

تجزیه پایداری عملکرد ریشه در ارقام چغندر قند (*Beta Vulgaris*) با استفاده از روش گرافیکی بای پلات

Stability Analysis for Root Yield in Sugar Beet Varieties (*Beta Vulgaris*) Using Biplot Graphical Method

خداداد مصطفوی^{۱*}، محمدرضا اوراضی زاده^۲، اباذر رجبی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۳

چکیده

چغندر قند از نظر تأمین قند مورد نیاز جامعه و تأمین علوفه اهمیت زیادی دارد. عملکرد ریشه در ۹ رقم چغندر قند در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در ۶ منطقه شامل اصفهان، کرج، کرمانشاه، خوی، مشهد و مغان در سال زراعی ۱۳۹۴ مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و تجزیه پایداری از روش گرافیکی GGE-biplot استفاده شد. اثر متقابل ژنوتیپ و محیط معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد ریشه مربوط به ارقام IC و JAAM به ترتیب به میزان ۸۰/۵۱ و ۸۰/۸۰ تن در هکتار بود. بر اساس نتایج حاصل از روش گرافیکی در مکان‌های اصفهان، کرج، کرمانشاه، مشهد و مغان به ترتیب ارقام IC و JAAM و در مکان خوی رقم 7233 از عملکرد ریشه بیشتری برخوردار بودند. رتبه‌بندی محیط‌ها بر اساس محیط ایده‌آل بصورت کرج، مشهد، اصفهان، کرمانشاه، مغان و خوی بود. در مقایسه با ژنوتیپ ایده‌آل نیز ارقام IC، JAAM و ARAS 101 بهترین ارقام بودند. بر پایه نمودار بای پلات بررسی روابط بین محیط‌ها، بین محیط‌های مشهد، اصفهان، کرمانشاه و مغان همبستگی مثبت و بالایی وجود داشت، بین محیط‌های کرج با مغان و خوی با سایر مکان‌ها همبستگی منفی وجود داشت. نمودار بای پلات تعیین ابر محیط‌ها، مکان‌های مورد بررسی را به دو ابر محیط تقسیم کرد که در ابر محیط اول مکان‌های کرج، مغان، مشهد، اصفهان و کرمانشاه و در ابر محیط دوم مکان خوی قرار گرفت. در مجموع بین ارقام مورد بررسی از نظر تنوع ژنتیکی و سازگاری عمومی و خصوصی تفاوت‌های زیادی مشاهده شد.

کلمات کلیدی: ابر محیط، اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، ژنوتیپ ایده‌آل، محیط ایده‌آل.

مقدمه

ایران است و در اغلب مناطق کشور مورد کشت قرار می‌گیرد یا قابل کشت می‌باشد. چغندر قند گیاهی دو ساله است که در سال اول ریشه و در سال دوم بذر تولید می‌کند،

چغندر قند با نام علمی *Beta vulgaris* L. متعلق به خانواده اسفناجیان، از مهم‌ترین منابع تولید شکر در جهان و

۱- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران.

۲- مربی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۳- دانشیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

متقابل با محیط باشند از ثبات عملکرد کم‌تری برخوردار می‌باشند بطوریکه بیشتر صفات اقتصادی که دارای اهمیت زیادی می‌باشند از لحاظ ژنتیکی به صورت چند ژنی کنترل شده و از پایداری پائینی برخوردار هستند (Aghaei, 1993). یکی از مهم‌ترین موضوعات جهت مطالعه و ارزیابی پایداری ارقام اصلاح شده در علوم اصلاح نباتات، موضوع اثر متقابل ژنوتیپ در محیط می‌باشد (Cooper and Hammer, 1996). وجود اثر متقابل ژنوتیپ و محیط پایداری ژنوتیپ‌ها را می‌کاهد و سبب کاهش بازده ارقام در برخی از محیط‌ها می‌شود (Pham and Kang, 1988) و همچنین سبب بروز تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای بین تظاهر ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف می‌گردد که این موضوع باعث کاهش ارتباط بین تظاهر فنوتیپی و مقادیر ژنوتیپی می‌شود (Delacy et al., 1990). اثر متقابل ژنوتیپ و محیط به صورت سازگاری و پایداری متجلی می‌شود (عبد میثانی و شاه نجات بوشهری، ۱۳۸۷). یکی از عوامل کند بودن روند اصلاح و معرفی ارقام در مناطق مختلف وجود این اثرهاست (Kang, 1998). بدون بررسی و شناخت این اثرها نتیجه‌گیری از آزمایش‌های به‌نژادی و به‌زرعی اعتبار چندانی نخواهد داشت (صادق زاده اهری و همکاران، ۱۳۸۴). ممکن است ژنوتیپ‌های مختلف هنگام قرار گرفتن در شرایط مختلف رشد، واکنش متفاوتی داشته باشند و این امر انتخاب بین ژنوتیپ‌هایی را که در محیط‌های مختلف رشد می‌کنند، مشکل می‌سازد. به عبارت دیگر، اثر متقابل صحیح ژنوتیپ را کاهش می‌دهد (عبدالله نژاد و همکاران، ۱۳۸۴). اگر اثر متقابل ژنوتیپ در محیط نباشد، متوسط اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف ثابت است. حصول نتیجه معنی‌دار برای اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، در اثر تغییرات زیاد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف و نیز تغییرات در رتبه نسبی ژنوتیپ‌ها می‌باشد (Xie, 1996). انعطاف‌پذیری فنوتیپی وضعیتی است که در آن ژنوتیپ‌های مورد مطالعه قدرت سازگار شدن با شرایط محیطی که در آن

