Journal of Vegetables Sciences, Spring & Summer 2023, Vol 7, No 13(1), Pages 80-91

Ilam University

doi: 10.22034/IUVS.2022.562983.1239 Article Type: Research Online ISSN: 2676-4822

Evaluation of Adaptability and Stability of the Iranian Round Eggplants Advanced Lines

Mahmoud Bagheri[1*], Zeynab Anafjeh[2], Naser Zarifinia[3] and Sibgol Khoshkam[4]

1- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Research Department, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

2- Researcher, Seed and Plant Improvement Department, Research and Education Center of Agricultural and Natural Resources of Khuzestan, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

3- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Department, Research and Education Center of Agricultural and Natural Resources of Safiabad, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Dezful, Iran

4- Instructor, Seed and Plant Improvement Department, Research and Education Center of Agricultural and Natural Resources of South of Kerman, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Jiroft, Iran

[*]**Corresponding author:** m-bagheri@areeo.ac.ir

(**Received:** 04 October 2022 **Revise:** 13 November 2022 **Accepted:** 14 November 2022)

Extended Abstract

1. **Introduction:** Cultivation of summer crops is the high cost process, so the produced crops should have suitable quantitative and qualitative characteristics to compensate production costs. Selection the plants with the best morpho-physiological characteristics and productivity rate can lead to enhance economic efficiency and resistance rate to biotic and abiotic stresses. With population growth, demand for eggplant as an excellent source of iron, calcium, potassium, phosphorus, and vitamins A and B has increased. In addition to use as food, eggplant also has medicinal characteristics leading to its consumption for medicinal purposes. Eggplant is considered as widely cultivated crop with edible fruits in tropical, subtropical and warm regions, especially in Southern Europe and South America. The total cultivated area of eggplant is about 1.65 million hectares, its production rate is about 48.5 million tons, and its average yield is about 29.3 tons per hectare, worldwide. China, India and Iran are respectively the top producers of this crop with 28.8, 12.2 and 1.3 million tons production rates. Khuzestan, Hormozgan, Tehran, Fars, Sistan and Baluchistan, Razavi Khorasan, Bushehr, Jiroft and Kahnuj are some regions in Iran with the highest cultivation and production rate of eggplant.
2. **Materials and Methods:** The adaptability and stability of four advanced Iranian eggplant lines including D1, D7, D13 and BJ30, along with three controls including "Black Beauty" cultivar, Qasri Dezful landrace and round Brazjan landrace were studied based on randomized complete blocks design (RCBD) with three replications at five different locations during two years. Seedlings were transplanted at 4-6 leaf stage when their height reached to more than 10 cm. The field was irrigated before transplantation. The distance between rows was 60 cm and seedlings were transplanted at a distance of 75 cm in each row. The total yield was evaluated as a cumulative parameter for each plot from the beginning of fruiting to the end of the harvest period. Analysis of variance was performed using SAS software. Mean comparisons were conducted based on Duncan method at 1 % probability level. Stability analysis was performed by AMMI method.
3. **Results and Discussion:** The mean comparisons results demonstrated that the highest total yield was recorded in BJ30 line (34.08 ton ha^{-1}), followed by D1 (33.72 ton ha^{-1}) and D7 (31.42 ton ha^{-1}) lines. Total yield in Karaj region (58.39 ton ha^{-1}) was higher than other studied regions (Jiroft with 34.34, Dezful with 25.52, Orumieh with 22.74 and Qarakhil with 14.49 ton ha^{-1}, respectively). The highest yield was observed in B J30 line and Borazjan landrace cultivated in Karaj region and the lowest yield was recorded in D7 line, 'Black Beauty' cultivar, D13 line and Borazjan landrace, all cultivated in Qarakhil region. Based on AMMI analysis, D1 and D7 were the most stable lines with the high yield which could be recommended for cultivation in all studied regions. The uniformity of the D7 line as a pure line has given it the ability to introduce a promising line. As reported by several researchers, the difference between total yields of eggplants cultivated in different studied regions of this experiment could be related to different climates and meteorological parameters of these regions. The significant interaction effect of region and genotype on total yield indicated that different eggplant genotypes had different reactions to changes in meteorological parameters, and on the other hand, the lack of significant interaction of year

and genotype on this trait demonstrated that genotypes reacted the same way to different years. AMMI model was useful in interpreting the results and the model was able to fit the observed data well, which was in line with those reported by several researchers.

4. **Conclusion:** Given the high stability and total yield of D1 and D7 lines, they could be recommended for cultivation in all studied regions. Among the studied regions, Karaj with 58.39 ton ha-1 had the highest total yield, and on the other hand the lowest value of this trait was recorded in Qarakhil region. The BJ30 line has special compatibility with the Karaj region and is recommended for this region. BJ30 had completely sweet fruits and was significantly different compared to all controls. D1 had green cylindrical fruits with the best taste and the least bitterness comparing to the other lines.

Keywords: AMMI method, General stability, Private adaptability, Yield

Citation: Bagheri, M., Anafjeh, Z., Zarifinia, N. & Khoshkam, S. (2023). Evaluation of adaptability and stability of the Iranian round eggplants advanced lines. *Journal of Vegetables Sciences*, 13(1), 80-91. doi: 10.22034/IUVS.2022.562983.1239

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Vegetables Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/ by/4.0).

