نشریه علمی زراعت و اصلاح نباتات ایران
جلد ۱۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، صفحات ۴۳-۲۹

ISSN NO: 2008-8485

پایداری عملکرد دانه ژنو تیپ‌های امیدبخش نخود درکشت پائیزه با استفاده از روش GGE biplot

Yield Stability of Chickpea Promising Genotypes in Autumn Planting of Using GGE biplot Method

پیام پزشکپور[1*]، رحمت اله کریمی زاده[2]، امیر میرزیی[3] و محمد برزعلی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۵

چکیده

هدف از انجام این تحقیق شناسایی ژنوتیپ های پر محصول و پایدار نخود در شرایط متفاوت محیطی بود. در این آزمایش ۱۸ ژنوتیپ نخود در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در چهار ایستگاه تحقیقات کشاورزی شامل لرستان، ایلام، گچساران و گنبد به مدت دو سال زراعی (۱۳۹۳-۹۵) در شرایط دیم مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه به ترتیب در محیط‌های خرم‌آباد سال دوم (۲۹۱۱/۵ کیلوگرم در هکتار) و ایلام سال اول (۷۴۲/۹ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. از بین ژنوتیپ‌های نخود مورد بررسی، بیشترین و کمترین میانگین عملکرد دانه به ترتیب به ژنو تیپ‌های G2 (۱۵۰۹/۴۷ کیلوگرم در هکتار) و G13 (۱۲۶۶/۳ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت. سهم محیط، ژنو تیپ و اثر متقابل آن‌ها در تغییرات عملکرد دانه به ترتیب ۸۷/۷، ۰/۶۵ و ۱۱/۶۴ درصد بود. اثر متقابل ژنو تیپ و محیط با استفاده از مدل بای پلات تفکیک شد و طبق تجزیه مقادیر منفرد، دو مؤلفه اصلی اول به ترتیب PC1=۳۶/۶ و PC2=۱۹/۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. بر اساس نمودار GGE بای پلات، ژنو تیپ های G2، G6 و G12 از عملکرد دانه و پایداری بیشتری نسبت به سایر ژنو تیپ ها برخوردار بودند. ژنو تیپ G2 از طرفی عملکرد دانه بالاتری داشته و از طرف دیگر پایداری عملکرد نسبتاً بالاتری نیز نشان داد و به عنوان ژنو تیپ برتر نسبت به سایر ژنو تیپ‌ها معرفی گردید.

کلمات کلیدی تجزیه پایداری، عملکرد دانه، نخود تیپ سفید و GGE بای پلات.

۱ - استادیار پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران.

۲ - استادیار پژوهش، ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گچساران، ایران.

۳ - استادیار پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران.

٤ - استادیار پژوهش ، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان ، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گلستان، ایران

*مکاتبه کننده: papezeshkpour @yahoo.com

www.iapb.ricau.ac.ir

مقدمه

نخود سومین گیاه مهم از گروه حبوبات در جهان و مهم‌ترین آن‌ها در ایران است. میزان تولید این محصول در سال ۱۳۹۶ در ایران ۲۷۱ هزار تن بوده که این مقدار حاصل سطح زیر کشتی معادل ۵۶۶ هزار هکتار است(FAO, 2017). کشاورزان نخود کار به ارقامی نیاز دارند که عملکرد بالایی داشته و این خصوصیت مطلوب را در دامنه وسیعی از شرایط محیطی و در خلال سال‌ها حفظ نمایند (زالی و همکران ،۱۳۸۶). اثر متقابل ژنو تیپ در محیط پاسخ یک واریته به تغییرات موجود در محیط است (Roozeboom *et a*l., 2008).

به‌منظور انتخاب بهترین ژنو تیپ برای محیط خاص و یا تعیین ژنو تیپ‌های پایدار در دامنه‌ای از محیط‌ها، ارقام و لاین‌های نخود در آزمایش‌های ناحیه‌ای ارزیابی‌شده و عملکرد دانه آن‌ها در سال‌ها و مناطق مختلف مورد مقایسه قرار می‌گیرد. الگوی تغییرات صفات کمی پیوسته بوده و قابل انتساب به کنترل چندژنی و عوامل محیطی هستند (Yan *et al.*, 2007). ازآنجا که بخشی از بیان ژن در قالب محیط القاء تنظیم می‌شود، آزمایش ژنو تیپ‌ها در محیط‌های مختلف می‌تواند به شناسایی ژنو تیپ‌های برتر کمک کند. اثر متقابل ژنو تیپ × محیط، ازیک‌طرف همبستگی بین اثرات ژنو تیپی و فنوتیپی و از طرف دیگر، پیشرفت گزینش ژنو تیپ‌ها را، به‌ویژه در شرایط تنش، کاهش می‌دهد (Kaya *et* al., 2006; Yan and Tinker, 2006). تجزیه پایداری مهم‌ترین روشی است که برای پی بردن به ماهیت اثر متقابل ژنو تیپ × محیط مورداستفاده قرار می‌گیرد و با توجه به نتایج آن می‌توان ارقام پایدار و سازگار را شناسایی کرد. روش‌های مختلفی برای بررسی اثر متقابل ژنو تیپ × محیط و تعیین ژنو تیپ‌های پایدار ارائه‌شده است که شامل روش‌های تک متغیره و چند متغیره پارامتری و نا پارامتری هستند (محمدی و همکاران ،۱۳۹۱) اگرچه محاسبه و استفاده از روش‌های تک متغیره پارامتری و نا پارامتری آسان است، ولی این روش‌ها نمی‌توانند ماهیت پیچیده و چندبعدی اثر متقابل را به‌خوبی تفسیر نمایند (Yan and Rajcan, 2002). برای رفع این مشکل استفاده از روش‌های چند متغیره پیشنهاد شده است. واکنش متفاوت ژنو تیپ‌ها در محیط‌های مختلف همان اثر متقابل زنوتیپ در محیط (GEI) است. برای فائق آمدن بر GEI ، آزمایش‌های معمولاً در مکان‌ها و سال‌های متعدد اجرا می‌شوند تا اطمینان حاصل شود که ژنو تیپ‌های گزینش‌شده عملکرد بالا و باثباتی در محیط‌های متفاوت دارند. داده‌های حاصل از این آزمایش‌های برای تعیین GEI به روش‌های مختلف تجزیه می‌شوند.

