شده است. ژنوتیپ‌های قرار گرفته در رئوس چندضلعی که از نظر برخی صفات به‌عنوان بهترین ژنوتیپ شناخته می‌شوند شامل ارقام قافلان و سهند و لاین‌های G4، G5، G6، G7 و G10 بودند. ارقام قافلان و سهند و لاین G7 از نظر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد بوته در مترمربع و تعداد سنبله در مترمربع بهترین بودند. رقم سهند زودرس‌ترین و لاین G10 دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. رقم سهند و لاین‌های G6 و G4 از ارتفاع بوته بالایی برخوردار بودند. لاین G4 با بیشترین ارتفاع بوته از شاخص برداشت بالایی برخوردار بود. در منطقه ایمان‌آباد، ژنوتیپ‌های قرار گرفته در رئوس چندضلعی شامل ارقام قافلان، سرارود، آبیدر و لاین‌های G10، G5 و G4 بودند (شکل ۴-b). رقم قافلان بیشترین عملکرد دانه و عملکرد زیست توده را نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی دارا بود و از کمترین تعداد روز تا سنبله‌دهی و تعداد دانه در سنبله برخوردار بود. لاین G5 از بیشترین تعداد روز تا سنبله‌دهی و تعداد دانه در سنبله و کمترین عملکرد دانه و عملکرد زیست توده برخوردار بود. به‌عبارتی لاین G5 از نظر صفات مربوط به رقم قافلان در نقطه مقابل آن بود. رقم سرارود زودرس‌ترین و لاین G10 دیررس ترین در میان ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی بودند. رقم سرارود علاوه بر زودرسی از وزن هزار دانه بالایی برخوردار بود. بیشترین ارتفاع بوته به رقم انصار و لاین G5 مربوط بود.



شکل ۴- نمایش چندضلعی بای‌پلات ژنوتیپ× صفت ژنوتیپ‌های جو در منطقه دلفان (a) و ایمان‌آباد (b)

به‌طورکلی نتایج این مطالعه نشان داد، در هر دو منطقه اجرای آزمایش بیشترین عملکرد دانه برای رقم قافلان بدست آمد. در هر دو منطقه اجرای آزمایش وزن هزار دانه همبستگی منفی با تعداد روز تا سنبله‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی نشان داد. در شرایط دیم با کاهش تعداد روز تا سنبله‌دهی، احتمال برخورد مرحله دانه‌بندی با تنش خشکی آخر فصل کمتر شده و این موضوع به افزایش بیشتر وزن دانه کمک خواهد نمود (دولت‌پناه و همکاران، ۱۳۹۲). روابط اجزاء عملکرد با عملکرد دانه در مناطق اجرای آزمایش نشان داد، همبستگی عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله در منطقه دلفان مثبت و در منطقه ایمان‌آباد منفی بود. همچنین رابطه بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه در دو منطقه اجرای آزمایش متفاوت بود. به‌طوری‌که، همبستگی عملکرد دانه با وزن هزار دانه در منطقه دلفان منفی و در منطقه ایمان‌آباد مثبت بود. این امر بیانگر این است که همبستگی مثبت یا منفی اجزاء عملکرد شامل تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه با عملکرد دانه، می‌تواند تحت تاثیر شرایط محیطی باشد. در محیط‌های مختلف ممکن است نقش اجزاء عملکرد تغییر نماید و این به آن معنا است که در صورت تغییر شرایط محیطی، گیاه با تقدم تولید اجزائی از عملکرد با هزینه کم (دسترسی به منابع شامل آب، مواد غذایی و کربن با حداقل هزینه، ذخیره آنها و استفاده در هنگامی‌که شرایط برای رشد گیاه مطلوب‌تر است) سازگاری می‌یابد (Ramazani and Abdipour, 2018). همچنین همبستگی عملکرد دانه با تعداد روز تا سنبله‌دهی در منطقه دلفان مثبت و در منطقه ایمان‌آباد منفی بود. در مطالعات انجام شده بر ژنوتیپ‌های جو اظهار شده است که به‌علت ماهیت و شدت متفاوت خشکی آخرفصل، صفاتی همچون زودرسی سنبله

ممکن است نقش متفاوتی در مکان‌های مختلف داشته باشد (Cammarano *et al*., 2019).

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مدیر اجرائی پروژه ارتقاء امنیت غذایی در استان لرستان که امکانات لازم برای اجرای این پروژه را فراهم نمودند تشکر و قدردانی می‌شود. این مقاله از پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب ۹۶۱۲۴۸-۰۳۳-۱۵۵۷-۵۹-۰۳۴ استخراج شده است.

منابع

ابرناک ستاره، زراعی لیلا، چقامیرزا کیانوش. ۱۳۹۸. مقایسه ارقام جو متداول ایرانی و اروپایی از نظر صفات مختلف زراعی و آزمایشگاهی در شرایط دیم معتدل. نشریه زراعت دیم ایران. ۸ (۲):۱۹۷-۱۷۷.

