دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

بررسی پایداری عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم دوروم (*Triticum turgidum* var. durum) با استفاده روش‌های پارامتری و ناپارامتری تجزیه پایداری

هوشنگ رحمتی[۱]، علی نخ‌زری مقدم[۲]، علی راحمی کاریزکی[۳] و زینب اورسجی[۴]

۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه گنبدکاووس، ایران، (نویسنده مسوول: Hoshang.rahmati@yahoo.com)
۲، ۳ و ۴- استادیاران گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۰
صفحه: ۶۳ تا ۷۴

چکیده

گندم دوروم با نام علمی *Triticum turgidum* var. durum تتراپلوئید و دارای ۲۸ کروموزوم می‌باشد و یکی از مهم‌ترین غلات دنیا است که در مناطق نیمه‌خشک جهان کشت می‌شود. معرفی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بیشتر، متحمل به کم‌آبی و دارای پایداری بالا یکی از ضرورت‌های توسعه کشت گندم دوروم است. اثر متقابل ژنوتیپ در محیط یکی از موضوعات مهم در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد و در صورت وجود اثر متقابل باید پایداری و سازگاری ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف برای تولید محصول مطمئن ارزیابی شود. در تحقیق حاضر به‌منظور بررسی پایداری ۱۰ ژنوتیپ گندم دوروم، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو شرایط دیم و آبیاری انتهایی طی سال‌های زراعی۱۳۹۷-۱۳۹۶و ۱۳۹۸-۱۳۹۷، در شهرستان کوهدشت استان لرستان انجام شد. نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها برای اجرای آزمایش در طی دوسال و در دو محیط نشان داد که تنوع معنی‌داری (p< ۰/۰۱) برای عملکرد در بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت، اثر سال معنی‌دار نشد و اثر دو محیط در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، همچنین اثر متقابل ژنوتیپ×محیط نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. براساس میانگین عملکرد، Omrbi3، هانا، بهرنگ و آریا بیشترین پایداری را داشتند، اما در مقابل Dm-73-13، دهدشت، مراغه ۱ و مراغه ۲ کمترین پایداری را نشان دادند. پایداری ژنوتیپ‌ها با روش‌های پارامتری و ناپارامتری براساس عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، که هیچکدام از پارامترها با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری نداشتند، بنابراین ژنوتیپ‌های دارای بیشترین عملکرد براساس این پارامترها دارای پایداری بالایی نبودند. بر اساس روش‌های پارامتری دو ژنوتیپ آریا و شبرنگ دارای بیشترین پایداری و عملکرد متوسط بودند. در روش‌های ناپارامتری نیز مشاهده شد که ژنوتیپ‌های آریا، هانا و Omrbi3 که پتانسیل بالایی برای عملکرد داشتند براساس RS و kr نیز پایداری بالایی نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: پایداری، عملکرد دانه، گندم دوروم، محیط رطوبتی

مقدمه

گندم دوروم با نام علمی *Triticum turgidum* var. durum از گروه گندم‌های تتراپلوئید و دارای ۲۸ کروموزوم است و یکی از مهم‌ترین غلات دنیا است که در مناطق نیمه‌خشک جهان کشت می‌شود. این گندم در مقایسه با گندم نان سازگاری بهتری نسبت به شرایط اقلیمی نیمه‌خشک از خود نشان می‌دهد (۳۶). با توجه به وسعت مناطق کشاورزی دیم غرب کشور و سایر نقاط ایران، گندم دوروم با متحمل بودن به تنش‌های رطوبتی متعدد فصلی و سازگاری زیاد، می‌تواند گزینه مناسبی برای کشت دیم باشد. معرفی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بیشتر، متحمل به کم‌آبی و دارای پایداری بالا یکی از ضرورت‌های توسعه کشت گندم دوروم جهت ایجاد رغبت بیشتر در کشاورزان دیم‌کار برای رو آوردن به این محصول ارزشمند است. اصولاً شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در برنامه‌های اصلاحی همواره به‌دلیل تغییرات محیطی در مناطق هدف و اثر متقابل این تغییرات با ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشکل می‌باشد. بنابراین لاین‌های پیشرفته زراعی در برنامه‌های اصلاحی به‌منظور اطمینان از تولید محصول و پایداری عملکرد بایستی در محیط‌های با شرایط آب و هوایی مختلف و در سال‌های متفاوت ارزیابی شوند (۵۲). بر همین اساس در سازگاری و پایداری عملکرد، اثرمتقابل ژنوتیپ×محیط جنبه‌ی مهمی است که باید مدنظر قرار داده شود. موضوع سازگاری مفهوم پیچیده‌ای دارد و به‌طور خلاصه عبارت از ظرفیت ژنتیکی یک رقم برای ظهور عملکرد بالا و پایدار در محیط‌های متفاوت است. با توجه به اینکه تولید ارقام اصلاح شده و سازگار با ظرفیت عملکرد بالا برای هر محیط از نظر اقتصادی هزینه سنگین و صرف وقت زیادی را می‌طلبد، باید ژنوتیپ‌هایی را انتخاب نمود که دارای سازگاری عمومی بالا و برای چند منطقه متفاوت قابل توصیه و در مناطق اقلیمی مشابه، عملکرد قابل قبول داشته باشند و دارای سازگاری و پایداری عملکرد دانه‌ی بالا باشند (۵). در هر حال تجزیه و تحلیل با استفاده از روش‌های معمول مثل استفاده از جدول‌های تجزیه واریانس مرکب فقط اطلاعاتی در مورد اثر متقابل ژنوتیپ و محیط به‌دست می‌دهد، بنابراین از معیارهای متفاوتی جهت تشخیص پایداری ارقام و معرفی آن‌ها استفاده می‌شود. در مجموع روش‌های تجزیه پایداری را می‌توان به دو دسته‌ی روش‌های پارامتری که وابسته به فرض‌هایی در مورد ژنوتیپ‌های مورد بررسی، محیط و اثر متقابل محیط و ژنوتیپ است (۳۳) و روش‌های ناپارامتری تقسیم‌بندی کرد. روش‌های

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.52547/jcb.13.37.63]