دوفصلنامه علمی علوم سبزی‌ها، سال ۷، دوره ۱۳، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۲، صفحات (۹۱-۸۰)

شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۲-۲۶۷۶ نوع مقاله: پژوهشی doi:10.22034/IUVS.2022.562983.1239

ارزیابی سازگاری و پایداری لاین‌های پیشرفته بادمجان‌های دلمه‌ای کشور

محمود باقری [۱*]، زینب عنافجه [۲]، ناصر ظریفی‌نیا [۳] و سیب گل خوشکام [۴]

۱- استادیار، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- محقق، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۳- استادیار، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران

۴- مربی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران

*نویسنده مسئول: m-bagheri@areeo.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۱۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۳)

چکیده

در این پژوهش چهار لاین پیشرفته بادمجان دلمه‌ای کشور شامل لاین‌های D1، D7، D13 و BJ30 به‌همراه سه شاهد رقم "بلک بیوتی"، توده قصری دزفول و توده دلمه‌ای برازجان در آزمایشات سازگاری و پایداری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و به‌مدت دو سال در پنج منطقه کشور شامل کرج، قراخیل، جیرفت، ارومیه و دزفول، مورد ارزیابی قرار گرفتند. بالاترین عملکرد در بین مناطق مورد مطالعه مربوط به منطقه کرج با میانگین عملکرد ۵۸/۳۹ تن در هکتار بود. از طرفی بیشترین عملکرد را لاین‌های BJ30، D1 و D7 به‌ترتیب با میانگین عملکرد ۳۴/۰۸، ۳۳/۷۲ و ۳۱/۴۲ تن در هکتار دارا بودند. به‌طور کلی بیشترین عملکرد مربوط به لاین BJ30 و توده محلی دلمه‌ای برازجان (تیمار شاهد) در منطقه کرج و کمترین عملکرد مربوط به لاین D7، رقم "بلک بیوتی"، لاین D13 و توده محلی برازجان، همگی در منطقه قراخیل بود. براساس نتایج تجزیه پایداری به روش AMMI لاین‌های D1 و D7 به‌عنوان لاین‌های با پایداری عمومی و میانگین عملکرد مناسب، قابل توصیه برای کشت در تمامی مناطق کشور می‌باشند، زیرا دارای اثر متقابل ژنوتیپ در محیط کمتر و پایداری عمومی بیشتری بودند. همچنین، لاین پیشرفته BJ30 سازگاری خصوصی با منطقه کرج داشته و قابل توصیه برای این منطقه است.

واژه‌های کلیدی: پایداری عمومی، روش AMMI، سازگاری خصوصی، عملکرد

استناد: باقری، م.، عنافجه، ز.، ظریفی‌نیا، ن. و خوشکام، س. (۱۴۰۲). ارزیابی سازگاری و پایداری لاین‌های پیشرفته بادمجان‌های دلمه‌ای کشور. *علوم سبزی‌ها*، ۱۳(۱)، ۹۱-۸۰.

حق چاپ:

حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به‌صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل‌دسترس است.

مقدمه

به‌طور کلی صیفی‌جات محصولاتی با هزینه تولید بالا هستند و بایستی محصول مورد نظر دارای عملکرد کمی و کیفی مناسبی باشد تا هزینه‌های تولید جبران شود. جداسازی توده‌ها و انتخاب بهترین میوه‌ها از نظر شکل ظاهری و کیفیت می‌تواند باعث افزایش عملکرد، بالا بردن کیفیت، افزایش صرفه اقتصادی و مقاومت به آفات و بیماری‌های شایع در محصول گردد. همراه با رشد سریع جمعیت، تقاضای روزافزون برای صیفی‌جات افزایش یافته است. این افزایش به‌دلیل آگاهی نسبت به فایده سبزیجات در تأمین مواد مغذی خانواده می‌باشد (Jumini & Marliah, 2009). بادمجان (*Solanum melongea* L.) گیاهی خودگشن و یکی از سبزیجات مهم خانواده Solanaceae بوده و مرکز اولیه تنوع این گیاه هند و مرکز ثانویه آن چین می‌باشد (Karihaloo & Gottlieb, 1995). ایران نیز در کمربند مناطق دارای تنوع از نظر بادمجان قرار گرفته است و توده‌های بومی این محصول در ایران وجود دارند (IPGRI, 1985). میوه بادمجان منبع بسیار خوبی از آهن، کلسیم، پتاسیم، فسفر، ویتامین‌های B، A و C است (Khurana *et al.*, 2008). بادمجان علاوه بر مصرف غذایی، مصرف دارویی نیز دارد و از آن در درمان برخی از بیماری‌ها استفاده می‌شود (Gandhi & Sundari, 2012; Shalim Uddin *et al.*, 2021). این محصول به‌منظور مصرف میوه آن، به‌طور گسترده‌ای در مناطق گرمسیری، نیمه گرمسیری و مناطقی با هوای گرم به‌ویژه در جنوب اروپا و آمریکای جنوبی کشت می‌شود. مجموع سطح زیر کشت و میزان تولید بادمجان در سطح جهان به‌ترتیب حدود ۱/۶۵ میلیون هکتار و ۴۸/۵ میلیون تن و متوسط عملکرد آن در جهان حدود ۲۹/۳ تن در هکتار می‌باشد. چین با ۲۸/۸ میلیون تن، هند با ۱۲/۲ میلیون تن و ایران با ۱/۳ میلیون تن رتبه‌های اول تا سوم تولید را در سطح جهان در اختیار دارند. سطح زیر کشت و متوسط عملکرد بادمجان در ایران به‌ترتیب ۲۹۳۰۰ هکتار و ۴۴/۴ تن در هکتار می‌باشد (FAO, 2012). استان‌های مهم تولیدکننده بادمجان در سطح کشور شامل خوزستان، هرمزگان، تهران، فارس، سیستان و بلوچستان، خراسان رضوی، بوشهر و منطقهٔ جیرفت و کهنوج می‌شود.

