

ارزیابی عملکرد ژنوتیپ‌های بومی نخود تیپ کابلی در شرایط دیم

Yield Evaluation of Kabuli Type Chickpea Landraces in Rainfed Conditions

معصومه پوراسماعیل^۱، همایون کانونی^۲، حسین آسترکی^۳، مریم حاج حسنی^۴ و
عباس میرآخورلی^۵

- ۱- استادیار، بخش تحقیقات ژنتیک و بانک ژن گیاهی ملی ایران، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
- ۲- استادیار، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران
- ۳- محقق، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران
- ۴- محقق، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
- ۵- محقق، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۱

چکیده

پوراسماعیل، م.، کانونی، ه.، آسترکی، ح.، حاج حسنی، م. و میرآخورلی، ع. ۱۳۹۶. ارزیابی عملکرد ژنوتیپ‌های بومی نخود تیپ کابلی در شرایط دیم. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۳: ۴۳-۲۹.

نخود در ایران به صورت دیم کشت می‌شود و معمولاً دوره پر شدن دانه آن با فصل گرما، کم آبی و افزایش میزان تبخیر و تعرق مصادف است که موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود، از این رو جستجو برای دستیابی به ژنوتیپ‌های برتر که افزایش و ثبات عملکرد نخود در شرایط دیم را موجب شوند بسیار حائز اهمیت است. با این هدف، بیست و دو ژنوتیپ نخود تیپ کابلی به همراه سه رقم اصلاح شده آرمان، آزاد و هاشم در مزارع آزمایشی مراکز تحقیقات کشاورزی استان‌های کرمانشاه، کردستان، لرستان و آذربایجان غربی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۰ کاشته شدند و صفات فنولوژیکی و زراعی آن‌ها در هر سال اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس مرکب داد‌ها نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ در محیط بر صفات روز تا آغاز گلدهی، روز تا رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته، عملکرد تک بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه معنی‌دار بود ($P \leq 0.01$). ارتفاع کانوپی ژنوتیپ ۵۶۷۱ با ارقام آرمان و آزاد از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. ژنوتیپ ۵۵۵۱ با میانگین تعداد ۲۳ غلاف در بوته، اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.05$) با ارقام هاشم، آرمان و آزاد نشان داد. ژنوتیپ‌های ۵۶۵۴، ۶۳۲۵، ۵۲۹۶، ۵۶۱۸ و ۵۸۴۳ به ترتیب بیشترین میانگین شاخص برداشت را داشتند. تجزیه پایداری و رسم نمودار بای‌پلات نشان داد ژنوتیپ‌های ۵۱۷۱، ۵۲۹۶، ۵۶۵۴، ۶۰۸۴ و ۶۳۲۵ عملکرد دانه بالاتر و پایداری بیشتری در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها داشتند.

واژه‌های کلیدی: نخود تیپ کابلی، کشت دیم، عملکرد دانه، صفات زراعی، تجزیه پایداری.

مقدمه

مرحله تا دوره تشکیل غلاف باید از آب کافی برخوردار باشد، اما میزان بارندگی نامشخص در طی مراحل رشد زایشی این گیاه عملکرد آن را به صورت غیر قابل پیش‌بینی و متغیر درآورده است. عملکرد صفت کمی پلی ژنیک بسیار پیچیده‌ای است که به شدت تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. از این‌رو اهمیت اثر متقابل و برهم کنش‌های ژنوتیپ - محیط در برنامه‌های به‌نژادی کاملاً روشن بوده و وجود اثر متقابل ژنوتیپ - محیط مهم‌ترین چالش فراروی به‌نژادگران گیاهی است. تفسیر اثر متقابل، شناسایی محیط‌های هدف و معرفی ژنوتیپ‌های مناسب با سازگاری خصوصی و عمومی برای محیط‌های مورد مطالعه و تعیین ژنوتیپ‌های پایدار در سال‌های مختلف از اهداف مهم در بررسی ژنوتیپ‌ها در سال‌ها و مکان‌های مختلف است (Mohammadi *et al.*, 2011).

محققین بسیاری به بررسی اثر متقابل ژنوتیپ - محیط در گیاه نخود پرداخته‌اند (Imtiaz *et al.*, 2013؛ Hamayoon *et al.*, 2011؛ Yadav *et al.*, 2010؛ Bakhsh *et al.*, 2011؛ Yaghotipoor and Farshadfar, 2007؛ Sabaghpour *et al.*, 2006؛ Arshad *et al.*, 2003) و هر یک روش‌های آماری متعدد و متفاوتی را برای انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار به کار گرفته‌اند. یکی از این روش‌ها استفاده از روش گرافیکی اثر محیط و ژنوتیپ (GGE biplot) است. این روش اثر

کمبود بارش و توزیع نامناسب آن و همچنین محدودیت منابع آبی در کشور ما استفاده کامل از اراضی کشاورزی را محدود ساخته است. از حدود ۱۲/۲ میلیون هکتار اراضی زراعی کل کشور، ۵۱/۸ درصد سهم اراضی با کشت آبی و ۴۸/۲ درصد سهم اراضی با کشت است (Anonymous, 2011)، لذا شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های مناسب کشت دیم قدم مؤثری در راه استفاده بهینه از منابع آب و خاک به شمار می‌رود.

سطح برداشت نخود کشور حدود ۴۷۲ هزار هکتار برآورد شده و سهم اراضی دیم ۹۷/۵ درصد (۴۶۰ هزار هکتار) است (Anonymous, 2011). با توجه به انجام کشت دیم بهار نخود در ایران، این گیاه مجبور است با استفاده از رطوبت ذخیره شده در پروفیل خاک چرخه زیستی خود را تکمیل کند، بنابراین دوره پر شدن دانه معمولاً با کم آبی و افزایش میزان تبخیر از خاک و تعرق از گیاه مصادف شده و در نتیجه عملکرد دانه آن به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد، به طوری که عملکرد نخود کشور در اراضی آبی ۱۰۵۰ کیلوگرم در هکتار و در اراضی دیم ۳۹۶/۵ کیلوگرم در هکتار است (Anonymous, 2011).

