دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در ارقام آزاد گرده افشان آفتابگردان (*Helianthus annuus*) بر اساس روش‌های پارامتری و روش تای

سحر کلاته جاری[۱]، خداداد مصطفوی[۲] و علیرضا نبی‌پور[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران
۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران
(نویسنده مسوول: mostafavi@kiau.ac.ir)
۳- استادیار، موسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، آمل
تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۲/۲۲

چکیده

این پژوهش به بررسی پایداری عملکرد ۱۰ رقم آفتابگردان آزادگرده‌افشان در ۶ منطقه شامل قم، گنبد، اصفهان، اسلام آباد، کرج و شاهرود در سال زراعی ۱۳۹۱ انجام شد. طرح آزمایشی مورد استفاده در تمامی مناطق بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. آزمون یک‌نواختی واریانس اشتباهات آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت انجام شد و نتیجه آن نشان داد که واریانس‌ها یک‌نواخت بوده و می‌توان عملیات تجزیه مرکب را برای کل داده‌ها انجام داد. تجزیه واریانس ساده نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها تنوع قابل ملاحظه‌ای وجود دارد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. و این نشان‌دهنده این است که ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف عملکرد متفاوتی داشته‌اند. اثر محیط در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و بالاترین مقدار از مجموع مربعات کل را به خود اختصاص داد. بر اساس نتایج روش ضریب تغییرات و روش واریانس محیطی، ارقام Berezance و R453 و Favorit و Zaria ارقام پایدار شناخته شدند که علاوه بر داشتن کمترین میزان واریانس و ضریب تغییرات دارای عملکرد بالایی نیز بودند. تجزیه واریانس پایداری شوکلا نشان داد، ارقام Favorit و R453 و Zaria دارای عملکرد بالاتر از میانگین کل بودند و جزء پایدارترین ژنوتیپ‌ها بودند. در مقابل، ارقام Bulg3، Bulg5 و Sor ناپایدارترین ارقام بودند. با توجه به آماره‌ی اکووالانس ریک، به‌ترتیب ارقام Favorit و R453 و Record و Zaria دارای کمترین میزان رتبه اکووالانس ریک بودند که تمامی این ارقام به جز رقم Record دارای عملکردی بالاتر از میانگین بوده و ارقام پایدار شناخته شدند. نتایج حاصل از روش تای نشان داد که ارقام Zaria و Record دارای α=0 و پایداری متوسط بودند.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، پایداری، سازگاری، رگرسیون

مقدمه

مطالعه و سنجش میزان سازگاری ارقام در شرایط محیطی مختلف از جایگاه ویژه‌ای در اصلاح نباتات برخوردار است. بررسی پایداری در واقع مطالعه اثر متقابل رقم و عوامل محیطی است که به ساختار ژنتیکی واریته و شدت عوامل محیطی، خصوصاً عوامل محدودکننده محیط، بستگی دارد. به‌طور خلاصه، ژنوتیپی پایدار است که در محیط‌های مختلف کمترین انحراف را از عملکرد پیش‌بینی شده نشان دهد. در برنامه‌های معرفی ارقام اصلاح شده، استفاده از عملکرد ارقام به تنهایی معیار مناسبی برای انتخاب نیست، بلکه میزان سازگاری و پایداری آن‌ها نیز نقش مهمی را ایفا می‌کند. بدین منظور، آزمایش‌های مقایسه عملکرد در مناطق و سال‌های مختلف انجام می‌شود (۷).

از آن‌جا که وجود اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط تظاهر ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف متفاوت می‌باشد (۲)، توصیه و معرفی ارقام برتر که در همه مناطق کشت قادر به رقابت باشند، دشوار می‌نماید (۶). یکی از روش‌های کاهش اثر متقابل محیط × ژنوتیپ، انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار است (۱۳). منظور از ژنوتیپ‌های پایدار آن دسته از ژنوتیپ‌هایی هستند که دارای اثر متقابل کمتری با محیط باشند.

فلورس و همکاران (۹) روش‌های تجزیه پایداری را به سه گروه تک‌متغیره پارامتری، تک‌متغیره ناپارامتری و روش‌های چندمتغیره تقسیم کردند. از بین روش‌های مختلف، روش‌های رگرسیونی که از روش‌های تک‌متغیره پارامتری می‌باشند، اهمیت بسیار زیادی داشته و همواره توسط محققان مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۳۰،۲۹،۴).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.122]

مطالعات مربوط به سنجش سازگاری ارقام با روش‌های تجزیه واریانس معمولی آغاز شد. اسپاراگو و فدرر (۲۶) پیشنهاد کردند که از اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معیاری برای سازگاری ارقام استفاده شود. رومر (۲۰) استفاده از واریانس محیطی را با عنوان پارامتر پایداری پیشنهاد نمود. یعنی رقمی که عملکردش نوسان کمتری در بین محیط‌ها نشان دهد، واریانس آن کوچک‌تر بوده و در نتیجه پایدارتر است.