مدل(Genotype+Genotype×Environment Interactions; GGE) یکی از روش‌هایی است که در سال‌های اخیر برای ارزیابی بصری و تجزیه گرافیکی داده‌های آزمایش‌های چند منطقه‌ای از طریق ایجاد یک بای پلات ابداع‌شده است (Yan and Tinker, 2006). این مدل بر مبنای رسم دو مؤلفه اصلی اول (PC2, PC1) حاصل از تجزیه مقادیر منفرد داده‌های با مرکزیت محیط استوار است. مدل GGE بای پلات، به‌طور هم‌زمان عملکرد و پایداری ژنو تیپ‌ها را ارزیابی کرده، محیط‌های مطلوب برای ژنو تیپ‌های خاص را تعیین نموده و محیط‌ها

را به یک یا چند ناحیه بزرگ (Mega-Environments) دسته‌بندی می‌کند. یک محیط بزرگ به گروهی از محیط‌ها گفته می‌شود که یک یا چند ژنو تیپ در آن محیط بهترین عملکرد یا بالاترین واکنش محیطی را داشته باشند (Yan and Tinker, 2002) . روش GGE بای پلات توسط محققان متعددی در گیاهان زراعی مختلف برای تجزیه داده‌های آزمایش‌های ناحیه‌ای مفید و کاربردی تشخیص داده‌شده است(جمشیدی مقدم و پورداد ،۱۳۹۲؛ شیری و بهرامپور ،۱۳۹۴؛ زالی و همکاران، ۱۳۸۶؛ Farshadfar *et al*. 2012; Mortazavian *et al*. 2014). در خصوص بررسی اثر متقابل ژنو تیپ × محیط در نخود دیم کشور تحقیقات نسبتاً زیادی صورت گرفته است (Farshadfar *et al*., 2012; Kanouni *et al*., 2007; Zali *et al*., 2007).

پانزده ژنوتیپ نخود برای بررسی سازگاری و پایداری آنها در هشت محیط و در جنوب شرقی ترکیه مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه ، از تجزیه و تحلیل GGE biplot در ارزیابی محیط های آزمایش و ژنوتیپ ها استفاده شده است. تجزیه و تحلیل نشان داد که اثر ژنوتیپ ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط ($P<0.01$) بر عملکرد دانه معنی دار است. نمای چند ضلعی از GGE Biplot نشان داد که محیط های مورد استفاده از این مطالعه به دو محیط بزرگ تعلق دارند (Erdemci,2018). آزمایش حاضر با هدف استفاده از مدل GGE بای پلات برای ارزیابی اثر متقابل ژنو تیپ با محیط و تعیین پایداری عملکرد دانه ۱۸ ژنو تیپ نخود سفید در شرایط محیطی گرم و نیمه گرم کشور انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق طی دو سال زراعی (۹۵-۱۳۹۳) در چهار ایستگاه تحقیقات کشاورزی لرستان ،ایلام ،گچساران و گنبد به‌صورت کاشت پائیزه در شرایط دیم اجرا شد. شرایط اقلیمی محل‌های اجرای آزمایش در (جدول ۱) ارائه‌شده است. در این آزمایش ۱۷ ژنو تیپ نخود سفید همراه با رقم آزاد (به‌عنوان شاهد) (جدول ۲) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ۸ محیط (چهار ایستگاه طی دو سال) موردمطالعه قرار گرفتند. کاشت بذر با دست در نیمه اول آبان ماه هرسال انجام شد. عملیات زراعی شامل خاک‌ورزی و آماده‌سازی محل اجرای آزمایش‌ها به‌طور یکنواخت برای تمامی ایستگاه‌ها انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل چهار خط چهارمتری به فواصل ۳۰ سانتیمتر و فاصله بذور روی خطر ۷ سانتیمتر بود. برداشت محصول پس از حذف حاشیه شامل دو ردیف کناری و ۲۵ سانتیمتر از ابتدا و انتهای هر کرت، از سطحی معادل ۲/۱ مترمربع انجام شد. برای بررسی یکنواختی واریانس خطای آزمایش‌ها، آزمون بارتلت بسیار معنی دار بود (χ^2 = ۶۷/۲۳۳)، سپس با ثابت در نظر گرفتن اثر ژنو تیپ و تصادفی در نظر گرفتن اثر محیط، تجزیه واریانس مرکب صورت گرفت (جدول ۳) و در ادامه تجزیه GGE بای‌پلات بر اساس مدل زیر انجام گرفت (Yan and Tinker, 2006; Yan *et al*., 2007).

$$\gamma_{ij}-\mu-\beta_j=\lambda_1\xi_{1i}\acute{\eta}_{1j}+\lambda_2\xi_{2i}\acute{\eta}_{2j}+\varepsilon_{ij}$$

در رابطه فوق γ_{ij} میانگین ژنو تیپ i ام در محیط j ام، μ، میانگین کل، β، اثر محیط j ام، λ_1 و λ_2 مقادیر منفرد اولین و دومین مؤلفه اصلی (PC_1 و PC_2)، ξ_{1i} و ξ_{2i}

بردارهای ویژه مربوط به i امین ژنو تیپ برای PC_1 و PC_2)، η_{1j} و η_{2j} بردارهای ویژه j امین محیط برای PC_1 و PC_2 و بالاخره ε_{ij} باقیمانده یا خطای مدل هستند.تجزیه اثر متقابل ژنو تیپ × محیط با استفاده از برنامه GGEBiplot نسخه ۱۶ انجام و نمودارهای لازم رسم شدند.