ناپارامتری که بر مبنای رتبه ژنوتیپ‌ها در محیط‌ها عمل می‌نمایند نسبت به روش‌های پارامتری دارای مزایایی هستند. این روش‌ها باعث کاهش میزان اریبی داده از طریق کاهش میزان داده‌های پرت می‌شوند. نیازمند هیچ فرضی در مورد توزیع فراوانی داده‌ها نمی‌باشند، استفاده و تفسیر آنها ساده‌تر است و حذف و یا اضافه شدن یک یا چند داده تاثیر زیادی بر روی نتایج ندارد (۲۰). روش‌های مختلف پارامتری و غیرپارامتری، ژنوتیپ‌های متفاوتی را به‌عنوان لاین‌های پایدار نشان می‌دهند، که انتخاب بر اساس واریانس پایداری شوکلا، موجب انتخاب ژنوتیپ با بیشترین مقدار عملکرد و پایداری و کمترین تغییرات می‌گردد (۳). از روش‌های آماری پارامتری برای تجزیه پایداری ژنوتیپ‌ها می‌توان به ضریب رگرسیون (b) (۱۳)، اکووالانس ریک (W^2_i) (۵۱)، انحراف از ضریب رگرسیون (S^2d_i) (۱۱)، واریانس پایداری شوکلا (δ_i^2) (۴۷)، ضریب تشخیص (R^2) (۴۱) و ضریب تغییرات ژنوتیپی (CV) (۱۴) اشاره کرد. در بررسی‌های پایداری، ژنوتیپ‌هایی که اکووالانس آنها کم می‌باشد (W_i^2)، نوسانات کمتری در سراسر محیط‌ها دارند و پایدارتر می‌باشند، همچنین واریانس پایداری (δ_i^2) بر اساس باقیمانده ماتریس ($GE_{ij}+e_{ij}$) می‌باشد، هر چه کمتر باشد، نشان‌دهنده اثر اصلی ژنوتیپ پایدار می‌باشد (۸) هر واریته‌ای که ضریب تغییرات ژنوتیپی (CV_i) کمتری داشته باشد، پایدارتر است. مشکل اصلی این روش‌ها در این است، که معمولاً واریته‌های پایدارتر، کم محصول تر هستند (۳۱). در روش فینلی و ویلکنسون عملکرد ژنوتیپ‌ها به‌صورت اثرات اصلی برای ژنوتیپ و محیط و حاصل ضرب اصلی محیط در ضرایب رگرسیونی ژنوتیپ بیان می‌شود، و ژنوتیپی پایدار است که میانگین مربعات انحراف از رگرسیون کم و ضریب رگرسیون نزدیک به ۱ داشته باشد (۸). پینتوس (۴۱) پیشنهاد کرد که چون ضریب تشخیص به‌شدت وابسته به میانگین مربعات انحراف از رگرسیون (S^2d_i) است به‌جای S^2d_i بهتر است از ضریب تشخیص استفاده شود، طبق این پارامتر ژنوتیپی پایدار است که ضریب تشخیص آن کم باشد. در هر حال عملکرد دانه و پایداری آن در مناطق و سالیان متعدد همیشه به‌عنوان معیار مهمی در گزینش و معرفی ارقام مورد استفاده قرار گرفته است (۴۹). بر همین اساس بررسی عملکرد دانه ۱۵ ژنوتیپ گندم نان در ۵ ایستگاه مناطق سردسیر دیم کشور (مراغه، ارومیه، قاملو، قیدار و اردبیل) طی سه سال زراعی نشان داد که اثرات ساده سال، مکان و ژنوتیپ معنی‌دار بود. اثرات متقابل مکان× ژنوتیپ و سال× مکان×ژنوتیپ نیز معنی‌دار شد (۴۴). همچنین ارزیابی پایداری عملکرد دانه با استفاده از روش‌های آماری تک متغیره و چندمتغیره نشان‌داد که برای عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری بین اثرات اصلی محیط و اثر متقابل ژنوتیپ× محیط وجود داشت و با توجه به اینکه بزرگی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط ۱۵ برابر اثر ژنوتیپ بود احتمالاً گروه‌های مختلف محیطی برای ژنوتیپ‌ها وجود داشت (۳۴). همچنین در ارزیابی عملکرد و پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های گندم دوروم در مناطق گرم و خشک ایران در بین ۱۸ ژنوتیپ مورد بررسی تنها ۲ ژنوتیپ دارای بیشترین پایداری عمومی بودند و به‌عنوان ژنوتیپ برتر برای مطالعات تکمیلی انتخاب شدند (۱). ارزیابی پارامتری پایداری ۱۵ ژنوتیپ گندم دوروم در ۸ محیط بر اساس ۹ روش پارامتری نشان‌داد که تعیین ژنوتیپ‌های پایدار بر اساس روش‌های مختلف پایداری متفاوت بود و در مجموع ۵ ژنوتیپ که بر اساس بیشتر پارامترها، پایداری مطلوب نشان دادند به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار شناسایی شدند (۴). علاوه بر این بررسی پایداری عملکرد ۱۸ ژنوتیپ گندم دوروم با ۸ روش پارامتری تنها ۲ ژنوتیپ براساس کلیه روش‌ها پایدار شناخته شدند و رتبه‌های مناسب پایداری عملکرد دانه را به‌خود اختصاص دادند (۱۸). صادق‌زاده‌اهری و همکاران (۴۴) نیز نشان دادند که سه روش پارامتری لین و بینز، ضریب تغییرات عملکرد و روش رتبه‌بندی در شناسایی پایداری ژنوتیپ‌ها نتایج متفاوتی دارند و در بین ۱۵ ژنوتیپ تنها یک ژنوتیپ به‌عنوان ژنوتیپ پایدار به‌نام رقم هما معرفی کردند. همچنین کبریایی و همکاران (۲۹) نیز در بررسی پارامتری پایداری نشان دادند که نتایج متفاوتی بر اساس هرکدام از روش‌های پارامتری وجود دارد اما در نهایت در بین ۲۰ لاین امید بخش، سه ژنوتیپ به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی شد که بر اساس طرح‌های تحقیقی- تطبیقی و تحقیقی-ترویجی ژنوتیپ‌ها مورد ارزیابی‌های بیشتر قرار گرفتند که براساس نتایج حاصله دو ژنوتیپ از سه ژنوتیپ معرفی شده در مقایسه با ارقام غالب و رایج آن مناطق عملکرد بیشتری تولید نمودند. در هر حال امکان گزینش ژنوتیپ‌های با پایداری و عملکرد بالا بیانگر بهبود ژنتیکی در برنامه های اصلاحی گندم دوروم برای شرایط متغیر محیطی دیم می‌باشد (۳۵). با توجه به آنچه بیان شد در این تحقیق پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های گندم دوروم در چهار محیط مورد (اجرای طرح طی دو سال و در دو محیط آبیاری تکمیلی و دیم) با استفاده از روش‌های پارامتری و ناپارامتری مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

بذور ۱۰ ژنوتیپ گندم دوروم که از معاونت مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان تهیه گردیدند، برای ارزیابی پایداری در مزرعه تحقیقاتی شهرستان کوهدشت با ارتفاع ۱۱۹۵متر از سطح دریا و موقعیت جغرافیایی ۴۷ درجه و ۶۰ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی در سال‌های زراعی۱۳۹۷- ۱۳۹۶و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ مورد بررسی قرار گرفت. مشخصات ژنوتیپ‌های مورد بررسی در جدول ۱ آمده‌است. جهت سهولت ارجاع، ژنوتیپ‌ها به‌صورت G1 تا G10 به‌صورت اختصاری نامگذاری شده‌اند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.63]

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های مورد آزمایش

Table 1. Characteristics of the tested genotypes

شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	شجرنامه	منشا
G1	Omrab3	Omrab3	ICARDA
G2	Hana	Hana	CIMMYT
G3	Aria	MEXICALI 75	ICARDA
G4	Saji	MRB11//SNIPE/MAGH/3/RUFOM-7	ICARDA
G5	Behrang	ZHONG ZUO/2*GREEN-3	CIMMYT
G6	Shabrang	Dw-81-18	CIMMYT
G7	Maragheh1	15/A/Maragheh	ICARDA
G8	Maragheh2	18/A/maragheh	ICARDA
G9	Dw-73-13	SHWA/MALD/Aaz	ICARDA
G10	Dehdast	Dehdast	IRAN

ارقام مورد بررسی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به‌صورت دو آزمایش جداگانه تحت دو شرایط دیم و آبی طی دوسال ارزیابی شدند، بنابراین از داده‌های چهار محیط برای تجزیه پایداری استفاده شد. هر کرت دارای شش خط کاشت به‌طول ۳ متر و فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر (به ابعاد ۳×۱/۲ متر) بود. ابتدا در زمین محل آزمایش شخم به عمق ۲۵ سانتی‌متر انجام گرفت. مطابق آزمایشات خاکشناسی، نیاز زمین کودهای پیش‌کاشتی شامل فسفات آمونیوم (۱۵۰کیلوگرم در هکتار)، سولفات پتاسیم (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و اوره (۷۰کیلوگرم در هکتار) با خاک مخلوط گردید. بعد از تسطیح و آماده‌سازی بستر بذر، کشت در تاریخ ۱۰ آذر ماه انجام شد. در اسفند ماه و در مرحله پنجه‌زنی، مقدار ۴۰ گرم کود اوره ۴۶ درصد در هر کرت به‌صورت سرک استفاده شد. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی انجام گرفت. به‌دلیل بارش کافی تا اوایل بهار آبیاری انجام نشد اما از هفته اول بهار تا انتهای فصل رشد پنج نوبت آبیاری در محیط آبی انجام‌شد. در هنگام رسیدگی فیزیولوژیک، بوته‌های واقع در یک ردیف میانی با حذف حاشیه برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. تعداد خوشه‌های فاقد دانه (غیر بارور) و دارای دانه (بارور) شمارش گردید. ابتدا بوته‌ها خشک و سپس با استفاده از ترازوی دیجیتالی دقیق توزین گردیدند و سپس با خرمن‌کوب، بذور از بوته‌ها جدا و عملکرد دانه اندازه‌گیری و بر حسب گرم در متر مربع برای هر کرت ثبت شد. پارامترهای پایداری ضریب تغییرات محیطی (CV_i)، (۱۴)، اکووالانس ریک (W_i^2)، (۵۱)، واریانس پایداری شوکلا (δ_i^2)، (۴۷)، ضریب رگرسیون فینلی و ویلکنسون (b_i)، (۱۳) و ضریب تشخیص (R_i^2)، (۴۱) محاسبه شد. پنج سری از آماره‌های ناپارامتری به‌منظور برآورد پایداری ژنوتیپ‌ها در این تحقیق استفاده شد. سری اول شامل آماره‌های ناپارامتری معرفی شده توسط هوهن (۱۹) بود که شامل چهار آماره $S_i^{(1)}$، $S_i^{(2)}$، $S_i^{(3)}$ و $S_i^{(6)}$ بود. سری دوم شامل آماره‌های ناپارامتری معرفی شده توسط تنازارو (۵۰) بود که شامل چهار آماره $NP_i^{(1)}$، $NP_i^{(2)}$، $NP_i^{(3)}$ و $NP_i^{(4)}$ بود. آماره مجموع رتبه کنگ (۲۳)، سومین سری بود. روش توضیح داده شده توسط Fox و همکاران (۱۹۹۰) برای بررسی پایداری به‌روش ناپارامتری چهارمین سری از آماره‌های استفاده شده بود. آخرین سری روش ناپارامتری گزارش شده توسط کتاتا و همکاران (۲۶) بود. پس از محاسبه پارامترهای پایداری و آماره‌های ناپارامتری با استفاده از نرم‌افزار Excel، تجزیه همبستگی پارامترها و آماره‌های پایداری با عملکرد با استفاده از SPSS 18 انجام شد و تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز با نرم‌افزار Minitab 16 انجام شد.