فرانسیس و کاننبرگ (۱۰) به‌منظور تعیین پایداری ژنوتیپ‌های ذرت از ضریب تغییرات محیطی استفاده کردند که بر طبق این معیار ژنوتیپی پایدار است که ضریب تغییرات آن کمتر باشد. ریک (۳۱) پارامتر پایداری اکووالانس را پیشنهاد نمود که مستقیماً به اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای هر ژنوتیپ بستگی داشت. شوکلا (۲۵) نیز پارامتر واریانس پایداری را برای هر ژنوتیپ مطرح نمود که بر اساس آن ژنوتیپ پایدار دارای حداقل واریانس بود. هم‌چنین استفاده از ضریب تبیین (R^2) به جای میانگین مربعات انحرافات برای برآورد پایداری ژنوتیپ‌ها پیشنهاد شده است (۱۷).

برخی از محققین روش‌های غیرپارامتری را برای تعیین پایداری ارقام پیشنهاد می‌کنند. به عقیده محققین، استفاده از روش‌های غیر پارامتری، وقتی روش‌های پارامتری قابل تفسیر و توضیح نباشند، لازم و ضروری است (۱۹،۱۲،۱۱).

در روش تای (۲۸) از تجزیه ضرایب مسیر برای تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و تعیین سهم اجزای ژنوتیپی و اجزای محیطی در شکل‌گیری آن استفاده می‌شود. شافی و پرایس (۲۳) با استفاده از نمودار تای پایداری عملکرد ۶ ژنوتیپ کلزا را در ۲۷ محیط مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که روش رگرسیونی تای توانایی بالایی در بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط دارد.

آکورا و همکاران (۱) به منظور آنالیز پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های گندم دوروم از پارامترهای ضریب رگرسیون، انحراف از خط رگرسیون، ضریب تشخیص، واریانس پایداری شوکلا، اکووالانس ریک، واریانس محیطی، ضریب تغییرات و روش تای استفاده کردند و در نهایت پنج ژنوتیپ را ژنوتیپ‌های پایدار معرفی نمودند.

روستایی و همکاران (۲۱) به‌منظور انتخاب ارقام پایدار و پر محصول گندم، روش اکووالانس ریک و واریانس شوکلا را به برای گزینش ارقام پایدار و پر محصول از معیارهای مناسب توصیه نمودند.

امیدی و همکاران (۱۶) در آزمایشی ۱۸ ژنوتیپ خالص گلرنگ را مورد ارزیابی قرار دادند و با استفاده از روش‌ها و پارامترهای مختلف پایداری لاین جدید K.W.2 را با پایداری عمومی خیلی خوب در تمام محیط‌ها و عملکردی بالا ژنوتیپ مطلوب انتخاب کردند.

دربندی و همکاران (۵) به‌منظور بررسی پایداری ۲۵ لاین کلزا، روش‌های مختلف بررسی پایداری را مورد ارزیابی قرار دادند و در نهایت ژنوتیپ SW101 را با توجه به مجموع روش‌ها، مناسب‌ترن ژنوتیپ برای مناطق سرد و معتدل سرد ایران قابل توصیه دانستند.

بالالیچ و زوریچ (۳) اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، برای صفات عملکرد دانه، محتوای روغن دانه و عملکرد روغن آفتابگردان را با استفاده از روش‌های غیرپارامتری و در سه سال زراعی، در بخش مرکزی صربستان مورد مطالعه قرار دادند. برای تعیین پایداری ارقام از روش‌های غیر پارامتری (Si^1) و (Si^2) استفاده کردند. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای صفت عملکرد دانه و عملکرد روغن در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. در نهایت آن‌ها رقم NS-H111 که بهترین عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن را در محیط های مختلف نشان داد، رقم برتر معرفی کردند.

تحقیق حاضر به‌منظور شناسایی و معرفی ارقام آفتابگردان با پایداری عملکرد بالا و سازگار با مناطق مورد آزمایش و هم‌چنین مقایسه روش‌های مختلف پایداری انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۱۰ رقم آزادگرده افشان آفتابگردان (جدول ۱) در شش منطقه شامل قم، گنبد، اصفهان، اسلام‌آباد، کرج و شاهرود (جدول ۲) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی ۱۳۹۱ مورد ارزیابی قرار گرفتند. تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت بود و ۱۴۰ روز بعد گیاهان برداشت شدند. عملیات زراعی و تهیه زمین شامل شخم، دیسک و فاروکشی بود و عملیات کاشت به‌صورت دستی انجام گرفت. مشخصات فنی طرح در کلیه مناطق یکسان بود. هر کرت شامل چهار ردیف کاشت به فاصله ۶۰ سانتی‌متر و طول چهار متر بود. برای حذف اثر حاشیه، ردیف‌های کناری حذف و عملکرد دو ردیف وسطی تعیین شد. کشت به‌صورت جوی و پشته انجام و آبیاری به‌طور متداول صورت گرفت.