جدول ۱- اطلاعات آب و هوایی و مشخصات ایستگاه‌های محل اجرای آزمایش (۹۵-۱۳۹۳)

Table1.Meteorological and geographical information of experimental locations (2014-2016)

مکان Location	طول و عرض جغرافیایی Longitude& Latitude	ارتفاع از سطح دریا Altitude (m)	سال Year	کد Code	متوسط دما Average Temperature (°C)	بارندگی Precipitation (mm)
خرم‌آباد Khoramabad	37 º 28' N 48 º 21' E	1170	2014-15	E1	13.8	326.3
			2015-16	E2	13.2	743.4
ایلام Ilam	33 º 38' N 46 º 24' E	1369	2014-15	E3	14.7	325.8
			2015-16	E4	17.7	737.8
گچساران Gachsaran	30 º 21' N 50º 48' E	722	2014-15	E5	20	351.6
			2015-16	E6	15.5	390.1
گنبد Gonbad	37 º 17' N 55º 18' E	52	2014-15	E7	15.5	279.4
			2015-16	E8	16.6	521.5

جدول ۲- نام ،مبدأ و کد ژنوتیپ‌های نخود مورد مطالعه

Table2. Name, origin and code of chickpea genotypes

نام ژنو تیپ Genotype name	کد Code	مبدأ Origin	نام ژنو تیپ Genotype name	کد Code	مبدأ Origin
FLIP03-63C	G1	ICARDA	FLIP07-21C	G10	ICARDA
FLIP03-87C	G2	ICARDA	FLIP07-31C	G11	ICARDA
FLIP05-16C	G3	ICARDA	FLIP07-32C	G12	ICARDA
FLIP03-123C	G4	ICARDA	FLIP07-91C	G13	ICARDA
FLIP03-145C	G5	ICARDA	FLIP08-12C	G14	ICARDA
FLIP01-24C	G6	ICARDA	FLIP08-23C	G15	ICARDA
FLIP05-183C	G7	ICARDA	FLIP01-52C	G16	ICARDA
FLIP05-19C	G8	ICARDA	FLIP88-85C	G17	ICARDA
FLIP05-18C	G9	ICARDA	AZAD	G18	IRAN

نتایج و بحث

میانگین عملکرد دانه ژنو تیپ‌های نخود موردبررسی در سال‌ها و مکان‌های آزمایشی در دامنه ۱۲۶۶/۳ کیلوگرم در هکتار برای ژنو تیپ‌های G13 تا ۱۵۰۹/۴کیلوگرم در هکتار برای ژنو تیپ G2 متغیر بود. و بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار، لاین G2 برتری معنی‌داری نسبت به لا ین‌های G13، G1، G3 وG4 داشت(جدول

www.iabb.kiau.ac.ir

۳). لاین G16 در E1، G7 در E2، G12 در E3، G10 در E4، G14 در E5، G9 در E6،G8 در E7 و G15 در E8 برتر از سایر ژنو تیپ‌ها بودند. بیشترین و کمترین مقدار نزولات به ترتیب در محیط‌های E2 و E7 به وقوع پیوست. محیط E7 به‌عنوان نامناسب‌ترین محیط شناسایی شد، زیرا کمترین میزان بارندگی و سردترین زمستان مربوط به ایستگاه گنبد در سال اول بود (جدول ۱). ژنو تیپ G7 با ۳۳۵۳ کیلوگرم دانه در هکتار در محیط E2 بیشترین عملکرد دانه و ژنو تیپ G14 با ۴۷۴/۲ کیلوگرم دانه در هکتار در محیط E3 کمترین عملکرد دانه را تولید کردند.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد دانه ژنوتیپ های نخود در محیط های مختلف

Table 3. combined analysis of variance for grain yield of chickpea genotypes in different environments

منابع تغییرات	Source of Variations	درجه آزادی Df.	میانگین مربعات MS
محیط	Environment(E)	7	8700260**
تکرار در محیط	Replication/(E)	17	67986.1
ژنوتیپ	Genotype(G)	17	26861.7*
ژنوتیپ در محیط	G*E	119	67986.1**
خطا	Error	143	66815.2

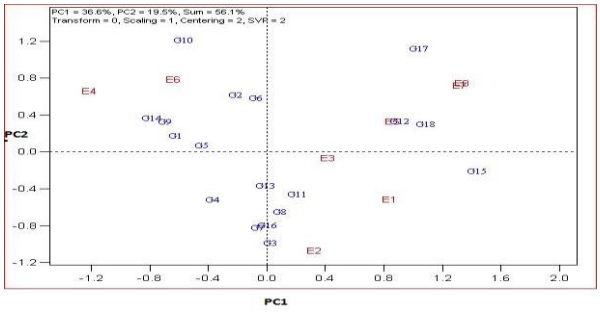
*، ** و ns: معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی دار.

*, ** and ns: Significant at 5 and 1 percent probability and not- significan

لاین‌های G7 و G10 اثر متقابل متقاطع (Cross-Over) نشان دادند، زیرا در یک محیط بیشترین و در محیط دیگر کمترین میزان عملکرد دانه را تولید کردند. از بین محیط-های آزمایشی، بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه به ترتیب در محیط‌های E2 (۲۹۱۱/۵ کیلوگرم در هکتار) و E3 (۷۴۲/۹ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد که دلالت بر تأثیر خاک، دما، نزولات و سایر شرایط محیطی بر عملکرد دانه داشت. بیشترین و کمترین ضریب تغییرات به ترتیب مربوط به گنبد در سال دوم (E8) و ایلام سال دوم (E6) بود. تجزیه واریانس مرکب داده ها برای ۴ مکان در دو سال اجرای آزمایش نشان داد که اثر ژنوتیپ ها معنی دار بود(جدول۳). معنی دار بودن اثر ژنوتیپ ها نیز نشان دهنده تفاوت ژنوتیپ ها از لحاظ عملکرد می باشد. به عبارت دیگر در مکان ها و سال های مختلف ، ژنوتیپ های مورد مطالعه عملکرد متفاوتی را نشان داده اند. با توجه به نتایج حاصل ،اثرات محیط و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید. معنی دار بودن اثر محیط نشان می دهد که محیط ها از نظر عملکرد با هم اختلاف دارند. معنی دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ و محیط نشان دهنده این است که عملکرد ژنوتیپ ها از محیطی به محیط دیگر اختلاف دارد. تجزیه واریانس ساده محیط‌ها نشان داد که به‌جز در مورد محیط‌های E1 و E2 ، در بقیه محیط‌ها ، تفاوت بین ژنو تیپ‌ها معنی‌دار بود (جداول ارائه نشده‌اند). بر اساس تجزیه واریانس مرکب، اثرات اصلی محیط، ژنو تیپ و اثرات متقابل ژنو تیپ × محیط معنی‌دار بودند . محیط به‌تنهایی ۸۷/۷ درصد مجموع مربعات کل را تبیین کرد و به دنبال آن سهم اثر متقابل ژنو تیپ × محیط و اثر ژنو تیپ به ترتیب برابر