یک توده بومی (Landrace) مخلوطی از ژنوتیپ-های مختلف می‌باشد که تا حد زیادی بوسیله گزینش طبیعی یا مصنوعی در شرایط محیط رشد مربوطه بوجود آمده است. توده‌های بومی در گیاهان خودگشن مخلوطی از لاین‌های خالص می‌باشند که به‌عنوان خزانه ژنی با ارزش و حاوی ژن‌های مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی مدنظر به‌نژادگران قرار دارند. با اعمال گزینش در توده‌های بومی بادمجان که مخلوطی از لاین‌های خالص می‌باشند می‌توان لاین‌های برتر را از نظر صفات مطلوب انتخاب نمود (Hari & Yadava Ram, 2018).

روش اصلاحی انتخاب لاین خالص (انتخاب تک بوته)، روش مناسبی برای اصلاح توده‌های بومی گیاهان خودگشن بوده و یکی از مؤثرترین روش‌ها برای استفاده حداکثری از پتانسیل ژرم‌پلاسم موجود می‌باشد و با استفاده از این روش در گیاهان خودگشن مختلف و همچنین در سبزیجات خودگشن لاین‌ها و واریته‌های مطلوب بسیاری معرفی گردیده‌اند (Kallo, 1988). Munoz-Falcon و همکاران (۲۰۰۹)، تعداد ۳۸ توده بادمجان سیاه شامل ارقام تجاری و زراعی و ۶ توده بادمجان غیر سیاه جمع‌آوری شده از کشورهای مختلف را مورد مطالعه قرار داده و با بررسی ۳۳ صفت مورفولوژیکی در این ژنوتیپ‌ها تنوع بالایی را به‌ویژه در ارقام زراعی مشاهده کردند.

عمده توده‌های بومی بادمجان در ایران شامل سیاه نیشابوری، جویبار مازندران، قلمی ورامین، سرخون بندرعباس، قصری دزفول، جهرم، برازجان، دستگرد اصفهان، یزد، لرستان و شندآباد توسط نگارنده جمع آوری گردیده است. لاین خالص در این توده ها انتخاب و در ادامه آزمایشات مقدماتی و پیشرفته عملکرد انجام گردید که در نتیجه ۸ لاین پیشرفته قلمی و ۴ لاین پیشرفته غیرقلمی (دلمه‌ای و

نیمه‌دلمه‌ای) انتخاب شدند (Bagheri *et al.*, 2021). در این پژوهش ۴ لاین پیشـــرفته دلمه‌ای به‌مدت دو ســـال و در پنج منطقه شـــامل کرج، جیرفت، دزفول، قراخیل و ارومیه در قالب آزمایشات سازگاری و پایداری مورد بررســی قرار گرفتند. از آنجا که در ایران مطالعات اندکی بر روی ســـازگاری و پایداری بادمجان در مناطق مختلف صـــورت گرفته، بنابراین این مطالعه با هدف ارزیابی ســـازگاری و پایداری عملکرد دانه لاین‌های بادمجان دلمه‌ای در مناطق مختلف کشـــور انجام شـــده است.