اما از نظر تولید، گیاهی یک‌ساله محسوب می‌شود. طول دوره رشد چغندر قند برای تولید قند، ۶ تا ۹ ماه است (طالقانی، ۱۳۷۷). در سال اول به دلیل جوانه‌زنی اپی‌ژئال تولید یک دسته از برگ‌های سبز و صاف و براق با رگبرگ‌های نمایان و دمبرگ قوی می‌نماید. برگ‌ها به صورت متراکم از روی طوقه خارج شده و با زوایای مختلفی نسبت به یکدیگر و خط عمودی قرار می‌گیرند. ظهور برگ‌ها در اثر فعالیت مریستم انتهایی انجام می‌گیرد. در مجموع تعداد کل برگ‌های گیاه ممکن است به حدود ۳۵ تا ۴۰ برگ برسد که معمولاً برگ‌های ۱۵ تا ۲۰ در گیاه بیش‌ترین سطح را داشته و دارای حداکثر فعالیت می‌باشند. تولید برگ در اولین فصل رشد ادامه داشته در حالی که ریشه متورم شده و ساکارز ذخیره می‌نماید. محصول ریشه معمولاً قبل از یخبندان زمستانه برداشت و احتمال ۱۵ تن شکر قابل استحصال از ۸۳ تن ریشه در هکتار وجود دارد.

طبق آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی سطح زیر کشت چغندر قند در سال ۹۳-۱۳۹۲ در کشور حدود ۹۷/۱ هزار هکتار برآورد شده است که معادل ۰/۸۲ درصد از کل سطح محصولات زراعی و ۱۹/۵ درصد از کل سطح برداشت محصولات صنعتی می‌باشد. میزان تولید این گیاه در کل کشور ۴/۷۳ میلیون تن برآورد شده است که معادل ۶/۳۹ درصد از کل میزان تولید محصولات زراعی و ۳۹/۹ درصد از کل میزان تولید محصولات صنعتی می‌باشد. استان‌های آذربایجان غربی، خراسان رضوی، فارس و کرمانشاه به ترتیب رتبه‌های اول تا چهارم را در تولید چغندر قند به خود اختصاص داده‌اند، در مجموع چهار استان مذکور ۷۳/۵۵ درصد از کل میزان تولید چغندر قند کشور را دارا می‌باشند. در این گیاه میزان تولید شکر به عوامل مختلفی نظیر سال و محل تولید وابسته است که این دو عامل نقش مهمی را در تولید شکر دارند (Rahimiyan and Asadi, 1999).

ثبات و پایداری هر ژنوتیپ در ابعاد زمانی و مکانی دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. ژنوتیپ‌هایی که دارای اثر

تجزیه پایداری عملکرد ریشه در ارقام چغندر قند ...

نمودند که کارایی و دقت مدل GGE biplot بیشتر از مدل AMMI است. مصطفوی و همکاران (۱۳۸۹) در آزمایشی که بر روی ده رقم کلزا در چهار منطقه انجام دادند، ضمن اینکه توسط روش بای پلات بهترین ارقام را برای هر مکان مشخص نمودند، سه ابر محیط را نیز مشخص کردند و نتیجه گرفتند که ارقام لیکورد و SLM046 به ترتیب بالاترین و پایین ترین واکنش ژنوتیپی به مناطق را نشان دادند.

در بررسی یان و همکاران که بر روی یولاف در کانادای شرقی به مدت سه سال اجرا شد، نتایج بای پلات نمایانگر سه محیط بزرگ در این منطقه بود که به شش زیر محیط تقسیم گردید و ژنوتیپ‌های مربوط به هر زیر محیط مشخص و یک استراتژی به‌نژادی برای ارقام یولاف ارائه شد (Yan et al., 2010).

دهقانی و همکاران (Dehghani et al., 2006) ۱۹ ژنوتیپ جو را در ۱۰ مکان مختلف ایران و به مدت ۳ سال مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها با استفاده از روش GGE biplot ابر محیط‌ها (Mega-environment) را مشخص و برای هر محیط یک ژنوتیپ برتر را انتخاب نمودند. هدف از اجرای این طرح شناسایی ارقام پایدار و سازگار برای هر یک از محیط‌های مورد بررسی و تعیین ابر محیط‌ها با استفاده از روش گرافیکی GGE biplot بود.

مواد و روش‌ها

این طرح به منظور بررسی پایداری و مقایسه عملکرد ۹ رقم چغندر قند، در ۶ منطقه اصفهان، کرج، کرمانشاه، خوی، مشهد و مغان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد و ارقام از لحاظ صفت عملکرد ریشه (غده) در سال زراعی ۱۳۹۴ مورد مقایسه قرار گرفتند. مشخصات زراعی اجرای طرح در همه مناطق یکسان بود. نام هر ژنوتیپ و مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های اجرای آزمایش که شامل طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و

قرار می‌گیرند را دارند. هرگاه این سازگاری طوری باشد که عملکرد ژنوتیپ نسبتاً ثابت باقی بماند، در این صورت ژنوتیپ را سازگار گویند. پایداری مد نظر اصلاح‌گران از جنبه زراعی یا دینامیک می‌باشد که ژنوتیپ دارای عملکرد ثابتی بوده و در هر محیط میزان عملکرد مشاهده شده با میزان پیش‌بینی شده مطابقت داشته باشد (Becker and Leon, 1988).

با توجه به اینکه تجزیه و تحلیل روش‌های معمول نظیر استفاده از جدول‌های تجزیه واریانس مرکب فقط اطلاعات محدودی در مورد اثر متقابل ژنوتیپ در محیط می‌دهد، محققین معیارهای متفاوتی را جهت تشخیص پایداری ارقام و معرفی آن‌ها به کار گرفته‌اند (روستایی و همکاران، ۱۳۸۰). هر یک از روش‌های آماری جنبه‌های مختلفی از پایداری ارقام را نشان می‌دهند و یک روش به تنهایی توانایی بررسی پایداری عملکرد یک ژنوتیپ بین محیط‌های مختلف را ندارد. یکی از روش‌هایی که به فراوانی در تجزیه پایداری مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای اهمیت می‌باشد روش GGE biplot است که بر پایه تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استوار می‌باشد. این روش در سال ۱۹۷۱ به وسیله گابریل معرفی و سپس توسط کمپتون در سال ۱۹۸۴، زویل و همکاران در سال ۱۹۸۸ توسعه و گسترش یافت. کاربرد وسیع و سودمند GGE biplot در بررسی اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط توسط یان و همکاران در سال ۲۰۰۰ نشان داده شده است. روش GGE biplot از طریق نمایش گرافیکی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط به‌نژادگر کمک می‌کند تا به سادگی پایداری ژنوتیپ‌ها و ترکیب پایداری با عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف را بررسی کرده و همچنین استفاده از این روش امکان بررسی روابط میان محیط‌ها و شناسایی محیط‌های هدف در برنامه‌های به‌نژادی را امکان پذیر می‌سازد (Yan et al., 2001).