www.japb.kiau.ac.ir

۱۱/۶۴ و ۰/۶۵ درصد بود. اثر محیط ۷/۵ برابر اثرات ژنو تیپ× محیط بود. بنابراین محیط بیشترین تغییرات را در عملکرد دانه ژنو تیپ‌های نخود ایجاد کرد. بزرگ بودن (Meharie *et al*., 2015; Mohammadi *et al*., 2012). تفکیک اثر متقابل ژنو تیپ در محیط به‌وسیله روش GGE بای پلات نشان داد که در مؤلفه اصلی اول



شکل ۱- نمودار بای پلات برای نشان دادن روابط بین ژنو تیپ‌ها و محیط‌های مختلف

Fig.1.Bi-plot diagram to show the relationships between genotypes and different environments

تجزیه بای پلات می‌تواند محیط‌های آزمایش را به چهار گروه دسته‌بندی کند. ژنو تیپ‌هایی که دارای PC_1 بیشتر از صفر باشند، به‌عنوان ژنو تیپ‌های پر محصول و آن‌هایی که نمره PC_1 آن‌ها کمتر از صفر باشد، به‌عنوان ژنو تیپ‌های کم محصول شناخته می‌شوند(Mohammad and Ahmad, 2013). بنابراین در این تحقیق ژنو تیپ‌های G2، G17،G18 ،G15 و G11 ژنو تیپ‌های پر محصول و برخی ژنو تیپ‌ها ازجمله G5،G1،G4 و G7 ژنو تیپ‌های کم محصول بودند. مقادیر مطلق PC2 نشان‌دهنده پایداری ژنو تیپی لا ین‌های آزمایشی هستند. (Kaya *et al*., 2006; Mohammadi *et al*., 2010) .در شکل (۱) پراکنش ژنو تیپ‌ها و محیط‌های موردبررسی بر اساس دو مؤلفه اصلی ترسیم‌شده است. در این شکل ژنو تیپ‌ها و محیط‌هایی که ازنظر مؤلفه اول مقادیر بالاتری نشان داده‌اند مقادیر عملکردی بالاتری نیز

اثر محیط توسط تعداد زیادی از محققان در نخود و سایر گیاهان زراعی گزارش‌شده است. (Farshadfar *et al*., 2012; Shiri and Bahrampour, 2015, PC_1 و PC_2) به ترتیب ۳۶/۶ و ۱۹/۵ درصد و درمجموع ۵۶/۱ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل GE را توجیه کردند (شکل ۱).

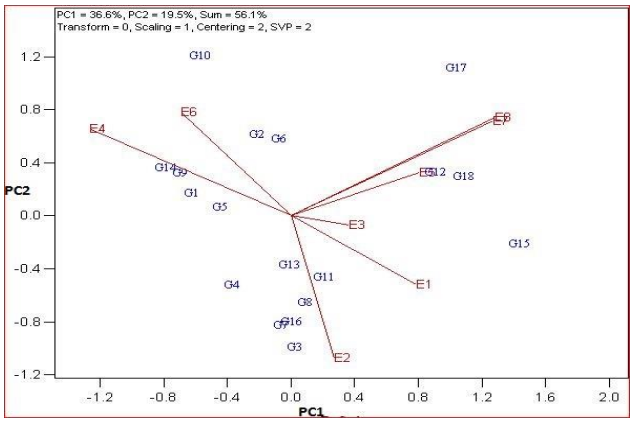
خواهند داشت. در این آزمایش ژنو تیپ‌های G17 ، G18،G15 وG2 بیشترین میزان پایداری را نسبت به سایر ژنو تیپ‌ها داشتند. شکل ۲ میزان همبستگی بین محیط‌های موردبررسی را نشان می‌دهد. در این شکل محیط‌هایی که دارای زاویه کمتری می‌باشند همبستگی بالاتری باهم دارند. به‌طوری‌که ملاحظه می‌گردد، محیط‌های E5، E7 و E8 باهم همبستگی بالایی دارند، همچنین محیط‌های E1 ،E2و E3 باهم همبستگی بالایی نشان دادند. که بدین مفهوم است که ممکنه محیط‌های همبسته ازنظر شرایط آب و هوایی مشابهت بیشتری باهم داشته باشند.

جدول۱- حداقل ،حداکثر،دامنه و میانگین عملکرد دانه ۱۸ ژنو تیپ نخود مورد ارزیابی در هشت محیط

Table 1. The minimum, maximum, range and mean grain yield of 18 chickpea genotypes were evaluated in eight environments