نتایج و بحث

ارزیابی پارامتری پایداری ژنوتیپ‌ها

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها برای اجرای آزمایش در طی دوسال و در دو محیط نشان داد که تنوع معنی‌داری ($p<$ ۰/۰۱) برای عملکرد در بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت، اثر سال معنی‌دار نشد و اثر دو محیط در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، همچنین اثر متقابل ژنوتیپ× محیط نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). با توجه به پارامترهای پایداری مشاهده شد که ژنوتیپ‌ها واکنش‌های متفاوتی براساس هر پارامتر پایداری نشان دادند و برخی از ژنوتیپ‌ها براساس بعضی از پارامترها، پایداری بالا و براساس بعضی دیگر از پارامترها، پایداری ضعیفی داشتند (جدول ۴). کریم‌زاده و همکاران (۲۵) تعداد ۱۹ لاین گندم دوروم برگزیده از آزمون مقدماتی عملکرد به همراه رقم شاهد دهدشت در پنج منطقه گچساران، گنبد، مغان، خرم آباد و ایلام طی سه سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۱ بررسی نمودند و گزارش دادند که تجزیه اثر ژنوتیپ، سال و مکان و برهم‌کنش سال× مکان، سال× ژنوتیپ و ژنوتیپ× سال× مکان بر عملکرد دانه معنی‌دار بود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.63]

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس مرکب عملکرد در ژنوتیپ‌های مورد بررسی
Table 2. Mean squares obtained from combined analysis of variance of yield in the studied genotypes

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات عملکرد دانه
سال	۱	۱۶۱۶۹*
تنش	۱	۷۰۲۵۶۱**
سال×تنش	۱	۱۱۲۳
خطای ۱	۸	۲۰۳۲
ژنوتیپ	۹	۲۴۸۶۰**
ژنوتیپ× سال	۹	۵۵/۷۷
ژنوتیپ× تنش	۹	۱۷۶۹۴**
ژنوتیپ×سال×تنش	۹	۳۶/۶۷
خطای ۲	۷۲	۳۰۴۹۰
درصد ضریب تغییرات (CV%)		۱۲/۳۵

*: معنی‌دار در سطح ۵ درصد؛ **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

میانگین عملکرد در شرایط آبیاری تکمیلی ۳۳۵/۰۹ گرم در مترمربع و در شرایط دیم ۱۸۲/۰۶ گرم در مترمربع بود، بنابراین مشاهده شد ۱۵۳/۰۳ گرم در مترمربع (۴۵/۶۷ درصد) به‌دلیل کاهش رطوبت در شرایط دیم، عملکرد کاهش نشان داد (جدول ۳). بنابراین به‌خوبی مشخص است که تنش خشکی با ایجاد محدودیت در منبع فتوسنتزی سبب کاهش عملکرد ارقام مورد بررسی شده است. تحقیقات زیادی در داخل کشور بر روی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه در گندم انجام شده است (۴۳،۴۸،۱۰،۴۰،۱۶،۱۵) و در تمام گزارشات تأثیر کاهشی تنش رطوبتی به‌صورت معنی‌دار گزارش شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. در واقع عملکرد دانه با تشکیل مقصد فیزیولوژیک جهت ذخیره سازی مواد غذایی پرورده و سپس پرشدن آن از طریق یک منبع که ظرفیت فتوسنتزی گیاه است، ایجاد می شود (۷). علاوه بر این، عملکرد دانه صفت کمی پیچیده‌ای است که تا حد زیادی تحت‌تأثیر حاصل‌خیزی خاک، نور، دما و بسیاری از عوامل محیطی قرار می‌گیرد. به‌دلیل تعداد زیاد ژن کنترل کننده عملکرد و تأثیر عوامل محیطی در آن، قابلیت توارث آن پایین است (۳۹).

مقدسی و همکاران (۳۲) در ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم دوروم درشرایط آبیاری تکمیلی دامنه‌ی عملکردی بین ۱۴۱ تا ۲۲۰/۱ گرم در متر مربع و در شرایط دیم دامنه‌ی عملکردی بین ۱۰۰/۴ تا ۱۵۷ گرم در مترمربع گزارش کردند، که نسبت به نتایج این تحقیق پایین‌تر بود و در ادامه کاهش عملکردی بین ۲۶/۷۸ تا ۴۶/۰۱ درصد گزارش کردند که تا حدودی با نتایج این تحقیق مطابقت نشان داد. خاکسار و همکاران (۲۷) در شرایط دیم برای ژنوتیپ‌های گندم دوروم دامنه‌ی عملکردی ۱۳۲/۶ تا ۲۷۳/۴ گرم در مترمربع و در شرایط آبیاری تکمیلی دامنه‌ی عملکردی بین ۷۴۸/۳۵ تا ۲۳۴/۳ گرم در متر مربع گزارش کردند، که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

مقایسه میانگین‌ها با روش LSD در سطح ۵ درصد عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها به تفکیک دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم طی دوسال مطالعه انجام شده نشان داد که (جدول ۳) روند واکنش ژنوتیپ‌ها برای رژیم رطوبتی آبیاری تکمیلی و دیم متفاوت بود به این شرح که در شرایط آبیاری تکمیلی بیشترین عملکرد دانه به ژنوتیپ Omrabi3 با میانگین ۴۷۳/۵ گرم در مترمربع اختصاص داشت که با ژنوتیپ‌های بهرنگ، هانا و آریا به‌ترتیب با میانگین ۴۱۵/۳، ۴۰۹/۴ و ۳۶۵/۸ گرم در مترمربع اختلاف معنی‌داری نداشت و با دیگر ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین میزان عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی به ژنوتیپ DM-73-13 با میانگین ۲۲۶/۳ گرم در مترمربع اختصاص داشت که با ژنوتیپ‌های دهدشت، مراغه ۱، مراغه ۲ و ساجی اختلاف معنی‌دار نداشت. در شرایط دیم تنوع کمتری برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها مشاهده شد و با توجه به آزمون LSD ژنوتیپ Omrabi3 با میانگین ۲۱۳/۳ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد دانه را داشت و با ژنوتیپ‌های بهرنگ، مراغه ۱ و مراغه ۲ اختلاف معنی‌دار داشت. مراغه ۲ کمترین عملکرد دانه در شرایط دیم با میانگبن ۱۵۱/۱ گرم در مترمربع را داشت و با ژنوتیپ‌های Omrabi3، ساجی و آریا دارای اختلاف معنی‌دار بود. به‌نظر می‌رسد ژنوتیپ‌هایی که در شرایط آبیاری تکمیلی عملکرد دانه بیشتری داشته‌اند، در شرایط دیم تحت‌تأثیر تنش قرار گرفته‌اند و باعث شده دامنه تغییرات عملکرد به‌علت تنش در بین ژنوتیپ‌ها کاهش یابد و تنوع کمتر شود. جودی و مهری (۲۲) در بین ارقام دوروم و گندم نان تنوع ژنتیکی بالایی برای عملکرد دانه مشاهده کردند و بیان داشتند که قدرت مخزن مهم‌ترین عامل در عملکرد گندم است که قدرت تولید مواد فتوسنتزی خود به عوامل متعدد وابسته است که ژنتیک گیاه تأثیر بالایی بر آن دارد، همچنین در گزارش فراهانی و ارزانی (۱۲) عملکرد دانه بیشترین ضریب تنوع را داشت و بالاترین تنوع ژنتیکی در بین صفات در ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم دوروم داشت.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.63]

جدول ۳- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای عملکرد (گرم در مترمربع) با روش LSD در سطح ۵ درصد به تفکیک دو محیط
Table 3. Comparison of mean genotype for yield (g / m2) by LSD method at 5% level in two environments

ژنوتیپ	آبیاری تکمیلی	دیم
Omrabi3	۴۷۳/۵^{a}	۲۱۳/۴^{a}
هانا	۴۰۹/۴^{ab}	۱۹۵/۰$^{a-d}$
آریا	۳۶۵/۸^{abc}	۱۹۸/۱^{abc}
ساجی	۳۱۱/۸$^{b-e}$	۲۰۹/۹^{ab}
بهرنگ	۴۱۵/۳^{ab}	۱۵۳/۹^{cd}
شبرنگ	۳۴۵/۳^{bcd}	۱۷۰/۹$^{a-d}$
مراغه ۱	۲۷۲/۲^{cde}	۱۶۶/۶^{bcd}
مراغه ۲	۲۹۱/۷^{cde}	۱۵۱/۱^{d}
DM-73-13	۲۲۶/۳^{e}	۱۷۷/۲$^{a-d}$
دهدشت	۲۳۹/۵^{de}	۱۸۴/۶$^{a-d}$
میانگین	۳۳۵/۱	۱۸۲/۱
LSD-۵%	۱۱۷/۳	۴۵/۷