تقی‌زاده زینب، صبوری حسین، حسینی‌مقدم حسین، فلاحی حسین‌علی، کاتوزی مهناز. ۱۳۹۸. تنوع ژنتیکی و روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد در نسل‌های جو حاصل از تلاقی بادیا × کویر با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۳۰: ۱۹۷-۱۸۸

حاجی‌پور معصومه، راحمی‌کاریزکی علی، صبوری حسین، فلاحی حسین‌علی. ۱۳۹۵. بررسی روند بهبود عملکرد دانه‌ی جو دیم در طی نیم قرن اخیر در استان گلستان. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۴(۴): ۷۷۴-۷۶۵.

حسینپور طهماسب. ۱۳۹۱. ارزیابی روابط صفات زراعی با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه در شرایط دیم کوهدشت. مجله علوم زراعی ایران. ۱۴ (۳): ۲۷۹-۲۶۳.

دولت‌پناه تیمور، روستایی مظفر، آهک‌پز فرهاد، محبعلی‌پور ناصر. ۱۳۹۲. تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌های بینابین و زمستانه جو در منطقه مراغه. مجله به نژادی نهال و بذر. ۱-۲۹ (۲): ۲۷۶-۲۵۷.

رحمتی مهناز، حسینپور طهماسب، احمدی علی. ۱۳۹۹. ارزیابی روابط بین صفات زراعی ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط دیم با استفاده از بای‌پلات‌های دوگانه و سه گانه ژنوتیپ، صفت و عملکرد. نشریه زراعت دیم ایران. ۱۹ (۱). ۲۰-۱

سیدآقامیری سیدمحمدمهدی، مصطفوی خداداد، محمدی عبداله. ۱۳۹۱. بررسی روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام و هیبریدهای جدید جو با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۰ (۲): ۴۲۷-۴۲۱.

شاهمرادی شکیبا، شفاءالدین سکینه، یوسفی احمد. ۱۳۹۰. تنوع فنوتیپی اکوتیپ‌های جو بومی مناطق گرم و خشک ایران. مجله به‌نژادی نهال و بذر. ۱ (۲۷): ۵۱۵-۴۹۵.

محمدی محتشم، کریمی‌زاده رحمت‌اله، غفاری عبدالعلی، روستایی مظفر. ۱۳۹۴. امکان افزایش تولید محصول گندم در دیمزارهای گرمسیری ایران. نشریه یافته‌های تحقیقاتی در علوم زراعی و باغی. ۴ (۱): ۶۳-۷۸.

محمدی‌نیا غضنفر، نصیرزاده عبدالرضا، نگهداری حسن. ۱۳۹۳. استفاده از تجزیه علیت در بررسی روابط بین عملکرد و سایر صفات مورفولوژیک در چهار لاین جو آبی. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). ۱۰۳: ۷۶-۸۳.

موسوی سیدسعید، زاهدی‌نو مهدی، چایچی مهرداد، عبدالهی محمدرضا. ۱۳۹۳. ارزیابی تنوع و شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد جو (*Hordeum vulgare* L.) تحت شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی آخر فصل. تحقیقات غلات. ۴ (۲):۱۷۳-۱۵۵

Ahakpaz F, Abdi H, Neyestani E, Hesami A, Mohammadi B, Nader Mahmoudi K, Abedi-Asl G, Jazayeri-Noshabadi MR, Ahakpaz F, Alipour A. 2021. Genotype- by environment interaction analysis for grain yield of barley genotypes under dryland conditions and the role of monthly rainfall. Agricultural Water Management. 245. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106665

Akdeniz H, Keskin B, Yilmaz I, Oral E. 2004. A research on yield and yield components of some barley cultivars. Journal of Agriculture Science 14: 119-125.

Al-Tabbal JA, Al-Fraihat A. 2012. Genetic variation, heritability, phenotypic and genotypic correlation studies for yield and yield components in promising barley genotypes. Journal of Agricultural Science 4 (3): 193-210.

Ataei M. 2006. Path analysis of barley (*Hordeum vulgar*e L.) yield. Tarim Bilimleri Dergisi, 12(3):227-232.

Cammarano D, Hawes C, Squire G, Holland J, Rivington M, Murgia T, Roggero PP, Fontana F, Casa R, Ronga D. 2019. Rainfall and temperature impacts on barley (*Hordeum vulgare* L.) yield and malting quality in Scotland. Field Crops Research 241: 1-11. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107559

Colak, YB, Yazar A, Colak I, Akca H, Duraktekin G. 2015. Evaluation of crop water stress index (CWSI) for eggplant under varying irrigation regimes using surface and subsurface drip systems. Agriculture and Agricultural Science Procedia 4: 372–382.

Cuesta-Marcos A, Kling JG, Belcher AR, Filichkin T, Fisk SP, Graebner R, Helgerson L, Herb D, Meints B, Ross A, Hayes PM. 2016. Breeding of grains/ Barley genetics and breeding. Reference Module in Food Sciences, http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00208-0

Ghotbi-Ravandi A, Shahbazi M, Shariati M, Mulo P. 2014. Effects of mild and severe drought stress on photosynthetic efficiency in tolerant and susceptible barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes. Journal of Agronomy and Crop Science 200, 403–415.