نخود در مرحله گل‌دهی به کمبود آب حساس است (Rezaeyan Zadeh *et al.*, 2011) و از این

خود اختصاص داده است (Anonymous, 2009). نمونه‌های موجود در این کلکسیون بسیار متنوع بوده و تمامی تنوعات متصور شده در دیسکریپتورهای بین‌المللی در این کلکسیون قابل مشاهده است، از این رو نمونه‌های این کلکسیون منابعی ارزشمند به شمار رفته و بررسی و یافتن پتانسیل‌های بالقوه موجود در آن‌ها نیز از ارزش به‌سزایی برخوردار است. در این بررسی، تعداد بیست و دو ژنوتیپ نخود کابلی که در پروژه‌های انجام شده در بانک ژن گیاهی ملی ایران به عنوان نمونه‌های متحمل به خشکی آخر فصل شناسایی شده‌اند (Pouresmael *et al.*, 2012)؛ (Pouresmael *et al.*, 2009) با ارقام اصلاح شده به عنوان شاهد از نظر خصوصیات مهم زراعی و عملکرد در چهار استان لرستان، کردستان، کرمانشاه و آذربایجان غربی که مناطق عمده تولید و کشت نخود هستند با یک‌دیگر مقایسه شدند. هدف از این بررسی ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های بومی نخود تیپ کابلی و دستیابی به نمونه‌های برتر در شرایط متغیر حاکم بر نواحی دیم کشور بود.

مواد و روش‌ها

بیست و دو نمونه نخود کابلی بانک ژن گیاهی ملی ایران موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر همراه با سه رقم اصلاح شده تجاری هاشم، آرمان و آزاد در قالب طرح بلوک‌های

متقابل ژنوتیپ - محیط را در بیشتر از یک بعد توصیف کرده و فرصت‌های بهتری را برای مطالعه ژنوتیپ‌ها فراهم می‌کند (Yan, 2001). استفاده از این مدل برای تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ \times محیط به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌ها در آزمایش‌های چند محیطی در گیاهانی نظیر ذرت (Shiri and Bahrapour, 2015)، نخود (Sabaghpour *et al.*, 2010)؛ (Farshafar *et al.*, 2013) و گندم (Mohammadi *et al.*, 2011) مورد استفاده قرار گرفته است.

با توجه به پدیده تغییر اقلیم و اهمیت منابع ژنتیکی بومی به عنوان یکی از مناسب‌ترین راهکارهای پیش رو برای مقابله با این پدیده، اهمیت توجه بیشتر به این منابع روزافزون است. اگرچه بررسی‌های متعددی در خصوص تحمل خشکی و یا سازگاری ژنوتیپ‌ها به شرایط دیم در کشور انجام شده و یا در حال انجام است، اما اکثر این مطالعات روی نمونه‌های ارسالی از مراکز تحقیقاتی بین‌المللی نظیر ایکاردا و ایگریسات انجام شده و یا می‌شود، از این رو بررسی پتانسیل موجود در نمونه‌های بومی که بدون شک سازگاری بیشتری با شرایط آب و هوایی کشور دارند امری ضروری به نظر می‌رسد. ایران یکی از کشورهای منشا نخود بوده و کلکسیون نخود ایران با ۳۳۶۵ نمونه نخود تیپ دسی و ۲۰۱۲ نمونه نخود تیپ کابلی ششمین رتبه را در میان کلکسیون‌های جهان به

(Kang, 1988).

پایداری عملکرد با استفاده از روش ضریب تغییرات هر ژنوتیپ (Francis and Kanenberg, 1978) تخمین زده شد. برای این منظور با استفاده از انحراف معیار و میانگین عملکرد هر ژنوتیپ آماره پایداری (CV_i) بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

$$CV_i = (S_i / \bar{X}_i) \times 100$$

در این فرمول \bar{X}_i میانگین عملکرد در یک ژنوتیپ و S_i انحراف معیار در ژنوتیپ مورد نظر است. بر اساس این روش ژنوتیپی مطلوب است که حداقل CV_i و بیشترین میانگین عملکرد دانه را در بین ژنوتیپ‌های دیگر دارا است.

علاوه بر این، به منظور تجزیه گرافیکی بر اساس الگوهای تعیین ژنوتیپ مناسب برای هر یک از محیط‌ها، رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ترکیب همزمان عملکرد دانه و پایداری و رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ژنوتیپ فرضی ایده‌آل از نرم‌افزار GGE بای‌پلات (Yan, 2001) استفاده شد.

نتایج و بحث

شماره و کد ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی مورد بررسی در جدول ۱ و مشخصات هواشناسی ایستگاه‌های محل آزمایش در سال‌های زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ در جدول ۲ نشان داده شده است.

کامل تصادفی با چهار تکرار در هشت محیط مختلف (E1 تا E8) در شرایط دیم در استان‌های لرستان، کرمانشاه، کردستان و آذربایجان غربی به ترتیب در ایستگاه‌های بروجرد، سرارود، سنندج و سارال ارومیه در نیمه دوم اسفند ماه در سال‌های زراعی ۹۱-۱۳۹۰ (E1 تا E4) و ۹۲-۱۳۹۱ (E5 تا E8) کاشته شدند.

کشت به صورت سه خطی با طول ۳ متر و فاصله ۳۰ سانتی‌متر به اجرا درآمد. کلیه ارزیابی‌ها از خط میانی و بر اساس پنج نمونه تصادفی با حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای خط برای رفع اثر حاشیه انجام شد. در این آزمایش از صفات فنولوژیکی و زراعی مختلف نظیر تعداد روز تا آغاز گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع و عرض کانوپی، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در غلاف، عملکرد تک بوته، شاخص برداشت، وزن صد دانه و عملکرد دانه یادداشت‌برداری به عمل آمد. برای هر سال به صورت جداگانه تجزیه واریانس ساده برای مکان‌های مختلف با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 انجام و مقایسه میانگین صفات با شاهد با استفاده از روش LSD انجام شد. برای تعیین اثر متقابل ژنوتیپ در محیط تجزیه واریانس مرکب با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. برای تعیین بهترین ژنوتیپ‌ها از نظر هر یک از صفات مورد بررسی بر اساس میانگین رتبه تعلق گرفته به هر ژنوتیپ در مورد هر صفت مورد ارزیابی اقدام شد

جدول ۱- شماره ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی مورد بررسی و کد آن‌ها در بانک ژن گیاهی ملی ایران
Table 1. The number of studied Kabouli type chickpea genotypes and their code in National Plant Gene Bank of Iran

شماره ژنوتیپ Genotype No.	کد ژنوتیپ Genotype code	شماره ژنوتیپ Genotype No.	کد ژنوتیپ Genotype code
G1	5171	G14	6001
G2	5296	G15	6066
G3	5551	G16	6084
G4	5618	G17	6324
G5	5654	G18	6325
G6	5664	G19	6364
G7	5671	G20	6368
G8	5686	G21	5685-1
G9	5767	G22	5685-2
G10	5843	G23	Arman
G11	5940	G24	Azad
G12	5941	G25	Hashem
G13	5995		

وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط مهم‌ترین چالش فراروی به‌نژادگران است. تفسیر اثر متقابل، شناسایی محیط‌های هدف، معرفی ژنوتیپ‌های مناسب با سازگاری خصوصی و عمومی برای محیط‌های مورد مطالعه و تعیین ژنوتیپ‌های پایدار در سال‌های مختلف از اهداف مهم در بررسی ژنوتیپ‌ها در سال‌ها و مکان‌های مختلف است (Mohammadi *et al.*, 2011).