براساس میانگین عملکرد، Omrbi3، هانا، بهرنگ و آریا بیشترین پایداری را داشتند، اما در مقابل Dm-73-13، دهدشت، مراغه ۱ و مراغه ۲ کمترین پایداری را نشان دادند. براساس پارامتر ضریب رگرسیون مراغه ۲، آریا و شبرنگ بیشترین پایداری را نشان دادند و در مقابل DM-73-13، دهدشت، بهرنگ و Omrabi3 دارای کمترین پایداری بودند. براساس این پارامتر ژنوتیپ‌هایی پایدار هستند که ضریب رگرسیون نزدیک به یک داشته باشند (۴۲). ژنوتیپ‌های مراغه ۲، آریا، مراغه ۱ و هانا دارای بیشترین میزان پایداری بر اساس ضریب تغییرات ژنوتیپی بودند و در مقابل ساجی، بهرنگ و Omrabi3 کمترین پایداری را داشتند. هر رقمی که ضریب تغییرات ژنوتیپی کمتری داشته باشد، پایدارتر است. مشکل اصلی این پارامتر در این است، که معمولاً واریته‌های پایدارتر، کم محصول‌تر هستند (۴۲). بر اساس اکوالانس ریک مراغه ۲، آریا و شبرنگ بیشترین پایداری عملکرد و ژنوتیپ‌های بهرنگ، Omrabi3، DM-73-13 و دهدشت کمترین پایداری عملکرد را داشتند. نظر به اینکه اکووالانس سهم هر ژنوتیپ را در اثر متقابل GE اندازه می‌گیرد، ژنوتیپ‌هایی که اکووالانس آن‌ها کم می‌باشد، نوسانات کمتری در سراسرمحیط‌ها دارند و پایدارتر می‌باشند (۸). برای پارامتر واریانس پایداری شوکلا نیز نتایجی مشابه با پارامتر اکووالانس ریک به‌دست آمد، این نتیجه‌گیری مشابه به این دلیل است که اکوولانس ریک در واقع ترکیب خطی از واریانس پایداری می‌باشد (۲۸). هرچه انحراف از مجموع مربعات رگرسیون کمتر باشد، ژنوتیپ پایداری بیشتری برای عملکرد نشان می‌دهد (۱۷) و بر همین اساس ژنوتیپ‌های مراغه ۲ و آریا بیشترین پایداری را با توجه به این پارامتر نشان دادند و در مقابل ساجی و بهرنگ ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها بودند. بر اساس پارامتر ضریب تشخیص Omrabi3، DM-73-13، دهدشت و هانا بیشترین پایداری را داشتند و در مقابل شبرنگ و ساجی کمترین پایداری را نشان دادند. وجود ضریب تشخیص بالا برای بیشتر ارقام بیانگر برازش خوب و مناسب مدل است و لذا مدل می‌تواند به‌خوبی داده‌ها را توصیف نماید که به‌همین دلیل نتایج آن در تجزیه پایداری قابل اعتماد خواهد بود (۲۸)، که نتایج این تحقیق نیز نشان‌داد ضریب تشخیص محاسبه‌شده برای ژنوتیپ‌ها بالا بود. نجفی میرک و همکاران (۳۷) اثر متقابل ژنوتیپ در محیط بر روی عملکرد دانه گندم دوروم در دو شرایط نرمال و تنش خشکی ۱۹ لاین و رقم گندم دوروم به‌همراه یک رقم گندم نان (مهرگان) به‌عنوان شاهد در دو ایستگاه تحقیقاتی دزفول و خرم‌آباد بررسی نمودند و بیان کردند که ژنوتیپ‌های شماره D-96-4 و D-96-6 با خرم‌آباد، D-96-5، D-96-9 و D-96-18 با اهواز و ژنوتیپ شماره D-96-16 در کنار گندم نان مهرگان (D-96-3) با داراب و دزفول سازگاری خصوص خوبی دارند. براساس میانگین عملکرد دانه و آماره پایداری ASV در مدل AMMI1، ژنوتیپ‌های شماره D-96-11، D-96-17، D-96-18 و D-96-20 و براساس رتبه و انحراف‌معیار رتبه، ژنوتیپ‌های D-96-13 و D-96-18 به‌عنوان ژنوتیپ‌هایی با عملکرد و پایداری عملکرد بالا انتخاب شدند.

جدول ۴- پارامترهای پایداری محاسبه شده برای ژنوتیپ‌ها
Table 4. Stability parameters calculated for genotypes

ژنوتیپ	میانگین عملکرد	ضریب رگرسیون	ضریب تغییرات ژنوتیپی	اکووالانس ریک	واریانس پایداری شوکلا	انحراف از مجموع مربعات رگرسیون	ضریب تشخیص
Omrabi3	۳۴۳/۴۲	۱/۶۸۸	۰/۰۵۴	۳۸۳۳/۶۲	۱۱۳۵۹/۶	۷۰/۶۲	۰/۹۹
هانا	۳۰۲/۲۲	۱/۳۹۴	۰/۰۳۳	۱۲۵۶/۹	۳۷۱۹/۵۹	۲۵/۵۶	۰/۹۹
آریا	۲۸۱/۹۵	۱/۰۹۹	۰/۰۱۴	۸۰/۸۵	۲۳۳/۳۱	۴/۶۲	۰/۹۶
ساجی	۲۶۰/۸۴	۰/۶۸۱	۰/۰۶۹	۸۹۰/۲۱	۲۴۴۰/۰۶	۱۱۵/۲۹	۰/۹۱
بهرنگ	۲۸۴/۶۱	۱/۶۹۴	۰/۰۶۵	۳۹۲۳/۰۸	۱۱۵۶۵/۶	۱۰۱/۸۵	۰/۹۸
شبرنگ	۲۵۸/۰۹	۱/۱۳۰	۰/۰۴۲	۱۶۴/۳۹	۴۰۷/۸۷	۴۲/۶۵	۰/۸۳
مراغه ۱	۲۱۹/۴۴	۰/۶۹۶	۰/۰۲۷	۷۵۰/۴	۲۲۱۵/۱۶	۱۸/۰۳	۰/۹۸
مراغه ۲	۲۲۱/۴۱	۰/۹۱۷	۰/۰۰۸	۵۵/۴۵	۱۶۳/۵۸	۱/۳۹	۰/۹۸
DM-73-13	۲۰۱/۷۱	۰/۳۳۱	۰/۰۴۷	۳۶۱۴/۳۸	۱۰۷۳۶/۲	۵۳/۴۷	۰/۹۹
دهدشت	۲۱۲/۰۵	۰/۳۶۹	۰/۰۴۷	۳۲۱۷/۴۸	۹۵۴۸/۴۱	۵۲/۰۱	۰/۹۹

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.52547/jcb.13.37.63]

همبستگی رتبه‌ی اسپیرمن برای پارامترهای پایداری

براساس رتبه ژنوتیپ‌ها در پارامترهای پایداری، همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن بین پارامترها محاسبه شد (جدول ۵) و نتایج نشان داد که هیچکدام از پارامترهای مورد بررسی با میانگین عملکرد همبستگی معنی‌داری نداشت و همچنین پارامتر ضریب تشخیص نیز با هیچکدام از پارامترهای دیگر همبستگی معنی‌دار نشان نداد. اما از طرف دیگر ۵ پارامتر انحراف از مجموع مربعات رگرسیون، واریانس پایداری شوکلا، اکووالانس ریک، ضریب تغییرات ژنوتیپی و ضریب رگرسیون با همدیگر همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱ درصد داشتند. گزارشات متفاوتی در مورد همبستگی بین پارامترهای پایداری با عملکرد ارائه شده است. در یک بررسی برای پارامترهای مورد بحث گزارش شد که تنها ضریب تشخیص دارای همبستگی با عملکرد است (۴۲) و اما در تحقیق دیگری گزارش شد که تنها ضریب رگرسیون دارای همبستگی با عملکرد بود (۲۸). بنابراین رابطه بین عملکرد با پارامترهای پایداری بستگی به شرایط آزمایش و ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارد.

جدول ۵- همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن برای پارامترهای پایداری و عملکرد

Table 5. Spearman rank correlations for stability and performance parameters

پارامتر پایداری	میانگین عملکرد	ضریب تشخیص	انحراف از مجموع مربعات رگرسیون	واریانس پایداری شوکلا	اکووالانس ریک	ضریب تغییرات ژنوتیپی
ضریب تشخیص	-۰/۰۳۲					
انحراف از مجموع مربعات رگرسیون	-۰/۲۰۰	-۰/۰۷۶				
واریانس پایداری شوکلا	-۰/۲۲۴	-۰/۵۸۹	۰/۷۷۰**			
اکووالانس ریک	-۰/۲۲۴	-۰/۵۸۹	۰/۷۷۰**	۱/۰۰۰**		
ضریب تغییرات ژنوتیپی	-۰/۲۰۰	-۰/۰۷۶	۱/۰۰۰**	۰/۷۷۰**	۰/۷۷۰**	
ضریب رگرسیون	-۰/۲۲۴	-۰/۵۸۹	۰/۷۷۰**	۱/۰۰۰**	۱/۰۰۰**	۰/۷۷۰**

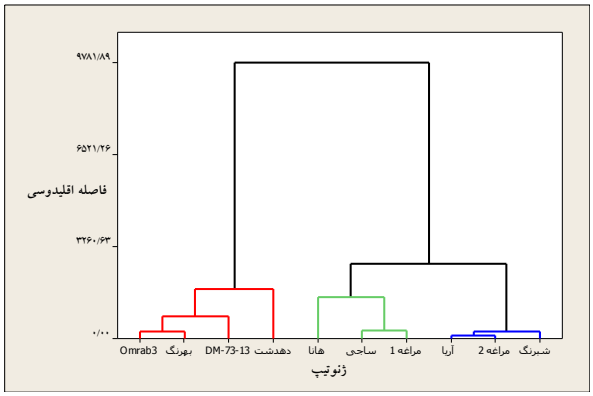
**: همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد

تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها بر اساس پارامترهای پایداری

با توجه به نتایج گروه‌بندی با روش UPGMA (شکل ۱) ژنوتیپ‌ها در سه گروه قرار گرفتند و گروه‌بندی ایجاد شده با تجزیه تابع تشخیص تایید شد. شبرنگ، مراغه ۲ و آریا گروه ژنوتیپ‌های پایداری بودند، زیرا این ژنوتیپ‌ها برای پارامترهای ضریب تغییرات ژنوتیپی، اکوولانس ریک، واریانس پایداری شوکلا و انحراف از مجموع مربعات رگرسیون دارای بیشترین پایداری بودند، همچنین بر اساس ضریب رگرسیون پایداری متوسطی داشتند و تنها بر اساس ضریب تشخیص پایداری ضعیفی داشتند. اما ژنوتیپ‌های این گروه میانگین عملکرد پایینی داشتند. گروه دوم ژنوتیپ‌های مراغه۱، ساجی و هانا بودند. ژنوتیپ‌های این گروه بر اساس تمام پارامترهای پایداری به‌استثناء ضریب رگرسیون پایداری و میانگین عملکرد متوسطی داشتند. گروه سوم ژنوتیپ‌های DM-73-13، دهدشت، بهرنگ و Omrabi3 بودند، که بر اساس اکثر پارامترهای پایداری ضعیف بودند و در این گروه دو ژنوتیپ DM-73-13 و دهدشت با عملکرد ضعیف در کنار دو ژنوتیپ بهرنگ و Omrabi3 با عملکرد بالا قرار گرفتند. در تحقیق حاضر مشاهده شد که دو ژنوتیپ Omrabi3 و هانا که بیشترین عملکرد دانه را داشتند در دسته‌ی ژنوتیپ‌های با پایداری کم یا متوسط قرار گرفتند و تنها ژنوتیپ آریا که رتبه‌ی چهارم عملکرد را داشت در دسته‌ی ژنوتیپ‌های پایدار قرار گرفت. صادق‌زاده و همکاران (۴۴) در بررسی پایداری لاین‌های پیشرفته گندم دوروم به همراه ارقام ساجی، زردک و سرداری به‌عنوان شاهد، وجود اثر متقابل ژنوتیپ در محیط بالا را برای عملکرد دانه مشاهده کردند و رقم ساجی را به‌عنوان رقمی با عملکرد و پایداری عملکرد متوسط گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. شریف‌تبار و همکاران (۴۶) در ارزیابی پایداری ژنوتیپ‌های گندم دوروم ضمن گزارش وجود اثر متقابل ژنوتیپ در محیط برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها و وجود اثرات بالا و معنی‌دار ژنوتیپ و محیط بر عملکرد، بر اساس روش SHMM ژنوتیپ‌ها را در ۵ گروه دسته‌بندی کرد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

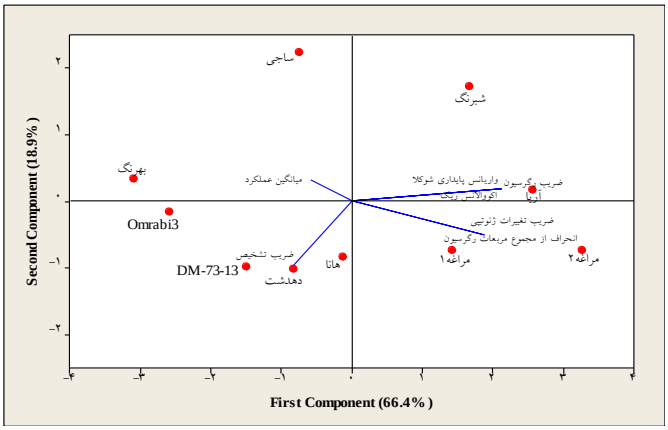
[DOI: 10.52547/jcb.13.37.63]



شکل ۱- گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس پارامترهای پایداری با روش UPGMA
Figure 1. Grouping of genotypes based on stability parameters by UPGMA method

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ژنوتیپ‌ها بر اساس پارامترهای پایداری

بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی پارامترهای پایداری برای ژنوتیپ‌ها دو مؤلفه استخراج شد که مقادیر ویژه‌ی بیشتر از یک داشتند. مؤلفه اول ۶۶/۴ درصد و مؤلفه دوم ۱۸/۹ درصد از واریانس موجود را توجیه کردند، در مجموع بر اساس دو مؤلفه ۸۵/۳ درصد از واریانس موجود در ساختار داده‌ها توجیه شد. بر همین اساس بای‌پلات دو مؤلفه ارائه شد (شکل ۲). با توجه به بای‌پلات مشاهده شد که پارامترهای پایداری ۴ روند جداگانه داشتند، به این شرح که اکووالانس ریک، ضریب رگرسیون و واریانس پایداری شوکلا دارای همبستگی بالایی با همدیگر بودند و براساس این سه پارامتر ژنوتیپ‌های آریا و شبرنگ بیشترین پایداری را نشان دادند. ضریب تغییرات ژنوتیپی و انحراف از مجموع مربعات رگرسیون با داشتن همبستگی بالا در یک منطقه از نمودار قرار داشتند و براساس این دو پارامتر ژنوتیپ‌های مراغه ۱ و مراغه ۲ بیشترین پایداری را داشتند. ضریب تشخیص با داشتن یک روند جداگانه به‌تنهایی در یک منطقه‌ی نمودار قرار داشت و بر اساس این پارامتر هانا، دهدشت، DM-73-13 و Omrabi3 بیشترین پایداری را داشتند و در نهایت میانگین عملکرد نیز در یک منطقه‌ی نمودار قرار گرفت و ساجی و بهرنگ براساس این شاخص بیشترین پایداری را نشان دادند. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با نتایج تجزیه خوشه‌ای تا حد بالایی مطابقت داشت. استفاده از روش‌های پارامتری تک‌متغیره در بررسی پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های گندم توسط دیگر محققان گزارش شده است (۳۵،۳۸،۴۵).



شکل ۲- بای‌پلات حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ژنوتیپ‌ها بر اساس پارامترهای پایداری
Figure 2. Bioplot obtained from the analysis of the main components of genotypes based on stability parameters

ارزیابی ناپارامتری پایداری ژنوتیپ‌ها

نتایج ارزیابی ناپارامتری پایداری ژنوتیپ‌ها در جدول ۵ ارائه شده است. ملاحظه شد، براساس روش‌های مختلف، میزان پایدارای ژنوتیپ‌ها متفاوت و به‌عبارت دیگر روش‌های متفاوت ناپارامتری ژنوتیپ‌های مختلفی را به‌عنوان ژنوتیپ پایدار و ناپایدار معرفی نمود. دلیل این امر نیز ماهیت تک‌متغیره بودن این روش‌ها می‌باشد (۳۰). براساس آماره‌های $Si^{(1)}$ و $Si^{(2)}$ از روش هان ژنوتیپ‌های ساجی، دهدشت و DM-73-13 بیشترین پایداری را داشتند و در مقابل ژنوتیپ‌های بهرنگ، مراغه ۲ و شبرنگ دارای کمترین پایداری بودند. ژنوتیپ‌های DM-73-13، دهدشت و ساجی دارای بیشترین پایداری و ژنوتیپ‌های بهرنگ، Omrebi3 و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.52547/jcb.13.37.63]

هانا دارای کمترین پایداری باتوجه به آماره‌های $S_i^{(3)}$ و $S_i^{(4)}$ از روش هان و آماره $NP_i^{(1)}$ از روش تنارازو بودند. بر اساس سه آماره $NP_i^{(2)}$، $NP_i^{(3)}$ و $NP_i^{(4)}$ از روش تنارازو ژنوتیپ‌های DM-73-13، دهدشت و مراغه ۱ بیشترین پایداری را داشتند و ژنوتیپ‌های Omrabi3، هانا و بهرنگ دارای کمترین پایداری بودند. اما سه آماره روش کتاتا نتایج متفاوتی برای پایداری ژنوتیپ‌ها داشتند و براساس آماره kr ژنوتیپ‌های Omrabi3، هانا و آریا بیشترین پایداری را داشتند و در مقابل مراغه ۲، DM-73-13 و مراغه ۱ کمترین پایداری را داشتند. بر اساس آماره δr ژنوتیپ‌های ساجی، دهدشت و DM-73-13 دارای بیشترین پایداری بودند و در مقابل بهرنگ، مراغه ۲ و شبرنگ کمترین پایدای داشتند. بر اساس آماره δgy ساجی، دهدشت و DM-73-13 دارای بیشترین پایداری بودند و بهرنگ، Omrabi3 و هانا پایداری کمتری داشتند. روش گزینش همزمان عملکرد و پایداری یا به‌عبارت دیگر روش مجموع رتبه کنگ یکی از روش‌های مناسب برای شناسایی لاین‌های پایدار با عملکرد مناسب است، که ابتدا ژنوتیپ براساس عملکرد رتبه‌بندی شده و در مرحله بعد بر اساس واریانس پایداری شوکلا رتبه‌بندی می‌شوند و در نهایت مجموع این دو رتبه عامل تعیین پایداری ژنوتیپ است (۳). بر همین اساس باتوجه به مجموع رتبه کنگ (RS)، آریا، مراغه ۲ و هانا پایدارتر از دیگر ژنوتیپ‌ها بودند و DM-73-13، دهدشت و بهرنگ پایداری کمتری داشتند. بدری و همکاران (۶) به‌منظور بررسی سازگاری و پایداری عملکرد دانه ۱۶ ژنوتیپ گندم دوروم، آزمایشی در دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در طی سه سال ۹۳-۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات دیم سرارود (کرمانشاه) انجام دادند و بیان کردند اختلاف معنی‌داری بین اثرات اصلی افزایشی ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. بزرگی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط نسبت به اثر ژنوتیپ حدود دو برابر بود که بیانگر وجود احتمالی گروه‌های مختلف محیطی برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد.

