



Selection of Advanced Soybean Lines in Dry Conditions Using Stability Methods

Jahanfar Daneshian^{1✉} | Mehrzad Ahmadi²

1. Corresponding Author, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. Email: j.daneshian@areeo.ac.ir
2. Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. Email: mhr.ahmadi@areeo.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: June 21, 2022

Received in revised form:

August 31, 2022

Accepted: November 15, 2022

Published online: April 28,

2023

Keywords:

Agronomic traits, correlation, stability statistics, water stress, yield.

ABSTRACT

To identify soybean with higher grain yield and stability in low water regions of the country, 14 superior soybean lines along with two control lines (Saba, Kowsar) were evaluated in two separate experiments in a randomized complete block design with three replications in two years 2015-16 in Karaj. In this study, both experiments were similarly irrigated until seedling establishment and the emergence of stage V4-V5, which coincided with the full development of the fourth to fifth leaflets. After that, in the first and second experiments, were irrigated every week and every other week, respectively. At the end of two years, the stability of the lines was evaluated by 16 stability methods and a three-dimensional graph of mean grain yield, rank and rank variance of stability statistics were investigated. The results of combined analysis of variance showed that the line effect and the interactions of year by stress, year in line and year by stress in the evaluated line were significant and lines G1, G3, and G2 had the lowest average of sum stability statistics (Ar) and standard deviation of rankings (SD) and had been higher yield than average yield and control regions cultivars of Kowsar and Saba and were identified as stable lines. Therefore, these lines can be selected and introduced as a high yield and sustainable cultivar for cultivation in low water areas.

Cite this article: Daneshian, J., & Ahmadi, M. (2023). Selection of advanced soybean lines in dry conditions using stability methods. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 54(2), 1-14. DOI: 10.22059/ijfcs.2022.344837.654919.



© The Authors.

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/ijfcs.2022.344837.654919>



انتشارات دانشگاه تهران

علوم گیاهان زراعی ایران

Homepage: <https://ijfcs.ut.ac.ir/>

شماره الکترونیکی: ۸۰۸۲-۲۴۲۳

گزینش لاین‌های پیشرفته سویا در شرایط خشکی با استفاده از روش‌های پایداری

جهانفر دانشیان^۱ | مهرزاد احمدی^۲

۱. نویسنده مسئول، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران. رایانامه: j.daneshian@areeo.ac.ir
۲. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران، رایانامه: ahmadimehrzad@ymail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>نوع مقاله: مقاله پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۳۱</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۰۹</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۴</p> <p>تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۲/۰۸</p> <p>کلیدواژه‌ها: آماره‌های پایداری، تنش کم‌آبی، صفات زراعی، عملکرد، همبستگی</p>	<p>به‌منظور شناسایی لاین‌های پرمحصول و پایدار سویا برای مناطق کم‌آب کشور، ۱۴ لاین برتر سویا به همراه دو رقم صبا و کوثر در دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در کرج ارزیابی شدند. در این تحقیق هر دو آزمایش تا زمان استقرار گیاهچه و ظهور مرحله V4-V5 که مصادف با توسعه کامل چهارمین تا پنجمین برگچه بود، مشابه یکدیگر آبیاری شده و پس از آن، در آزمایش‌های اول و دوم به‌ترتیب هر هفته و یک هفته در میان آبیاری شدند. در پایان دو سال، پایداری لاین‌ها، با ۱۶ روش پایداری بررسی و نمودار سه‌بعدی میانگین عملکرد دانه، رتبه و واریانس رتبه آماره‌های پایداری بررسی شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر لاین و اثرات متقابل سال در تنش، سال در لاین و سال در تنش در لاین معنی‌دار بود و لاین‌های G1، G3 و G2 کمترین مقدار میانگین رتبه آماره‌های پایداری (At) و انحراف معیار رتبه‌ها (SD) و عملکرد بالاتر از متوسط میانگین و ارقام شاهد منطقه کوثر و صبا داشته و به‌عنوان لاین‌های پایدار شناسایی شدند. از این‌رو این لاین‌ها می‌توانند به‌عنوان یک ژنوتیپ پرمحصول و پایدار برای کشت در مناطق کم‌آب انتخاب و معرفی شوند.</p>

استناد: دانشیان، ج. و احمدی، م. (۱۴۰۲). گزینش لاین‌های پیشرفته سویا در شرایط خشکی با استفاده از روش‌های پایداری. *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۵۴ (۲)، ۱-۱۴. DOI: 10.22059/ijfcs.2022.344837.654919



© نویسندگان

ناشر: موسسه انتشارات دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

سویا یک گیاه مهم و استراتژیک در جهان است. این گیاه از لحاظ تامین روغن خوراکی و نهاده‌های دامی مورد نیاز کشور همواره مورد توجه بوده و صنایع روغنی و دامپروری و پرورش ماکیان و آبزیان کشور به شدت به سویا و واردات آن وابسته هستند. بیشترین میزان تولید گیاهان دانه‌های روغنی در سال ۲۰۲۱ در دنیا براساس آمار منتشره در سایت رسمی soystats، به ترتیب سویا، خانواده براسیکا و آفتابگردان با ۵۹، ۱۲ و ۹ درصد و عمده‌ترین کشورهای تولیدکننده سویا در جهان به ترتیب برزیل، آمریکا و آرژانتین با ۳۸، ۲۹ و ۱۴ درصد بوده است. سطح زیر کشت سویا در ایران در سال ۲۰۲۰ برابر ۶۰ هزار هکتار بوده که از آن حدود ۱۴۰ هزار تن محصول برداشت شده است (FAO, 2020). به نظر می‌رسد روند افزایش کشت سویا به دلیل سود اقتصادی آن به شدت مورد توجه قرار گیرد. بروز تغییرات شدید اقلیمی سال‌های اخیر و پیش‌بینی تنش کم‌آبی و گرمای فزاینده در اغلب مناطق ایران، به‌ویژه در نقاطی که برای توسعه کشت سویا در نظر گرفته شده، اتخاذ رویکردهای علمی برای مقابله با این مشکل را الزامی می‌سازد. در این راستا دستیابی به استراتژی مبتنی بر شناخت روش‌های کاربردی برای تعیین، افزایش عملکرد و سازگاری ارقام سویا ضروری به نظر می‌رسد. یکی از روش‌های مقابله با کم‌آبی استفاده از ارقام مقاوم به خشکی است (Daneshian et al., 2022). در ایران گیاه سویا عموماً در مراحل از چرخه زندگی خود با تنش کم‌آبی مواجه می‌شود. میزان خسارت خشکی و تاثیرپذیری صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی به زمان وقوع، مرحله نمو، شدت و مدت زمان کمبود آب بستگی دارد. ژنوتیپ‌های سویا دارای دو عادت رشدی محدود و نامحدود هستند. در ژنوتیپ‌های رشد محدود با شروع مرحله نمو زایشی، رشد رویشی متوقف می‌شود، اما در ژنوتیپ‌های رشد نامحدود هم‌زمان با نمو زایشی، گیاه به رشد رویشی خود تا زمان پر شدن دانه‌ها ادامه می‌دهند. ژنوتیپ‌های سویا دارای طول دوره رشد و نمو رویشی و زایشی متفاوتی هستند. ژنوتیپ‌های که دارای طول دوره رشد بیشتری هستند نیاز به آب بیشتری دارند. اثر تنش رطوبتی در هر یک از مراحل رشدی تیپ‌های مختلف، متفاوت می‌باشد. برخی از ژنوتیپ‌ها در زمان گلدهی نیاز آبی بیشتری دارند، لذا تنش رطوبتی باعث کاهش تولید گل و عمل لقاح شده و عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در برخی دیگر مرحله رشد غلاف بیشترین تاثیرپذیری را از تنش خشکی دارد. چنین تاثیری ممکن است به علت کاهش رشد و توسعه ریشه باشد، زیرا گیاه سویا در زمان آغاز رشد دانه‌ها توسعه ریشه را تقریباً متوقف کرده و انرژی و مواد حاصل از فتوسنتز را جهت پر کردن دانه‌ها به کار می‌گیرد. تعدادی از ژنوتیپ‌های سویا در زمان پر شدن دانه تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند که ممکن است به علت اختلال در انتقال مواد فتوسنتزی باشد (Daneshian, 2015).