ژنو تیپ Genotype	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Mean ($kg.ha^{-1}$)	max	min	range
G1	1734	2542	799.2	1645	843	1237	890	866.8	1319.8	2687.5	541	2146.5
G2	1743	3090	555.8	2067	914	1355	1186	1165	1509.4	3562.5	520	2146.5
G3	1806	3139	814.2	1183	859.3	850	913.7	952.1	1314.6	3916.6	472.5	3042.5
G4	1715	2947	877..5	1691	737	881.4	915	966.3	1341.2	2979.1	568.28	134.2
G5	1792	2875	731.7	1873	971.7	1236	895.7	980.5	1419.4	3354.1	530	2824.1
G6	1528	2924	763.3	1826	1014	1117	1179	1123	1434.2	3583.3	422.5	3160.8
G7	1785	3354	625.8	1140	950.7	1089	911.7	980.5	1354.5	3625	559.4	3065.5
G8	1729	3104	1015	1083	1013	1039	965	909.4	1357.1	3479.1	414	3065.17
G9	1500	2958	714.2	1863	793	1283	961.3	1009	1385.1	3541.6	414	3127.6
G10	1653	2250	863.3	2375	615	1205	1108	1165	1404.2	3541.6	470	3071.6
G11	1832	3118	543.3	1539	859	818.2	1125	1108	1367.8	3708.3	757	2951.3
G12	1632	3146	894.2	863.3	1253	1133	1268	1322	1438.9	2979.1	565	2414.1
G13	1545	2799	763.5	1400	1000	665.9	986.7	966.3	1266.3	3416.6	412.5	3004.1
G14	1611	2792	474.2	2371	1198	1117	840	895.2	1412.3	3216.6	877.2	2339.3
G15	2007	3121	769.0	753.3	1104	841.6	1358	1435	1423.6	3354.1	388	2966.1
G16	2090	3035	666.8	1498	727.7	995.9	961	1009	1372.9	3125	524	2601
G17	1847	2271	635.0	1109	1281	942	1351	1407	1355.3	3729.1	622	3107.1
G18	1897	2965	866.7	1083	948.7	1001	1401	1421	1447.9	2687.5	541	2146.5
Total mean ($kg.ha^{-1}$)	1747	2911	742.9	1520	949	1045	1068	1093	1384.4	3562.5	520	2146.5

www.iapb.kiau.ac.ir

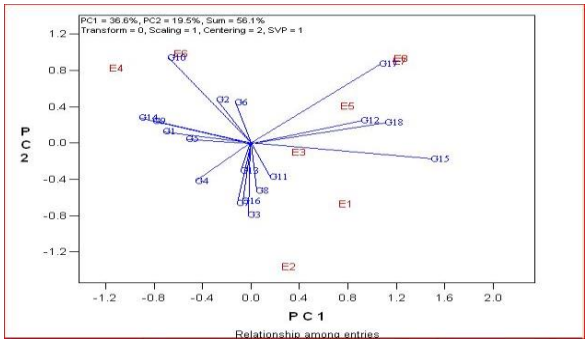


شکل۲- – نمودار دو بعدی مختصات با ی پلات برای بررسی میزان همبستگی بین محیط ها

Fig.2. Two-dimensional diagram of biplot coordinates to examine the correlation between environments

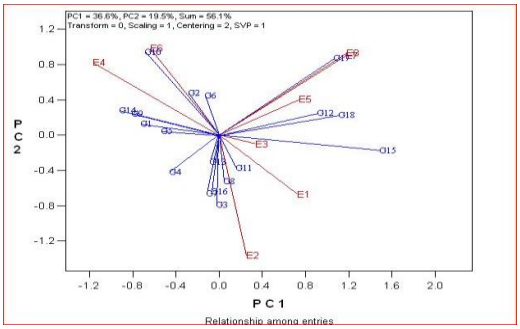
GGE بای پلات الگوی محیط‌ها را برآورد نموده است. برای به تصویر کشیدن رابط بین محیط‌ها، هر کدام از محیط‌ها با استفاده از یک خط به مرکز بای پلات وصل می‌گردد که بردارهای محیطی خوانده می‌شوند. کسینوس زاویه بین بردار و محیط برای تقریب رابطه بین آن‌ها به کار می‌رود و زاویه کمتر از ۹۰ درجه بین بردارهای محیطی، نشان دهنده همبستگی مثبت بین محیط‌های آزمایشی است (Yan and Tinker, 2006). بنابراین محیط‌های E5، E7 وE8 از یک طرف و محیط های E6 و E4 از طرف دیگر، مشابهت زیادی با هم داشتند، اما بیشترین همبستگی مثبت بین محیط‌های E7،E5 و E8 وجود داشت و وجود همبستگی منفی بین محیط‌هایی مانند E4 و E1 و با توجه به زاویه بیش از ۹۰ درجه بین بردارهای آن‌ها، قابل تشخیص است (شکل ۲). بردار محیط E2 با بردار محیط E5 زاویه حدود ۹۰ درجه داشته که نشان دهنده عدم وجود همبستگی یا عدم وجود شباهت بین محیط E2 با محیط‌های و E5 است. گدیف و یگزاو (Gedif and Yigzaw, 2014)، محمد و احمد (Mohamed and Ahmad, 2013) ویان و راجکان (Yan and Rajcan, 2002)گزارش کردند که وجود رابطه نزدیک بین محیط‌های آزمایشی نشان دهند. اطلاعات مشابه درباره محیط‌ها است، به طوری که درصورت اجرای آزمایشات مشابه، می‌توان برای کاهش هزینه‌ها از تکرار آزمایش در محیط‌های مشابه جلوگیری کرد. طول بردارهای محیطی، برآوردی از انحراف معیار درون هر محیط بوده و در واقع معیاری از قدرت تمایز محیط‌های آزمایشی است (Yan *et al.*, 2007). بر همین اساس، در این تحقیق محیط‌های E8،E7 وE4 طویل‌ترین بردار و بیشترین قابلیت تمایز را در بین محیط‌های آزمایشی داشتند.

به دنبال این سه محیط، محیط‌های E6، E2 و E1 به ترتیب متمایزکننده‌ترین محیط‌ها بودند و محیط E3 از کمترین قدرت تمایز برخوردار بود. محیط‌های E5 و E1 طول بردار نسبتاً برابری داشته و به‌عبارت‌دیگر توانایی تمایز مشابهی داشتند. محیط‌های دارای این خصوصیات همبستگی مثبتی با یکدیگر داشتند. شکل ۳ همبستگی بین ژنو تیپ‌ها را نشان می‌دهد. و ژنو تیپ‌هایی که در محیط‌های مختلف واکنش یکسانی داشتند، همبستگی بالایی نشان خواهند داد. در این شکل (۳) ژنو تیپ‌های G12 و G18 نسبت به سایر ژنو تیپ‌ها همبستگی بالایی نشان داده‌اند.