Hailu A, Alamerew S, Nigussie M, Assef E. 2016. Correlation and path coefficient analysis of yield and yield associated traits in barley (*Hordeum vulgare* L.) germplasm. Advances in Crop Science and Technology 4:216. https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000216

Kebede A, Kang MS, Bekele E. 2019. Advances in mechanisms of drought tolerance in crops, with emphasis on barley. Advances in Agronomy 156: 265-314. https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.01.008

Milomirkaa M, Paunovic´A, Knez˘evic´D. 2005. Correlation and path coefficient analysis for yield and yield components in winter barley. Acta Agriculturae Serbica 20:3–9

Moore FC, Lobell DB. 2015. The fingerprint of climate trends on European crop yields. Proceeding of the National Academy of Sciences 112: 2670–2675.

Niazi-Fard A, Nouri F, Nouri A, Yoosefi B, Moradi A, Zareei A. 2012. Investigation of the relationship between grain yield and yield components under normal and terminal drought stress conditions in advanced barley lines (*Hordeum vulgare* L.) using path analysis in Kermanshah province. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 4(24):1885–1887

Ramazani SHR, Abdipour M. 2018. Statistical analysis of grain yield in Iranian cultivars of barley (*Hordeum vulgare* L.). Journal of Agricultural Research 8: 239-246. https://doi.org/10.1007/s40003-018-0360-4

Ramirez-Vallejo P, Kelly JD. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99: 127–136.

Ryan J. 2020. Soil fertility, crop nutrition, and cropping systems: Research for mediterranean dryland agriculture. Agronomy Journal 1-11. https://doi.10.1002/agj2.20374.

Samarah NH, Alqudah AM, Amayreh JA, Mcandrews GM. 2009. The effect of late terminal drought stress on yield components of four barley cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science 195: 427–441.

Schoppach R, Soltani F, Sinclai TR, Sadok W. 2017. Yield comparison of simulated rainfed wheat and barley across Middle-East. Agricultural Systems 153: 101-108.

Shakhatreh Y, Kafawin O, Ceccarelli S, Saoub H. 2001. Selection of barley lines for drought tolerance in low-Rainfall areas. Journal of Agronomy and Crop Science 186: 119–127.

Sinebo W. 2002. Yield relationships of barleys grown in a tropical highland environment. Crop Science 42:428-437.

Walton JA. 1971**.** The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. Euphytica 20: 416-421.

Yan W, Rajcan I. 2002. Biplot evaluation of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science, 42: 11–20.

Zhang J. 2011. China's success in increasing per capita food production. Journal of Experimental Botany 62: 3707-3711.

DOI: 10.22092/IDAJ.2021.353967.327

Evaluation of yield potential of barley genotypes and identification of traits related to improving grain yield under rainfed conditions

Mahnaz Rahmati[1*] , Ali Ahmadi [1], Tahmaseb Hossein Pour [1], Kiyanoush Hamidiyan [2], Mansour Reisvand [3]

1- Department of Agricultural and Horticultural Research, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Resaerch, Education and Extension Organization (AREEO), Khorramabad, Iran

2- Jahad-Agriculture Organization of Lorestan, Khorramabad, Iran

3- Jahad-Agriculture Center of Khorramabad, Kamalvand branch, Iran

Abstract

In order to introduce new breeding cultivars and increase the influence of new cultivars, it is important to assess, encourage, and demonstrate the potential of new cultivars and promising lines in farmers' fields. So, some selected cultivars/ breeding lines from DARI barley breeding program were evaluated on farmers' fields at two Delfan and Khorramabad (Imanabad region), based on randomized complete block design during 2017-2018 cropping season. The mean grain yield of genotypes in moderate-cold region (Imanabad) ranged from 2888 kg/ha (for breeding line G5) to 4500 kg/ha (Qaflan cultivar). In cold region (Delfan), Qaflan and Sahand cultivars, and two G7 and G11breeding lines, increased yields by 11, 8, 10 and 8 percent compared to control cultivar (Abidar), respectively. At two sites, the results of correlation analysis and GT-biplot revealed a strong relationship between grain yield and biological yield (BY), followed by days to heading (DH). Therefore, BY and DH can be used as effective selection indicators for identifying genotypes with high performance in barley breeding under rainfed conditions. According to correlation findings, the positive or negative associations between grain yield and yield components, including KNS and TKW, were different in two sites. Based on the findings of this study, the Qaflan cultivar with the highest grain yield (4594 kg/ha) and earliness can be recommended in land-dry, cold and temperate-cold regions**.**

Keywords: Genotype× trait biplot, grain yield, rain-fed barley

* *Corresponding author: avinmahnaz @gmail.com* *Submit date:2021/03/15 Accept date: 2021/07/20*