جدول ۵- مقادیر آماره‌های ناپارامتری پایداری محاسبه‌شده برای ژنوتیپ‌ها

Table 5. Values of nonparametric stability statistics calculated for genotypes

ژنوتیپ	gy (g/m²)	Ketata *et al.* (1989)			Huehn (1979)				Thennarasu (1995)				Kang (1988)
		δgy	kr	δr	$S_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	$NP_i^{(1)}$	$NP_i^{(2)}$	$NP_i^{(3)}$	$NP_i^{(4)}$	RS
Omrab3	۳۴۳	۱۵۱/۱۲	۱۱/۷۵	۱۱/۹۵	۴/۹۲	۱۴۲/۹۲	۳۶/۴۹	۳/۴۹	۱۷/۷۵	۱/۶۱	۱/۵۲	۱/۴۶	۱۰
هانا	۳/۲	۱۲۴/۷۱	۱۶/۰۰	۱۲/۸۳	۵/۲۵	۱۶۴/۶۷	۳۰/۸۸	۲/۷۵	۱۵/۰۰	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۹۱	۸
آریا	۲۸۲	۹۸/۲۷	۱۶/۷۵	۱۰/۳۴	۴/۰۸	۱۰۶/۹۲	۱۹/۱۵	۲/۰۹	۱۱/۰۰	۰/۶۹	۰/۶۸	۰/۶۱	۶
ساجی	۲۶۱	۶۱/۵۴	۱۷/۷۵	۶/۹۹	۲/۵۸	۴۸/۹۲	۸/۲۷	۱/۳۰	۵/۷۵	۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۲۸	۱۰
بهرنگ	۲۸۵	۱۵۱/۷۵	۲۰/۷۵	۱۹/۴۰	۸/۱۷	۳۷۶/۲۵	۵۴/۴۰	۳/۲۳	۱۷/۷۵	۰/۸۷	۰/۸۶	۰/۸۴	۱۳
شبرنگ	۲۵۸	۱۰۱/۲۳	۲۱/۰۰	۱۳/۹۸	۵/۷۵	۱۹۵/۳۳	۲۷/۹۰	۲/۲۹	۱۲/۲۵	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۵۶	۹
مراغه ۱	۲۱۹	۶۲/۳۶	۲۵/۲۵	۰۴/۱۲	۴/۸۳	۹۲/۱۴۴	۲۲/۱۷	۱/۶۲	۶/۷۵	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۲۵	۱۲
مراغه ۲	۲۲۱	۸۲/۰۶	۲۶/۰۰	۱۴/۵۴	۶/۰۰	۲۱۱/۳۳	۲۴/۳۸	۱/۹۲	۹/۲۵	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۳	۸
DM-73-13	۲۰۲	۳۰/۲۱	۲۶/۰۰	۷/۳۰	۲/۶۷	۵۳/۳۳	۶/۱۵	۰/۹۲	۱/۷۵	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۵	۱۸
دهدشت	۲۱۲	۳۳/۵۴	۲۳/۷۵	۶/۹۹	۲/۵۸	۴۸/۹۲	۶/۱۸	۰/۹۷	۲/۷۵	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۰	۱۶

همبستگی رتبه‌ی اسپیرمن برای آماره‌های ناپارامتری پایداری

رتبه ژنوتیپ‌ها با توجه به آماره‌های ناپارامتری محاسبه شد و بر اساس رتبه‌ها، همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن بین آماره‌ها به‌دست آمد (جدول ۶)، نتایج نشان داد که آماره‌های $S_i^{(3)}$، $S_i^{(6)}$ از روش هان، چهار آماره روش تنارازو و آماره δgy از روش کتاتا با عملکرد همبستگی منفی و معنی‌داری نشان دادند. بنابراین گزینش ژنوتیپ‌های پایدار بر اساس این آماره‌ها موجب انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین می‌شود و تنها آماره‌ای که همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد نشان داد آماره kr از روش کتاتا بود. البته مجموع رتبه کنگ نیز همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد نشان داد و باتوجه به کم بودن تعداد ژنوتیپ‌های مورد بررسی معنی‌دار نشد. نتایج به‌دست آمده از ارتباط بین آماره‌های ناپارامتری با عملکرد با دیگر گزارشات در زمینه تجزیه ناپارامتری پایداری ژنوتیپ‌های گندم دوروم مطابقت نشان داد (۳۴،۲۸).

جدول ۵- همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن برای آماره‌های ناپارامتری پایداری و عملکرد

Table 6. Spearman rank correlations for nonparametric stability and performance statistics

آماره	Y	$S_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	$NP_i^{(1)}$	$NP_i^{(2)}$	$NP_i^{(3)}$	$NP_i^{(4)}$	kr	δr	δgy
$S_i^{(1)}$	-۰/۴۴۲											
$S_i^{(2)}$	-۰/۳۵۸	۰/۹۸۸**										
$S_i^{(3)}$	-۰/۸۳۰**	۰/۸۳۰**	۰/۷۷۰**									
$S_i^{(6)}$	-۰/۸۹۱**	۰/۷۲۱*	۰/۶۴۸*	۰/۹۷۶**								
$NP_i^{(1)}$	-۰/۸۹۱**	۰/۷۲۱*	۰/۶۴۸*	۰/۹۷۶**	۱/۰۰۰**							
$NP_i^{(2)}$	-۰/۹۶۴**	۰/۶۰۰	۰/۵۱۵	۰/۹۱۵**	۰/۹۶۴**	۰/۹۶۴**						
$NP_i^{(3)}$	-۰/۹۶۴**	۰/۶۰۰	۰/۵۱۵	۰/۹۱۵**	۰/۹۶۴**	۰/۹۶۴**	۱/۰۰۰**					
$NP_i^{(4)}$	-۰/۹۶۴**	۰/۶۰۰	۰/۵۱۵	۰/۹۱۵**	۰/۹۶۴**	۰/۹۶۴**	۱/۰۰۰**	۱/۰۰۰**				
kr	۰/۸۷۹**	-۰/۰۰۶	۰/۰۷۹	-۰/۵۲۷	-۰/۶۶۱*	-۰/۶۶۱*	-۰/۷۸۲**	-۰/۷۸۲**	-۰/۷۸۲**			
δr	-۰/۳۰۹	۰/۹۷۶**	۰/۹۸۸**	۰/۷۵۸*	۰/۶۳۶*	۰/۶۳۶*	۰/۴۹۱	۰/۴۹۱	۰/۴۹۱	۰/۱۱۵		
δgy	-۰/۸۶۷**	۰/۷۷۰**	۰/۷۰۹*	۰/۹۸۸**	۰/۹۸۸**	۰/۹۸۸**	۰/۹۳۹**	۰/۹۳۹**	۰/۹۳۹**	-۰/۶۱۲	۰/۶۹۷*	
RS	۰/۵۱۲	-۰/۳۴۸	-۰/۳۲۹	-۰/۳۹۶	-۰/۴۴۵	-۰/۴۴۵	-۰/۵۶۷	-۰/۵۶۷	-۰/۵۶۷	۰/۳۷۸	-۰/۲۸۷	-۰/۴۱۵

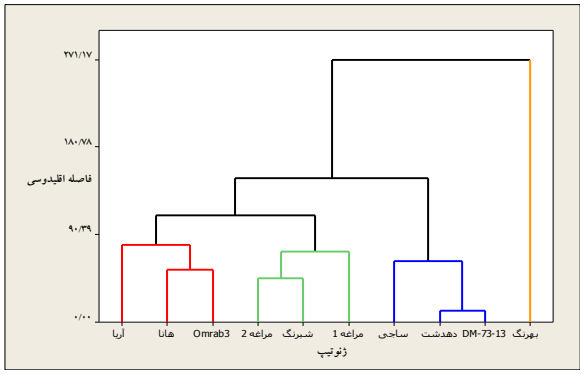
**: همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد،* همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.63]

تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها بر اساس آماره‌های ناپارامتری پایداری