یان و همکاران (Yan et al., 2007) روش AMMI با GGE biplot را مورد مقایسه قرار دادند، آن‌ها مشخص

رژیم حرارتی منطقه و پتانسیل تبخیر آب صورت گرفت. در مرحله دو برگی تنک کردن انجام گردید. در هر نوبت پس از تنک کردن مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. تمام کارهای مربوط به کاشت، داشت و برداشت به روش دستی صورت پذیرفت. در مرحله برداشت به منظور حذف اثرات حاشیه‌ای، ردیف اول، ردیف آخر، ابتدا و انتهای هر ردیف به اندازه ۱ متر کنار گذاشته شد.

در این طرح پژوهشی جهت تعیین پایداری و سازگاری ارقام از روش گرافیکی بای پلات (GGE- biplot) استفاده گردید. نرم‌افزارهای مورد استفاده شامل SAS (Ver. 9) و GenStat (Ver. 12) بود.

ارتفاع از سطح دریا است به ترتیب در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

عملیات تهیه بستر شامل شخم، دیسک (جهت خرد کردن کلوخه‌ها) و تسطیح بود. پس از تأمین دمای پایه لازم برای جوانه‌زنی چغندر قند، اقدام به کاشت شد. هر بلوک شامل ۹ کرت و هر کرت شامل ۵ ردیف کاشت ۸ متری به فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر بود و بین کرت‌ها یک خط نکاشت فاصله گذاشته شد. فاصله‌ی روی خطوط ۱۰ سانتی‌متر و عمق کاشت ۵-۲ سانتی‌متر بود. کاشت به صورت خطی و با دست صورت گرفت. بعد از کاشت بلافاصله آبیاری انجام شد و تنظیم فواصل آبیاری‌های بعدی بر حسب

جدول ۱- اسامی و کد ارقام چغندر قند مورد مطالعه در پروژه

Table 1. Names and code of sugar beet varieties studied in the project

کد ژنوتیپ Genotype no.	ژنوتیپ Genotype	کد ژنوتیپ Genotype no.	ژنوتیپ Genotype
G1	1571	G6	IC
G2	(113*KWS)*302-HSF.20	G7	BR1
G3	(113*A37.1)*SH-1-HSF.5	G8	JAAM
G4	(113*A37).1)*S1.88239	G9	شاهد خارجی (ARAS 101)
G5	7233		

جدول ۲- مشخصات جغرافیایی مناطق انجام پروژه

Tale 2. Geographical specifications of Performed the project areas

منطقه Area	ارتفاع از سطح دریا Elevation AMSL (m)	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	میانگین عملکرد غده (تن در هکتار) Root yield mean
اصفهان Esfahan	1550.4	32°37'N	51°40'E	49.30
کرج Karaj	1312	35°55'N	50°54'E	84.83
کرمانشاه Kermanshah	1318.6	34°21'N	47°09'E	50.55
خوی Khoy	1103	38°33'N	44°58'E	60.59
مشهد Mashhad	999.2	36°16'N	59°38'E	72.70
مغان Moghan	31.9	39°39'N	47°55'E	122.01

تجزیه پایداری عملکرد ریشه در ارقام چغندر قند ...

نتایج و بحث

سال دوم ۶۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را مربوط به محیط متناسب کردند. جمشید مقدم و پورداد (۲۰۰۹) با آزمایشی که بر روی واریته‌های گلرنگ اجرا نمودند بیش از ۸۰ درصد از تغییرات واریانس کل را به اثر محیط نسبت دادند. اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط به ترتیب ۱/۳ و ۵/۵ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. اثر ژنوتیپ کم‌ترین تأثیر را در تغییرات عملکرد داشت (جدول ۳). جهت مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها از روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد و نتایج آن در جدول ۴ ارائه گردید، رقم IC با میانگین عملکرد ریشه ۸۰/۵۱ تن در هکتار نسبت به سایر ارقام بیش‌ترین میانگین عملکرد ریشه را داشت و در گروه A قرار گرفت. در مقابل رقم SH-1-HSF.5*(A37.1*113) با میانگین عملکرد ۶۸/۵۷ تن در هکتار کم‌ترین مقدار را داشت و در گروه C قرار گرفت. در کل چهار گروه میانگین برای ارقام مورد بررسی تشکیل شد.

محیط‌های مورد استفاده در این طرح پژوهشی به دلیل دارا بودن عوامل مختلف محیطی قابل پیش‌بینی و غیرقابل پیش‌بینی بالا، میانگین عملکرد ریشه (غده) متفاوت از دامنه ۴۹/۳۰ تا ۱۲۲/۰۱ تن در هکتار را نشان دادند (جدول ۲).

ابتدا جهت بررسی همگن بودن خطای آزمایشی در آزمایش‌های مختلف از آزمون بارتلت استفاده شد و نتایج مؤید یکنواخت بودن واریانس خطا در آزمایش‌های مختلف بود. با یکنواخت بودن خطای آزمایشی امکان تجزیه مرکب داده‌های آزمایش میسر گردید که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شد. طبق نتایج ارائه شده در این جدول اثر محیط و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. معنی‌دار شدن اثر محیط نشان می‌دهد که محیط‌های مورد بررسی از لحاظ عملکرد غده ارقام چغندر قند با یکدیگر تفاوت دارند. معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ و محیط نشان دهنده این موضوع است که پاسخ ارقام در محیط‌های مختلف یکسان نیست و به بیان بهتر تفاوت در عملکرد غده در محیط‌های مختلف وجود دارد. اثر ژنوتیپ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد.