مواد و روش ها

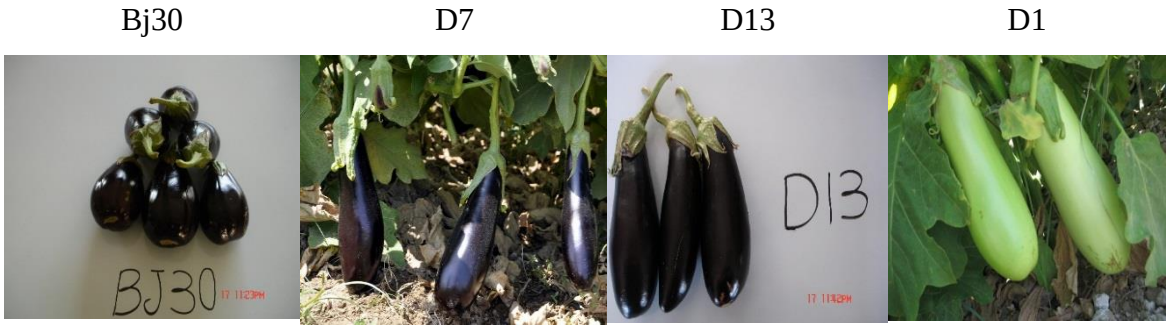
در هر یک از مناطق اجرای پروژه که شامل کرج، جیرفت، دزفول، ارومیه و قراخیل می‌شد، حدوداً دو ماه قبل از انتقال نشاها، بذور در خزانه‌ای با دمای مناسب کشت و مراقبت‌های زراعی لازم شامل آبیاری، کوددهی و سم‌پاشی اعمال گردید. سپس قطعه زمینی به مساحت حدوداً ۱۰۰۰ متر مربع شخم زده شده و کودهای دامی و شیمیایی به‌میزان ۳۰ تن در هکتار کود دامی، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل (قبل از کشت)، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم (قبل از کشت) و ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره (۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کشت، ۵۰ کیلوگرم در هکتار یک ماه پس از انتقال نشا و ۵۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله شروع میوه‌دهی) اسـتفاده گردید. زمیـن دیسک زده شد و ردیف‌های کشت به‌فاصله ۶۰ سانتی‌متر ایجاد گردید. بعد از رسیدن نشاها به مرحله ۴ تا ۶ برگی و ارتفاع بیش از ۱۰ سانتی‌متر، زمین مزرعه اصلی آبیاری شده و نشاها به زمین اصلی منتقل و کشت شدند. فاصله ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ بوته‌ها بر روی هر ردیف نیز ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (مجموعاً ۴۰ بوته در هر کرت). آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. بین کرت‌ها و همچنین بین تکرارها نیز دو متر فاصله در نظر گرفته شد. در طول فصل رشد عملکرد قابل عرضه به بازار از شروع باردهی تا پایان دورهٔ برداشت برای هر کرت یادداشت گردید. قابل ذکر است که ارومیه منطقه‌ای سرد، کرج معتدل سرد، قراخیل معتدل مرطوب، و دزفول و جیرفت مناطقی گرم هستند. نام و مشخصات چهار لاین پیشرفته اصلاحی گزینش-شده از دو توده بومی بادمجان دلمه‌ای کشور (برازجان و قصری دزفول) به‌شرح ذیل می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های بادمجان‌های مورد بررسی

Table 1- Characteristics of studied eggplants genotypes

ژنوتیپ Genotype	کد ژنوتیپ Genotype code	مشخصات Characteristics	ژنوتیپ Genotype	کد ژنوتیپ Genotype code	مشخصات Characteristic
1	D1	لاین پیشرفته Advanced line	5	BOR	توده دلمه ای برازجان Borazjan round landrace
2	D7	لاین پیشرفته Advanced line	6	DEZ	توده قصری دزفول Dezful Ghasri landrace
3	D13	لاین پیشرفته Advanced line	7	B.B.	رقم تجاری "بلک بیوتی" 'Black Beauty' commercial cultivar
4	BJ30	لاین پیشرفته Advanced line			

مجموع عملکرد برای هر کرت محاسبه و تجزیه واریانس و مقایسات میانگین به‌روش دانکن توسط نرم افزار SAS و تجزیه پایداری داده‌ها به روش AMMI انجام پذیرفت. همچنین در شکل ۱ تصویری از ژنوتیپ-های مورد مطالعه آورده شده است.



شکل ۱- ژنوتیپ‌های مورد مطالعه
Figure 1- Studied genotypes

نتایج و بحث

طبق نتایج مقایسات میانگین، منطقه کرج با میانگین عملکرد ۵۸/۳۹ تن در هکتار به‌تنهائی در گروه a قرار گرفت. مناطق جیرفت با میانگین عملکرد ۳۴/۳۴، دزفول با ۲۵/۵۲، ارومیه با ۲۲/۷۴ و قراخیل با ۱۴/۴۹ تن در هکتار به‌ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). در مطالعه‌ای بر روی سازگاری و پایداری عملکرد لاین‌های بادمجان قلمی، نیشابور بیشترین میزان عملکرد (۶۰/۵۶ تن در هکتار) را به خود اختصاص داد و پس از آن کرج، میناب، ورامین و ارومیه قرار گرفتند (Bagheri *et al.*, 2021).

جدول ۲- مقایسات میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در مناطق آزمایشی مختلف
Table 2- Mean comparisons of genotypes yield at different experimental regions

منطقه Region	میانگین عملکرد (تن در هکتار) Mean yield (ton ha^{-1})
کرج Karaj	58.39[a]
جیرفت Jiroft	34.34[b]
دزفول Dezful	25.52[c]
ارومیه Orumieh	22.74[d]
قراخیل Gharakhil	14.49[e]

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس روش دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with at least one letter in common are not significantly different based on Duncan method at 1% probability level

جدول ۳ نشان‌دهنده میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها می‌باشد. لاین BJ30 منتج از توده محلی دلمه‌ای برازجان با میانگین عملکرد ۳۴/۰۸ تن در هکتار، لاین D1 با میانگین عملکرد ۳۳/۷۲ تن در هکتار و لاین D7 با میانگین عملکرد ۳۱/۴۲ تن در هکتار هر دو منتج از توده محلی قصری دزفول، همگی در گروه تیماری a قرار گرفتند. لاین BJ30 تفاوت معنی‌داری با تمامی تیمارهای شاهد داشته و رتبه نخست را نیز از نظر میانگین عملکرد به‌خود اختصاص داد. این لاین دارای میوه‌های کاملاً دلمه‌ای می‌باشد. لاین D1 که رتبه دوم