براساس آماره‌های ناپارامتری پایداری ژنوتیپ‌های مورد نظر با استفاده از تجزیه‌ی خوشه‌ای با روش UPGMA گروه‌بندی شدند (شکل ۳). با توجه به نتایج ژنوتیپ‌ها در چهار گروه قرار گرفتند. بهرنگ ناپایدارترین ژنوتیپ بود و به‌تنهایی در یک گروه قرار گرفت، در مرحله بعد ژنوتیپ‌های Omrabi3، هانا و آریا دارای بیشترین ناپایداری بودند و در یک گروه قرار داشتند. مراغه ۱ و مراغه ۲ به‌همراه شبرنگ با داشتن پایداری متوسط در یک گروه قرار گرفتند و در نهایت دهدشت، ساجی و DM-73-13 پایدارترین ژنوتیپ‌ها بر اساس آماره‌های ناپارامتری بودند و هم‌گروه شدند. اکبری و همکاران (۲) در بررسی پایداری عملکرد گندم دوروم با استفاده از روش‌های پارامتری و ناپارامتری اقدام به گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس تجزیه خوشه‌ای کردند و گزارش دادند که ژنوتیپ‌های پایدار از نظر عملکرد در یک گروه قرار گرفتند. همچنین کریم‌زاده و همکاران (۲۵) نیز در بررسی پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم دوروم با استفاده از روش‌های کلاسیک پارامتری از روش تجزیه خوشه‌ای به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاده کردند

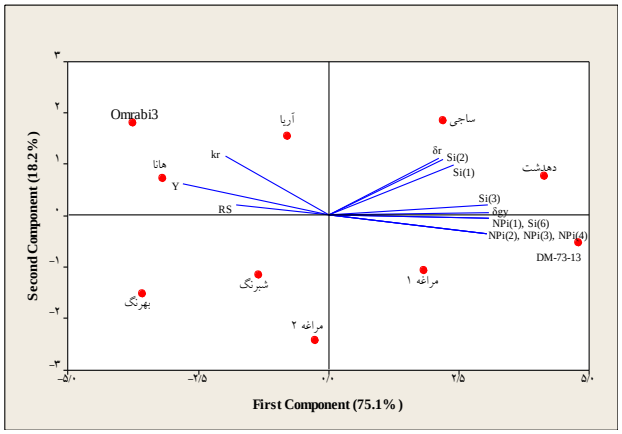


شکل ۳- گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس آماره‌های ناپارامتری پایداری با روش UPGMA

Figure 3. Grouping of genotypes based on nonparametric stability statistics by UPGMA method

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ژنوتیپ‌ها بر اساس آماره‌های ناپارامتری پایداری

بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی آماره‌های ناپارامتری پایداری برای ژنوتیپ‌ها دو مؤلفه استخراج شد که مقادیر ویژه‌ی بیشتر از یک داشتند. مؤلفه اول ۷۵/۱ درصد و مؤلفه دوم ۱۸/۲ درصد از واریانس موجود را توجیه کردند، در مجموع بر اساس دو مؤلفه ۹۳/۳ درصد از واریانس موجود در ساختار داده‌ها توجیه شد. بر همین اساس بای‌پلات دو مؤلفه ارائه شد (شکل ۴). با توجه به بای‌پلات مشاهده شد که پارامترهای پایداری ۳ روند جداگانه داشتند، به این شرح که δr، δgy از روش کتاتا و $S_i^{(1)}$، $S_i^{(2)}$ و $S_i^{(3)}$ از روش هان دارای همبستگی بالایی با همدیگر بودند و براساس این پنج آماره ژنوتیپ‌های دهدشت و ساجی بیشترین پایداری را نشان دادند. آماره $S_i^{(6)}$ از روش هان به‌همراه آماره‌های روش تنارازو با داشتن همبستگی بالا در یک منطقه از نمودار قرار داشتند و براساس این دو آماره ژنوتیپ‌های مراغه ۱ و DM-73-13 بیشترین پایداری را داشتند. مجموع رتبه کنگ (RS) و kr از روش کتاتا به‌همراه عملکرد، با داشتن همبستگی بالا در یک منطقه‌ی نمودار قرار گرفتند.



شکل ۴- بای‌پلات حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ژنوتیپ‌ها بر اساس آماره‌های ناپارامتری پایداری

Figure 4. Bioplot obtained from the analysis of the main components of genotypes based on non-parametric stability statistics

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.63]

منابع

1. Aghaiee Sarberzeh, M., M. Dastfal, H. Farzadi, B. Andarzian, A. Shahbaz Pourshahbazi, M. Bahari and H. Rostami. 2012. Evaluation of yield and yield stability of durum wheat genotypes in hot and dry regions of Iran. Seed and Plant Breeding Journal, 28(2): 325-315.
2. Akbari, M., M. Aghaie Sarbarzeh and K.H. Mostafavi. 2014. Evaluation of yield stability of durum wheat using parametric and non-parametric methods, International Conference on New Achievements in Engineering and Basic Sciences.
3. Akbari, M., M. Aghaiee Sarberzeh and K.H. Mustafawi. 2015. Evaluation of yield stability of durum wheat using parametric and non-parametric methods. International Conference on New Achievements in Engineering and Basic Sciences, January 8-9, Odessa, Ukraine.
4. Akcura, M., Y. Kaya, S. Taner and R. Ayranci. 2006. Parametric stability analyses for grain yield of durum wheat. Plant Soil Environ, 52(6): 254-261.
5. Ayalneh, T., T. Letta and M. Abinasa. 2013. Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in south eastern Ethiopia. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science, 13(7): 885-890.
6. Badri, H., R. Mohammadi and A. etminan. 2020. Study on Adaptability and Grain Yield Stability of Durum Wheat Genotypes. Journal of Crop Breeding, 12(33): 119-126 (In Persian).
7. Blum, A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. Journal of Plant Growth Regulator, 20: 135-148.
8. Crossa, J. 1990. Statistical analysis of multilocation trials. Adv. Agron, 44: 55-85.
9. Dabiri, Sh. 2014. Investigation of advanced bread wheat genotypes in terms of ability to re-transfer stored assimilates to grain and spike photosynthesis in rainfed and supplementary irrigation conditions. Thesis for Ph.D. Agricultural Engineering-Agriculture. Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 199 pp.
10. Dastori, A., R. Asghari and J. Shahbazi. 2014. Evaluation of yield and grain filling rate of wheat lines (*Triticum aestivum* L.) in two conditions without stress and drought stress after pollination. Journal of Agricultural Ecology, 6(3): 561-570.
11. Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6: 36-40.
12. Farahani, A. and A. Arazani. 2006. Genetic diversity of cultivars and hybrids of F1 durum wheat using agronomic and morphological parameters. Agricultural Science and Technology and Natural Resources, 10(4): 341-354.
13. Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaption in a plant breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research, 14: 742-754.
14. Francis, T.R. and G.N. Kannenberg. 1978. Yield stability studies in short-season maize. 1×A descriptive method for grouping genotypes. Canadian Journal of Plant Science, 58: 1029-1034.
15. Golabadi, M., A. Arzani and S. Mir Mohammadi Meybodi. 2012. Study of grain yield path coefficients and yield components in durum wheat under stress and non-stress conditions. Journal of Production and Processing of Crops and Horticulture, 2(6): 167-176.
16. Golparvar, A., S. Mottaqi and A. Lotfifar. 2011. Diall analysis of grain yield and its components in bread wheat genotypes under drought stress conditions. Plant Production Technology, 11(1): 51-61.
17. Gomaa, M. R., M. EL-Badawy, A. El Hosary, Sh. R. M. El-Areed and A. Amer. 2018. Stability analysis for yield and its components in Wheat. Egyptian Journal of Plant Breeding, 22(7): 1535-1550.
18. Jahromi, H.M.A., M. Khodarahmi, A. Mohammadi and A. Mohammadi. 2011. Yield analysis of yield of promising durum wheat genotypes in hot and dry climate of southern Iran. Iranian Journal of Crop Science, 13(2): 579-564.
19. Huehn, M. 1979. Beitrage zur erfassung der phanotypischen stabilitat. Advances in Marine Biology, 10: 112-117.
20. Huehn, M. 1996. Non-parametric analysis of genotype × environment interactions by ranks. In: Kang, M.S. and H.G. Gauch (eds.) Genotype by environment interaction. CRC Press, Boca Raton, FL, 213-228.
21. Ismailzadeh Moghaddam, M., M. Zakizadeh, H. Akbari Moghadam, M. Abedini Esfahalani, M. Sayyafar, A. Nikzad, S. Tabibughafari and A. Lotfali Ayneh. 2010. Study of grain yield stability and genotype-environment interaction in 20 bread wheat cultivars in some hot and dry regions of southern Iran. Electronic Journal of Crop Production, 3(3): 200-179.
22. Judy, M. and S.H. Mehri. 2018. Investigation of resource-reservoir relationship in wheat by comparing weight and number of grains in old and new cultivars. Journal of Crop Plant Ecophysiology, 11(3): 469-484.
23. Kang, M.S. 1988. A rank-sum method for selecting high yielding stable corn genotypes. Cereal Res. Commun, 16: 113-115.
24. Karimizadeh, R., T. Hosseinpour, J. Alt Jafarby, K. Shahbazi Homonlo, M. Armion and P. Sharifi. 2020. Stability Analysis of Durum Wheat Genotypes by GGE Biplot Method. Journal of Crop Breeding, 12(35): 1-17 (In Persian).
25. Karimizadeh, R., M. Mohammadi, J. Alt Jafarbay and T. Hosseinpour. 2014. Evaluation of grain yield stability of durum wheat genotypes using classical parametric methods, 13th Iranian Conference on Plant Science and Plant Breeding and 3rd Science Conference and Seed Technology of Iran, Karaj.
26. Ketata, H.Y., S.K. Yau and M. Nachit. 1989. Relative consistency performance across environments. International Symposium on Physiology and Breeding of Winter Cereals for stressed Mediterranean Environments. Montpellier, France, 391-400.
27. Khaksar, N., A. Farshadfar and R. Mohammadi. 2013. Evaluation of advanced durum wheat genotypes based on drought tolerance indices. Cereal Research, 3(4): 267-279.
28. Kilici, H., M. Akcura and H. Aktas. 2010. Assessment of Parametric and Non-parametric Methods for Selecting Stable and Adapted Durum Wheat Genotypes in Multi-Environments. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj, 38(3): 271-279.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.63]