پس از برداشت محصول، عملکرد هر رقم به طور جداگانه با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شده و با واحد کیلوگرم در هکتار ثبت شد. پس از تعیین عملکرد دانه هر ژنوتیپ، تجزیه واریانس ساده انجام شد. سپس با انجام آزمون بارتلت و اثبات یک‌نواختی واریانس‌های خطا، تجزیه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.122]

واریانس مرکب با فرض ثابت بودن اثر ژنوتیپ‌ها و تصادفی بودن اثر محیط و تکرار انجام گردید. برای بررسی پایداری ژنوتیپ‌ها از پارامترهای پایداری تیپ I و هم‌چنین پارامترهای پایداری تیپ II شامل واریانس محیطی رومر (۲۰)، ضریب تغییرات فرانسیس و کاننبرگ (۱۰)، اکووالانس ریک (۳۱) و واریانس پایداری شوکلا (۲۵)، روش ضریب تشخیص و روش تای (۲۷) استفاده شد. مقادیر کمتر اکووالانس ریک (W_i^2) و یا ضریب تغییرات نشان‌دهنده پایداری بیش‌تر ژنوتیپ‌ها و سهم کمتر آن‌ها در اثر متقابل ژنوتیپ × محیط است. تجزیه واریانس با روش رگرسیون تای اثر معنی‌داری را برای اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نشان داد. در روش تای ژنوتیپ‌هایی که در درون نمودار هذلولی قرار گرفته‌اند پایداری متوسطی دارند اما هرچه از مرکز نمودار به طرف مثبت محور λ پیش برویم، از قابلیت اطمینان پایداری این ژنوتیپ‌ها کاسته می‌شود، هم‌چنین اگر ژنوتیپی دارای ضریب رگرسیون (α) ۱- و انحراف از رگرسیون (λ) ۱ باشد پایداری آن ژنوتیپ کامل است (۲۴). برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد.

جدول ۱- نام و شماره ارقام آفتابگردان مورد مطالعه

کد ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	کد ژنوتیپ	نام ژنوتیپ
۱	Berezans	۶	Master
۲	Bulg3	۷	R453
۳	Bulg5	۸	Record
۴	Favorit	۹	Sor
۵	Lakumka	۱۰	Zaria

جدول ۲- مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

مناطق	متوسط بارندگی (mm)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (m)
قم	۱۵۰	۵۰° ۵۶′	۳۴° ۴۹′	۹۳۰
گنبد	۵۰۰	۵۵° ۰۹′	۳۷° ۱۵′	۶۰
اصفهان	۱۳۸	۵۱° ۴۰′	۳۲° ۳۵′	۱۵۷۰
اسلام‌آباد	۴۵۶	۴۶° ۳۱′	۳۴° ۰۷′	۱۳۴۹
کرج	۳۰۰	۵۰° ۵۷′	۳۵° ۴۹′	۱۳۲۱
شاهرود	۱۵۶	۵۴° ۵۸′	۳۶° ۲۵′	۱۳۸۰

نتایج و بحث

آزمون یک‌نواختی واریانس اشتباهات آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت انجام شد، نتایج نشان‌دهنده همگن بودن واریانس‌ها بود (نتایج ارائه نشده است).

تجزیه واریانس مرکب مناطق (جدول ۳) نشان داد که اثر ساده مکان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و این نشان‌دهنده تفاوت بین مکان‌های مورد نظر می‌باشد. هم‌چنین اثر ساده ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، که نشان‌دهنده وجود اختلاف ژنتیکی در بین ارقام مورد آزمایش است. اثر متقابل ژنوتیپ × مکان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که موید آن است که عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها از محیطی به محیط دیگر متفاوت بوده و بنابراین شرایط انجام تجزیه پایداری و بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای شناسایی ژنوتیپ‌های پایدار برقرار می‌باشد (۲۴،۸).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.122]

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب ژنوتیپ‌های آفتابگردان مورد مطالعه در ۶ مکان و ۱ سال

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات
مکان	۵	۲۶۶۹۸۸۸۹۲/۲	۵۳۳۹۷۷۷۸/۴**
اشتباه اول	۱۸	۶۰۲۸۷۰۳/۱	۳۳۴۹۲۷/۹
ژنوتیپ	۹	۷۵۸۶۰۱۱۲/۲	۸۴۲۸۹۰۱/۴**
ژنوتیپ × مکان	۴۵	۴۸۶۷۴۲۷۵/۱	۱۰۸۱۶۵۰/۶**
اشتباه دوم	۱۶۲	۳۷۰۲۴۸۵۴/۷	۲۲۸۵۴۸/۵
ضریب تغییرات (٪)		۱۹/۶۷	

*، ** و ns: به‌ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

ضریب تغییرات و واریانس محیطی

نتایج دو روش واریانس محیطی و ضریب تغییرات که از دسته پارامترهای تیپ I محسوب می‌شوند نشان داد در روش واریانس محیطی (S_i^2) پایدارترین ژنوتیپ‌ها، با کمترین مقدار واریانس به‌ترتیب ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲ و ۸ بودند. چون ژنوتیپ شماره ۱ عملکردی بالاتر از میانگین عملکرد کل دارد و نیز مقدار واریانس محیطی این ژنوتیپ پائین می‌باشد، ژنوتیپ پایدار در این روش انتخاب شد.