نتایج یک تحقیق به منظور بررسی تاثیر تنش خشکی روی عملکرد و صفات مرتبط با رشد در سویا، در دو آزمایش جداگانه با آبیاری عادی و تنش ۵۰ درصد کاهش آب خاک نسبت به نقطه ظرفیت زراعی در کرج نشان داد تنش خشکی تاثیر متفاوتی روی صفات مورد بررسی دارد. بیشترین افزایش مربوط به درصد غلاف پوک و بیشترین کاهش در عملکرد تک بوته و شمار دانه بود. همچنین، صفات فاصله نخستین غلاف از سطح زمین، شمار دانه، شمار گره نیز آسیب شدیدی از تنش خشکی دیدند. کاهش دوره پر شدن دانه و عملکرد در ژنوتیپ‌های مقاوم غیر معنی‌دار ولی در ژنوتیپ‌های حساس معنی‌دار بود. از سوی دیگر درصد غلاف پوک و کاهش اشباع نسبی آب افزایش معنی‌داری در ژنوتیپ‌های حساس نشان دادند (Yahouian et al., 2018).

عملکرد سویا همانند سایر گیاهان تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. عوامل محیطی مانند بارش، دما و رطوبت نسبی قابل کنترل نیستند؛ اگرچه برخی از عوامل محیطی مانند نوع خاک، تاریخ کاشت، فاصله ردیف‌ها، جمعیت گیاه قابل کنترل هستند. شرایط محیطی نامطلوب بر رشد و عملکرد سویا اثر منفی دارد (Bakal et al., 2017). بنابراین اطلاعات مربوط به سازگاری یک ژنوتیپ از اهمیت بالایی برخوردار است.

پاسخ متفاوت عملکرد ارقام از یک محیط به محیط دیگر را برهم‌کنش ژنوتیپ به محیط (GEI^۱) گفته می‌شود (Vargas et al., 1998). نتایج بسیاری از تحقیقات قبلی اهمیت برهم‌کنش ژنوتیپ در محیط را در تجزیه و تحلیل پایداری سوپا نشان داده است (Babaei et al., 2018; Babaei et al., 2021; Babaei et al., 2020; Goksoy et al., 2019; Ilker et al., 2018a, 2018b). در بررسی پایداری و سازگاری ۴۳ رقم معرفی شده سوپا در کشور زیمبابوه در طول سال‌های ۱۹۶۶ الی ۲۰۱۳ در ۱۳ مکان، نتایج تجزیه و تحلیل AMMI نشان داد که اثرات ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط معنی‌دار و به ترتیب ۵/۶۵، ۷۷/۰ و ۱۷/۴ درصد از کل تغییرات واریانس داده‌ها را تبیین کرده و نیاز به آزمایش‌های چندمحیطی را در طول فصول مختلف در این منطقه توجیه کرد و نهایتاً چهار ژنوتیپ پرمحصول و پایداری شناسایی شد (Mushoriwa et al., 2022).

برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط از روش‌های آماری پارامتری و ناپارامتری متعددی استفاده شده است. نجفی میرک و همکاران (۲۰۱۸) به منظور تعیین پایداری لاین‌های امیدبخش گندم دوروم در اقلیم گرم و خشک کشور از هشت روش پایداری استفاده کرده و در نهایت دو لاین امیدبخش گندم دوروم را به عنوان لاین‌هایی با عملکرد پایدار و مناسب برای اقلیم گرم و خشک معرفی کردند (همچنین در بررسی پایداری عملکرد دانه ۱۳ لاین امیدبخش کنگد با استفاده از معیارهای مختلف پارامتری و ناپارامتری، در سه منطقه کرج، مشهد و مغان طی دو سال، تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ×سال×مکان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. از بین آن‌ها سه ژنوتیپ با میانگین بالاتر از متوسط عملکرد، انتخاب و قابل توصیه در مناطق کشت کنگد بودند (Zeinalzadeh-Tabrizi et al., 2021). خلیلی و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی پایداری و سازگاری ۴۰ لاین دابل هاپلوئید جو با پنج پارامترهای پایداری پرداختند و سه لاین را با عملکرد و پایداری بالا در مناطق نیمه‌خشک ایران شناسایی کردند. گوکسوی و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی پایداری ۱۵ لاین سوپا در سه منطقه ترکیه با استفاده از یازده روش پایداری از جمله $(CVi)^3$, $(Wi^2)^4$, bi^5 , λ_i و α_i^6 , $(\sigma_i^2)^7$ پرداختند و پنج لاین پایدار با عملکرد مناسب برای سه منطقه مورد نظر معرفی کردند. باتوجه به این که امکان کشت سوپا در اغلب مناطق کشور امکان‌پذیر بوده و نظر به اینکه قسمت‌های وسیعی از استان‌های کشور در مناطق گرم و خشک قرار گرفته‌اند؛ اصلاح و معرفی ارقام متحمل به خشکی، یکی از اولویت‌های اصلی در برنامه‌های به‌نژادی سوپا می‌باشد. بنابراین این تحقیق با هدف ارزیابی عملکرد دانه و تعیین پایداری لاین‌های پیشرفته سوپا در شرایط کم‌آبی اجرا شد.

۲. روش‌شناسی پژوهش

در این تحقیق ۱۴ لاین برتر سوپا که در آزمایش‌های مقدماتی ارزیابی عملکرد سوپا در مناطق مختلف برتر بوده‌اند به همراه دو رقم صبا و کوثر در دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در کرج به طول جغرافیایی ۵۰/۹۳ شمالی و عرض جغرافیایی ۳۵/۷۹ شرقی و ارتفاع ۱۲۳۱ متر از سطح دریا ارزیابی شدند (جدول ۱). کرج دارای آب و هوای گرم و خشک در طول ماه‌های کشت سوپا می‌باشد. وضعیت تغییرات دمای هوا براساس میانگین ماهانه در طی ماه‌های سال در جدول ۲ ارائه شده است. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و لولر در نیمه خردادماه انجام شد. کودهای شیمیایی شامل کود نیتروژن از منبع اوره به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار، فسفر به میزان ۹۶ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل پتاسیم به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم در زمان تهیه زمین استفاده شد. برای مبارزه با علف هرز در زمان تهیه زمین به میزان دو لیتر در هکتار ترفلان اضافه شد. مبارزه با علف‌های هرز در طول دوره رشد به صورت وچین دستی در دو نوبت صورت گرفت. هر کرت

^۱ 1. genotype X environment interaction effects (GEI)

2. deviation from the linear response

3. coefficient of variability

4. ecovalence

5. regression coefficient

6. environmental effects

7. stability variance

آزمایشی دارای چهار خط به طول پنج متر بود. فاصله خطوط کاشت ۶۰ سانتی‌متر و فاصله گیاهان روی خط کشت چهار تا شش سانتی‌متر تنظیم شد. برای کاشت به‌وسیلهٔ فوکا شیارهایی به عمق ۵ سانتی‌متر روی خطوط مذکور ایجاد شد. بذرها در داخل شیار ریخته و روی آن‌ها با خاک پوشانده شد. زمان کشت به صورت کشت دوم بعد از محصولات پاییزه در نظر گرفته شد. تاریخ کاشت در سال اول و دوم به ترتیب ۲۷ و ۲۳ خرداد ماه بود.