مقایسه میانگین وزن صد دانه ژنوتیپ‌ها در هشت محیط مختلف نشان داد که ژنوتیپ‌های ۵۶۱۸ و ۵۶۶۴ (در پنج محیط)، ژنوتیپ ۵۶۷۱ (در هفت محیط)، ژنوتیپ‌های ۵۶۸۶، ۵۷۶۷، ۵۶۸۵-۱ و ۵۶۸۵-۲ (در شش محیط) بیشترین وزن صد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). مقایسه میانگین وزن صد دانه در

تجزیه واریانس مرکب صفات ژنوتیپ‌ها در هشت محیط مختلف (جدول ۳) نشان داد که اثر محیط و ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بر کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. این مسئله نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این آزمایش در مناطق مختلف واکنش متفاوتی نسبت به عوامل محیطی نشان دادند لذا به نظر می‌رسد در هر منطقه ژنوتیپ مناسب شرایط اقلیمی آن منطقه قابل توصیه باشد. سیدی و آرمیون (Seyedi and Armion, 2008) در بررسی برای یافتن ژنوتیپ پر محصول و پایدار نخود نشان دادند که اثر متقابل ژنوتیپ × مکان در کلیه صفات معنی‌دار شده و این مسئله را حاکی از عکس‌العمل متفاوت ژنوتیپ‌ها در مکان‌های مختلف ذکر کردند.

جدول ۲- پارامترهای هواشناسی در ماه‌های مختلف فصل کاشت نخود در چهار ایستگاه تحقیقاتی بروجرد، سرارود، سنندج و ارومیه در سال‌های زراعی ۱۳۹۰-۹۱ (محیط‌های E1 تا E4) و ۱۳۹۱-۹۲ (محیط‌های E5 تا E8)

Table 2. Climatological parameters during different months of chick pea growth period in four research stations of Broujerd, Sararoud, Sanandaj and Urmia in 2011-12 (E1- E4) and 2012-13 (E5- E8)

ایستگاه، استان Station, Province	ماه‌های دوره رشد Growth period months	2011-2012 ۱۳۹۰-۹۱						2012-2013 ۱۳۹۱-۹۲					
		کد محیط Environment code	بارندگی Precipitation (mm)	حداکثر دما Max. temperature (C)	حداقل دما Min. temperature (C)	متوسط دما Mean temperature (C)	رطوبت نسبی Humidity (%)	کد محیط Environment code	بارندگی Precipitation (mm)	حداکثر دما Max. temperature (C)	حداقل دما Min. temperature (C)	متوسط دما Mean temperature (C)	رطوبت نسبی Humidity (%)
بروجرد، لرستان Borujerd, Lorestan	Feb- March	اسفند	24.4	13.6	-6.8	4.1	53	E1	73.0	23.0	-3.8	9.1	52
	March- April	فروردین	92.9	24.4	-2.4	11.2	52	E5	38.2	23.0	2.2	13.3	44
	April- May	اردیبهشت	8.7			17.7		E5	45.5	27.4	3.4	15.1	52
	May- June	خرداد	3.2	35.0	10.8	23.6	28		1.5	37.8	10.6	22.6	28
	June- July	تیر	3.0	39.0	14.4	26.9	23		Trace	41.0	17.4	28.8	23
سرارود، کرمانشاه Sararod, Kermanshah	Feb- March	اسفند	12.8	22.6	-12.2	4.1	35	E2	25.7	24.8	-5.0	8.9	52
	March- April	فروردین	59.8	25.6	-4.6	11.5	55	E6	8.8	25.2	-2.0	12.8	47
	April- May	اردیبهشت	11.4			17.7		E6	69.8	27.5	0.0	15.3	52
	May- June	خرداد	0.2	37.8	6.4	23.5	35		0.0	39.8	8.6	21.8	34
	June- July	تیر	1.0	39.8	9.6	26.4	24		0.0.0	41.4	12.8	27.1	24
سنندج، کردستان Sanandaj, Kurdistan	Feb- March	اسفند	19.2	19.6	-11.8	3.2	59	E3	17.7	25.4	-6.4	8.5	56
	March- April	فروردین	53.4	25.4	-5.6	10.8	59	E7	27.5	25.8	-2.8	12.5	51
	April- May	اردیبهشت	25.6			17.2		E7	72.2	28.6	0.6	15.4	57
	May- June	خرداد	1.8	37.4	7.6	22.7	34		0.2	40.0	7.4	21.6	40
	June- July	تیر	Trace	39.4	8.6	26.3	30		Trace	42.0	12.6	27.4	26
ارومیه، آذربایجان غربی Urmia, West Azerbaijan	Feb- March	اسفند	20.3	0.0	-15.4	0.4	55	E4	21.2	21.6	-10.6	6.2	59
	March- April	فروردین	31.9	23.0	-6.0	9.9	58	E8	21.0	25.0	-3.4	11.1	53
	April- May	اردیبهشت	15.0			15.8		E8	35.2	25.0	-1.8	13.5	59
	May- June	خرداد	18.8	34.0	6.2	20.0	48		29.9	33.4	7.0	18.9	54
	June- July	تیر	9.2	33.6	10.0	22.7	52		9.2	35.2	10.8	23.1	48

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) عملکرد دانه و صفات زراعی ژنوتیپ های نخود در محیط‌های مختلف

Table 3. Combined analysis of variance (mean squares) for seed yield and agronomic traits of chickpea genotypes in different environments