از ضریب تغییرات (CV_i) نیز برای تعیین پایدارترین ژنوتیپ‌ها استفاده شد که در این روش ژنوتیپ‌های ۷ و ۸ به‌ترتیب کمترین میزان ضریب تغییرات و ژنوتیپ‌های ۲ و ۹ بیشترین میزان ضریب تغییرات را دارا بودند. به این ترتیب ژنوتیپ‌های ۷ و ۸ دارای پایداری بیولوژیکی بوده و از انعطاف‌پذیری بالایی برخوردار بودند.

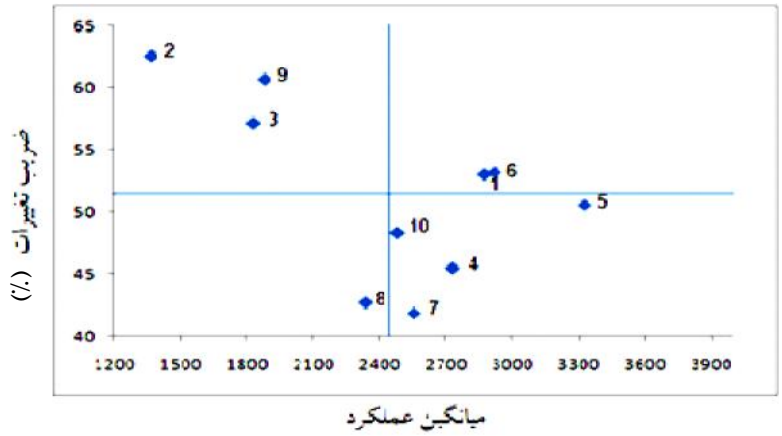
در مجموع با استفاده از روش ضریب تغییرات (شکل ۱) و روش واریانس محیطی (جدول ۴) ژنوتیپ‌های ۱، ۷، ۴ و ۱۰ ژنوتیپ‌های پایدار محسوب می‌شوند که علاوه بر ضریب تغییرات کم دارای عملکرد بالایی نیز هستند.

جدول ۴- نتایج روش‌های آماری تک‌متغیره صفت عملکرد دانه ژنوتیپ‌های آفتابگردان تحت بررسی، سال ۱۳۹۱

ژنوتیپ	میانگین عملکرد	واریانس پایداری	اکووالانس ریک	ضریب تغییرات (٪)	واریانس محیطی
۱	۲۸۷۴/۰	۱۸۰۰۷۲/۰۹	۸۵۵۴۹۴/۷۲	۵۲/۹۸	۲۳۱۹/۷۷
۲	۱۳۶۴/۶	۸۲۴۷۴۲/۳۴	۳۴۳۴۱۷۵/۶۸	۶۲/۵۴	۷۲۸۳۸۸/۷۰
۳	۱۸۲۸/۲	۴۱۲۲۵۸/۴۹	۱۷۸۴۲۴۰/۳۱	۵۷/۱۲	۱۰۹۰۷۱۰/۷۳
۴	۲۷۳۰/۵	-۱۶۲۵۹/۵۲	۷۰۱۶۸/۲۵	۴۵/۴۴	۱۵۳۹۳۸۱/۰۶
۵	۳۳۲۷/۷	۵۷۶۴۷۳/۷۷	۲۴۴۱۱۰۱/۳۸	۵۰/۵۳	۲۸۲۷۶۹۸/۷۵
۶	۲۹۱۹/۹	۱۹۳۳۰۰/۰۵	۹۰۸۴۰۶/۵۱	۵۳/۱۴	۲۴۰۷۹۶۰/۲۱
۷	۲۵۵۵/۵	-۲۴۳۴/۷۲	۱۲۵۴۶۷/۴۴	۴۱/۸۰	۱۱۴۱۳۲۷/۳۹
۸	۲۳۳۸/۴	۵۱۱۳۱/۴۹	۳۳۹۷۳۲/۳۱	۴۲/۶۷	۹۹۵۵۱۳/۲۵
۹	۱۸۷۸/۸	۳۹۸۰۱۴/۱۹	۱۷۲۷۲۶۳/۰۸	۶۰/۶۶	۱۲۹۸۹۳۲/۱۳
۱۰	۲۴۸۰/۰	۸۶۸۲۸/۱۹	۴۸۲۵۱۹/۰۸	۴۸/۲۹	۱۴۳۴۱۸۵/۳۴

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.122]



شکل ۱- نمودار پراکنش ژنوتیپ‌های آفتابگردان مورد مطالعه بر حسب میانگین عملکرد دانه و ضریب تغییرات. ارقام به‌ترتیب شماره: ۱: Berezans، ۲: Bulg3، ۳: Bulg5، ۴: Favorit، ۵: Lakumka، ۶: Master، ۷: R453، ۸: Record، ۹: Sor، ۱۰: Zaria.