جدول ۰۱. فهرست ارقام و لاین‌های بررسی‌شده در این تحقیق

No.	Origin or Pedigree	No.	Origin or Pedigree
1	L.45 (Columbus x Krasnodar 778)	9	L.39 (Williams x Hamilton)
2	L. 44(Craford x Lan)	10	L.13 (Williams x Katool)
3	L. 3(Williams x Katool)	11	L.8 (Williams x Katool)
4	Saba	12	L. (Hacheston x L.6)
5	L.7 (Williams x Katool)	13	L.13 (RVB x Katool)
6	L.3(Nemaha x Savoy)	14	L. 23 (Williams x Katool)
7	Kowsar	15	L.33 (Williams x Hamilton)
8	L. (Hacheston x L.6)	16	L.21 (Williams x Katool)

آبیاری از زمان کاشت سه تا چهارمین برگچه‌ای، در سطوح آبیاری مشابه بود. در این مرحله برای وجین و حذف علف‌های هرز از کولتیواتور استفاده و سپس تیمار تنش اعمال شد. آبیاری کرت‌های آزمایشی در شرایط آبیاری مطلوب به‌صورت هفتگی و در شرایط تنش به صورت یک هفته در میان (به ترتیب ۵۰ تا ۵۵ و ۱۰۰ تا ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس) تا پایان دوره رشد آبیاری شدند. پس از ورود گیاهان به مرحله رسیدن فیزیولوژیک، عملیات برداشت به صورت دستی از مساحت حدود سه متر مربع انجام گرفت و با استفاده از کمباین دانه‌ها جدا شدند. عملکرد به‌طور جداگانه برای هر یک از کرت‌ها اندازه‌گیری شد. در طول فصل زراعی ۲۸ صفت اندازه‌گیری شد که شامل روز تا گلدهی، طول دوره گلدهی، طول دوره نمو رویشی، طول دوره نمو زایشی، طول دوره پر شدن دانه، طول دوره رشد، ارتفاع، فاصله اولین غلاف از زمین، تعداد گره در گیاه، فاصله میانگره، تعداد شاخه در گیاه، تعداد غلاف در گیاه، تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در گیاه، تعداد دانه در متر مربع، وزن غلاف در واحد سطح، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، وزن گیاه، شاخص برداشت، تلاش زادآوری، نسبت وزن غلاف به ساقه، نسبت وزن دانه به غلاف، درصد روغن، درصد پروتئین، عملکرد روغن، عملکرد پروتئین بود. در تجزیه مرکب اثر محیط (ترکیب سال در مکان) تصادفی و اثر ژنوتیپ ثابت در نظر گرفته شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات، آزمون نرمال بودن داده‌ها و آزمون بارتلت برای بررسی یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی بررسی با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. به‌منظور بررسی واکنش گیاه در شرایط نرمال و کم‌آبی، طی دو سال و تاثیر آن بر عملکرد دانه همبستگی و تجزیه به مولفه‌های اصلی مورد ارزیابی قرار گرفت.

روش‌های پایداری از جمله $S^{(1-6)}$: آماره‌های پایداری نصار و هان (Nassar & Huh, 1987; Huhn, 1990)، $NP^{(1-4)}$: آماره‌های پایداری تنازو (Thennarasu, 1995)، W_i^2 : اکووالانس ریک (Wricke, 1962)، σ_i^2 : واریانس پایداری شوکلا (Shukla, 1972)، bi : ضریب رگرسیون (Francis & Kannenberg, 1978)، S^2d_i : انحراف از خط رگرسیون (Eberhart & Russell, 1966)، CV : ضریب تغییرات (Francis & Kannenberg, 1978)، θ_i : واریانس اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (Plaisted, 1960)، θ_i : میانگین واریانس‌ها پلستید (Plaisted & Peterson, 1959)، KR : مجموع رتبه کانگ، توسط نرم‌افزار STABILITYSOFT محاسبه شد (Pour-Aboughadareh et al., 2019). میانگین و انحراف معیار رتبه آماره‌های پایداری برای هر یک از لاین‌ها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL انجام شد. تجزیه واریانس مرکب، نمودار سه‌بعدی میانگین عملکرد و رتبه آماره‌ها پایداری به‌همراه انحراف معیار

آن‌ها و همبستگی صفات زراعی با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 محاسبه شد. تجزیه به مولفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار SATR ورژن ۲۰۱۳ انجام شد.

جدول ۲. اطلاعات هواشناسی دو سال زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در طول دوره رشد سویا در کرج

Month	2016			2015		
	Mean Temp. (°C)	Mean Min Temp. (°C)	Mean Max Temp. (°C)	Mean Temp. (°C)	Mean Min Temp. (°C)	Mean Max Temp. (°C)
Jun.	23.8	8.7	36.3	26.4	11.0	38.4
Jul.	27.3	14.9	40.7	29.3	14.1	41.4
Aug.	27.3	16	39.3	28.8	16.9	39.7
Sep.	24.9	11	36.6	23.4	13.1	35.5
Oct.	18.6	4.9	33.9	19.4	4.1	32.7

(Country Management and Planning Organization, 2018; Asghari et al., 2016)

۳. یافته‌های پژوهش و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر لاین و اثرات متقابل سال در تنش، سال در لاین و سال در تنش در لاین بر عملکرد دانه لاین‌های ارزیابی شده معنی‌دار بود (جدول ۳). معنی‌دار بودن اثرات متقابل بین سال در تنش در لاین نشان‌دهنده پاسخ متفاوت لاین‌ها در سال‌ها و محیط‌های مختلف بوده و در سال‌ها و محیط‌های مختلف، لاین‌های متفاوتی دارای بیشترین عملکرد دانه بودند. در جدول ۴ مقایسه میانگین لاین‌های سویا طی دو سال در شرایط نرمال و تنش کم‌آبی آورده شده است. لاین‌های G6، G3 و G2 بیشترین عملکرد را در شرایط نرمال و لاین‌های G3، G2 و G1 بیشترین عملکرد را در شرایط تنش داشتند.