با بررسی نتایج واریانس توجیه شده که در جدول ۳ ارائه شده است مشخص شد که محیط، ۸۰ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کند و بیشترین تأثیر را در تغییرات عملکرد غده دارد. جاویدفر و همکاران (۲۰۱۱) طی مطالعه‌ای که بر روی ارقام کلزا در دو سال انجام دادند، در سال اول ۶۳ درصد و در

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب ارقام چغندر قند مورد مطالعه در ۶ منطقه

Table 3. Combine analysis of variance for 12 sugar beet varieties across in 6 environments				
منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	واریانس توجیه شده (%)
S.O.V	df	SS	MS	Justified variance (%)
محیط Environment (E)	5	135415.13	27083.02**	80
اشتباه اول First error	18	6937.66	385.42	4.09
ژنوتیپ Genotype (G)	8	2208.13	276.01*	1.3
ژنوتیپ×محیط G×E	40	9250.69	231.26**	5.5
اشتباه دوم Second error	144	15450.85	107.29	9.12
ضریب تغییرات (%) CV%		14.12		

*, **, ns: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

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

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد ریشه ارقام چغندر قند مورد بررسی

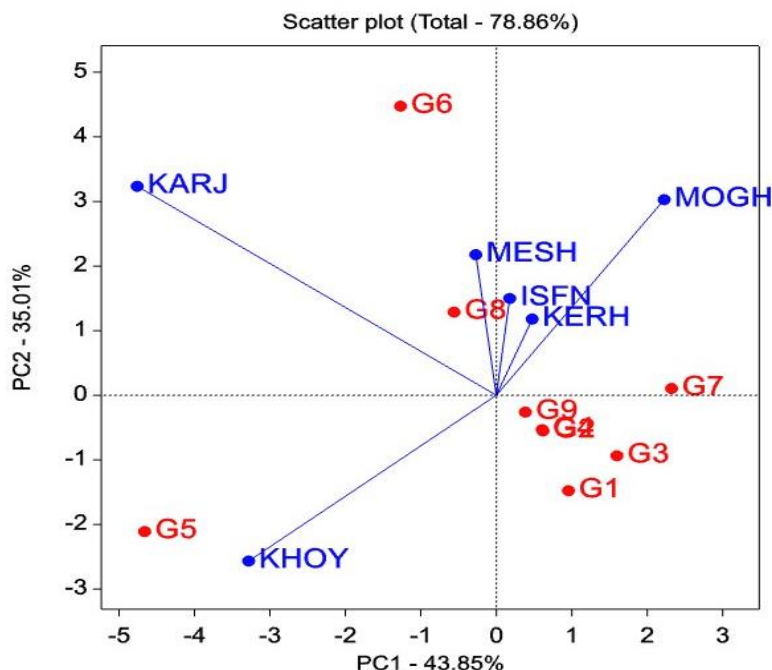
Table 4. Mean comparison of root yield for sugar beet varieties across

کد ژنوتیپ Genotype no.	ژنوتیپ Genotype	عملکرد غده Root Yield	رتبه Rank
G1	1571	70.92 ^{bc}	2
G2	(113*KWS)*302-HSF.20	73.32 ^{bc}	6
G3	(113*A37.1)*SH-1-HSF.5	68.57 ^c	1
G4	(113*A37).1)*S1.88239	71.81 ^{bc}	4
G5	7233	74.35 ^{bc}	7
G6	IC	80.51 ^a	9
G7	BR1	71.79 ^{bc}	3
G8	JAAM	75.80 ^{ab}	8
G9	شاهد خارجی	72.87 ^{bc}	5

همبستگی بین محیط‌های مورد بررسی را تعیین می‌کند. زمانی که بین محیط‌ها زاویه ۹۰ درجه وجود داشته باشد به این معنا است که بین محیط‌ها همبستگی وجود ندارد اما زمانی که زاویه بین بردارها بزرگ‌تر از ۹۰ درجه باشد یعنی بین محیط‌ها همبستگی وجود دارد ولی این همبستگی به صورت منفی است. بر اساس توضیحات گفته شده بین محیط‌های مشهد، اصفهان، کرمانشاه و مغان و همچنین بین کرج، مشهد، اصفهان و کرمانشاه همبستگی مثبتی وجود دارد و بیانگر این موضوع است که ارقام در این محیط‌ها بسته به میزان همبستگی پاسخ‌های یکسان دارند. کرج- مغان و کرج- خوی به دلیل زاویه ۹۰ درجه بین بردارها همبستگی تقریباً نزدیک به صفر را نشان می‌دهد یعنی ارقام در این محیط‌ها دارای روند مستقلی هستند. بین محیط‌های خوی- مغان، خوی- کرمانشاه، خوی- اصفهان و خوی- مشهد همبستگی منفی وجود دارد.

با توجه به معنی دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای مشخص کردن ژنوتیپ‌های پایدار و مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ در محیط از روش گرافیکی بای پلات (GGE- biplot) استفاده گردید. مجموع دو مؤلفه اصلی اول و دوم (PC1: 43.85%, PC2: 35.01%) این روش برابر با ۷۸/۸۶ درصد بود این بدان معنی است که این دو مؤلفه تغییرات زیادی واریانس عملکرد ریشه چغندر قند را تبیین می‌نمایند. یان و تینکر (Yan and Tinker, 2005) معتقدند هنگامی مجموع دو مؤلفه اصلی اول و دوم نتوانند بیشتر تغییرات داده‌ها را توجیه نمایند نشان دهنده پیچیدگی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط است. در شکل ۱ روابط و همبستگی بین محیط‌ها نشان داده شده است. هر چه زاویه بین بردارهای محیط‌ها در این نمودار نزدیک به صفر (کم‌تر از ۹۰ درجه) باشد بدان معنی است که بین محیط‌ها همبستگی بیشتری (مثبت) وجود دارد. به طور کلی می‌توان گفت کسینوس زاویه بین بردارهای محیط‌ها میزان

تجزیه پایداری عملکرد ریشه در ارقام چغندر قند ...