را از نظر این صفت دارا بود، دارای میوه‌های استوانه‌ای سبزرنگ بوده و بهترین طعم و کمترین تلخی را در بین تمامی لاین‌های مورد بررسی به‌خود اختصاص داد. لاین D7 تقریباً مشابه لاین D1 بود، با این تفاوت که میوه-های آن همانند توده مادری خود سیاه رنگ می‌باشند. لاین D7 برتری معنی‌داری نسبت به توده مادری خود نداشته، ولیکن یکنواختی موجود در آن به‌عنوان یک لاین خالص قابلیت معرفی یک لاین امیدبخش را به آن داده است. در تحقیقی که در بنگال غربی انجام شد، ژنوتیپ و فصل تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان عملکرد میوه داشتند که نشان دهنده وجود تنوع در جمعیت بادمجان بود (Koundinya *et al*., 2017).

جدول ۳- مقایسات میانگین عملکرد تیمارها

Table 3- Mean comparisons of treatments yield

تیمار Treatment	میانگین عملکرد (تن در هکتار) Mean yield (ton ha^{-1})
BJ30	34.08^{a}
D1	33.72^{ab}
D7	31.42^{abc}
دلمه ای برازجان Borazjan round	30.9^{abc}
قصری دزفول Dezful Ghasri	30.42^{bc}
"بلک بیوتی" 'Black Beauty'	28.71^{c}
D13	28.42^{c}

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس روش دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with at least one letter in common are not significantly different based on Duncan method at 1% probability level

در جدول ۴، همان‌گونه که مشاهده می‌شود بیشترین عملکرد مربوط به لاین BJ30 و توده محلی دلمه‌ای برازجان (تیمار شاهد) در منطقه کرج و کمترین عملکرد مربوط به لاین D7، رقم "بلک بیوتی"، لاین D13 و توده محلی برازجان، همگی در منطقه قراخیل بوده است.

جدول ۴- مقایسات میانگین اثرات متقابل منطقه و ژنوتیپ بر میانگین عملکرد

Table 4- Mean Comparisons of interaction of region and genotype on mean yield

منطقه Region	ژنوتیپ Genotype	میانگین عملکرد (تن در هکتار) Mean yield (ton ha^{-1})	منطقه Region	ژنوتیپ Genotype	میانگین عملکرد (تن در هکتار) Mean yield (ton ha^{-1})
کرج Karaj	D1	62.71^{ab}	دزفول Dezful	Borazjan	26.27 $^{i-l}$
کرج Karaj	D7	61 ^{ab}	دزفول Dezful	'Black Beauty'	18.17 $^{l-o}$
کرج Karaj	D13	47.69^{cd}	دزفول Dezful	Ghasri	33.4 $^{f-i}$
کرج Karaj	BJ30	67.42^{a}	ارومیه Orumieh	D1	21.12 $^{k-o}$
کرج Karaj	Borazjan	67.35^{a}	ارومیه Orumieh	D7	20.38 $^{k-o}$
کرج Karaj	'Black Beauty'	55.73^{bc}	ارومیه Orumieh	D13	19.58 $^{k-o}$
کرج Karaj	Ghasri	46.82^{de}	ارومیه Orumieh	BJ30	28.11 $^{h-k}$
جیرفت Jiroft	D1	41.31^{d-f}	ارومیه Orumieh	Borazjan	20.11 $^{k-o}$
جیرفت Jiroft	D7	38.73^{e-g}	ارومیه Orumieh	'Black Beauty'	24.12 $^{i-m}$
جیرفت Jiroft	D13	36.33 $^{f-g}$	ارومیه Orumieh	Ghasri	25.73 $^{i-l}$
جیرفت Jiroft	BJ30	31.97 $^{g-j}$	قراخیل Gharakhil	D1	19.99 $^{k-o}$
جیرفت Jiroft	Borazjan	27.98 $^{h-k}$	قراخیل Gharakhil	D7	13.29 ^{o}
جیرفت Jiroft	'Black Beauty'	32.37 $^{g-j}$	قراخیل Gharakhil	D13	12.92 ^{o}
جیرفت Jiroft	Ghasri	31.37 $^{g-j}$	قراخیل Gharakhil	BJ30	14.89 $^{m-o}$
دزفول Dezful	D1	23.51 $^{j-n}$	قراخیل Gharakhil	Borazjan	^{o} 12.8
دزفول Dezful	D7	23.72 $^{j-m}$	قراخیل Gharakhil	'Black Beauty'	13.21 ^{o}
دزفول Dezful	D13	25.59 $^{i-l}$	قراخیل Gharakhil	Ghasri	14.41 ^{no}
دزفول Dezful	BJ30	$^{h-k}$ 28.10			

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس روش دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with at least one letter in common are not significantly different based on Duncan method at 1% probability level

تجزیه پایداری به روش AMMI

به‌منظور بررسی روابط ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها از نمایش گرافیکی بای‌پلات استفاده شد. در شکل ۲، محور افقی