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب لاین‌های پیشرفته سویا تحت تنش کم‌آبی در دو سال

ANOVA	df	Yield
Year	1	33364.38 ^{ns}
Stress	1	53436805.63 ^{ns}
Year*stress	1	784001.88 ^{**}
Error(a)	8	50379.30
Cultivar	15	1079238.16 ^{**}
Cultivar*stress	15	108719.75 ^{ns}
Cultivar*year	15	371175.84 [*]
Cultivar*stress*year	15	142495.98 ^{**}
Error(b)	120	42039.11
CV%		10.25

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۴. مقایسه میانگین عملکرد دانه در ۱۶ لاین پیشرفته سویا طی دو سال در شرایط نرمال و تنش کم‌آبی

Genotypes	Normal conditions	Water stress conditions
G1	2886.0abc	1775.0b
G2	2940.5ab	1859.4ab
G3	3087.5 ab	2002.7a
G4	2667.9dc	1512.4cde
G5	2310.3ef	1451.2def
G6	3150.4a	1531.9cd
G7	2847.3bc	1672.4bc
G8	2499.1de	1529.3cd
G9	2135.4fg	1132.6gh
G10	2255.6efg	1520.3cd
G11	2009.2g	1033.4h
G12	2400.4def	1313.3efg
G13	2145.9fg	1129.5gh
G14	2299.4ef	1414.7def
G15	2435.6de	1309.1gf
G16	2388.7ef	1389.7def
LSD	268.9	199.7
Total mean	2528.7	1473.6

لاین‌های G3 و G2 بیشترین عملکرد را در دو شرایط نرمال و تنش طی دو سال زراعی به خود اختصاص داده است. نتایج تجزیه واریانس مرکب که روی ۱۷ ژنوتیپ گندم نان در پنج منطقه انجام شد نشان داد که اثر مکان و تمامی اثرات متقابل دو و سه جانبه بر

عملکرد ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بودند (Amini. et al., 2021). گوکسوی و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی پایداری ۱۵ لاین سویا در سه منطقه ترکیه با استفاده از یازده روش پایداری پرداختند و نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثرات محیط، ژنوتیپ و اثر متقابل محیط در ژنوتیپ، معنی‌دار بود است.

از نظر عملکرد دانه (جدول ۵)، لاین‌های G2، G3 و G6 با میانگین ۲۵۴۵، ۲۴۰۰ و ۲۳۴۱ kg/h نسبت به سایر لاین‌ها و رقم‌های شاهد عملکرد بالاتری داشتند. در بررسی پایداری ۱۸ لاین امیدبخش گندم در چهار منطقه گرم و خشک کشور طی دو سال نشان داد که اغلب لاین‌ها عملکرد بالاتری از عملکرد شاهد دوروم داشتند، ولی عملکرد بیشتر لاین‌ها نسبت به گندم نان شاهد چمران کمتر بود (Najafi Mirak et al., 2018). گوکسوی و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی پایداری ۱۵ لاین سویا در سه منطقه ترکیه با استفاده از یازده روش پایداری پرداختند و پنج لاین عملکرد بالاتر از رقم شاهد داشته‌اند.

باتوجه به جدول ۶، براساس آماره پایداری شوکلا (σ^2_i) و اکووالانس (W_i^2)، لاین‌های G12، G9، G15، G1، G3 و G5 نسبت به سایر لاین‌ها پایدارتر بودند. برای دو آماره b_i و s^2d_i ، اگر شیب خط رگرسیون لاین‌ها با یک اختلاف معنی‌داری نداشته باشد و همچنین دارای کمترین میزان s^2d_i باشد، آن لاین به عنوان رقم پایدار شناخته می‌شود. بر این اساس باتوجه به جدول ۵ لاین‌های G12، G13، G1، G3 و G2 در آماره b_i به‌عنوان لاین پایدار شناسایی شدند و در آماره s^2d_i لاین‌های G12، G9، G15، G1، G5 و G3 نسبت به سایر لاین‌ها دارای کمترین انحراف از خط رگرسیون بودند. بادر نظر گرفتن هر دو آماره لاین‌های G1، G3 به‌عنوان لاین پرمحصول و پایدار شناسایی شدند.

در آماره $S^{(1)}$ و $S^{(2)}$ لاین‌های G3، G9، G1، G2، G11، G14 را به‌عنوان لاین پایدار شناسایی شدند و در آماره $S^{(3)}$ و $S^{(6)}$ لاین‌های به‌ترتیب لاین‌های G3، G7، G1، G2 و G9 از پایداری بالایی برخوردار بودند. عدم اختلاف معنی‌دار در بین دو معیار $S^{(3)}$ و $S^{(6)}$ با نتایج امینی و همکاران در گندم (Amini et al., 2021) جمشیدمقدم و پورداد (۲۰۱۳) در گلرنگ مطابق بود. در آماره ناپارامتری (NP) نیز در آماره اول $NP^{(1)}$ لاین‌های G9، G15، G5، G1، G12، G6، G12، G1، G2 و G4 به‌عنوان لاین‌های پایدار معرفی شدند و لاین‌های G3، G1، G7، G2 و G4 در آماره $NP^{(3)}$ و $NP^{(4)}$ شناسایی شدند. در این آماره (NP) لاین‌های G1 و G2 مشترک بودند. نجفی میرک و همکاران (۲۰۱۸) نیز به بررسی پایداری ژنوتیپ‌های گندم از روش NP استفاده و عنوان کردند که ژنوتیپ‌های پایدار معرفی شده براساس این روش ممکن است از عملکرد بالایی برخوردار نباشند. آماره‌های کانگ (KR) لاین‌های G1، G3، G7، G2، G12 و G15 و در آماره $\theta_{(i)}$ لاین‌های G12، G9، G15، G1 و G3 به‌عنوان لاین‌های پایدار شناسایی شد و در آماره پلستید و پترسون (θ_i)، ژنوتیپ‌های G8، G16، G4، G2 و G10 به‌عنوان لاین‌های پایدار معرفی شد. در بررسی که روی پایداری عملکرد لویبا با استفاده از چهار روش ریک، شوکلا، پلستد و پترسون و واریانس پلستید انجام شد تمام شاخص‌ها به جز شاخص پلستد یک رقم را به‌عنوان رقم پایدار شناسایی کردند (Rabiei & Khodambashi, 2020). پژوهشگران از روش‌های پایداری در محصولات زراعی مختلف استفاده کرده و رقم‌های پایدار و مناسب در مناطق مختلف را معرفی کردند (Amini. et al., 2021; Najafi Mirak et al., 2018; Zeinalzadeh-Tabrizi et al., 2021; Khalili & Pour-Aboughadareh, 2016; Goksoy et al., 2019; Ilker et al., 2018b).

همان‌طور که نتایج در جدول‌های ۵ و ۶ نشان می‌دهد هر یک از آماره‌ها ارقام متفاوتی را به‌عنوان رقم پایدار شناسایی کردند، از این رو برای گزینش لاین برتر از نظر کلیه پارامترها و بالاترین عملکرد از میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه آماره‌ها و نمودار سه‌بعدی آن‌ها استفاده شد. در شکل ۱ ژنوتیپ‌هایی که کمترین مقدار میانگین رتبه آماره‌های پایداری (Ar) و انحراف معیار رتبه‌ها (SD) و بالاترین میزان میانگین عملکرد را در طی دو سال و در دو شرایط تنش و نرمال داشته باشند به‌عنوان پایدارترین لاین در نظر گرفته می‌شود. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود لاین‌های G1 (L.45 (Columbus x Krasnodar 778)، G3 (L. 3(Williams x Katool) و G2 (L. 44 (Craford x Lan)) کمترین مقدار میانگین رتبه آماره‌های پایداری (Ar) و انحراف معیار رتبه‌ها (SD) و عملکرد بالاتر از متوسط میانگین و ارقام شاهد کوثر و صبا داشته و به‌عنوان لاین‌های پایدار شناسایی شدند.