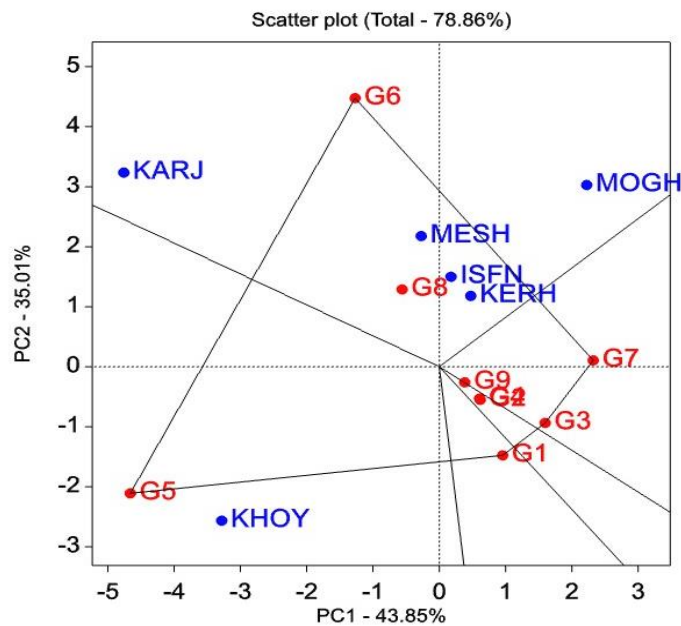


شکل ۱- نمودار بای پلات بررسی روابط بین محیطها

Figure 1. Biplot examine the relationship between the environments (G1: 1571, G2: (113*KWS)*302-HSF.20, G3: (113*A37.1)*SH-1-HSF.5, G4: (113*A37).1)*S1.88239, G5: 7233, G6: IC, G7: BR1, G8: JAAM, G9: شاهد خارجی)

و کرمانشاه رقم IC بهترین رقم است و بعد از این رقم، رقم JAAM برای کشت در این مناطق مناسبتر از سایر ارقام می باشد. در محیط خوی رقم 7233 بهترین پاسخ را از لحاظ عملکرد ریشه دارد. ارقام BR1، (113*A37.1)*SH-1، HSF.5، 1571، (113*KWS)*302-HSF.20 و (113*A37).1)*S1.88239 در بخش هایی قرار گرفته اند که هیچ محیطی در آن وجود ندارد یعنی برای کشت در هیچ یک از مناطق مورد بررسی مطلوب نیست و جزء ارقام ضعیف در بیشتر مناطق مورد پژوهش هستند. رقم شاهد خارجی که در نزدیک مرکز بای پلات قرار گرفته دارای عملکرد متوسط در تمام محیطها بود.

شکل ۲ نمودار بای پلات چند ضلعی که برای اولین بار توسط یان در سال ۱۹۹۹ جهت مشخص کردن محیطهای بزرگ (ابر محیطها) و تعیین ارقام برتر در مکانهای مختلف استفاده شد را نشان می دهد. در این بای پلات یک چند ضلعی مشاهده می شود که ارقام برتر برای هر محیط را مشخص می کند. ارقام IC، BR1، (113*A37.1)*SH-1-HSF.5، 7233 و 1571 در رأس این چند ضلعی قرار دارند. در بخش هایی که محیطها قرار گرفته اند و در رأس آنها ارقام وجود دارد بدان معنا می باشد که این ارقام در این محیطها از عملکرد خوبی برخوردار هستند به عبارتی بهترین ارقام برای این محیطها می باشند. بر این اساس در کرج، مغان، مشهد، اصفهان



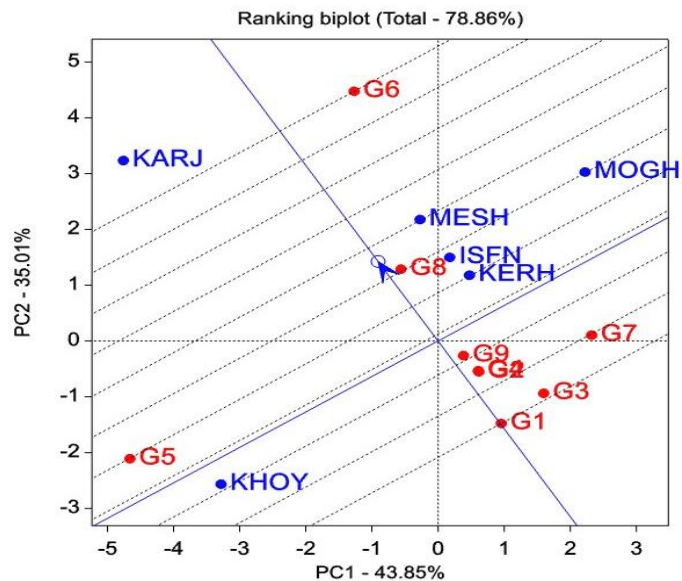
شکل ۲- نمودار چند ضلعی بای پلات جهت تعیین ارقام مناسب در هر محیط

Figure 2. Polygons of GGE biplot method for determine the appropriate cultivars in every environment (G1: 1571, G2: (113*KWS)*302-HSF.20, G3: (113*A37.1)*SH-1-HSF.5, G4: (113*A37).1)*S1.88239, G5: 7233, G6: IC, G7: BR1, G8: JAAM, G9: شاهد خارجی)

شکل ۴ رتبه‌بندی محیط‌ها بر اساس محیط ایده‌آل برای ۶ محیط مورد بررسی را نشان می‌دهد. محیط‌های ایده‌آل بیش‌ترین قابلیت تشخیص و نمایندگی را در بین دیگر محیط‌ها دارند. بر طبق این نمودار بای پلات کرج به علت قرار گرفتن در نزدیک‌ترین دایره نسبت به مرکز دواير متحدالمرکز به عنوان بهترین ایستگاه شناخته شد و بعد از آن به ترتیب مشهد، اصفهان، کرمانشاه و مغان قرار گرفتند. خوی به علت اینکه بیش‌ترین فاصله را از مرکز دواير متحدالمرکز داشت به‌عنوان ضعیف‌ترین ایستگاه شناخته شد. محیط ایده‌آل یک نماینده مناسب برای بررسی ارقام است. در حقیقت محیط‌های ایده‌آل، نشان دهنده ایده‌آل‌ترین الگوی پاسخ ارقام است.