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی	روز تا گلدهی	روز تا رسیدن	تعداد غلاف بوته	ارتفاع کانوپی	وزن صد دانه	وزن دانه در بوته	عملکرد دانه
		df.	Days to floweing	Days to maturity	Pod number per plant	Canopy height	100 seed weight	Plant seed weight	Seed yield
Environment (E)	محیط	7	5120.28**	5124.93**	11846.6**	1808.47**	498.18**	2372.65**	57238.30**
Error 1	خطای ۱	24	18.84	25.82	110.9	23.94	8.63	26.51	771.50
Genotype (G)	ژنوتیپ	24	101.17**	111.90**	176.6**	118.07**	227.08**	15.79**	1141.00**
E × G	محیط × ژنوتیپ	168	26.16**	35.16**	109.7**	16.66**	29.50**	18.94**	866.30**
Error 2	خطای ۲	576	8.29	8.17	29.6	10.12	7.46	7.40	195.20
CV %	درصد ضریب تغییرات		5.10	3.00	27.0	12.90	13.35	31.88	23.73

** : Significant at 1% probability level.

** : معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

دامنه تغییرات زیادی را در همه ژنوتیپ‌ها نشان داد اما ژنوتیپ ۵۵۵۱ با داشتن بیشترین تعداد غلاف در بوته در شش محیط مختلف (با میانگین ۲۳ غلاف در بوته) اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.05$) با ارقام شاهد هاشم، آرمان و آزاد از نظر این صفت داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین شاخص برداشت در شش محیط مختلف نشان داد که ژنوتیپ‌های ۵۶۵۴، ۶۳۲۵، ۵۲۹۶، ۵۶۱۸ و ۵۸۴۳ به ترتیب بیشترین میانگین شاخص برداشت داشتند. در میان ارقام شاهد رقم هاشم بیشترین میزان شاخص برداشت را داشت و اختلاف آن با ژنوتیپ‌های ۵۶۵۴، ۶۳۲۵ و ۵۲۹۶ معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بود اما با ژنوتیپ‌های ۵۶۱۸ و ۵۸۴۳ اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۵). ژنوتیپ ۶۳۲۵ و پس از آن ژنوتیپ‌های ۵۶۵۴، ۵۲۹۶، ۵۶۱۸، ۵۵۵۱، ۵۸۴۳، ۵۹۴۰ و ۵۱۷۱ با تخصیص رتبه‌های یک رقمی، بهترین رتبه را در میان ژنوتیپ‌ها از نظر این صفت داشتند.

مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف نشان داد که ژنوتیپ‌های ۵۱۷۱، ۵۵۵۱ و ۵۶۱۸ در پنج محیط و ژنوتیپ ۵۲۹۶ در چهار محیط بیشترین عملکرد دانه را در مقایسه با ارقام شاهد و ژنوتیپ‌های دیگر به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ‌های ۵۱۷۱، ۵۶۵۴، ۵۵۵۱، ۵۲۹۶ و ۵۶۱۸ به ترتیب بیشترین میانگین عملکرد دانه را داشتند. رقم هاشم با میانگین عملکرد دانه ۵۱ گرم در مترمربع جزء ژنوتیپ‌هایی بود که

هشت محیط مختلف نیز نشان داد که رقم آزاد بیشترین وزن صد دانه داشت. پس از آن به ترتیب ژنوتیپ‌های ۵۶۷۱، ۵۶۱۸، ۵۶۸۵-۲، ۶۳۶۸، ۵۶۸۵-۱ و ۵۶۶۴ قرار داشتند که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با رقم آزاد نداشتند (جدول ۴). ژنوتیپ‌های ۵۶۸۶ و ۵۷۶۷ و رقم هاشم با میانگین وزن صد دانه 21 ± 1 گرم رتبه بعدی را به خود اختصاص دادند. وزن صد دانه ژنوتیپ‌های ۵۷۶۷، ۵۶۷۱، ۵۶۶۴، ۶۳۶۸، ۵۶۸۵-۱ و ۵۶۸۵-۲ در هشت محیط مختلف کمترین واریانس را نشان داد (جدول ۴).

مقایسه میانگین ارتفاع کانوپی (ارتفاع بوته) ژنوتیپ‌ها در بین هشت محیط مختلف نشان داد که ژنوتیپ‌های ۵۶۷۱ و ۵۶۸۵-۲ به ترتیب در هفت و پنج محیط بیشترین ارتفاع بوته را در مقایسه با ارقام شاهد و ژنوتیپ‌های دیگر داشتند. در بین کل ژنوتیپ‌ها، رقم هاشم با میانگین ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع را به خود اختصاص داد. پس از آن ژنوتیپ ۵۶۷۱ و ارقام آرمان و آزاد با میانگین ارتفاع ۲۷ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع را داشتند. ژنوتیپ‌های ۶۳۶۸، ۵۶۸۵-۱، ۵۶۶۴، ۵۶۸۶، ۵۶۸۵-۲، ۵۷۶۷ و ۶۳۶۴ با میانگین ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر رتبه‌های بعدی را به خود اختصاص دادند که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با ارقام آزاد و آرمان نداشته و از این‌رو در رتبه دوم قرار داشتند (جدول ۴).

تعداد غلاف در بوته ژنوتیپ‌های مختلف

جدول ۴- پارامترهای آمار توصیفی صفات ارتفاع کانوپی و وزن صد دانه در ژنوتیپ‌های نخود در محیط‌های مختلف

Table 4. Statistical parameters of plant canopy height and 100 seed weight of chickpea genotypes in different environments