شکل۳- – نمودار دوبعدی مختصات بای پلات برای بررسی میزان همبستگی بین ژنو تیپ‌ها

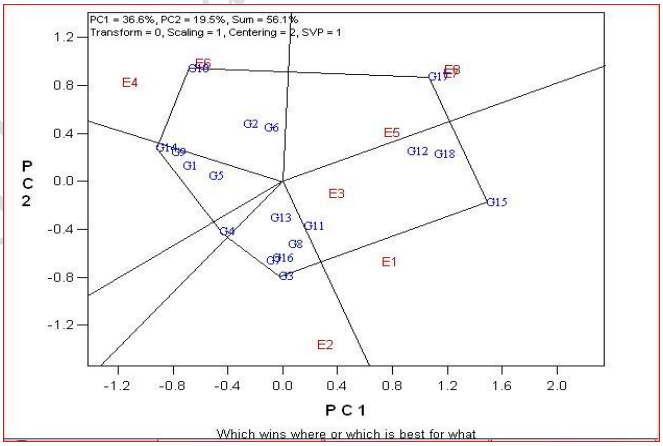
Fig.3. Two-dimensional diagram of Bi-Plot coordinate to determine the correlation between genotypes



شکل٤- – نمودار دوبعدی مختصات بای پلات برای بررسی میزان همبستگی بین ژنو تیپ ها و محیط ها

Fig.4.Two-dimensional diagram of Bi-Plot coordinate to determine the correlation between genotypes and environmentS

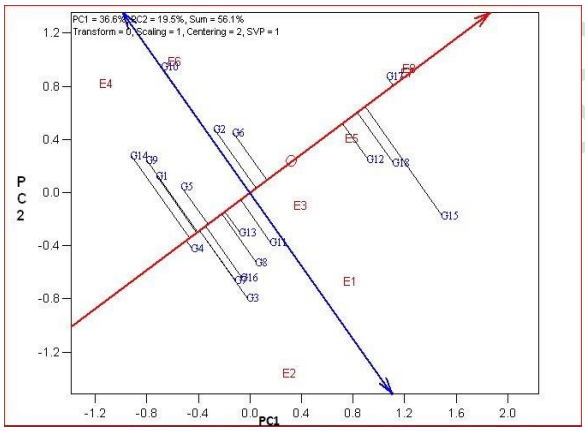
شکل ۴ همبستگی بین ژنوتیپ ها و محیط ها را نشان می دهد . این شکل میزان شباهت و تفاوت بین ارقام و محیط ها را نشان می دهد .با توجه به اینکه طول بردار بیشتر نشان دهنده نقش بیشتر آن ژنوتیپ در توجیه تنوع کل می باشد، لذا بیشترین تنوع توجیه شده توسط بای پلات ناشی از ژنوتیپ های G15، G16 ، G14 و G18 می باشد. بنابر این در این ژنوتیپ ها تنوع بیشتری وجود دارد(شکل ۴).و در محیط های E7 و E8 ژنوتیپG17 و در محیطE6 ژنوتیپ G10 بیشترین عملکرد را دارند(شکل ۴). شکل ۵ محیط‌های بزرگ و ژنو تیپ‌های برتر را شناسایی می‌کند. در این شکل ژنو تیپ‌هایی که حداکثر فاصله را از مبدأ دارند به یکدیگر وصل می‌شوند تا چندشکلی مطابق شکل ۵ ظاهر شود. در شکل ۵ نمایش چندضلعی برای آزمایش حاضر شامل ۱۸ ژنو تیپ نخود در ۸ محیط نشان داده‌شده است.



شکل ۵- نمودار بای پلات بر اساس الگوی کدام- برتر- کجا برای شناسایی محیط‌های بزرگ و ژنو تیپ‌های برتر

Fig.5.Biplot diagram based on which won were /what to identify large environments and superior genotypes

در این شکل، ژنو تیپ‌های G3، G15، G17 ، G4، G10 و G14 که رئوس چندضلعی را تشکیل دادند، بیشترین فاصله را از مرکز بای پلات داشتند و بهترین یا ضعیف‌ترین ژنو تیپ‌ها در محیط‌های مربوط به خود بودند. بقیه ژنو تیپ‌ها در داخل چندضلعی قرار گرفتند. خطوطی که از مبدأ مختصات عمود بر اضلاع چندضلعی رسم شده‌اند، گروه‌های محیطی و یا محیط‌های کلان را مشخص می‌کنند.با توجه به شکل (۵) ژنو تیپ های G12، G15 و G18 در محیط‌های E1 ، E3و E5، ژنو تیپ G17 در محیط های E7وE8 ، ژنو تیپ‌های G6 ، G10و G2 در محیط‌های E4 و E6 مقادیر عملکردی دانه بالاتری نشان داده‌اند و ژنو تیپ G4 در هیچ‌یک از محیط‌ها عملکرد خوبی نداشته و با توجه به اینکه ازنظر مؤلفه اول مقادیر کمتری دارد، بنابراین نشان می‌دهد که میانگین عملکردی پائین تری نسبت به سایر ژنو تیپ‌ها دارد (شکل ۵).و ژنو تیپ‌های موجود در هر بخش شباهت زیادی با یکدیگر خواهند داشت. بعضی از ژنو تیپ‌ها مانند G13 و G11 که در نزدیکی مرکز بای پلات قرار داشتند، دارای عملکرد متوسط و سازگاری عمومی در تمام محیط‌های آزمایشی بودند.در شکل ۶ بررسی پایداری و عملکرد ژنو تیپ‌ها بررسی‌شده است. در این شکل خط افقی (قرمز) نشان‌دهنده میانگین محیط‌ها و خط عمودی (آبی) نشان‌دهنده میانگین عملکرد ژنو تیپ‌ها است (Yan and Tinker, 2006). محیط‌هایی که در قسمت پایین خط افقی قرارگرفته‌اند، میانگین عملکرد بالاتری از میانگین کل داشته و محیط‌هایی که در قسمت بالای این خط قرارگرفته، میانگین عملکردی دانه پایین‌تری داشته‌اند.