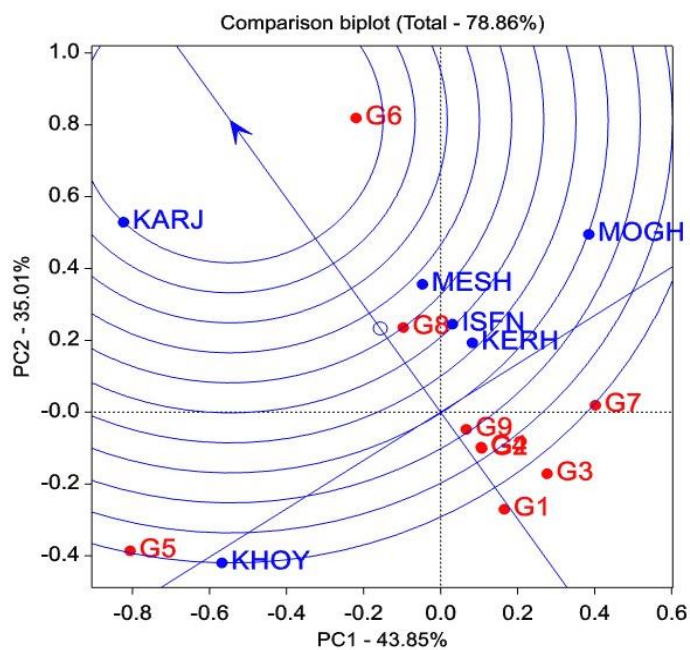
شکل ۳ رتبه‌بندی ارقام را بر اساس میانگین عملکرد و میزان پایداری عملکرد در ۶ محیط را نشان می‌دهد. همان‌گونه که از این بای پلات استنباط می‌شود رقم IC بیش‌ترین میزان عملکرد و رقم 1571 کم‌ترین میزان عملکرد غده را نسبت به سایر ارقام داشتند. البته باید توجه داشت که رقم IC به دلیل اینکه از محور اصلی (محوری که دارای پیکان می‌باشد) فاصله زیادی دارد دارای ناپایداری می‌باشد. رقم‌های BR1 و 7233 نیز به خاطر اینکه با بلندترین طول خط به محور اصلی عمود شده است دارای ناپایداری بودند و همچنین از عملکرد ریشه پایینی برخوردار بودند. بر پایه این بای پلات رقم JAAM پایدارترین رقم شناخته شد. ارقام (113*KWS)*302-HSF.20، (113*A37).1)*S1.88239، شاهد خارجی و (113*A37.1)*SH-1-HSF.5 به ترتیب دارای عملکرد و پایداری پایین بودند.

تجزیه پایداری عملکرد ریشه در ارقام چغندر قند ...



شکل ۳- نمودار بای پلات جهت رتبه بندی ارقام بر اساس میانگین عملکرد و پایداری

Figure 3. Biplot graph for ranking cultivars based on the average performance and stability (G1: 1571, G2: (113*KWS)*302-HSF.20, G3: (113*A37.1)*SH-1-HSF.5, G4: (113*A37).1)*S1.88239, G5: 7233, G6: IC, G7: BR1, G8: JAAM, G9: شاهد خارجی)



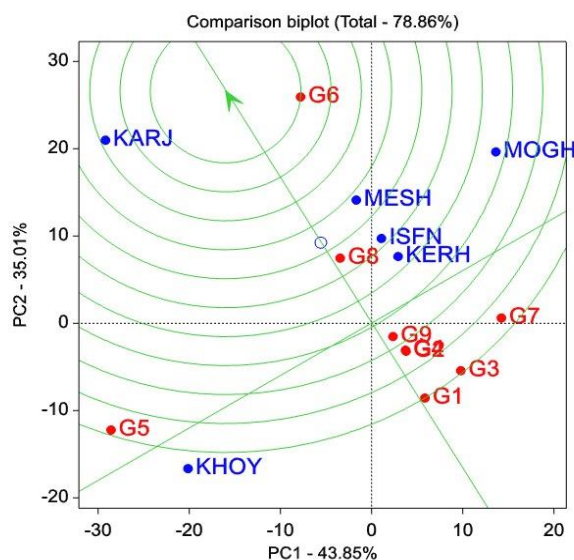
شکل ۴- نمودار رتبه بندی محیطها بر اساس محیط ایده آل

Figure 4. Ranking biplot environments based on hypothetical ideal environment (G1: 1571, G2: (113*KWS)*302-HSF.20, G3: (113*A37.1)*SH-1-HSF.5, G4: (113*A37).1)*S1.88239, G5: 7233, G6: IC, G7: BR1, G8: JAAM, G9: شاهد خارجی)

می‌دهد. مکان‌هایی که از لحاظ عوامل محیطی تقریباً یکسان هستند در داخل هر ابر محیط قرار می‌گیرند، پاسخ و رتبه ارقام به مکان‌هایی که در داخل ابر محیط قرار گرفته‌اند مشابه است. در رابطه با عملکرد ریشه در ارقام چغندر قند مناطق مورد بررسی به دو ابر محیط تقسیم شدند. همان‌طور که در شکل مشخص شده است اولین ابر محیط شامل کرج، مغان، مشهد، اصفهان و کرمانشاه بود و خوی به تنهایی به عنوان ابر محیط دوم شناخته شد. مصطفوی و همکاران در سال ۱۳۸۹ با آزمایشی که بر روی ارقام کلزا در چهار منطقه کشور اجرا نمودند، علاوه بر اینکه با استفاده از روش بای پلات بهترین ارقام را برای هر مکان مشخص کردند، سه ابر محیط را نیز تشخیص دادند. در مجموع بین ارقام مورد بررسی تفاوت قابل ملاحظه‌ای از نظر عملکرد ریشه وجود داشت و از نظر سازگاری نیز واکنش‌های مختلفی نسبت به مناطق مورد نظر نشان دادند.