واریانس پایداری شوکلا و اکووالانس ریک

آماره‌های واریانس پایداری شوکلا و اکووالانس ریک بیانگر پایداری نوع دوم لین و همکاران (۱۴) می‌باشند. بر اساس نتایج به‌دست آمده از واریانس پایداری شوکلا، ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۷، ۸ و ۱۰ به ترتیب با توجه به دارا بودن مقادیر پایین واریانس شوکلا از ژنوتیپ‌های پایدار شناخته شدند و از بین آن‌ها تنها ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۷ و ۱۰ دارای عملکرد بالاتر از میانگین کل بودند و در گروه پایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند.

ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۵، ۳، ۹، ۶ و ۱ به ترتیب بیش‌ترین میزان واریانس را نشان دادند که با توجه به رتبه آن‌ها ژنوتیپ‌های ۲، ۵، ۳ و ۹ بیشترین رتبه‌ها (میزان واریانس) را از خود نشان دادند که از بین آن‌ها ژنوتیپ‌های ۲، ۳ و ۹ عملکردی پایین‌تر از عملکرد میانگین کل داشتند و در گروه ژنوتیپ‌های ناپایدار دسته‌بندی شدند (جدول ۵).

آماره اکووالانس ریک، به‌منظور تعیین سهم هر ژنوتیپ در مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط محاسبه شد (جدول ۵). این آماره نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۷، ۸ و ۱۰ به‌ترتیب دارای کمترین میزان بودند. از نظر رتبه‌بندی نیز به‌ترتیب ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۷، ۸ و ۱۰ دارای کمترین میزان رتبه اکووالانس ریک بودند. تمامی ژنوتیپ‌های فوق به جز ژنوتیپ شماره ۸ دارای عملکردی بالاتر از میانگین کل بودند که ژنوتیپ‌های پایدار قابل توصیه هستند. نتایج حاصل از رتبه‌بندی واریانس پایداری شوکلا و اکووالانس ریک شبیه هم بود و می‌توان از یکی از این دو آماره استفاده نمود. این موضوع با نتایج زالی و همکاران (۳۲) مطابقت دارد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.122]

جدول ۵- نتایج روش‌های تک متغیره مبتنی بر تجزیه واریانس (ردیف اول) و ردیف دوم (رتبه ارقام)

ژنوتیپ	میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	واریانس پایداری (رتبه)	اکووالانس ریک (رتبه)	ضریب تغییرات (رتبه)	واریانس محیطی (رتبه)
۱	۲۸۷۴/۰	۱۸۰۰۷۲/۰۹۹	۸۵۵۴۹۴/۷۱۸۹	۵۲/۹۸۷۱	۳۱۹/۷۷۶
		(۵)	(۵)	(۶)	(۸)
۲	۱۳۶۴/۶	۸۲۴۷۴۲/۳۳۹	۳۴۳۴۱۷۵/۶۷۸	۶۲/۵۴۲	۷۲۸۳۸۸/۷۰۱
		(۱۰)	(۱۰)	(۱۰)	(۱)
۳	۱۸۲۸/۲	۴۱۲۲۵۸/۴۹۸	۱۷۸۴۲۴۰/۳۱۱	۵۷/۱۲۵	۱۰۹۰۷۱۰/۷۳۵
		(۸)	(۸)	(۸)	(۳)
۴	۲۷۳۰/۵	-۱۶۲۵۹/۵۱۸	۷۰۱۶۸/۲۴۸	۴۵/۴۳۹	۱۵۳۹۳۸۱/۰۶۶
		(۱)	(۱)	(۳)	(۷)
۵	۳۳۲۷/۷	۵۷۶۴۷۳/۷۶۶	۲۴۴۱۱۰۱/۳۸۵	۵۰/۵۳۲	۲۸۲۷۶۹۸/۷۵۴
		(۹)	(۹)	(۵)	(۱۰)
۶	۲۹۱۹/۹	۱۹۳۳۰۰/۰۴۸	۹۰۸۴۰۶/۵۱۴۹	۵۳/۱۴۴	۲۴۰۷۹۶۰/۲۰۸
		(۶)	(۶)	(۷)	(۹)
۷	۲۵۵۵/۵	-۲۴۳۴/۷۱۹	۱۲۵۴۶۷/۴۴۱	۴۱/۸۰۵	۱۱۴۱۳۲۷/۳۹۳
		(۲)	(۲)	(۱)	(۴)
۸	۲۳۳۸/۴	۵۱۱۳۱/۴۹۷	۳۳۹۷۳۲/۳۱۰	۴۲/۶۶۷	۹۹۵۵۱۳/۲۵۵
		(۳)	(۳)	(۲)	(۲)
۹	۱۸۷۸/۸	۳۹۸۰۱۴/۱۹۱	۱۷۲۷۲۶۳/۰۸۴	۶۰/۶۵۹	۱۲۹۸۹۳۲/۱۳۱
		(۷)	(۷)	(۹)	(۵)
۱۰	۲۴۸۰/۰	۸۶۸۲۸/۱۸۹	۴۸۲۵۱۹/۰۷۷	۴۸/۲۸۹	۱۴۳۴۱۸۵/۳۴۳
		(۴)	(۴)	(۴)	(۶)