29. Kobriaei, A., A. Yazdan Sepas, S. Keshavarz, M. Bi Hemta and T. Najafi Mirk. 2007. Stability of grain yield in promising winter and intermediate wheat (*Triticum aestivum* L.). Iranian Journal of Crop Science, 9(3): 236-225.
30. Madani, H.A., A.A. Jafari, H. Safari and H. Shirvani. 2017. Study of forage yield stability in extensions of Agropyron trichophorum with AMMI model and other methods of stability analysis in both stress and non-stress environments. Genetic research and breeding of rangeland and forest plants in Iran, 25(2): 371-358.
31. Moghadam, A. and Z. Dehghanpour. 2001. Interrelationship among several stability statistics estimated in Maize yield trials. Seed and Plant, 17(3): 329-338.
32. Moghaddasi, L., V. Rashidi and Z. Hagighi. 2009. Effect of drought stress on grain yield and some morphological traits in durum wheat lines. Scientific Journal of Agricultural Sciences, Islamic Azad University, Tabriz Branch, 3(12): 41-53
33. Mohammadi, R. and A. Amri. 2008. Comparison of parametric and non-parametric methods for selecting stable and adapted durum wheat genotypes in variable environments. Euphytica, 159: 419-432.
34. Mohammadi, R., M. Armion, B. Sadeghzadeh, S. Golkari, G. Khalilzadeh, H. Ahmadi, G. Abedi Asl, and M. Eskandari. 2016. Evaluation of grain yield stability and compatibility of durum wheat breeding lines. Journal of Agricultural Applied Research, 29(4): 42-25.
35. Mohammadi, R., E. Farshadfar and A. Amri. 2016. Comparison of rank-based stability statistics for grain yield in rainfed durum wheat. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 44(1): 25-40.
36. Naghavi, M.R., M. Moghaddam, M. Torchi and M.R. Shakiba. 2016. Evaluation of spring wheat cultivars based on drought resistance indices. Journal of Crop Breeding, 8(17): 207-192 (In Persian).
37. Najafi Mirak, T., M. Dastfal, H. Farzadi, M. Sayyahfar and B. Andarzian. 2020. Study of Durum Wheat Yield Stability in Warm Zone of Iran under Normal and Drought Stress. Journal of Crop Breeding, 12(35): 80-90.
38. Najafimirk, T., M. Dastfal, B. Andarzian, H. Farzadi, M. Bahari and H. Zali. 1397. Stability analysis of performance of promising durum wheat lines in hot and dry areas using parametric and non-parametric methods. Journal of Production and Processing of Crops and Horticultural Products, 8(2): 96-79.
39. Nawabpur, S. and G. Kazemi. 2013. Comparison of different wheat cultivars and study of the relationships between their traits using univariate and multivariate statistical methods. Journal of Crop Production, 6(1): 191-203.
40. Nikseresht, R., A. Mohammadi, A. Majidi Herwan and K.H. Mustafawi. 2014. Investigation of advanced bread wheat lines in both stress and non-stress conditions (F7). Journal of Agricultural Ecology, 6(1): 97-107.
41. Pinthus, M.J. 1973. Estimate of genotype-value: A proposed method. Euphytica, 22: 121-123.
42. Rashid, T., S. Haider Shah, G. Karim, S. Munawar Shah and M. Yaseen. 2015. Yield Stability Analysis of Wheat Genotypes in Large Number of Environments Using Univariate Parametric Statistical Models. Lasbela, University Science and Technology, 130-143.
43. Sadeghzadeh ahri, D., S. Bahrami and H. Pashapur. 2006. Evaluation of germplasm growth habit of durum wheat and its relationship with some agronomic traits and grain yield in cold dryland areas. Journal of Agricultural Sciences, 3: 601-611.
44. Sadeghzadeh ahri, D., A. Rouhi, H. Pashapur, K. Soleimani and G.H. Abedi Asl. 2011. Evaluation of adaptation and stability of grain yield of bread wheat genotypes in cold rainfed areas. Journal of Crop Science Research, 3(12): 146-127.
45. Sadeghzadeh, B., R. Mohammadi, H. Ahmadi, G. Abedi Asl, M.M. Ahmadi, M. Mohammadfam, N. Bahrami, M. SH. Khaledian and A.A. Naseri. 2019. Evaluation of compatibility and stability of grain yield of durum wheat lines under dryland conditions using GGE bioplot and AMMI. Environmental stresses in agricultural sciences, 11(2): 260-241.
46. Sharifatbar, M.M., M. Ismailzadeh Moghadam, M. Khodarahmi and R. Bozorgipour. 2014. Investigation of grain yield stability and relationship between some agronomic traits in durum wheat genotypes. Journal of Production and Processing of Crops and Horticultural Products, 4(14): 120-111.
47. Shukla, G. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype environmental components of variability. Heredity, 29: 237-245.
48. Soleimanifard, A. and R. Naseri. 1392. Genetic diversity of durum wheat genotypes in terms of agronomic traits under rainfed conditions. Eco physiology of Crops, 7(4): 469-478.
49. Thennarasu, K. 1995. On certain non-parametric procedures for studying genotype-environment interactions and yield stability. PhD thesis. New Delhi, India; PJ School, IARI.
50. Trethowan, R.M. and M. Reynolds. 2007. Drought resistance: genetic approaches for improving productivity under stress. Wheat Production in Stressed Environments, 289-299.
51. Wricke, G. 1962. Über eine Methode zür Erfassung der Okologischen streubreite in Feldresuchen. Z. Pflanzen-Zuchtg, 47: 92-96.
52. Yan, W. and I. Rajcan. 2002. Biplot Analysis of Test Sites and Trait Relations of Soybean in Ontario. Crop Science, 42: 11-20.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.63]

Evaluation of Grain Yield Stability in Advanced Genotypes of Durum wheat (*Triticum turgidum* var. Durum) using Parametric and Non-Parametric Methods of Stability Analysis

Hoshang Rahmati[1], Ali Nakhzari Moghaddam[2], Ali Rahemi Karizaki[3] and Zeinab Orsaji[4]

1- Ph.D. Student of Agronomy, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
(Corresponding author: hoshang.rahmati@yahoo.com)
2, 3 and 4- Assistant Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
Received: October 4, 2020 Accepted: March 10, 2021

Abstract

Triticum turgidum var. tetraploid durum and has 28 chromosomes and one of the world's most important crops in semi-arid regions of the world are grown. Introduced genotypes with greater yield, drought tolerance and high stability are one of the necessities of cultivation of durum wheat. Genotype interaction in the environment is one of the important issues in breeding programs and if there is an interaction, the stability and compatibility of genotypes in different environments should be evaluated to produce a safe product. In the present study, in order to investigate the stability of 10 durum wheat genotypes, an experiment was conducted in the form of a randomized complete block design with 3 replications in both rained and end irrigation conditions during the cropping years 2019-2018 and 2020-2019, in Koohdasht, Lorestan province. The results of analysis of variance of grain yield of genotypes for the experiment during two years in two environments showed that there was a significant variation ($p < 0.01$) for yield between genotypes, the effect of the year was not significant and the effect of the two environments was significant at 1%. Also, the interaction of genotype × environment was significant at 1% level. Based on the average yield, Omrbi3, Hana, Behrang and Aria had the most stability, but in contrast to Dm-73-13, Dehdasht, Maragheh 1 and Maragheh 2 showed the least stability. Stability of genotypes was investigated by parametric and non-parametric methods based on grain yield. The results showed that none of the parameters had a positive and significant correlation with yield, so the genotypes with the highest yield based on these parameters did not have high stability. Based on parametric methods, Aria and Shebrang genotypes had the highest stability and moderate yield. In nonparametric methods, it was observed that Aria, Hannah and Omrbi3 genotypes, which had high potential for yield based on RS and kr, also showed high stability.

Keywords: Durum wheat, Grain yield, Moisture environment, Stability

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.63]