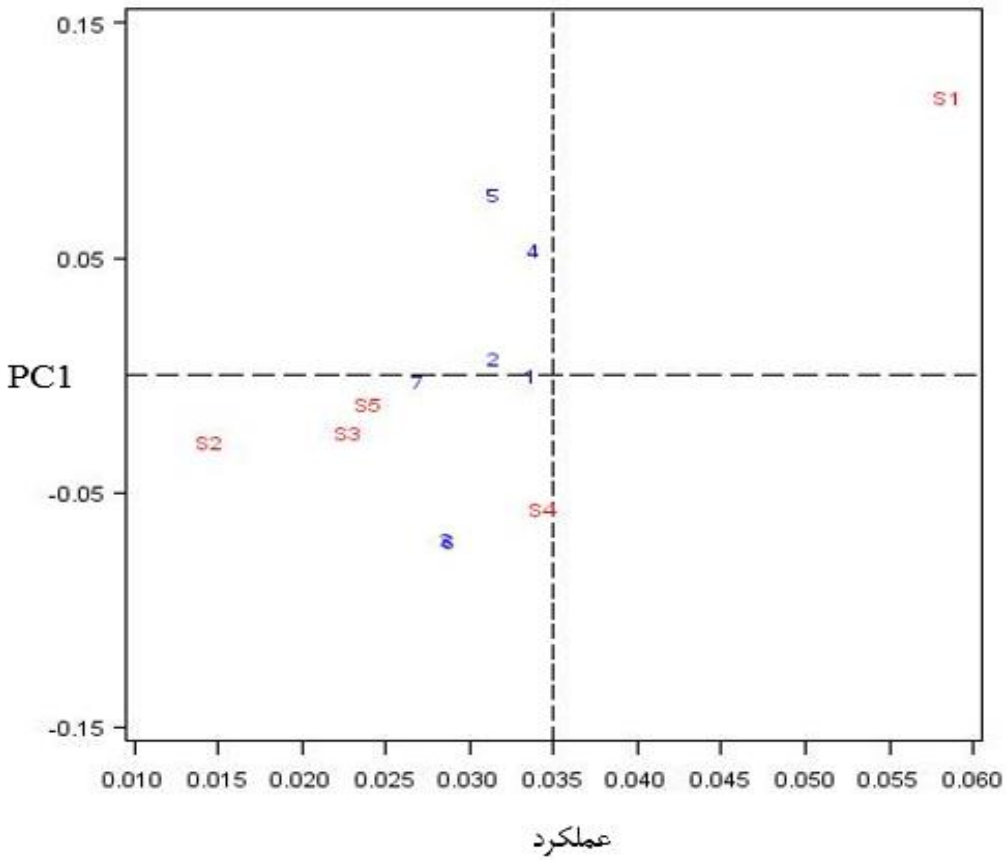
نمایـانگر اثـر اصلی جمع‌پذیر یا میانگین عملکرد دانه بر حسب تن در هکتار و محور عمودی نشان‌دهنده اثر متقابل ضربی یا مقادیر اولین مؤلفه اصلی (IPCA1) یعنی ضرایب عاملی، برای ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها به‌طور جداگانه می‌باشد. ژنوتیپ‌هایی که در مرکـز بـای‌پـلات قـرار گرفته‌اند، اثر متقابل نزدیک به صفر را دارند و دارای پایداری عمومی بیشتری هستند. با توجه به این نمودار پایدارترین ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۳ (D1 و D7) به‌ترتیب با داشتن کمترین میزان اثر متقابل بودند و رتبه‌های نخست پایداری را به‌خود اختصاص دادند. این دو ژنوتیپ، علاوه بر داشتن پایداری مناسب، دارای عملکرد بالاتر از میانگین کل (۳۱/۱ تن در هکتار) بوده و لذا قابلیت گزینش بالائی دارند. کمترین پایداری مربوط به ژنوتیپ‌های ۳، ۵، ۶ و ۷ (D13، BJ30، BOR، DEZ و B.B) با داشتن بیشترین میزان اثر متقابل بود. بالاترین میانگین عملکرد مکان‌ها نیز مربوط به مکان کرج (S1) و کمترین میانگین عملکرد به قراخیل (S2) تعلق داشت.

به‌منظور بررسی سازگاری خصوصی ژنوتیپ‌ها با مکان‌های مورد مطالعه از مدل AMMI2 که از پلات کردن دو مولفه اصلی اول ایجاد می‌شود استفاده شد (شکل ۳). در این بای‌پلات، قراخیل، ارومیه و جیرفت (S2، S3 و S4) به‌عنوان کلان محیط اول شناخته شده، ولیکن با قرار گرفتن در موقعیت بینابینی سازگاری خصوصی بالائی با هیچ یک از ژنوتیپ‌ها ندارند. در صورتی که این مکان‌ها به‌عنوان یک کلان محیط در نظر گرفته شوند ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۶ و ۷ را می‌توان به آن اختصاص داد. برای کلان محیط کرج، ژنوتیپ ۴ به‌عنوان ژنوتیپ با سازگاری خصوصی بالا قابل اختصاص است. مکان دزفول (S5) نیز به گونه‌ای قرار گرفته است که هیچ یک از ژنوتیپ‌ها را نمی‌توان به‌صورت خصوصی به آن اختصاص داد.