روش ضریب تشخیص یا تبیین

در این روش، هرچه ضریب تشخیص یک ژنوتیپ بالاتر باشد اعتبار مدل بالاتر است و ژنوتیپ دارای پایداری بیشتری است (۱۵). بنابراین با توجه به جدول ۶ ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۵، ۷، ۶، ۱، ۸ و ۱۰ جزو ژنوتیپ‌های پایدار محسوب می‌شوند. رحیمی و همکاران (۱۸) در تحقیقی پایداری عملکرد دانه ارقام و لاین‌ها گندم نان با تیپ رشدی متفاوت در اقلیم معتدل ایران را مورد بررسی قرار دادند و رقم شیراز را با توجه به میانگین عملکرد ۹/۷۹ تن در هکتار و واریانس انحراف از رگرسیون و ضریب تبیین به ترتیب ۰/۲۸ و ۹۱/۱، رقم پایدار و سازگار معرفی کردند.

جدول ۶- نتیجه پارامتر رگرسیونی ضریب تشخیص برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های آفتابگردان در شش مکان

ژنوتیپ	میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	ضریب تشخیص
۱	۲۸۷۴/۰	۹۸
۲	۱۳۶۴/۶	۴۸/۷
۳	۱۸۲۸/۲	۷۳/۵
۴	۲۷۳۰/۵	۹۹/۵
۵	۳۳۲۷/۷	۸۹/۴
۶	۲۹۱۹/۹	۹۸/۶
۷	۲۵۵۵/۵	۹۸/۶
۸	۲۳۳۸/۴	۹۶/۳
۹	۱۸۷۸/۸	۷۵/۵
۱۰	۲۴۸۰/۰	۹۳/۳

نتایج روش تای

در این روش دو پارامتر α و λ برآورد می‌شود که نشان‌دهنده پاسخ خطی به اثرات محیطی و انحراف از پاسخ خطی می‌باشد (۲۷). مقادیر α برآورد شده در این روش برای ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۶ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند، بقیه ژنوتیپ‌ها دارای α غیرمعنی‌دار بودند که نشان‌دهنده پایداری متوسط آن‌ها می‌باشد. از نظر پارامتر λ ژنوتیپ‌های ۲، ۳، ۴، ۵، ۷ و ۹ دارای انحراف

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.122]

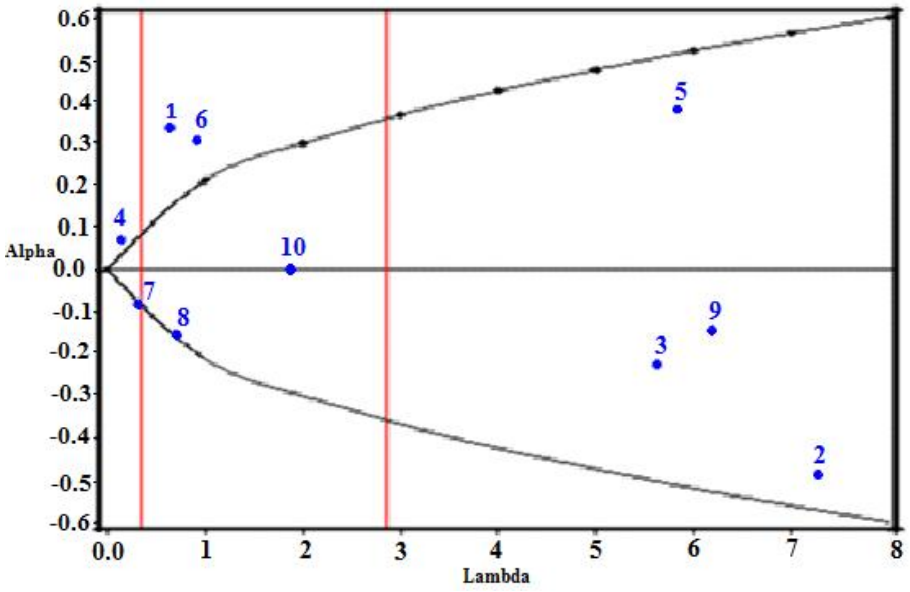
از پاسخ خطی معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بودند (جدول ۷). نتایج روش تای در شکل ۲ به تصویر درآمده است. با توجه به شکل، ژنوتیپ‌هایی که در درون نمودار هذلولی و خط عمود قرار گیرند پایدار هستند. به طوری که ژنوتیپ‌های شماره ۱۰ و ۸ را شامل می‌شود. و از بین این دو، ژنوتیپ شماره ۱۰ به دلیل داشتن عملکردی بالاتر از حد متوسط در وضعیت بهتری قرار دارد ولی چون دارای α=۰ است، پایداری متوسط دارد.