به منظور بررسی صفات موثر روی عملکرد در لاین‌های پیشرفته سویا، همبستگی صفات مورد بررسی قرار گرفت. از آنجایی که در تجزیه واریانس، اثر متقابل سال در رقم معنی‌دار شده است، لذا به نظر می‌رسد در سال‌های مختلف واکنش لاین‌ها از نظر عملکرد دانه متفاوت بوده، بنابراین به منظور بررسی دقیق‌تر داده‌ها و بررسی ارتباط صفات با عملکرد دانه، همبستگی و تجزیه به مولفه‌های اصلی در هر سال به طور جداگانه صورت گرفت. تجزیه همبستگی ۲۸ صفت زراعی با عملکرد انجام شد و صفاتی که معنی‌دار بودند در جدول ۷ آورده شده است. در سال اول عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در گیاه، تعداد دانه در متر مربع، شاخص برداشت، نسبت وزن دانه به غلاف، درصد روغن، عملکرد روغن، عملکرد پروتئین با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات تعداد روز تا گلدهی، فاصله میان‌گره همبستگی منفی و معنی‌دار داشت.

در سال دوم نیز عملکرد دانه با هفت صفت تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در گیاه، تعداد دانه در متر مربع، شاخص برداشت، نسبت وزن دانه به غلاف، عملکرد روغن، عملکرد پروتئین همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. تجزیه همبستگی میانگین دو سال عملکرد با صفات زراعی نشان داد صفات طول دوره گلدهی، رسیدگی و ارتفاع با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار و صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد غلاف در بوته و شاخص برداشت با عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌دار داشت (جدول ۷). وجود رابطه مستقیم و مثبت عملکرد دانه با این صفات نشان‌دهنده اهمیت این صفات در افزایش عملکرد دانه است، بنابراین نتایج دو سال نشان داد که لاین‌های که دارای تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در گیاه، تعداد دانه در متر مربع، شاخص برداشت، نسبت وزن دانه به غلاف بیشتری بودند از اهمیت زیادی‌تری برخوردارند.

تجزیه به مولفه‌های اصلی براساس داده‌های به‌دست‌آمده از اجرای آزمایش در سال اول (جدول ۸) نشان داد که دو مؤلفه در تشکیل ماتریس ضرایب شرکت کردند که در مجموع ۸۰/۴ درصد از کل واریانس موجود در صفات مورد بررسی را توجیه کردند. مؤلفه اول که ۶۶/۳۴ درصد از تغییرات مشاهده شده را به خود اختصاص داد، مهمترین صفات تاثیرگذار بر این مؤلفه به ترتیب تعداد دانه در متر مربع، شاخص برداشت، عملکرد روغن بودند. کلیه این صفات دارای ارتباط قوی و منفی با مؤلفه اول هستند. مؤلفه دوم ۱۴/۱۳ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کرده و دارای ارتباط قوی و مثبت با صفات تعداد دانه در غلاف و تعداد روز تا گلدهی بود. از طرفی دیگر، دارای رابطه قوی و منفی با صفت تعداد غلاف در واحد سطح می‌باشد.

نمودار بای‌پلات مؤلفه‌های اصلی اول و دوم براساس صفات مورد بررسی در سال اول در شکل ۲ نشان می‌دهد صفاتی که زاویه تند با یکدیگر تشکیل می‌دهند نشان‌دهنده همبستگی بالاتر این صفات با یکدیگر است. لاین‌هایی که در سمت چپ نمودار پراکنش داشتند دارای عملکرد بالاتری در شرایط تنش می‌باشند، لذا لاین‌های G1، G3، G6، کوثر، G2، G10، G8، صبا و G4 که نزدیک بردارهای صفات قرار گرفته‌اند دارای عملکرد بالاتر در شرایط تنش بودند.

در تجزیه به مولفه‌های اصلی در سال دوم آزمایش (جدول ۸)، دو مؤلفه در تشکیل ماتریس ضرایب شرکت کردند که در مجموع ۸۷/۹ درصد از واریانس صفات را توجیه می‌کنند. در مؤلفه اول ۷۰/۸ درصد از تغییرات مشاهده شده را به خود اختصاص داد، صفات شاخص برداشت، نسبت وزن دانه به غلاف، عملکرد روغن، عملکرد دانه بزرگترین ضریب را با علامت منفی دارند. مؤلفه دوم با ۱۷/۱ درصد بزرگترین ضرایب را در عملکرد پروتئین و روغن داشته و همچنین با صفت تعداد دانه در غلاف ارتباط قوی و منفی دارد.

نمودار دو بعدی بای‌پلات به منظور بررسی مولفه‌های اصلی اول و دوم در سال دوم در شکل ۳ نشان داده شده است. لاین‌هایی که در سمت چپ نمودار، پراکنش داشتند دارای عملکرد بالاتری در شرایط تنش می‌باشند، لذا لاین‌های G1، G2، G6 و G16 نزدیک بردارهای صفات قرار گرفته و لاین‌های G3، G4 و G7 نیز اندکی دورتر از بردارها قرار گرفتند.

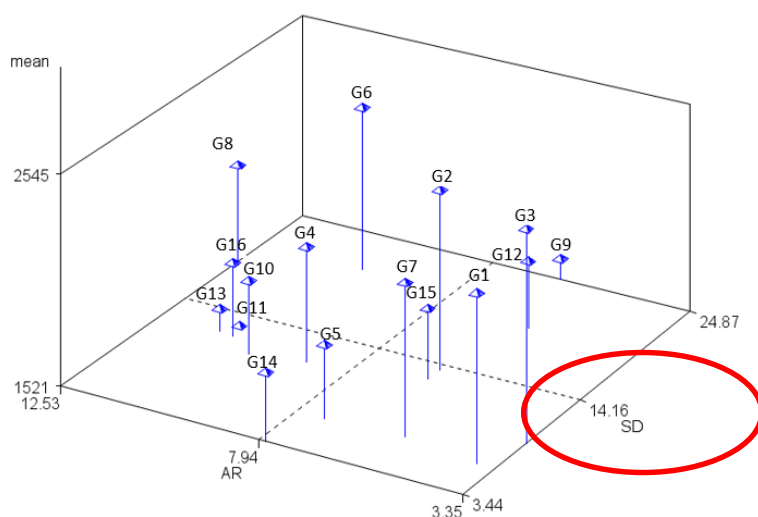
شاهمرادی و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی نه اکوتیپ چاودار در شرایط تنش خشکی پرداختند. همبستگی میان صفت مورد ارزیابی و شاخص‌های تنش و تجزیه به مولفه‌های اصلی را به طور جداگانه برای شرایط آبیاری بهینه و تنش خشکی در سال‌های اول و دوم آزمایش مورد ارزیابی قرار دادند. در شرایط رطوبتی آبیاری بهینه و تنش خشکی در سال اول صفت عملکرد با صفات سطح برگ پرچم و وزن هزار دانه و در سال دوم آزمایش صفت عملکرد دانه شاخص تحمل تنش (STI) همبستگی معنی‌دار داشته است.