شماره ژنوتیپ Genotype No.	کد ژنوتیپ Genotype code	Plant canopy height(cm)						100 seed weight(g)					
		میانگین Mean	دامنه Range	حداقل Min.	حداکثر Max.	انحراف معیار Standard deviation	واریانس Variance	میانگین Mean	دامنه Range	حداقل Min.	حداکثر Max.	انحراف معیار Standard deviation	واریانس Variance
G1	5171	22.91	14.10	15.40	29.50	4.97	24.67	18.76	6.80	15.83	22.63	2.56	6.57
G2	5296	23.92	19.40	13.10	32.50	6.44	41.47	19.23	8.83	14.93	23.75	3.04	9.23
G3	5551	21.97	11.83	15.17	27.00	4.30	18.47	18.65	4.90	17.15	22.05	1.64	2.70
G4	5618	23.98	11.5	16.00	27.50	4.23	17.88	24.08	12.65	18.23	30.87	4.94	24.43
G5	5654	23.35	9.80	16.95	26.75	3.76	14.11	19.13	7.64	15.80	23.44	2.85	8.13
G6	5664	24.98	13.00	17.00	30.00	4.35	18.93	22.53	8.96	18.48	27.43	3.57	12.72
G7	5671	27.19	10.34	21.41	31.75	4.05	16.41	23.91	8.04	18.44	26.48	2.79	7.77
G8	5686	25.01	13.43	18.58	32.00	4.83	23.34	23.09	18.89	14.88	33.77	6.17	38.10
G9	5767	24.77	12.10	16.40	28.50	4.19	17.53	23.88	9.52	19.17	28.69	3.22	10.34
G10	5843	24.97	13.75	17.00	30.75	4.67	21.78	20.61	6.74	17.39	24.13	2.43	5.91
G11	5940	24.69	9.50	19.25	28.75	3.44	11.82	20.43	8.52	17.00	25.52	2.87	8.25
G12	5941	23.15	14.84	15.16	30.00	4.63	21.39	17.28	5.96	15.93	21.88	1.94	3.75
G13	5995	22.99	10.50	17.16	27.66	4.03	16.23	16.97	8.28	12.53	20.80	3.10	9.63
G14	6001	24.36	11.90	18.10	30.00	3.93	15.48	17.57	5.50	14.78	20.28	2.09	4.39
G15	6066	24.41	12.30	18.20	30.50	4.41	19.46	18.59	4.45	16.70	21.15	1.75	3.08
G16	6084	22.97	8.50	18.00	26.50	3.45	11.89	18.06	3.20	16.80	20.00	1.05	1.09
G17	6324	23.93	8.95	18.33	27.20	3.45	11.92	17.93	10.15	12.45	22.60	3.57	12.72
G18	6325	24.11	12.42	16.83	29.25	4.45	19.79	19.52	9.32	15.98	25.29	3.45	11.88
G19	6364	23.80	8.23	19.10	27.33	3.78	14.30	18.81	9.71	14.05	23.76	3.63	13.19
G20	6368	24.14	15.35	16.15	31.50	6.43	41.32	18.07	10.27	13.18	23.44	3.83	14.70
G21	5685-1	24.27	11.53	16.98	28.50	4.09	16.75	21.75	10.48	15.43	25.90	3.36	11.26
G22	5685-2	25.89	12.67	17.58	30.25	4.34	18.80	21.85	12.98	15.43	28.40	4.13	17.05
G23	Arman	26.95	17.16	17.59	34.75	5.76	33.23	23.91	9.45	17.75	27.20	3.89	15.11
G24	Azad	26.91	16.85	16.65	33.50	5.86	34.28	24.19	12.19	18.05	30.24	4.68	21.86
G25	Hashem	30.95	21.00	19.75	40.75	7.06	49.82	22.78	10.60	15.88	26.47	4.33	18.74
LSD +/-		3.20						3.00					
LSD(SE)		1.62						1.52					

کمترین عملکرد دانه را داشت. ژنوتیپ ۵۱۷۱ با میانگین ۷۲/۴۸ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد دانه را داشت و اختلاف آن با تمام ارقام و ژنوتیپ‌ها از نظر آماری معنی‌دار بود ($P \leq 0.01$). پس از آن ژنوتیپ‌های ۵۶۵۴، ۵۵۵۱، ۵۲۹۶ و ۵۶۱۸ قرار داشتند که اگر چه عملکرد دانه آن‌ها از ارقام آزاد و آرمان بیشتر بود اما اختلاف بین آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۵). به جز ژنوتیپ ۵۵۵۱، ژنوتیپ‌های ۵۱۷۱، ۵۶۵۴، ۵۲۹۶ و ۵۶۱۸ در

کمترین عملکرد دانه را داشت. ژنوتیپ ۵۱۷۱ با میانگین ۷۲/۴۸ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد دانه را داشت و اختلاف آن با تمام ارقام و ژنوتیپ‌ها از نظر آماری معنی‌دار بود ($P \leq 0.01$). پس از آن ژنوتیپ‌های ۵۶۵۴، ۵۵۵۱، ۵۲۹۶ و ۵۶۱۸ قرار داشتند که اگر چه عملکرد دانه آن‌ها از ارقام آزاد و آرمان بیشتر بود اما اختلاف بین آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۵). به جز ژنوتیپ ۵۵۵۱، ژنوتیپ‌های ۵۱۷۱، ۵۶۵۴، ۵۲۹۶ و ۵۶۱۸ در

جدول ۵- پارامترهای آمار توصیفی صفات تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت و عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های نخود در محیط‌های مختلف و ضریب تنوع تعلق گرفته به هر ژنوتیپ

Table 5. Statistical parameter of pod number per plant, harvest index and seed yield of chickpea genotypes in different environments and coefficient of variance (CVi) assigned to each genotype