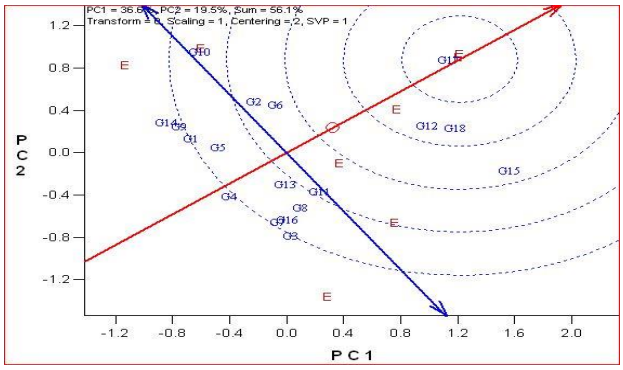


شکل ٦- گزینش هم‌زمان برای عملکرد دانه و پایداری ژنو تیپ‌های نخود در محیط‌های مختلف

Fig.6. Simultaneous selection for seed yield and stability of chickpea genotypes in different environments

در شکل ۶ به‌طوری‌که ملاحظه می‌گردد محیط‌های E1، E2 که در قسمت پایین قرار داشته، میانگین عملکردی دانه بالاتری نشان دادند و محیط E4 که در قسمت بالای خط افقی قرار دارند، مقادیر عملکردی دانه پائین تری نشان دادند. در رابطه با عملکرد دانه ژنو تیپ‌ها نیز ژنو تیپ‌هایی که در سمت راست‌خط عمودی (G2،

G15، G6 ، G12،G18و G17) قرارگرفته‌اند، عملکرد دانه بالاتر از میانگین و ژنو تیپ‌هایی که در سمت چپ خط عموم (G14،G1 ،G4،G9 و G3) قرارگرفته‌اند، میانگین عملکرد دانه پائین تری داشتند.ژنو تیپ‌هایی که به محور افقی نزدیک‌تر بودند مانند ژنو تیپ‌های G17 و G12 ،G2 و G6 ژنو تیپ‌های پایدار بودند و ژنو تیپ‌های که فاصله بیشتری از محور افقی داشته‌اند (مانند ژنو تیپ های G15، G14 و G3) ژنو تیپ ناپایدار شناخته شد.کاربرد دیگر GGE biplot ، مقایسه کلیه ژنوتیپ ها با یک ژنوتیپ ایده ال است (شکل ۷). ژنوتیپ ایده ال در مرکز دوایر متحدالمرکز قرار دارد (Yan,2002)و ژنوتیپی است که در همه محیط ها بالاترین عملکرد را دارد و مطلقا" پایدار است.بنابر این ، مبنای رتبه بندی مبتنی بر میانگین عملکرد و پایداری است. ژنوتیپی که فاصله کمتری از ژنوتیپ ایده آل دارد، ژنوتیپ مطلوب با عملکرد بالا و پایدار خواهد بود. در حالت کلی در این بررسی با توجه به اینکه ژنو تیپ های G2 و G6 هم عملکرد دانه بالاتر و هم پایداری عملکرد نسبتا" بالاتری نیز نشان دادند (شکل ۷) ، را می‌توان به‌عنوان ژنو تیپ برتر نسبت به سایر ژنو تیپ‌ها معرفی نمود.ژنوتیپ G15 در رتبه دوم و ژنوتیپ های G12 و G18 در رتبه سوم قرار دارند.



شکل۷- بای پلات برای مقایسه ژنوتیپ های مورد مطالعه با ژنوتیپ ایده آل

Figure7.Biplot view to compare the studied genotypeswith the ideal genotype

نتیجه‌گیری

در این آزمایش که باهدف بررسی اثر متقابل ژنو تیپ× محیط در ژنو تیپ‌های نخود تیپ سفید به‌صورت کشت پائیزه در شرایط دیم در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر کشور انجام شد، اثرات اصلی ژنو تیپ، محیط و اثر متقابل ژنو تیپ × محیط معنی‌دار بودند و محیط بیشترین تغییرات را در عملکرد دانه (۸۷/۷ درصد) ایجاد کرد. ژنو تیپ G2 هم عملکرد دانه بالاتر و هم پایداری عملکرد دانه بالاتری نیز نشان داد و بنابراین می‌توان از آن به‌عنوان شاهد برای ارزیابی ژنو تیپ‌های نخود سفید در مناطق موردنظر استفاده کرد. ژنو تیپ G2 در محیط‌های E6 و E7 و ژنو تیپ G12 در محیط E5 و ژنو تیپ‌های ، G17 و G18 در محیط‌های E7 و E8 مقادیر عملکرد دانه بالاتری را نشان داده‌اند و ژنو تیپ‌های G13 و G6 که در نزدیکی مرکز بای پلات قرار داشتند، دارای عملکرد متوسط و سازگاری عمومی در تمامی محیط‌های آزمایشی بودند و قابل توصیه هستند.

فهرست منابع **References**

جمشیدی مقدم، م.، و س. س. پورداد. ۱۳۹۲. ارزیابی پایداری عملکرد دانه ژنو تیپ های گلرنگ بهاره با استفاده از معیارهای ناپارامتری و روش GEE بای پلات در شرایط دیم. مجله به نژادی نهال و بذر جلد ۲۹ ، شماره ۱: ۶۳-۴۵ .

زالی،ح.، س. ح. صباغ پور، ع. فرشادفر، پ. پزشکپور، م. صفی خانی، ر. سرپرست و ع. هاشم بیگی.۱۳۸۶. تجزیه پایداری عملکرد در ژنو تیپ های نخود با استفاده از تجزیه آثار اصلی افزایشی و اثار متقابل ضرب پذیر (AMMI). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۱ شماره ۴۲ – الف . ۱۸۰-۱۷۳ .

شیری، م. ر. و ت. بهرامپور. ۱۳۹۴. تجزیه اثر متقابل ژنو تیپ × محیط با استفاده از روش GGE بای پلات در هیبریدهای ذرت دانه‌ای تحت شرایط مختلف آبیاری. دوره پنجم، شماره ۱ :۹۴-۸۳ .

کانونی، ه.، ع. طالعی و م. خلیلی. ۱۳۸۶. تجزیه پایداری عملکرد دانه و وزن صد دانه ژنو تیپ های نخود تیپ دسی در شرایط دیم . مجله نهال و بذر ۲۳ : ۳۱۰-۲۹۷ .