به‌طور کلی با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق ژنوتیپ‌هایی که به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر در اکثر روش‌ها مطرح شدند، به‌ترتیب شامل ژنوتیپ‌های Lakumka با میانگین عملکرد ۳۳۲۷/۷ کیلوگرم در هکتار، ژنوتیپ Master با میانگین عملکرد ۲۹۱۹/۹ کیلوگرم در هکتار، ژنوتیپ Berezans با میانگین عملکرد (۲۸۷۴/۰) کیلوگرم در هکتار، ژنوتیپ Favorit با میانگین عملکرد ۲۷۳۰/۵ کیلوگرم در هکتار و ژنوتیپ R453 با میانگین عملکرد ۲۵۵۵/۵ کیلوگرم در هکتار بودند که، در اکثر روش‌ها از لحاظ پایداری در وضعیت مطلوبی قرار گرفتند و قابل توصیه برای کشت می‌باشند.

جدول ۷- نتایج تجزیه رگرسیون تای و میانگین عملکرد ارقام آفتابگردان مورد مطالعه

شماره ژنوتیپ	میانگین (کیلوگرم در هکتار)	آلفا (α)	لامبدا (λ)
۱	۲۸۷۳/۹۹	۰/۳۰۶۴۴*	۰/۹۲۰۰۴ns
۲	۱۳۶۴/۶۱	-۰/۴۸۷۴۹ns	۷/۲۶۴۲۵*
۳	۱۸۲۸/۲۱	-۰/۲۲۶۵۵ns	۵/۶۲۳۶۳*
۴	۲۷۳۰/۴۶	۰/۰۷۱۷۷ns	۰/۱۴۰۸۸*
۵	۳۳۲۷/۶۹	۰/۳۷۸۶۲ns	۵/۸۱۹۲۳*
۶	۲۹۱۹/۸۸	۰/۳۳۵۹۵*	۰/۶۳۹۷۲ns
۷	۲۵۵۵/۴۵	-۰/۰۸۲۴۳ns	۰/۳۱۳۷۸*
۸	۲۳۳۸/۴۴	-۰/۱۵۳۵۵ns	۰/۷۱۶۹۳ns
۹	۱۸۷۸/۸۵	-۰/۱۴۳۷۸ns	۶/۱۸۷۸۷*
۱۰	۲۴۷۹/۹۸	۰/۰۰۱۰۳ns	۱/۸۷۶۶۲ns

* و ns: به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.



شکل ۲- نمودار برآورد شده با استفاده از رگرسیون تای، برای ارقام آفتابگردان مورد مطالعه (هذلولی فاصله برآورد ۹۵ درصد را برای α=۰ نشان می‌دهد، خطوط عمودی حدود فاصله اطمینان ۹۵ درصد را برای λ=۱ نشان می‌دهد).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.122]