همچنین نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در سال اول و دوم نیز نشان داد شاخص تحمل به خشکی (STI) و میانگین هندسی عملکرد (GMP) عملکرد دانه در تنش (YS) و میانگین عملکرد (MP) بزرگترین ضریب با علامت منفی را داشته و در پایان دو اکوتیپ به‌عنوان اکوتیپ برتر معرفی شدند (Shahmoradi et al., 2022).

۴. نتیجه‌گیری

در این تحقیق پس از اطمینان از معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ در محیط، تجزیه پایداری عملکرد دانه با روش‌های مختلف انجام شد و نتایج حاصل از هر یک از روش‌ها با یکدیگر سنجیده شد. براساس نتایج حاصل، لاین‌های G6، G3 و G2 بیشترین عملکرد را در شرایط نرمال و لاین‌های G3، G2 و G1 بیشترین عملکرد را در شرایط تنش داشتند. لاین‌های G3 و G2 بیشترین عملکرد را در دو شرایط نرمال و تنش به خود اختصاص داده است. براساس نمودار سه‌بعدی، میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه آماره‌ها پایداری و میانگین عملکرد، لاین‌های G1 (L.45 (Columbus x Krasnodar 778)، G3 (L.3 (Williams x Katool) و G2 (L.44 (Craford x Lan) با کمترین مقدار میانگین رتبه آماره‌های پایداری (Ar) و انحراف معیار رتبه‌ها (SD) و عملکرد بالاتر از متوسط میانگین و ارقام شاهد منطقه کوثر و صبا داشته و به‌عنوان لاین‌های پایدار شناسایی شدند.

به‌منظور بررسی صفات موثر روی عملکرد در لاین‌های پیشرفته سویا، همبستگی صفات با عملکرد هر سال به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفت و عملکرد دانه با هفت صفت تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در گیاه، تعداد دانه در مترمربع، شاخص برداشت، نسبت وزن دانه به غلاف، عملکرد روغن، عملکرد پروتئین در هر دو سال همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. وجود رابطه مستقیم و مثبت عملکرد دانه با این صفات نشان‌دهنده اهمیت این صفات در افزایش عملکرد دانه لاین‌های پیشرفته سویا داشت. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی دو سال نشان داد دو مؤلفه نخست در مجموع ۶۶/۳۴ و ۷۰/۸ درصد کل تغییرات مربوط به عملکرد دانه را توجیه کردند. زاویه بین بردارهای هر یک از صفات در نمودار بای‌پلات دو مؤلفه اول نتایج تجزیه همبستگی را تأیید کرد. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با توجه به نمودار دو بعدی ترسیم‌شده، مشخص شد که لاین‌های پیشرفته G1، G2، G3، G6 و G4 در هر سال در زمره ژنوتیپ‌های برتر قرار گرفتند.



شکل ۱. نمودار سه‌بعدی عملکرد و میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه آماره‌های پایداری لاین‌های پیشرفته سویا: yield: عملکرد لاین‌های پیشرفته سویا (کیلوگرم در هکتار). AR: میانگین رتبه‌ها و SD: واریانس رتبه‌ها

جدول ۵. میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و آماره‌های پارامتری پایداری ۱۶ لاین پیشرفته سویا

Genotype	Mean	S ⁽¹⁾	S ⁽²⁾	S ⁽³⁾	S ⁽⁶⁾	NP ⁽¹⁾	NP ⁽²⁾	NP ⁽³⁾	NP ⁽⁴⁾	W ²	σ ² _i	s ² d _i	b _i	CV _i	θ _(i)	θ _i	KR
G1	2330.5	2.17	3.58	0.81	0.42	2.75	0.38	0.27	0.16	39770.3	10211.3	5518.1	1.03	27.61	73080.0	44115.3	8
G2	2400.0	2.50	4.25	1.00	0.55	5.00	0.38	0.42	0.20	169010.0	59445.4	23757.3	1.05	28.57	69797.7	67091.2	14
G3	2545.1	1.50	1.58	0.32	0.24	3.25	0.45	0.24	0.10	63764.4	19351.9	8857.2	1.04	25.70	72470.6	48380.9	6
G4	2090.2	4.00	11.00	3.14	0.86	4.50	0.40	0.48	0.38	338706.9	124091.9	46043.3	1.12	36.45	65487.9	97259.6	19
G5	1880.7	3.50	8.25	3.41	1.03	2.00	0.50	0.37	0.48	73027.0	22880.5	5727.7	0.83	27.76	72235.4	50027.6	16
G6	2341.2	6.00	27.00	6.48	1.20	5.00	0.31	0.45	0.48	474561.9	175846.1	30255.3	1.48	40.48	62037.6	121411.6	17
G7	2259.9	2.17	2.92	0.71	0.41	3.50	0.50	0.33	0.18	88908.8	28930.7	10943.2	1.10	30.82	71832.0	52851.0	12
G8	2014.2	8.33	48.67	18.25	3.00	7.25	0.71	0.91	1.04	765890.7	286828.6	108565.9	0.93	37.73	54638.8	173203.4	23
G9	1634.0	1.67	1.67	1.43	1.14	1.50	1.00	0.62	0.48	24162.7	4265.5	3170.6	0.96	36.38	73476.4	41340.6	17
G10	1887.9	5.50	18.25	7.55	1.79	4.00	0.63	0.65	0.76	161103.0	56433.2	10020.1	0.72	24.66	69998.5	65685.5	20
G11	1521.3	2.67	5.67	6.80	2.80	4.50	4.67	1.89	1.07	122516.6	41733.7	16469.7	0.92	39.30	70978.5	58825.7	25
G12	1856.9	3.17	6.92	3.07	1.33	3.00	0.32	0.47	0.47	22754.1	3728.9	3111.0	1.03	34.34	73512.1	41090.2	14
G13	1637.7	4.83	14.92	8.52	2.48	5.00	0.59	1.06	0.92	152166.8	53029.0	21707.7	0.99	39.44	70225.5	64096.9	24
G14	1857.1	2.67	5.67	2.62	1.08	3.25	0.53	0.58	0.41	98727.3	32671.1	10294.7	0.85	29.19	71582.7	54596.5	20
G15	1872.4	3.17	6.92	3.32	1.20	1.75	0.45	0.36	0.51	28179.4	5795.7	3456.3	1.06	35.06	73374.3	42054.7	14
G16	1889.2	4.83	14.25	6.33	1.63	4.75	0.46	0.81	0.72	488530.7	181167.6	68169.0	0.90	36.06	61682.9	123894.9	23

Y: عملکرد دانه، S⁽¹⁻⁶⁾: آماره‌های پایداری نصار و هان، NP⁽¹⁻⁴⁾: آماره‌های پایداری تنازرو، W²: اکووالانس ریک، σ²_i: واریانس پایداری شوکلا، b_i: ضریب رگرسیون، S²d_i: انحراف از خط رگرسیون، CV_i: ضریب تغییرات، θ_(i): واریانس اثر متقابل ژنوتیپ و محیط، θ_i: میانگین واریانس هاپلستید، KR: مجموع رتبه کانگ.

جدول ۶. رتبه ۱۶ لاین پیشرفته سویا براساس میانگین عملکرد دانه و آماره‌های پارامتری پایداری.