شماره ژنوتیپ Genotype No.	کد ژنوتیپ Genotype code	تعداد غلاف در بوته pod number per plant					درصد شاخص برداشت Harvest index (%)					عملکرد دانه Seed yield (gm ⁻²)					ضریب تنوع CVi
		میانگین	دامنه	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	میانگین	دامنه	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	میانگین	دامنه	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	
		Mean	Range	Min.	Max.	Standard deviation	Mean	Range	Min.	Max.	Standard deviation	Mean	Range	Min.	Max.	Standard deviation	
G1	5171	21.08	21.44	10.56	32.00	8.02	39.09	38.90	21.73	60.63	16.68	72.5	94.3	33.7	128.0	31.52	40.7
G2	5296	20.55	27.50	8.75	36.25	10.37	43.36	32.80	29.25	62.05	15.47	65.1	74.9	31.1	106.0	24.93	35.8
G3	5551	23.94	33.08	13.18	46.25	11.45	39.36	44.92	15.11	60.03	20.07	67.7	112.1	26.6	138.7	32.09	44.3
G4	5618	22.14	51.33	6.68	58.00	16.33	40.86	54.90	14.70	69.60	21.84	64.5	73.4	29.9	103.2	25.12	36.4
G5	5654	23.53	45.25	6.75	52.00	15.93	44.24	60.10	12.50	72.60	25.58	68.8	75.7	44.3	120.0	26.41	35.9
G6	5664	19.95	38.33	9.68	48.00	12.66	37.07	55.25	10.43	65.68	23.63	58.1	63.0	33.0	96.0	21.56	34.7
G7	5671	19.30	48.75	4.50	53.25	15.03	29.03	37.40	9.86	47.25	16.22	51.9	53.0	30.2	83.1	17.78	32.1
G8	5686	21.50	30.05	5.70	35.75	9.68	37.07	41.69	13.76	55.45	18.88	50.7	91.4	23.4	114.8	29.26	54.0
G9	5767	20.82	22.75	7.50	30.25	7.81	38.07	51.72	13.46	65.18	20.72	51.1	104.4	21.6	126.0	35.27	64.6
G10	5843	21.50	41.28	8.63	49.90	13.54	40.01	29.93	24.32	54.25	14.91	58.7	46.1	31.9	78.0	14.63	23.3
G11	5940	20.85	38.00	9.58	47.58	12.38	38.77	49.75	16.28	66.03	19.52	61.5	71.5	31.8	103.3	23.37	35.6
G12	5941	19.44	35.25	10.25	45.50	12.11	37.22	48.16	11.77	59.93	20.86	58.5	69.3	24.4	93.7	23.44	37.5
G13	5995	20.89	27.95	10.30	38.25	10.35	34.32	42.38	8.85	51.23	20.50	62.1	56.1	39.9	96.0	22.89	34.5
G14	6001	21.03	35.83	6.43	42.25	11.02	37.72	43.76	16.91	60.68	18.88	55.8	88.6	26.6	115.2	26.34	44.2
G15	6066	22.57	40.60	7.40	48.00	13.65	33.03	50.95	8.98	59.93	21.30	53.5	62.0	29.6	91.6	21.72	38.0
G16	6084	18.55	40.88	8.13	49.00	14.18	35.03	47.92	11.36	59.28	19.75	56.0	119.9	16.7	136.6	35.19	58.8
G17	6324	21.47	54.08	4.93	59.00	17.40	35.60	50.69	12.74	63.43	20.09	54.5	98.6	31.4	130.0	33.83	58.1
G18	6325	19.81	27.25	8.50	35.75	7.96	43.49	52.29	17.31	69.60	21.50	60.1	84.4	33.1	117.5	26.58	41.3
G19	6364	19.41	23.75	9.50	33.25	10.04	37.09	54.68	10.22	64.90	22.26	60.0	86.5	28.3	114.8	26.00	40.5
G20	6368	16.88	34.00	7.00	41.00	10.83	39.42	49.06	15.99	65.05	20.48	58.5	74.6	31.4	106.0	26.28	42.0
G21	5685-1	18.15	14.25	7.00	21.25	5.73	29.45	42.77	9.38	52.15	18.18	61.5	92.5	29.9	122.4	34.94	53.1
G22	5685-2	15.36	27.25	11.00	38.25	10.01	30.82	52.60	9.22	61.83	20.65	52.3	41.3	33.5	74.8	16.93	30.3
G23	Arman	16.42	23.45	5.80	29.25	7.38	36.73	53.43	11.27	64.70	22.27	60.1	95.3	34.7	130.0	32.56	50.6
G24	Azad	19.30	30.00	6.50	36.50	10.66	34.32	50.97	5.86	56.83	22.55	56.8	89.7	25.5	115.1	29.97	49.3
G25	Hashem	18.85	30.68	6.58	37.25	10.80	38.24	66.34	9.89	76.23	26.03	51.8	92.5	22.5	115.0	29.04	52.4
LSD +/-		5.98					6.70					15.28					
LSD(SE)		3.04					3.40					7.78					

بهترین عملکرد را داشتند. یعنی این ژنوتیپ‌ها دارای سازگاری خصوصی به محیط‌های ذکر شده هستند. ژنوتیپ‌های ۱-۵۶۸۵ و ۶۰۰۱ (G21 و G14) در هیچ یک از محیط‌ها ژنوتیپ‌های خوبی نبودند (شکل ۱A). رقم ایده‌آل باید به گستره وسیعی از محیط‌ها سازگاری و متوسط عملکرد بالا و واریانس پایینی در میان محیط‌های مختلف داشته باشد (Kanouni *et al.*, 2015).

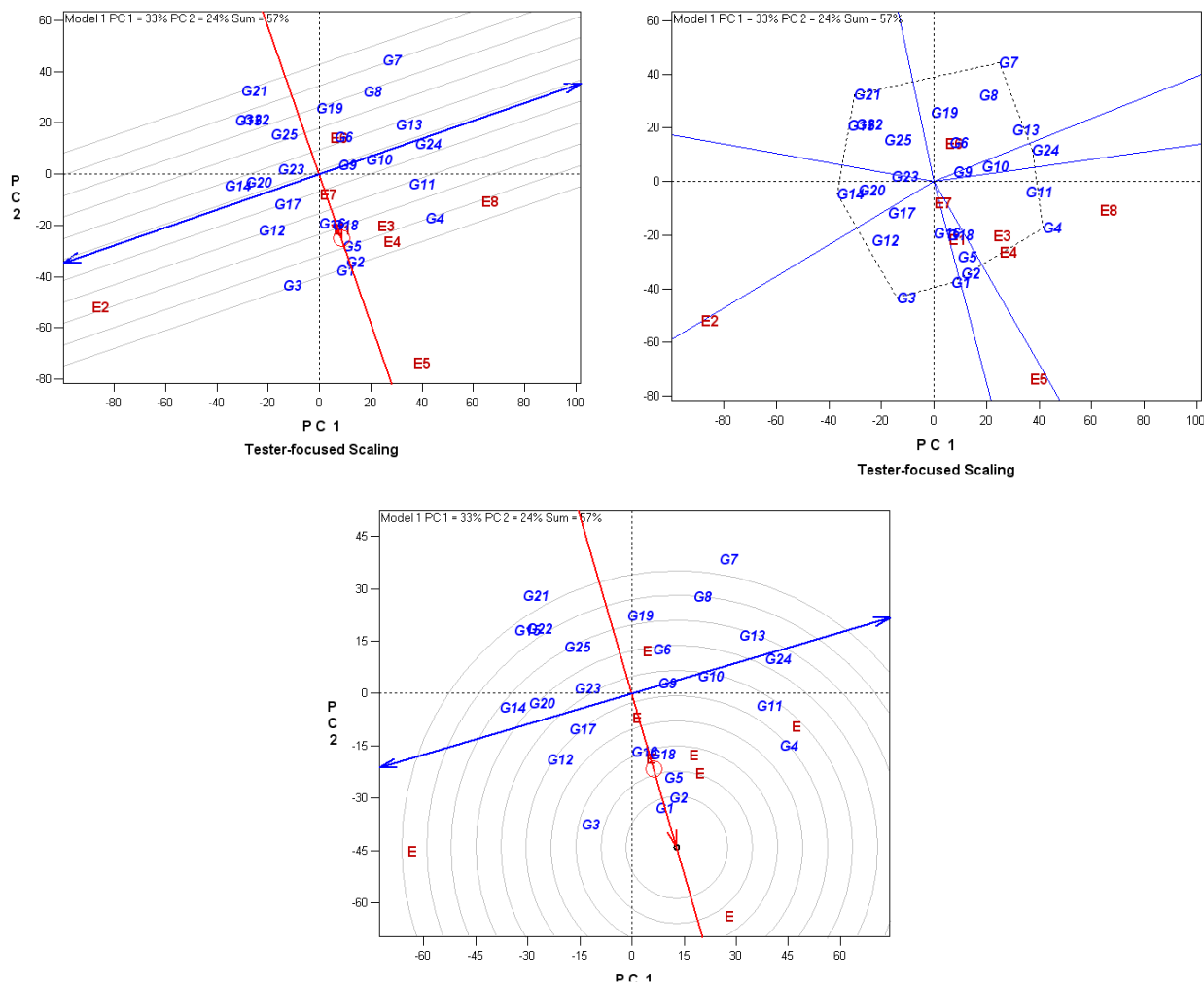
استفاده از این مدل برای تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌ها در آزمایش‌های چند محیطی در گیاهان مختلف از جمله ذرت (Shiri and Bahrapour, 2015)، نخود (Sabaghpour *et al.*, 2010)، و گندم (Farshafar *et al.*, 2013) و گندم (Mohammadi *et al.*, 2011) مورد استفاده قرار گرفته است.