محمدی، ر.، م. آرمیون ،ا. زاد حسن ،م. م. احمدی و د. صادق زاده اهری. ۱۳۹۱. اثر متقابل ژنو تیپ × محیط برای عملکرد دانه ژنو تیپ های گندم دوروم دیم با استفاده از مدل GGEbiplot . مجله به نژادی نهال و بذر جلد ۲۸ شماره ۱ :۵۱۸-۵۰۳ .

Erdemci,I. 2018. Investigation of genotype ×environment interaction in chickpea genotypes using AMMI and GGE Biplot analysis. Turk J. Field Crops: 23(1), 20-26

FAO. 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

Farshadfar, E., M. Rashidi, M.M. Jowkar and H. Zali. 2012. GGE Biplot analysis of genotype × environment interaction in chickpea genotypes. Europ. J. Exp. Biol. 3(1):417-423.

Gedif, M., and D. Yigzaw. 2014. Genotype by environment interaction analysis for tuber yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) using a GGE Biplot method in Amhara region, Ethiopia. Agric. Sci. 5: 239-249.

GenStat. 2010. Genstat Procedure Library Release PL22.1. 12th Edition, VSN International Ltd., Hemel Hempstead.

Kanouni,H., D. Sadeghzadeh Ahari, H.H. Khoshro.2018. Chickpea research and production in Iran. 7th International Food Legume Research Conference (IFLRC-VII), At Marrakech, Morocco.

Kaya, Y., M. Akcura and S. Taner. 2006. GGE-Biplot analysis of multi-environment yield trials in bread wheat. Turk. J. Agric. Forest. 30: 325-337.

Mehari, M., M. Tesfay, H. Yirga, A. Mesele, T. Abebe, A. Workineh and B. Amare. 2015. GGE biplot analysis of genotype-by-environment interaction and grain yield stability of bread wheat genotypes in South Tigray, Ethiopia. Commun. Biometry Crop Sci. 10: 17–26.

Mohamed, N. E., and A. A. Ahmed. 2013. Additive main effects and multiplicative interaction (AMMI) and GGE-biplot analysis of genotype × environment interactions for grain yield in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Afr. J. Agric. Res. 8: 5197–5203.

Mohammadi, R., **R. Haghparast, A. Amri and S. Ceccarelli. 2010.** Yield stability of rainfed durum wheat and GGE biplot analysis of multi-environment trials. Crop Pasture Sci. 61: 92-101.

Mortazavian, S. M., M. NikKhah, H. R. Hassani, F. A. Sharif-al-Hosseini, M. Taheri and M. M. Mahlooji. 2014. GGE-biplot and AMMI analysis of yield performance of barley genotypes across different environments in Iran. J. Agric. Sci. Technol. 16: 609-622.

Payne, R.W. 2009. GenStat. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics.1: 255–258.

Roozeboom KL, TW. Schapaugh , MR. Tuinstra, RL. Vanderlip, G. Milliken.2008. Testing wheat in variable environments: Genotype, environment, interaction effects, and grouping test locations. Crop Science 48: 317-330.

Yan, W. and I. Rajcan. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Sci. 42:11-20.

Yan, W. and N. A. Tinker. 2006. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications.Can. J. Plant Sci. 86: 623-645.

Yan, W., M.S. Kang, S. Woods and P.L. Cornelius. 2007. GGE Biplot vs AMMI analysis of genotype by environment data. Crop Sci. 47: 643-655.

Zali, H., S. Sabaghpour, E. Farshadfar, P. Pezeshkpour, M. Safikhani, R. Sarparast and A. Hashembeigi.2007. Stability analysis of yield in chickpea genotypes by additive main effects and multiplicative interaction (AMMI). J. Crop Prod. Process. 11(42):173-180. (In Persian with English abstract).

ISSN NO: 2008-8485

Journal of Agronomy and Plant Breeding
Vol 15. No. 1, 2019

Yield Stability of Chickpea Promising Genotypes in Autumn planting of Using GGE biplot Method

P. Pezeshkpour[1] *, R. Karimizadeh[2], A. Mirzaei[3] and M. Barzali[4]

Received date: 25 April 2019 Accepted date: 26 November 2019

Abstract

The purpose of this study was to identify genotype of high yielding and stable types in different environmental conditions. The experiment was conducted using eighteen chickpea genotypes in randomized complete block design with three replications in four agricultural research stations i.e. Lorestan Ilam, Gachsaran and Gonbad, two successive cropping seasons (2014-2016) in autumn planting under rainfed conditions. The highest average seed yield (2911.5 kg.ha-1) was obtained at Lorestan in 2015 -16 and the lowest (742.9 kg.ha-1) was at Ilam in 2014-15. The highest and lowest average seed yield obtained in G2(1509.4 kg.ha-1) and G13 (1266.3 kg.ha-1), genotypes, respectively. The contribution of E, G, and GEI to the total variation in seed yield was about 87.7%, 0.65 % and 11.64%, respectively. The GEI was partitioned using GGE biplot model. According to singular value partitioning, the first two principal components explained PC1=36.6% and PC2=19.5% of total variations in data of seed yield. On the basis of GGE biplots, G2, G6 and G12 had high seed yield and yield stability as compared to the other genotypes. Genotypes G2,G17,G12,G4 and G6 were stable genotypes .On the other hand , genotype G2 had higher seed yield and , on the other hand , showed higher yield stability and was showed to be superior genotype compared to other.

Keyword: Seed yield, Kabuli chickpea, Stability analysis and GGE Biplot.

1 - Research assistant, Seed and Plant Improvement Dept., Lorestan Agricultural and Natural Resources, Research and Education Center, AREEO, Khoramabad, Iran.
2 - Research assistant, Gachsaran Agriculture Research Station, AREEO, Gachsaran, Iran.
3 - Research assistant, Seed and Plant improvement Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran.
4 - Research assistant, Seed and Plant Improvement Dept., Golestan Agricultural and Natural Resources, Research and Education Center, AREEO, Gonbad, Iran.
* Corresponding author: Email: papezeshkpour @yahoo.com.