Genotype number	Y	S ⁽¹⁾	S ⁽²⁾	S ⁽³⁾	S ⁽⁶⁾	NP ⁽¹⁾	NP ⁽²⁾	NP ⁽³⁾	NP ⁽⁴⁾	W ²	σ ² _i	s ² d _i	b _i	CV _i	KR	θ _(i)	θ _i	SR	AR	SD
G1	4	3	4	3	3	4	3	2	2	4	4	4	2	3	2	4	13	64	3.8	6.3
G2	2	4	5	4	4	11	3	6	4	12	12	12	4	5	4	12	5	109	6.4	13.6
G3	1	1	1	1	1	6	5	1	1	5	5	6	3	2	1	5	12	57	3.4	9.1
G4	6	10	10	8	5	9	4	9	5	13	13	14	9	12	7	13	4	151	8.9	11.2
G5	10	9	9	10	6	3	8	5	10	6	6	5	11	4	5	6	11	124	7.3	6.7
G6	3	13	14	12	9	11	1	7	9	14	14	13	13	16	6	14	3	172	10.1	21.1
G7	5	3	3	2	2	7	8	3	3	7	7	9	8	7	3	7	10	94	5.5	7.0
G8	7	14	15	16	15	12	12	14	15	16	16	16	6	13	9	16	1	213	12.5	18.9
G9	15	2	2	5	8	1	13	11	8	2	2	2	3	11	6	2	15	108	6.4	24.9
G10	9	12	13	14	12	8	11	12	13	11	11	7	12	1	8	11	6	171	10.1	10.6
G11	16	5	6	13	14	9	14	16	16	9	9	10	7	14	11	9	8	186	10.9	13.1
G12	13	6	7	7	10	5	2	8	7	1	1	1	2	8	4	1	16	99	5.8	19.5
G13	14	11	12	15	13	11	10	15	14	10	10	11	1	15	10	10	7	189	11.1	12.0
G14	12	5	6	6	7	6	9	10	6	8	8	8	10	6	8	8	9	132	7.8	3.4
G15	11	6	7	9	9	2	6	4	11	3	3	3	5	9	4	3	14	109	6.4	12.5
G16	8	11	11	11	11	10	7	13	12	15	15	15	8	10	9	15	2	183	10.8	11.8

Y: عملکرد دانه، S⁽¹⁻⁶⁾: آماره‌های پایداری نصار و هان، NP⁽¹⁻⁴⁾: آماره‌های پایداری تنازرو، W²: اکووالانس ریک، σ²_i: واریانس پایداری شوکلا، b_i: ضریب رگرسیون، S²d_i: انحراف از خط رگرسیون، CV_i: ضریب تغییرات، θ_(i): واریانس اثر متقابل ژنوتیپ و محیط، θ_i: میانگین واریانس هاپلستید، KR: مجموع رتبه کانگ، SR: جمع رتبه‌ها، AR: میانگین رتبه‌ها و SD: واریانس رتبه‌ها.

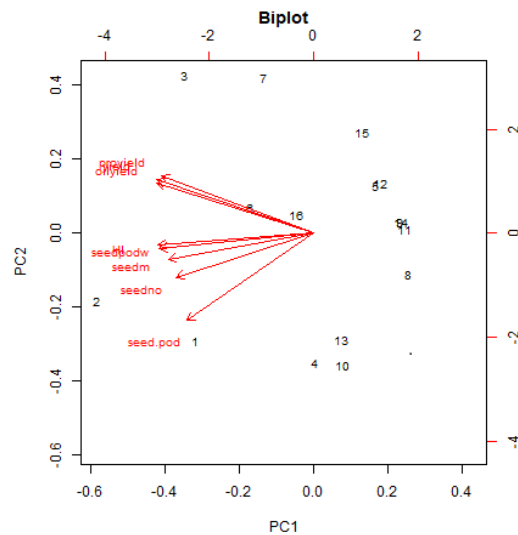
جدول ۷. ضرایب همبستگی ساده و متوسط دو ساله صفات زراعی

	Number of seeds per plant	Number of seeds per M ²	Harvest index	seed to pod weight ratio	Oil yield	Protein yield	Number of seeds per pod	Number of days to flowering	Internode distance	Number of pods per M ²	oil percentage
First year yield	0.68**	0.87**	0.84**	0.80**	0.99**	0.99**	0.51**	-0.55*	-0.52*	0.69**	0.53*
Second year yield	0.67**	0.79**	0.82**	0.81**	0.99**	0.99**	0.58**				

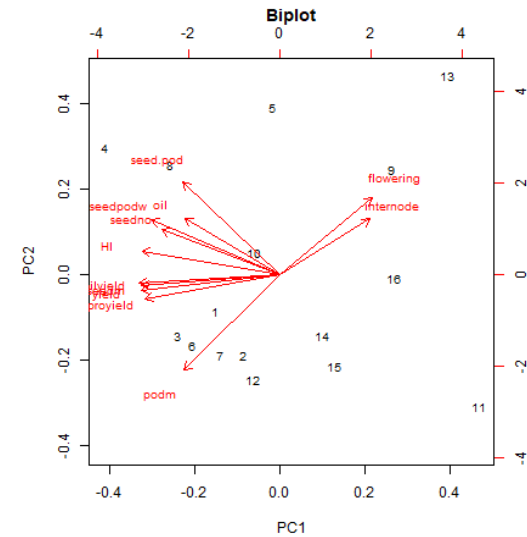
ادامه جدول ۷. ضرایب همبستگی ساده و متوسط دو ساله صفات زراعی

	Number of days to flowering	Flowering duration	Day of maturity	height	Pod number	Harvest index
Average of two years	-0.97**	0.99**	0.74*	0.79*	-0.76*	-0.88**

* و ** به ترتیب بیانگر معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد



شکل ۳. نمودار تجزیه به مولفه‌های اصلی برای صفات مورد ارزیابی در سال دوم در شرایط کم‌آبی



شکل ۲. نمودار تجزیه به مولفه‌های اصلی برای صفات مورد ارزیابی در سال اول در شرایط کم‌آبی

جدول ۸. نتایج تجزیه مولفه‌های اصلی برای صفات زراعی در سال اول و دوم در شرایط تنش کم‌آبی

Conditions	Component	Eigenvalue	Variance	Cumulative variance	Number of seeds per plant	Number of seeds per M ²	Harvest index	seed to pod weight ratio	Oil yield	Protein yield	grain yield	Number of seeds per pod	Number of days to flowering	Internode distance
First year	one	7.96	66.34	66.34	-0.29	<u>-0.33</u>	<u>-0.33</u>	-0.31	<u>0.34</u>	-0.32	<u>-0.33</u>	-0.23	0.22	0.22
	two	1.69	14.13	80.46	0.23	-0.06	0.12	0.28	0.05	-0.13	-0.08	<u>0.48</u>	<u>0.40</u>	0.29
Second year	one	6.35	70.8	70.8	-0.33	<u>-0.35</u>	<u>-0.37</u>	<u>-0.37</u>	<u>0.37</u>	<u>-0.36</u>	<u>-0.37</u>	-0.30		
	two	1.69	17.1	87.9	-0.31	-0.18	-0.08	-0.11	<u>0.36</u>	<u>0.41</u>	-0.39	<u>-0.62</u>		

ادامه جدول ۸. نتایج تجزیه مولفه‌های اصلی برای صفات زراعی در سال اول و دوم در شرایط تنش کم‌آبی

Conditions	Component	Number of pods per M ²	oil percentage
First year	one	-0.23	-0.23
	two	<u>-0.50</u>	0.29

۵. سپاسگزاری

این مقاله از نتایج پروژه شماره ۹۴۳۰۷-۰۳-۰۳-۲ اس-تخراج شده است. نگارندگان لازم می‌دانند مراتب سپاسگزاری خود را از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر برای حمایت‌های به‌عمل آمده اعلام دارند.