منابع

1. Akcura, M., Y. Kaya, S. Taner and R. Ayranici, 2006, Parametric stability analysis for grain yield of durum wheat, Plant Soil Environment, 52: 254-262.
2. Allard, R. 1999. Principles of plant breeding, Second Edition, John Wiley and Sons Inc. New York, 264 pp.
3. Balalić, I. and M. Zorić. 2012. Non-Parametric Stability Analysis of Sunflower Multi-Location Trials, International Conference on Bio Science: Biotechnology and Biodiversity (Step in the Future), 314-330, Novi Sad, Serbia.
4. Becker, H.B. and J. Leon. 1988. Stability analysis in plant breeding, Plant Breeding, 101: 1-23.
5. Darbandi, Sh., B. Alizadeh and Kh. Mostafavi. 2012. Evaluation of yield stability in winter oilseed rape lines in cold regions of Iran using parametric methods. Journal of Agronomy, 7: 13-25.
6. Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties, Crop Science, 6: 36-40.
7. Farshadfar, E. 1999. The use of biometric genetic in plant breeding, Volume 1, Razi University Press, 365 pp (In Persian).
8. Fattahi, F. and A. Yousefi. 2006. Study on yield stability in barely genotypes by using repeatable stability statistics and pattern analysis by AMMI model, Seed and Plant Journal, 37-1: 317-326 (In Persian).
9. Flores, F., M.T. Moreno and J.I. Cubero. 1998. A comparison of univariate and multivariate methods to analysis G×E interaction, Field Crops Research, 56: 271-286.
10. Francis, T.R. and L.W. Kannenberg. 1978. Yield stability studies in short- season Maize: 1, A descriptive method for grouping genotypes, Canadian Journal of Plant Science, 58: 1029-1034.
11. Hanuman, L.R. and V.T. Prabhakaran. 2001. A study on the performance of a few non-parametric stability measures using pearl-millet data, Indian Journal of Genetics, 61: 7-11.
12. Kamidi, R. 2001. Relative stability, performance and superiority of crop genotype across environments, Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics, 6: 449-460.
13. Kang, M.S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials, Consequences for grows, Agronomy Journal, 85: 754-757.
14. Lin, C.S., M.R. Binns and L.P. Leikovitch. 1986. Stability analysis: Where do we stand? Crop Science, 26: 894-900.
15. Lin, C.S. and M.R. Binns. 1991. Genetic properties of four type of stability parameter, Theorical and Applied Genetics, 82: 505-509.
16. Omidi, A.H., M.R. Shahsavari, A. Alhani and E. Jahanbin. 2012. Selection of new genotypes of safflower (*Carthamus tinctirius* L.) to different environmental conditions by using some statistic sustainability, Journal of Plant Breeding and Seed, 27: 287-303.
17. Pinthus, M.J. 1973. Estimate of genotypic value: A proposed method, Euphytica, 22: 121-123.
18. Rahimi, M., T. Najafi mirak and V. Rashidi. 2010. Stability of grain yield in bread wheat cultivars with different growth habits in the temperate climate of Iran, Seed and Plant Journal, 1-25: 469-45.
19. Rao, A.R. and V.T. Prabhakaran. 2000. on some useful interrelationship among common stability parameters, Indian Journal of Genetics, 60: 25-36.
20. Rommer, T.H. 1917. Sind die ertragreicheren sorten ertragssicherer, DGL-Mitt, 32: 87-89.
21. Roustaii, M., M. Moghaddam and S. Mahfoozi. 1996. Comparison of some stability parameters and determination of stable wheat for semi warm region.Proceedings of the 4th Iranian Crop Sciences Congress. Isfahan University of Technology. Isfahan, Iran. 236 pp (In Persian).
22. Shadpoor, S., S.A. Peyghambari, A. Mohammadi, M. Shoaee Deilami, M. Haji Mohammad Ali Jahromi and A. Mahdavi. 2012. Evaluation of genotypes × environment interaction in greenhouse tobaccos using regression analysis, First National Conference on Modern Topics in Agriculture, pp: 1891, Islamic Azad University-Saveh, Iran, (In Persian).
23. Shafii, B. and W. Price. 1998. Analysis of genotype-by-environment interaction using the additive main effects and multiplicative interaction model and stability estimates, Journal of Agriculture, Biological Environment State, 3: 335-345.
24. Shahmohammadi, M. 2005. Analysis of genotype × environment interactions in barley genotypes using AMMI method and comparison with other methods, M.Sc., Plant Breeding Dissertation, Tarbiat Modares University. 132 pp (In Persian).
25. Shukla, G.H. 1972. Some statistical aspects for partitioning genotype-environment component of variability, Heredity, 29: 237-245.
26. Sparague, G.F. and W.T. Federer. 1951. Comparisons of variance components in com yield trials, Agronomy Journal, 43: 533-541.
27. Tai, G.C.C. 1971. Genotypic stability analysis and application to potato regional triats, Crop Science, 11: 184-190.
28. Tai, G.C.C. 1979. Analysis of genotype- environment interaction of potato yield, Crop Science, 19: 434-438.
29. Tesemma, T., S. Tsegaye, G. Belay, E. Bechere and D. Mitiku. 1998. Stability of performance of tetraploid wheat landraces in the Ethiopian highland, Euphytica, 102: 301-308.
30. Wachir, F., W. Ngetich, J. Omolo and G. Mamati. 2002. Genotype × environment interactions for tea yields, Euphytica, 127: 289-296.
31. Zali, H., S.H. Sabaghpoor, A. Farshadfar, P. Pezeshkpoor, M. Safikhani, R. Sarparast and A. Hashembeigi. 2009. Chickpea stability analysis using ASV parameters and comparison with other methods of stability analysis, Iranian Journal of Crop Science, 40: 2-29 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.122]

Interaction of Genotype and Environment on the Open Pollinated Sunflower (*Helianthus annuus*) Cultivars Based on Parametric Methods and Tai Method

Sahar Kalateh Jari[1], Khodadad Mostafavi[2] and Alireza Nabipour[3]

1- Gradated M.Sc. Student, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran
2- Associate Professor, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran
(Corresponding author: mostafavi@kiau.ac.ir)
3- Assistant Professor, Iranian Rice Research Institute, Deputy of Mazandaran, Amol
Received: December 14, 2013 Accepted: May 12, 2014

Abstract

In order to study the yield stability, 10 open pollinating (OP) sunflower cultivars were evaluated in 6 locations, including Qom, Gonbad, Esfahan, Eslam abad, Karaj and Shahrood in 2012. At each location, experimental design was a randomized complete block with four replications. The homogeneity of error variances was tested using Bartlett test and the results showed that the variances were homogeneous and can be combined for the analysis of data. Analysis of variance showed significant differences among genotypes, there is a one percent probability level. Analysis of variance showed that genotype × environment interaction was significant at the one percent level. This indicates that different genotypes have different performance. Environment effect was a significant at the one percent level and accounted the highest level of the total sum of squares. Based on the coefficient of variance and environmental variance methods, R453, Berezance, Favorit and Zaria cultivars were considered sustainable while also showed good performances. Shukla's variance analysis showed that, cultivars Favorit, R453 and Zaria had above average performance and were the most stable genotypes. On the other hand, Bulg3, Bulg5 and Sor cultivars were low stabilities through this method. According to Wricke's echovalance, R453, Record, Favorit and Zaria had lowest ranks respectively all high performing genotypes except Record showed good stability the results of Tai analysis; Zaria and Record had moderate stability.

Keywords: Adaptability, Regression, Stability, Sunflower

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.122]