لاین‌های پیشرفته ۱ و ۲ (به‌ترتیب لاین‌های D1 و D7) به‌عنوان لاین‌های پایدار و با عملکرد مناسب معرفی می‌گردند که قابل توصیه برای تمامی مناطق تحت آزمایش می‌باشند. لاین پیشرفته ۴ (BJ30) سازگاری خصوصی با منطقه کرج داشته و قابل توصیه برای این منطقه است. زیرا در این مدل ژنوتیپ‌هایی که در مرکز بای‌پلات قرار گرفته‌اند، دارای اثر متقابل ژنوتیپ در محیط کمتر و پایداری عمومی بیشتری هستند، لذا برای اکثر محیط‌ها قابل توصیه می‌باشند. در مقابل، ژنوتیپ‌هائی که دور از مرکز قرار می‌گیرند دارای پایداری خصوصی هستند.

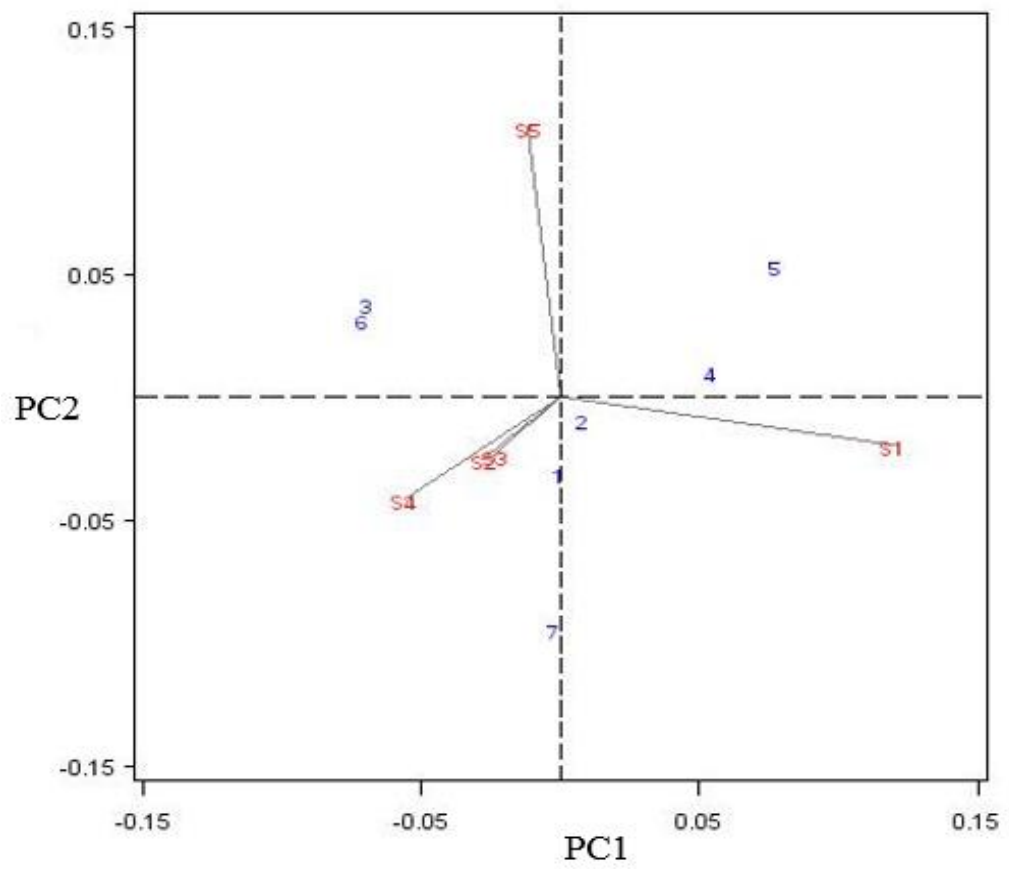
استفاده از مدل دوم امی (AMMI2) به‌خوبی در تفسیر نتایج مفید می‌باشد و برازش خوب مدل امی با داده‌ها را نشان می‌دهد و از این لحاظ با نتایج دیگر محققین مطابقت دارد (Jamshid Moghaddam *et al.*, 2014; Pourdad & Mohammadi, 2008).

در مطالعه Kameli و همکاران (۲۰۲۰) تجزیه بای‌پلات نیز نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی مناسب در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود و از همبستگی بین عملکرد میوه با تعداد میوه در بوته و وزن تک میوه حکایت داشت و به‌همین دلیل پیشنهاد شد که جهت افزایش عملکرد در برنامه‌های اصلاحی از این دو صفت استفاده شود.



شکل ۲- نمودار بای پلات عملکرد در مقابل مؤلفه اول مدل AMMI1 برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه. (1: D1، 2: D7، 3: D13، 4: BJ30، 5: BOR، 6: DEZ، 7: B.B، S1: کرج، S2: قراخیل، S3: ارومیه، S4: جیرفت و S5: دزفول)

Figure 2- Biplot of yield against the first component of AMMI1 model for the studied genotypes. (1: D1, 2: D7, 3: D13, 4: BJ30, 5: BOR, 6: DEZ, 7: B.B, S1: Karaj, S2: Qarakhil, S3: Orumieh, S4: Jiroft and S5: Dezful)



شکل ۳- بای پلات مدل AMMI2 دو مؤلفه اول برای اثر متقابل ژنوتیپ‌ها و محیط‌های مورد بررسی. (1: D1، 2: D7، 3: D13، 4: BJ30، 5: BOR، 6: DEZ، 7: B.B، S1: کرج، S2: قراخیل، S3: ارومیه، S4: جیرفت و S5: دزفول)

Figure 3- AMMI2 biplot of first two components for the interaction of genotypes and studied environments. (1: D1, 2: D7, 3: D13, 4: BJ30, 5: BOR, 6: DEZ, 7: B.B, S1: Karaj, S2: Qarakhil, S3: Orumieh, S4: Jiroft and S5: Dezful)

نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق لاین‌های D1 و D7 لاین‌های با پایداری عمومی و میانگین عملکرد مناسب بودند و بر این اساس، قابل توصیه برای تمامی مناطق کشور می‌باشند. در بین مناطق مورد مطالعه، کرج با میانگین عملکرد ۵۸/۳۹ تن در هکتار بالاترین عملکرد را داشته و در مقابل، قراخیل کمترین میانگین عملکرد را دارا بود. در بین لاین‌های مورد مطالعه، بیشترین عملکرد مربوط به لاین‌های BJ30، D1 و D7 به‌ترتیب با میانگین عملکرد ۳۴/۰۸، ۳۳/۷۲ و ۳۱/۴۲ تن در هکتار بود. لاین BJ30 دارای میوه‌های کاملاً دلمه‌ای بوده و تفاوت معنی‌داری با تمامی تیمارهای شاهد داشت. لاین D1 که رتبه دوم را از نظر عملکرد دارا بود، دارای میوه‌های استوانه‌ای سبزرنگ بوده و بهترین طعم و کمترین تلخی را در بین تمامی لاین‌ها به خود اختصاص داد.

References

- Bagheri, M., Hasanzadeh Khankahdani, H., Anafjeh, Z. & Arab-Salmani, K. (2021). Evaluation of Stability and Compatibility of Yield in Advanced Lines of Iranian Long Eggplants. *Journal of Vegetables Sciences*, 5(9), 141-155. (In Farsi)

- FAO. (2012). Available: http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx.
- Gandhi, A. & Sundari, S. (2012). Effect of vermicompost prepared from aquatic weeds on growth and yield of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Journal of Biofertil Biopesticide*, 3(5), 1-4.
- Hari, H.K. & Yadava Ram, R. (2018). Vegetable breeding, principles and practices. Intrnational kindle paperwithe 188.
- International Plant Genetic Resource Institute, IPGRI. (1985). *Annual report. Rome,* 27.
- Jamshid Moghaddam, M., Eskandari Torbaghan, M. & Mirzaee, A. (2014). Analysis of genotype × environment interaction for seed yield in spineless safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. *Crop Breeding Journal*, 4(1), 47-56.
- Jumini, D. & Marliah, A. (2009). Growth and yield of eggplant due to application of leaf fertilizer Gandasil D and Harmonik growth regulators. *Jurnal Floratek*, 4, 73-80.
- Kallo, G. (1988). Vegetable breeding. CRC press, Inc, USA, 587-598.
- Kameli, A.M., Kiani, Gh. & Kazemitabar, K. (2020). The Evaluation of Phenotypic Diversity in Eggplant (*Solanum melongena* L.) Genotypes. *Journal of Vegetables Sciences*, 3(6), 31-41. (In Farsi)
- Karihaloo, J. L. & Gottlieb, L. D. (1995). Allozyme variation in the eggplant, Solanum melongena L. (Solanaceae). *Journal of Theoretical and Applied Genetics*, 90, 578-583.
- Khurana, M. R. L., Bansal, V., Nayyar, K. & Setia, R. K. (2008). Yield and metal composition of brinjal (*Solanum melongena*) and pigweed (*Amaranthus tricolor*) as influenced by lead contaminated soils. *Journal of Agrochimiya,* 52, 60-70.
- Koundinya, A. V. V., Das, A., Pandit, M., & Kumar, P. (2017). Profiling of growth and yield parameters of eggplant as influenced by the cropping season. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, 6(5), 440-448.
- Munoz-Falcon, J. E., Prohens, J., Vilanova, S. & Nuez, F. (2009). Diversity in commercial varieties and landraces of black eggplants and implications for broadening the breeders' gene pool. *Journal of Annals of Applied Biology*, 154, 453–465.
- Pourdad, S.S. & Mohammadi, R. (2008). Use of stability parameters for comparing safflower genotypes in multi-environment trials. *Asian Journal of Plant Sciences*, 7(1), 100-104. (In Farsi)
- Shalim Uddin, M. d., Billah, M., Afroz, R., Rahman, S., Jahan, N., Golam Hossain, M. d, Ara Bagum, Sh., Sorof Uddin, M. d., Mohammad Khaldun, A. B., Golam Azam, Md., Hossain, N., Latif Akanda, M. A., Alhomrani, M., Gaber, A. & Hossain, A. (2021). Evaluation of 130 Eggplant (*Solanum melongena* L.) Genotypes for Future Breeding Program Based on Qualitative and Quantitative Traits, and Various Genetic Parameters. *Journal of Horticulturae*, 7(376), 2-22.