بررسی همزمان پایداری و عملکرد، با استفاده از نمودار محور پایداری (شکل ۱A) نشان داد ژنوتیپ‌های ۵۶۱۸ (G4) و ۵۹۴۰ (G11) دارای عملکرد دانه بالاتر از متوسط کل هستند، اما پایداری کمتری دارند. ژنوتیپ‌های ۵۱۷۱ (G1)، ۵۲۹۶ (G2)، ۵۶۵۴ (G5)، ۶۰۸۴ (G16) و ۶۳۲۵ (G18) دارای عملکرد دانه برابر با متوسط کل بوده اما پایداری بیشتری از سایر ژنوتیپ‌ها دارند (شکل ۲B).

رسم نمودار ژنوتیپ ایده‌آل، به منظور تعیین گرافیکی فاصله بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با

دسته ژنوتیپ‌های با ضریب تنوع پایین بودند (جدول ۵) و از ایمن رو با داشتن عملکرد بالا و ضریب تنوع پایین در دسته برترین ژنوتیپ‌ها قرار گرفتند (Francis and Kanenberg, 1978).

برای تعیین پایدارترین ژنوتیپ از روش GGE بای‌پلات استفاده شد، در این روش از منابع تغییرات ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط استفاده می‌شود تا بتوان نتایج قابل اعتمادی را به دست آورد (Yan *et al.*, 2001). ترسیم نمودار چند ضلعی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط با روش GGE بای‌پلات برای توصیف بهتر اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در بیشتر از یک بعد و برای دستیابی به تفسیر بهتر از عکس‌العمل ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در هشت محیط مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. در این شکل ژنوتیپ‌هایی که حداکثر فاصله را از مبدأ بای‌پلات دارند، توسط خطوط مستقیمی به یک‌دیگر وصل شده و یک چند ضلعی حاصل می‌شود، سپس از مبدأ مختصات، خطوطی عمود بر اضلاع این چند ضلعی رسم شده و محیط‌های بزرگ مشخص می‌شوند. ژنوتیپ‌های واقع در راس چند ضلعی هر محیط، ژنوتیپ‌های برتر آن محیط هستند. بر این اساس ژنوتیپ ۵۶۱۸ (G4) در محیط‌های ۳، ۴ (سال زراعی ۹۱-۹۰ در کردستان و آذربایجان غربی) و ۸ (سال زراعی ۹۲-۹۱ در آذربایجان غربی) و ژنوتیپ ۵۶۷۱ (G7) در محیط ۶ (سال زراعی ۹۲-۹۱ در کردستان)



شکل ۱- گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها (A)، ارزیابی همزمان عملکرد دانه و پایداری ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف (B) و مقایسه ژنوتیپ‌های نخود با ژنوتیپ ایده‌آل فرضی بر اساس عملکرد دانه و پایداری در محیط‌های مختلف (C) با روش GGE بای‌پلات

Fig. 1. Biplot display of chickpea genotypes scoring in different environments (A), simultaneous view of seed yield means and stability of genotypes (B) and comparison of genotypes with the ideal genotype (C)

ژنوتیپ‌های (G1) ۵۱۷۱، (G2) ۵۲۹۶، (G5) ۵۶۵۴، (G16) ۶۰۸۴ و (G18) ۶۳۲۵ را مشخص کرد که کمترین فاصله را از ژنوتیپ ایده‌آل فرضی داشته و بنابراین برترین ژنوتیپ‌ها بودند. ژنوتیپ‌های (G7) ۵۶۷۱ و (G21) ۵۶۸۵-۱ که بیشترین فاصله را از این ژنوتیپ فرضی داشتند و به عنوان نامناسب‌ترین

ژنوتیپ ایده‌آل فرضی که پایدارترین و پرمحصول‌ترین ژنوتیپ محسوب شده و بر اساس بیشترین طول روی بردار میانگین ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و دارای حداقل نقش در اثر متقابل ژنوتیپ × محیط تعریف و به صورت یک دایره کوچک روی محور میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها نشان داده شده است،

ژنوتیپ‌های ۵۱۷۱، ۵۲۹۶، ۵۵۵۱، ۵۶۱۸ و ۵۶۵۴ به دلیل داشتن شاخص برداشت بالا، ژنوتیپ‌های ۵۶۱۸، ۵۶۷۱، ۲-۵۶۸۵، ۶۳۶۸، ۱-۵۶۸۵ و ۵۶۶۴ به دلیل داشتن وزن صد دانه مناسب و ژنوتیپ ۵۶۷۱ به دلیل داشتن ارتفاع مناسب قابل معرفی به بخش‌های به‌نژادی برای قرار گرفتن در پروژه‌های پیش‌اصلاحی و اصلاحی خواهند بود. امید می‌رود با توجه به پدیده تغییر اقلیم به عنوان اصلی‌ترین چالش پیش رو و اهمیت منابع ژنتیکی بومی به عنوان یکی از مناسب‌ترین روش‌های مقابله با این پدیده محققین توجه بیشتری به این منابع ارزشمند کرده و از آن‌ها به شیوه‌ای مناسب بهره‌برداری کنند.