شکل ۵ نمودار رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها را بر اساس ژنوتیپ ایده‌آل نشان می‌دهد. در حقیقت رقمی ایده‌آل شناخته می‌شود که هم میانگین عملکرد بالا و هم پایداری بالا داشته باشند. در این بای پلات بررسی ژنوتیپ ایده‌آل مورد بحث می‌باشد، در حقیقت چنین رقم ایده‌آلی به ندرت وجود دارد، اما مزیت این گراف نسبت به گراف‌های قبل و سایر روش‌های تجزیه پایداری این است که همه ارقام با این رقم ایده‌آل ارزیابی می‌شوند، پس رقم ایده‌آل به عنوان مرجعی برای ارزیابی ارقام می‌باشد. ایده‌آل‌ترین رقم در مرکز دایره متحدالمرکز وجود دارد. بر اساس این نمودار، رقم IC به دلیل اینکه در نزدیک‌ترین دایره نسبت به مرکز دایره متحدالمرکز قرار گرفته به عنوان مطلوب‌ترین رقم مطرح می‌باشد. ارقام 1571، SH-1-HSF.5*(113*A37.1)، 7233، BR1، S1.88239*(113*A37).1، 302*(113*KWS)، HSF.20 و شاهد خارجی نامناسب‌ترین ارقام بر اساس این نمودار شناخته شدند.

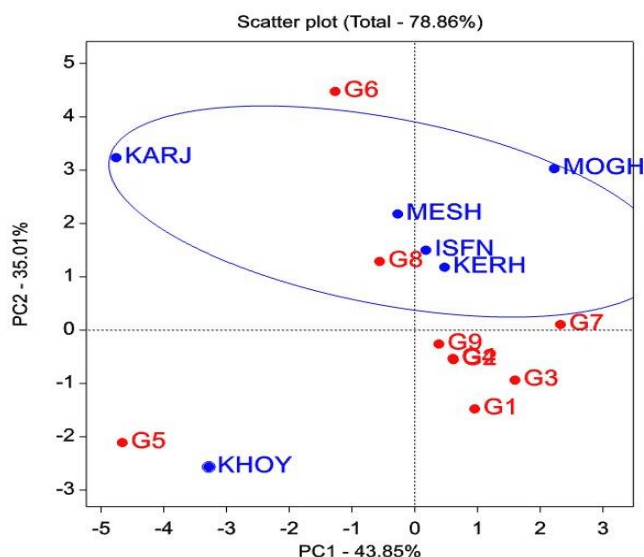
شکل ۶ گروه‌بندی مکان‌های مورد بررسی را به منظور مشخص کردن ابر محیط‌ها (Mega-environment) نشان



شکل ۵- نمودار رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ژنوتیپ ایده‌آل

Figure 5. Ranking biplot genotypes based on hypothetical ideal genotype (G1: 1571, G2: (113*KWS)*302-HSF.20, G3: (113*A37.1)*SH-1-HSF.5, G4: (113*A37).1)*S1.88239, G5: 7233, G6: IC, G7: BR1, G8: JAAM, G9: شاهد خارجی)

تجزیه پایداری عملکرد ریشه در ارقام چغندر قند ...



شکل ۶- نمودار تعیین ابر محیطها در آزمایش ارقام چغندر قند

Figure 6. Mega-environments biplot in sugar beet experiment

(G1: 1571, G2: (113*KWS)*302-HSF.20, G3: (113*A37.1)*SH-1-HSF.5, G4: (113*A37).1)*S1.88239, G5: 7233, G6: IC, G7: BR1, G8: JAAM, G9: شاهد خارجی)

References

فهرست منابع

- صادق زاده اهری، د.، ه. پاشاپور، س. بهرامی، ر. حق پرست، م. آقائی، م. عظیم زاده و غ. عابدی. ۱۳۸۴. سازگاری و پایداری عملکرد دانه لاین های گندم دوروم در مناطق سردسیر دیم. مجله نهال و بذر، جلد ۲۱، شماره ۱: ۲۲-۱.
- عبدا... نژاد، ک.، ع. علیشاه و س. سیرانی. ۱۳۸۴. بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و پایداری عملکرد در دورگ های جدید پنبه از طریق روش های پارامتری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۲، شماره ۴: ۷۹-۷۱.
- عبد میثانی، س. و ع. ا. شاه نجات بوشهری. ۱۳۸۷. اصلاح نباتات تکمیلی. جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۰ صفحه.
- وزارت جهاد کشاورزی (معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات)، سال های مختلف. آمارنامه کشاورزی. تهران: وزارت کشاورزی.
- روستایی، م.، ک. حسینی، ط. حسین پور، م. کلاته، م. حسن پور حسینی، ع. امری، غ. خلیل زاده، م. محمدی، ف. نارکی، ب. محفوی، ن. ترابی بنی صدر، ح. مختارپور و م. وهاب زاده. ۱۳۸۰. معرفی رقم جدید گندم نان کوهدشت. نهال و بذر جلد ۱۷ شماره ۲ صفحه ۲۳۰-۲۳۳.
- طالقانی، د. ۱۳۷۷. مطالعه کارآیی مصرف آب و ازت در شرایط مطلوب و تنش در دو آرایش کاشت چغندر قند. پایان نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

Aghaei, M. 1993. Study of genotype×environment interaction in barely cultivars on Tabriz. Journal of Agri Sci, 1(2): 28- 40 (In Farsi).