۶. منابع

- Amini, A., Tabatabaee, M T., Akbari Moghadam, H., Ravari, Z., Amin Azarm, D. & Tajali, H. (2021). Evaluation of grain yield and its stability in bread wheat genotypes in saline regions of Iran. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 51(4), 191-202. (In Persian)
- Asghari, Q., Azizi, S. R., & Mirzaei, S. (2016). Statistical yearbook of Alborz province 1394- *Alborz Province Management and Planning Organization*. 1-560. Available online: <https://salnameh.sci.org.ir>.
- Babaei, H. R., Razmi, N., Hezarjaribi, E., & Hashemi Jazi, M. (2020). Study on adaptability and grain yield stability of soybean genotypes [*Glycine Max* (L.) Merrill] through AMMI & GGE biplot analysis. *Journal of Crop Breeding*, 12(35), 238-250. (In Persian)
- Babaei, H. R., Sabzi, H., & Razmi, N. (2018). Application of AMMI approach in “Genotype x Environment” interaction analysis and determining yield stability of soybean pure lines [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 50(1), 129-137. (In Persian)
- Babaei, H. R., & Razmi, N. (2021). Study on grain yield stability of soybean genotypes [*Glycine max* (L.) Merrill] through GGE biplot analysis. *Applied Research in Field Crops*, 34(1), 1-9. (In Persian)
- Bakal, H., Gulluoglu, L., Onat, B., & Arioglu, H. (2017). The effect of growing season on some agronomic and quality characteristics of soybean varieties in Mediterranean region in Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*. 22(2), 187-196.
- Daneshian, J. (2015). Evaluation of grain yield and agronomic traits of soybean cultivars and lines under water deficit condition. Final report. Seed and Plant improvement Institute. *Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO)*, 75p. (In Persian)
- Daneshian, j., & Ahmadi, M. (2022). Evaluation of advanced soybean lines (*Glycine max* L.) in drought conditions using GGE-Biplot analysis and Ammi. *Journal of Crop production*. Under publication.
- Eberhart, S.A.T., & Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6, 36-40.
- FAO Statistical Yearbook. (2020). World Food and Agriculture.
- Francis, T.R., & Kannenberg, L.W. (1978). Yield stability studies in short-season maize: I. A descriptive method for grouping genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 58, 1029–1034.
- Goksoy, A., Sıncık, M., Erdogmus, M., Ergin, M., Aytac, S., Gumuscu, G., Gunduz, O., Keles, R., Bayram, G., & Senyigit, E. (2019). The parametric and non-parametric stability analyses for interpreting genotype by environment interaction of some soybean genotypes. *Turkish Journal of Field Crops*, 24(1), 28-38.
- Huhn, M. (1990). Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 1: Theory. *Euphytica*, 47, 189–1990.
- Ilker, E., Kocaturk, M., Kadiroglu, A., Yildirim, A., Ozturk, G., Yildiz, H., & Koken. İ. (2018a). Adaptation abilities and quality parameters of selected soybean lines under double cropping in the Mediterranean region. *Turkish Journal of Field Crops*, 23(1), 49-55.
- Ilker, E., Kocaturk, M., Kadiroglu, A., Altinbas, M., Yildirim, A., Ozturk, G., & Yildiz, H. (2018b). Stability analyses for double cropping in soybean [(*Glycine max* L.) Merrill]. *Turkish Journal of Field Crops*, 23(2), 80-84.
- Jamshidi Moghaddam, M., & Pourdad. S. S. (2013). Evaluation of seed yield adaptability of spring safflower genotypes using nonparametric parameters and GGE biplot method in rain-fed conditions. *Seed and Plant Improvement Journal*, 19(1), 45-63. (In Persian)
- Khalili, M., & Pour-Aboughadareh, A. (2016). Parametric and non-parametric measures for evaluating yield stability and adaptability in barley doubled haploid lines. *Journal of Agriculture, Science and Technology*, 18(3), 789-803.
- Mushoriwa, H., Mathew, I., Gwata, E.T., Tongoona, P., Derera, & Grain, J. (2022). Yield potential and stability of soybean genotypes of different ages across diverse environments in Southern Africa. *Agronomy*, 12(1147), 1-11.
- Najafi Mirak, T., Dastfal, M., Andarzian, B., Farzadi, H., Bahari, M., & Zali, H. (2018). Stability analysis of grain yield of durum wheat promising lines in warm and dry areas using parametric and non-parametric methods. *Journal of Crop Production and Processing*, 8(2), 79-96. (In Persian)
- Nassar, R., & Huhn, M. (1987). Studies on estimation of phenotypic stability: Tests of significance for nonparametric measures of phenotypic stability. *Biometrics*, 43, 45–53.
- Plaisted, R.I., & Peterson, L.C. (1959). A technique for evaluating the ability of selection to yield consistently in different locations or seasons. *Potato Journal*, 36, 381–385.

- Plaisted, R.L. (1960). A shorter method for evaluating the ability of selections to yield consistently over locations. *Potato Journal*, 37, 166–172.
- Pour-Aboughadareh, A., Yousefian, M., Moradkhani, H., Poczai, P., & Siddique, K.H.M. (2019). STABILITYSOFT: A new online program to calculate parametric and non-parametric stability statistics for crop traits. *Applications in Plant Sciences*, 7, 1, e1211.
- President, Country Management and Planning Organization. (1397). Yearbook of National Statistics 2016. *Statistics Center of Iran, Frost* 4968, 912p. Available online: <https://www.amar.org.ir>
- Rabiei, M., & Khodambashi, M. (2020). Assessment of yield stability in common bean cultivars based on univariate and multivariate methods. *Journal of Crop Production and Processing*, 9(4), 33-45. (In Persian)
- Shahmoradi, S.h. & Ghotbi, V. (2022). Evaluation of Iranian rye (*Secale cereale* L.) ecotypes under late season drought stress. *Environmental Stresses Crop Science*, 15(1), 19-29. (In Persian)
- Shukla, G. K. (1972). Some statistical aspects of partitioning genotype-environment components of variability. *Heredity*, 29, 237–245.
- Thennarasu, K. (1995). On certain non-parametric procedures for studying genotype-environment interactions and yield stability. *PhD thesis, PJ School, IARI, New Delhi, India*.
- Vargas, M., Crossa, J., Sayre, K., Reynolds, M., Ramirez, M., & Talbot, M. (1998). Interpreting genotype x interaction in wheat by partial least squares regression. *Crop Science*, 38, 679-689.
- Wricke, G. (1962). Übereine methode zur erfassung der ökologischen streubreite in Feldversuchen. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*, 47, 92–96.
- Yahouian, S. H., Behematta, M. R., Babaei, H. R. & Mohammadi, M. (2018). Study in effects of drought stress on yield, yield components and some important physiological traits of soybean genotypes. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 49(3), 99-108. (In Persian)
- Zeinalzadeh-Tabrizi, H., Mansouri, S., & Fallah-Toosi, A. (2021). Evaluation of seed yield stability of promising sesame lines using different parametric and nonparametric methods. *Plant Genetic Researches*, 8(1), 43-60. (In Persian)