ژنوتیپ‌ها در این آزمایش شناخته شدند (شکل ۱C).

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق مشخص شد که مواد ژنتیکی بومی منابع ارزشمندی هستند که استفاده از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی راهکاری مناسب برای مقابله با اثر سوء تغییر اقلیم به شمار می‌رود، از این رو لازم است توجه بیشتری به این میراث طبیعی و ملی شده و از ظرفیت‌های بالقوه آن‌ها برای دستیابی به کشاورزی پایدار بهره‌گیری کرد.

نتایج این تحقیق نشان داد که ژنوتیپ‌های ۵۱۷۱، ۵۲۹۶، ۵۶۵۴، ۶۰۸۴ و ۶۳۲۵ به دلیل داشتن عملکرد بالاتر و پایدارتر و داشتن سازگاری عمومی‌تر قابل توصیه برای توسعه کشت در مناطق دیم هستند. علاوه بر این

References

- Anonymous. 2010.** The Second Report on the State of the Worlds Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome, Italy. 370 pp.
- Anonymous. 2011.** Agricultural Stastics, Crops. Agricultural Center of Scientific Information and Documentation, Ministry of Jihad -e- Agriculture, Tehran, Iran. 156 pp. (in Persian).
- Arshad, M., Bakhsh, A., Haqqani A. M., and Bashir, M. 2003.** Genotype-environment interaction for grain yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) . Pakistan Journal of Botany 35: 181-186.
- Bakhsh, A., Akhtar, L. H., Malik, S. R., Masood, A., Iqbal, Sh. M., and Qurashi, R. 2011.** Grain yield stability in chickpea (*Cicer arietinum* L.) across environments. Pakistan Journal of Botany 43: 2947-2951.

- Farshadfar, E., Rashidi, M., Jowkar, M. M., and Zali, H. 2013.** GGE biplot analysis of genotype \times environment interaction in chickpea genotypes. *European Journal of Experimental Biology* 3(1): 417-423.
- Farshadfar, E., Zali, H., and Mohammadi, R. 2011.** Evaluation of phenotypic stability in chickpea genotypes using GGE-Biplot. *Annals of Biological Research* 2: 282-292.
- Francis, T. R., and Kannenberg, L. W. 1978.** Yield stability studies in short-season maize, a descriptive method for grouping genotypes. *Canadian Journal of Plant Science* 58: 1029-1034.
- Hamayoon, R., Khan, H., Naz, S. L., Munir, I., Arif, M., Khalil, I. A., and Khan A. Z. 2011.** Performance of chickpea genotypes under two different environmental conditions. *African Journal of Biotechnology* 10: 1534-1544.
- Imtiaz, M., Malhotra, R. S., Singh, M., and Arslan, S. 2013.** Identifying high yielding, stable chickpea genotypes for spring sowing: specific adaptation to location and sowing seasons in the mediterranean region. *Crop Science* 53: 1472-1480.
- Kang, M. S. 1988.** A rank-sum method for selecting high-yielding, stable corn genotypes. *Cereal Research Communication* 16: 113-115.
- Kanouni, H., Farayedi, Y., Saeid, A., and Sabaghpour, S. H. 2015.** Stability analyses for seed yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in the Western Cold Zone of Iran. *Journal of Agricultural Science* 7(5): 219-230.
- Mohammadi, R., Sadeghzadeh, D., Armion, M., and Ahmadi, M. M. 2011.** Analysis of stability and adaptability of grain yield in durum wheat geneotypes. *Agronomy Journal (Pajouhesh va Sazandegi)* 91: 70-78 (in Persian).
- Pouresmael, M., Akbari, M., Vaezi, Sh., and Shahmoradi, Sh. 2009.** Effects of drought stress gradient on agronomic traits in Kabuli chickpea core collection. *Iranian Journal of Crop Sciences* 11(4): 307-324 (in Persian).
- Pouresmael, M., Khavari-Nejad, R. A., Mozafari, J., Najafi, F., and Moradi, F. 2012.** Identification of drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces. *The Crop Breeding* 2(2): 101-110.
- Rezaeyan Zadeh, E., Parsa, M., Ganjali, A., and Nezami, A. 2011.** Responses of yield and yield components of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) to

- supplemental irrigation in different phenology stages. *Journal of Water and Soil* 25(5): 1080-1090 (in Persian).
- Sabaghpour, S. H., Mahmodi, A. A., Saeed, A., Kamel, M., and Malhotra, R. S. 2006.** Study on chickpea drought tolerant lines under dryland condition of Iran. *Indian Journal of Crop Science* 1: 70-73.
- Sabaghpour, S. H., Pezeshkpour, P., Sarparast, R., Saeed, A., Safikhani, M., Hashembeigi, A. I., and Karami, I. 2010.** Study of seed yield stability in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in autumn planting in dryland conditions. *Seed and Plant Improvement Journal* 26-1 (2): 173-191(in Persian).
- Seyedi, F., and Armion, M. 2008.** Evaluation of chickpea genotypes in rainfed condition. *Proceedings of the 10th Iranian Crop Sciences Congress, Tehran, Iran.* (in Persian).
- Shiri, M. R., and Bahrampour, T. 2015.** Genotype \times environment interaction analysis using GGE biplot in grain maize (*Zea mays* L.) hybrids under different irrigation conditions. *Cereal Research* 5(1): 83-94(in Persian).
- Yadav, S. S., Verma, A. K., Rizvi, A. H., Singh, D., Kumar, J., and Andrews, M. 2010.** Impact of genotype \times environment interactions on the relative performance of diverse groups of chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties. *Archive of Agronomy and Soil Science* 56: 49-64.
- Yaghotipoor, A., and Farshadfar, E. 2007.** Non-parametric estimation and component analysis of phenotypic stability in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistan Journal of Biological Science* 10: 2446-2453.
- Yan, W. 2001.** GGE biplot-a windows application for graphical analysis of multienvironment trial data and other types of two-way data. *Agronomy Journal* 93:1111-1118.
- Yan, W., Cornelius, P. L., Crossa, J., and Hunt, L. A. 2001.** Two types of GGE biplots for analyzing multi-environment trial data. *Crop Science* 41: 656-663.