Becker, H. B., and J. Leon. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breeding, 101: 1- 23.

Cooper, M., and G. L. Hammer. 1996. Plant adaptation and crop improvement. CAB International, Wallingford, England.

- Delacy, I. H., R. L. Eisemann and M. Cooper. 1990.** The importance of genotype by environment interaction in regional variety trials, pp: 287- 300. In: Kang. M. S. (Ed.). Genotype by environment interaction and plant breeding. Baton Rouge. Louisiana State University, USA.
- Dehghani, H., A. Ebadi and A. Yousefi. 2006.** Biplot analysis of genotype by environment interaction for barley yield in Iran. *Agron. J.*, 98: 388- 393.
- Gabriel, K. R. 1971.** The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis, *Biometrika*, 58: 453- 467.
- Jamshidmoghadam, M. and S. S. Pourdad. 2009.** Comparison of parametric and nonparametric methods for analyzing genotype \times environment interactions in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Agricultural Science*, 147: 601-612.
- Javidfar, F., B. Alizadeh, H. Amiri Oghan and N. Sabaghnia. 2011.** Study on genotype \times environment interaction in rapeseed genotypes by GGE biplot method. *Iranian Journal of Crop Science*, 41(4): 771-779. (In Persian)
- Kang, M. S. 1998.** Using genotype by environment interaction for crop cultivar development. *Adv. Agronomy*, 62: 199- 252.
- Kempton, R. A. 1984.** The use of biplot in interpreting variety by environment interaction. *J. Agric. Sci. Cambridge*, 122: 335- 342.
- Lin, C. S., Binns, M. R., and Lefcovitch, L. P. 1986.** Stability analysis: where do we stand? *Crop Sci*, 26: 894- 900.
- Mostafavi, K., H. Shojaei, M. Khodarahmi and A. Mohammadi. 2010.** The interaction of genotype and environment in canola with using GGE biplot graphical methods, Third International Seminar of oilseeds and edible oils, Tehran, Coordination Center of Science and Industry oilseeds.
- Pham, H. N., and M. S. Kang. 1988.** Interrelationships among and repeatability of several stability statistics estimated from international maize trials. *Crop Sci*, 28: 925- 928.
- Rahimiyan M. H. and H. Asadi. 1999.** Water stress effect on quantitative and qualitative yield of Sugar Beet and determination of production function and its plant coefficient. *Journal of Soil and Water*: 12, 57-63. (In Persian)
- Xie, M. 1996.** Selection of stable cultivars using phenotypic variances. *Crop Sci.*, 36: 572- 576.
- Yan, W. 1999.** A study on the methodology of cultivar evaluation based on yield trial data- with special reference to winter wheat in Ontario. PhD Thesis, university of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- Yan, W., L. A. Hunt, Q. Sheng and Z. Szlavnic. 2000.** Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Sci.*, 40: 597- 605.
- Yan, W., and L. A. Hunt. 2001.** Interpretation of genotype \times environment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop Sci.*, 41: 19- 25.
- Yan, W., P. L. Cornelius, J. Crossa and L. A. Hunt. 2001.** Two type of GGE bipots for analyzing multi-environmental trial data. *Crop Sci.*, 41: 656- 663.
- Yan, W. and M. S. Kang. 2003.** GGE-biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Yan, W. and N. A. Tinker. 2005.** An integrated biplot analysis system for displaying, interpreting and exploring genotype \times environment interaction. *Crop Sci.*, 45: 1004- 1016.
- Yan, W., M. S. Kang, B. Ma, S. Woods and P. L. Cornelius. 2007.** GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. *Crop Sci.*, 47: 643- 655.
- Yan, R., J. Crossa, P. Cornelius and J. Bugueno. 2009.** Biplot analysis of genotype \times environment interaction: Proceed with caution. *Crop Sci.*, 49: 1564- 1576.
- Zobel, R. W., M. J. Wright and H. G. Gauch. 1988.** Statistical analysis of yield trial. *Agron. J.* 80: 388- 393.

Stability Analysis for Root Sugar Beet Varieties (*Beta Vulgaris*) Using Graphical Biplot Method

K. Mostafavi^{1*}, M. R. Orazizadeh², A. Rajabi³

Received date: 12 Nov 2016

Accepted date: 3 Feb 2017

Abstract

Sugar beet is important for community sugar security and fodder. Sugar beet root yield for 9 varieties evaluated in a randomized complete block design with four replications in six regions, including Isfahan, Karaj, Kermanshah, Khoy, Mashhad and Moghan in 2015. To study the effect of genotype - environment interaction and stability analysis, GGE-biplot graphical method was used. Interaction of genotype and environment was significant. The maximum root yield observed for IC and JAAM varieties equal to 80.51 and 75.80 tons per hectare respectively. Based on the results of the graphical method in Isfahan, Karaj, Kermanshah, Mashhad and Moghan the IC and JAAM and in Khoy the 7233 variety had the more roots yield. Ranking environment based on the ideal genotype were Karaj, Mashhad, Isfahan, Kermanshah Moghan and Khoy. Compared with the ideal genotype, IC, JAAM and ARAS 101 were the best varieties. Based on bi-plot diagram for relationships between the environments, between Mashhad, Isfahan, Kermanshah and Moghan there was a positive correlation, between Karaj with Moghan and Khoy to other places, there was a negative correlation. Biplot graph to determine mega-environments, divided that the places into two mega-environments, the first including Karaj, Moghan, Mashhad, Isfahan and Kermanshah and the second including Khoy. In total, between cultivars for genetic diversity and General and specific adaptability were very different variation.

Keywords: Mega-environment, Genotype environment interaction, Ideal genotype, Ideal environment.

-
- 1 - Associated Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran. (*: corresponding email address: Mostafavi@kiaau.ac.ir).
 - 2 - Instructor, Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
 - 3 - Associate Professor, Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran