دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

تجزیه پایداری عملکرد لاین‌های امید بخش گندم نان در مناطق گرم و خشک جنوب ایران با استفاده از مدل GGE Biplot

سعید عمرانی[۱]، امیر محمد ناجی[۲] و محسن اسماعیل زاده مقدم[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه شاهد، تهران (نویسنده مسوول: s.omrani70@gmail.com)
۲- استادیار، دانشگاه شاهد، تهران
۳- دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج
تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۳۱

چکیده

به منظور بررسی پاسخ لاین‌های امید بخش گندم نسبت به شرایط متفاوت محیطی و تعیین پایداری عملکرد دانه در آنها، آزمایشی با استفاده از ۳۰ ژنوتیپ گندم به همراه ۲ رقم شاهد با استفاده از طرح آلفا لاتیس در ٤ تکرار در ٦ ایستگاه تحقیقاتی اقلیم گرم و خشک جنوب ایران شامل اهواز، داراب، دزفول، ایرانشهر، خرم آباد و زابل و در ۲ سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹٤-۱۳۹۳ اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین محیطها، ژنوتیپ‌ها و اثرمتقابل ژنوتیپ و محیط اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، ژنوتیپ‌های ۱۳ و ۲۱ به ترتیب با عملکرد ٦/۱۲۱ و ٦/۲۱۹ تن در هکتار به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار با پتانسیل تولید بالا و ژنوتیپ ۲۰ با عملکرد ٤/۰۲۹ جزء ژنوتیپ‌های پایدار ولی با عملکرد بسیار کم شناسایی شدند. همچنین بمنظور مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و شناسایی پایدارترین لاین‌ها از روش GGE Biplot استفاده شد. بر اساس نتایج حاصل از نمودار چند ضلعی، محیطها به ٤ ابر محیط تقسیم‌بندی شدند. بهترین ژنوتیپ‌ها برای ابر محیطهای خرم‌آباد ژنوتیپ ۳۱، برای ابر محیط ایرانشهر ژنوتیپ ۲۱، برای ابر محیط داراب، دزفول و اهواز ژنوتیپ۱۳، برای ابر محیط زابل ژنوتیپ ۱۷تعیین شد. همچنین دزفول و داراب، به ترتیب به عنوان بهترین محیطها و خرم‌آباد به عنوان ضعیف‌ترین ایستگاه شناسایی شدند. ژنوتیپ‌های ۲۱،۱۳،۱۱و ١٤جزو ایده‌آل‌ترین ژنوتیپ‌ها و ژنوتیپ‌های ۲۰،۱۹، ۱۸و ۲۵ جزو نامطلوبترین ژنوتیپ‌ها بودند.

واژه‌های کلیدی: گندم، پایداری عملکرد، روش GGE biplot، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط

مقدمه

گندم مهم‌ترین محصول استراتژیک در جهان بوده که بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص می‌دهد. سطح زیر کشت این محصول ۱۶ درصد یعنی در حدود ۲۱۸ میلیون هکتار از اراضی قابل کشت جهان می‌باشد و تولید آن حدود ۶۰۰ میلیون تن است (۱). ۵۰ درصد از اراضی زیر کشت گندم به کشورهای در حال توسعه اختصاص دارد (۲). در ایران بالغ بر ۳۰ درصد از اراضی قابل کشت (۶/۴- ۶ میلیون هکتار) زیر کشت گندم می‌باشد که تقریبا ۳۵ درصد آن به گندم آبی و حدود ۶۵ درصد به کشت گندم دیم اختصاص دارد (۱). یکی از جنبه‌های مهم مورد بررسی برای لاین‌های پیشرفته و امیدبخش علاوه بر عملکرد و سایر خصوصیات، پایداری صفات مورد بررسی به ویژه پایداری عملکرد دانه در محیطهای مورد پژوهش می‌باشد (۳). عملکرد ثابت در مکان‌ها یا سال‌های مختلف به عنوان پایداری ذکر می‌شود. بدیهی است بخش عمده از این سازگاری توسط ژن‌های بزرگ اثر و کوچک اثر متعددی کنترل می‌شود. (۴،۵،۶). اثر متقابل ژنوتیپ و محیط پاسخ یک واریته به تغییرات موجود در محیط است (۷) و آگاهی از ماهیت آن به، به‌نژادگران در ارزیابی ژنوتیپ‌ها با دقت بیشتر کمک می‌کند و به آنها این امکان را می‌دهد که ژنوتیپ‌های برتر از نظر پایداری و عملکرد بالا را انتخاب کنند (۸). روش‌های آماری متعددی برای مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و تعیین ژنوتیپ‌های پایدار ارائه شده است. این روش‌ها به دو دسته اصلی تک متغیره و چند متغیره تقسیم می‌شوند (۶). از میان روش‌های چند متغیره می‌توان به روش بای پلات که بر مبنای تجزیه به مولفه‌های اصلی پیشنهاد شده است اشاره کرد (۹،۱۰) از کاربردهای مهم GGEbiplot[۱]، تعیین و گروه‌بندی محیطهای هدف در برنامه‌های به‌نژادی محصولات مختلف است. با استفاده از GGE بای پلات محیطهای مورد بررسی به چندین گروه محیطی که در آن محیطها از نظر واکنش به ژنوتیپ‌ها نسبتا مشابه عمل می‌کنند، گروه‌بندی می‌شوند (۹). ویژگی منحصر به فرد GGE بای پلات آن است که به استنادگراف‌های حاصل می‌توان نشان داد، کدام رقم در کدام محیط یا زیر گروه از پتانسیل بالاتری برخوردار است (۳). استفاده از این مدل برای تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌ها در آزمایش‌های چند محیطی در گندم (۱۱)، سویا (۱۲)، ذرت (۱۳)، جو (۱۴)، پنبه (۱۵) و ... گزارش شده است. برآورد پایداری ژنوتیپی و نیز تحلیل اثر متقابل ژنوتیپ و محیط توسط محققین مختلف گزارش شده است. محمدی و همکاران (۱۶)، در یک بررسی پایداری بر روی ۲۵ ژنوتیپ گندم دوروم در ۱۹ محیط و در طی ۴ سال نشان دادند که محیطها در رتبه‌بندی و تعیین سازگاری ژنوتیپ‌ها کاملا متفاوت بودند. در ضمن ژنوتیپ‌ها نیز از نظر پایداری، عملکرد و سازگاری به محیطها تفاوت نشان دادند. ۳ ژنوتیپ در مطالعه آنها دارای سازگاری عمومی بالا به محیطها بودند.

1- G plus GE interaction (GGE) biplot

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-04]
[DOI: 10.29252/jcb.9.23.157]

کوچکی و همکاران (۱۷)، پایداری ۱۸ ژنوتیپ جو را در ۸ مکان مورد بررسی قرار دادند. ژنوتیپ‌ها از نظر بالا بودن عملکرد در مکان‌های مختلف مورد بررسی متفاوت بودند. آنها ژنوتیپ پر محصول و پایدار (سازگاری عمومی و خصوصی قابل قبول) را مشخص کردند. تاری نژاد و عابدی (۱۸)، در یک بررسی بر روی ۱۰ رقم و لاین امید بخش گندم ۳ ژنوتیپ از ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را از نظر عملکرد دانه به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی کردند. کندال (۱۹)، در یک پژوهش بر روی ۴ ژنوتیپ جو که در ۸ مکان در کشور ترکیه انجام شده بود، با استفاده از روش بای پلات مشخص کرد که ۸ مکان به۳ ابر محیط (Mega-emvironment) قابل تقسیم می‌باشند. ۲ ژنوتیپ از بین ۴ ژنوتیپ، سازگاری عمومی مناسب برای مکان‌ها داشتند. ۲ ژنوتیپ دیگر نیز از سازگاری خصوصی برای ۲ مکان از ۸ مکان در این مطالعه برخوردار بودند. هدف از این مطالعه تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط با استفاده از مدلGGE بای پلات به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌ها، محیط‌ها، روابط بین ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها و همچنین تعیین ژنوتیپ‌ها با پایداری عملکرد دانه و شناسایی بهترین ژنوتیپ(ها) برای گروه‌های محیطی مختلف است.

مواد و روش

به منظور بررسی پایداری عملکرد لاین‌های امید بخش گندم نان در مناطق گرم و خشک ایران، تعداد۳۰ لاین گندم به همراه ۲ رقم به عنوان شاهد (رقم چمران + چمران۲) در قالب طرح آلفا لاتیس در ۴ تکرار و در ۶ ایستگاه تحقیقاتی (اهواز، داراب، دزفول، ایرانشهر، خرم آباد و زابل) در ۲ سال زراعی (۹۴-۱۳۹۲) بررسی شدند. ایستگاه‌های تحقیقاتی مورد مطالعه در اقلیم گرم و خشک ایران قرار می‌گیرند. در جدول۱، مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های تحقیقاتی و در جدول ۲ شجره ژنوتیپ‌های مورد مطالعه آورده شده است. هر کرت شامل ۶ خط ۶ متری و به فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود. ابعاد کرت‌ها در تمام مناطق ثابت و مساحت کاشت و برداشت به ترتیب ۷/۲ و ۶ متر مربع بود در ضمن به منظور حذف اثرات حاشیه‌ای نیم متر از انتهای هر کرت حذف شد. میزان کود مصرفی بر اساس آزمون خاک انجام شد. کود نیتروژن از منبع اوره، کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم و کود فسفر نیز از منبع فسفات آمونیوم تأمین و بطور یکنواخت به کرت‌های آزمایشی اضافه گردید. تمامی کودها بجز نیتروژن قبل از کاشت و در هنگام تهیه زمین استفاده شدند، کود نیتروژن نیز در مرحله، به ساقه رفتن به صورت سرک مصرف شد. میزان بذر هر ژنوتیپ بر اساس ۴۰۰ دانه در متر مربع در نظر گرفته شد. بذور قبل از کاشت، به منظور کنترل بیماری‌های قارچی ضد عفونی گردیدند و کنترل علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ با استفاده از سموم علفکش در اواسط بهمن تا اوایل اسفند ماه (قبل از شروع طویل شدن ساقه) انجام شد. در طول فصل رشد و نمو گیاه، عملیات زراعی بصورت مرتب انجام و در پایان هر سال زراعی و پس از رسیدن محصول، برداشت با استفاده از کمباین انجام می‌شد. جهت انجام آنالیز داده‌های بدست آمده و تفسیر اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و تعیین ابر محیط‌ها (Mega-emvironment)، از روش GGE biplot استفاده شد. مدلGGE بای پلات بر پایه مقادیر ویژه تفکیک‌پذیر برای دو مولفه اول بصورت زیر است

$$Yij - \mu - \beta j = \lambda_1 \xi_{i1} \eta_{j1} + \lambda_2 \xi_{i2} \eta_{j2} + \varepsilon_{ij}$$

که در این مدل Yij میانگین iامین محیط، μ میانگین کل، βj میانگین اثر محیط jام، λ_1, λ_2 مقادیر ویژه برای اولین و دومین مولفه، ξi_1 و ξi_2بردارهای ویژه ژنوتیپی و ηj_1 و ηj_2 بردارهای محیطی مولفه اول و دوم وεij مقدار باقیمانده برای ژنوتیپ iام در محیط jام هستند. سایر تجزیه‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS9.3 و Excel انجام شد.

جدول ۱- ویژگی‌های جغرافیایی و هواشناسی مکان‌های آزمایشی

Table 1. Meteorological and geographical characteristics of the experimental locations

مکان	ارتفاع (m)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	میزان بارندگی سالیانه (mm)
خرم آباد	۱۱۴۷/۸	۳۳°۳۰'N	۴۸°۲۵'E	۵۰۹
اهواز	۲۲/۵	۳۱°۲۰'N	۴۸°۴۰'E	۲۱۳/۴
دزفول	۱۴۳	۳۲°۲۰'N	۴۸°۳۰'E	۴۰۴/۶
زابل	۴۸۹/۲	۳۱°۰'N	۶۱°۳۲'E	۶۱
داراب	۱۱۰۷	۲۸°۵۰'N	۵۴°۳۰'E	۲۹۲/۷
ایرانشهر	۵۹۱/۱	۲۷°۱۵'N	۶۰°۴۰'E	۱۰۵/۵

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-04]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.157]

جدول ۲- شماره و شجره ژنوتیپ‌های گندم نان

Table 2. Entry number and pedigrees of bread wheat genotypes

شماره ژنوتیپ	شجره	شماره ژنوتیپ	شجره
G1	Chamran	G17	Dez/SW891882
G2	Pishtaz/Catbird	G18	PBW154/Falat//SW891882
G3	Pishtaz/Catbird	G19	Dez/SW891882
G4	Pishtaz/3/Snb"s"//Emu"s"/Tjb84-1543	G20	Chamran//2*Vee/Nac
G5	"Pishtaz//Ald"s"/Snb"s	G21	Moghan1/Dez//Chamran
G6	"Pishtaz/3/Jup/Bjy"s"//Kauz"s	G22	Moghan1/Dez//Chamran
G7	Pishtaz//Falat/Barakat	G23	MTRWA92.161/PRINIA/5/SERI*3//RL6010/4*YR/3/PASTOR/4/BAV92
G8	Pishtaz//Falat/Barakat	G24	CHEN/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)//BCN/3/BAV92/4/BERKUT
G9	Bow"s"/Vee"s"//1-60-3/3/MV 17/4/Zagross	G25	FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER /6/BERKUT
G10	TRCH*2/3/C80.1/3*QT4118//3*PASTOR	G26	CHEN/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)//BCN/3/BAV92/4/BERKUT
G11	SW89.5277/BORL95//SKAUZ/3/PRL/2*PASTOR/4/HEILO	G27	VEE/MJI//2*TUI/3/PASTOR/4/PRL/2*PASTOR
G12	MELON//FILIN/MILAN/3/FILIN	G28	FRET2//SKAUZ*2/FCT/3/FILIN/2*PASTOR
G13	WHEAR//2*PRL/2*PASTOR	G29	SOKOLL/EXCALIBUR
G14	ROLF07*2/KIRITATI	G30	ALTAR 84/AE.SQ//2*OPATA/3/ SLVS/PASTOR
G15	ATTILA*2/PBW65/6/PVN//CAR422/ANA/5/BOW/CROW//BUC/PVN/3/YR/4/TRAP#1/7/ATTILA/2*PASTOR	G31	SOKOLL//SUNCO/2*PASTOR
G16	PBW343*2/KUKUNA/3/PASTOR//CHIL/PRL/4/PBW343*2/KUKUNA	G32	Chamran 2

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بین عملکرد ژنوتیپ‌های گندم وجود دارد (جدول ۳). معنی‌دار بودن اثر محیط بیانگر این است که محیط‌ها از نظر عملکرد ژنوتیپ‌ها با هم اختلاف دارند در حالی که اثر متقابل معنی‌دار ژنوتیپ × محیط حاکی از آن است که عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها از محیطی به محیط دیگر متفاوت می باشد. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد که دو ژنوتیپ ۲۱ و ۱۳ به ترتیب با میانگین عملکرد ۶/۲۱۹ و ۶/۱۹۸ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد و ژنوتیپ۲۰ با عملکرد ۴/۰۲۹ تن در هکتار دارای کمترین میانگین عملکرد دانه بوده است (جدول ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه برای ۳۲ ژنوتیپ گندم در ۶ محیط

Table 3. Combined analysis of variance in 6 environments for 32 wheat genotypes

منبع تغییر	درجه آزادی df.	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS
محیط	۵	۸۶۱/۷۴	۱۷۲/۳۵**
تکرار درون محیط	۱۸	۵۴/۶۲	۳/۰۳ns
ژنوتیپ	۳۱	۱۳۲/۴۳	۴/۲۷**
ژنوتیپ × محیط	۱۵۵	۱۱۹/۴۳	۰/۷۷**
خطا	۵۵۸	۱۲۵/۹۸۱	۰/۲۲۵ns
ضریب تغیرات		۸/۲۲	

**: معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در مکان‌ها و سال‌های مطالعه شده

Table 4. Mean comparison of grain yield for wheat genotypes across locations and years

ژنوتیپ	عملکرد	ژنوتیپ	عملکرد
۱	۵/۶۳۲۳abcd	۱۷	۶/۰۳۲۹abc
۲	۵/۹۷۲۲abc	۱۸	۵/۲۰۵۳ae
۳	۶/۰۵۸۶abc	۱۹	۴/۹۴۳۵e
۴	۵/۸۰۲۲abcd	۲۰	۴/۰۲۸۸f
۵	۵/۹۶۳۴abc	۲۱	۶/۲۱۹۰a
۶	۵/۹۷۴۱abc	۲۲	۵/۹۸۳۹abc
۷	۵/۸۵۵۵abc	۲۳	۶/۰۲۲۶abc
۸	۵/۹۵۰۴abc	۲۴	۵/۹۴۷۷abc
۹	۵/۵۰۳۶bcd	۲۵	۵/۶۶۷۷abcd
۱۰	۶/۰۷۸۵abc	۲۶	۵/۸۵۴۴abc
۱۱	۶/۱۲۱۴ab	۲۷	۵/۹۶۸۶abc
۱۲	۵/۶۳۹۶abcd	۲۸	۵/۶۳۱۸abcd
۱۳	۶/۱۹۷۸a	۲۹	۵/۶۵۶۱abcd
۱۴	۶/۱۰۷۹abc	۳۰	۵/۷۳۳۹abcd
۱۵	۵/۷۷۷۷abcd	۳۱	۵/۹۳۱۴abc
۱۶	۵/۴۸۴۴cd	۳۲	۵/۸۲۶۴abc

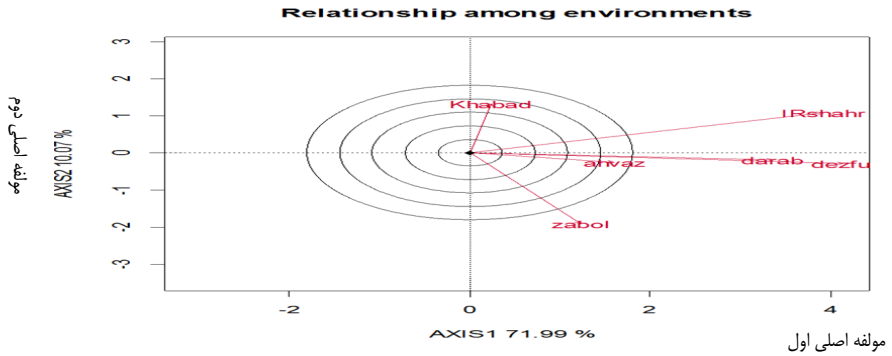
*: بین ژنوتیپ‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود ندارد

به منظور بررسی تنوع ارقام، محیط‌ها و مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ‌ها و مکان‌ها از تجزیه گرافیکی استفاده شد. بر اساس روش GGE biplot دو مؤلفه اصلی اول و دوم (AXIS1=PC1=۷۱/۹۹ و AXIS2=PC2= ۱۰/۰۷)، ۸۲/۰۶ درصد از تغییرات را توجیه کردند. به عبارت دیگر بای پلات این دو مولفه توانست ۸۲/۰۶ درصد از تغییرات عملکرد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-04]

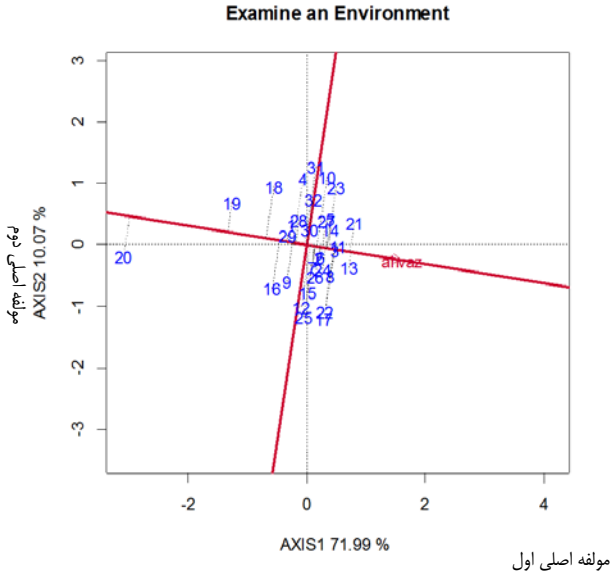
[DOI: 10.29252/jcb.9.23.157]

را توجیه نماید. بر اساس نظر یانگ و همکاران (۲۰)، در صورتی که نمودار بای پلات، حداقل ۶۰ درصد از واریانس داده‌ها را توجیه نماید، می‌تواند برای استخراج ابر محیط‌ها از آن استفاده گردد. شکل ۱ رابطه بین محیط‌ها را نشان می‌دهد، در این شکل زاویه بین محور محیط‌ها موید همبستگی بین دو محیط بوده که بر این اساس می‌توان آزمایش را فقط در یک محیط اجرا و به بقیه محیط‌ها تعمیم داد. کسینوس زاویه بین بردارهای محیطها بیانگر نوع همبستگی و طول بردار بیانگر شدت همبستگی می‌باشد در ضمن زوایای حاده معرف همبستگی مثبت و زوایای منفرجه معرف همبستگی منفی است که در این شکل محیط‌های داراب، دزفول و اهواز همبستگی مثبت بالایی را نشان می‌دهند. بنابراین می توان یکی از این مکان‌ها را برای کاهش هزینه های تحقیقاتی استفاده کرد چرا که در حقیقت این مکان‌ها نشان‌دهنده یک گروه یا محیط کلان هستند. مکان خرم‌آباد با زابل همبستگی منفی بالا و با اهواز همبستگی نزدیک به صفر داشت به عبارتی ژنوتیپ‌ها در دو مکان خرم‌آباد و اهواز روند عملکردی مستقلی داشتند.

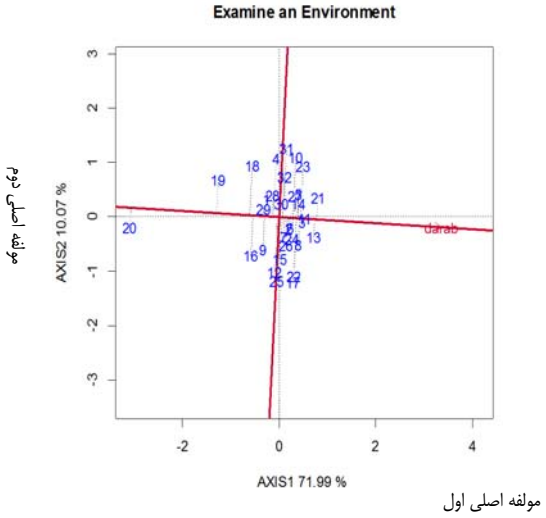


شکل ۱- نمودار بررسی روابط بین محیطها با استفاده از روش GGEbiplot
Figure 1. The relationship between environment using graphs GGEbiplot

اشکال ۲، ۳ و ۴ نشان‌دهنده بهترین ژنوتیپ‌ها در مناطق اهواز، داراب و دزفول می‌باشند که مطابق آنها، دو ژنوتیپ ۱۳ و ۲۱، دارای بیشترین میانگین عملکرد و ژنوتیپ ۲۰ حایز کمترین آن در این مناطق بوده است. در منطقه ایرانشهر، دو ژنوتیپ ۲۱ و ۲۳ دارای بیشترین میزان رتبه پایداری و میانگین عملکرد دانه و ژنوتیپ‌های ۲۰ و ۱۹ دارای کمترین میزان رتبه پایداری در این منطقه بوده‌اند (شکل ۵). در خرم آباد دو ژنوتیپ ۳۱ و ۱۰ دارای بیشترین مطلوبیت عملکرد و رتبه پایداری و ژنوتیپ‌های ۱۷و ۲۵ دارای کمترین میزان مطلوبیت از صفت‌های مذکور بوده‌اند (شکل ۶). در زابل بیشترین میزان عملکرد و رتبه پایداری به ژنوتیپ‌های ۱۷ و ۲۲ و کمترین میزان رتبه پایداری و مطلوبیت به ژنوتیپ‌های ۱۹ و ۲۰ اختصاص داشت (شکل ۷).

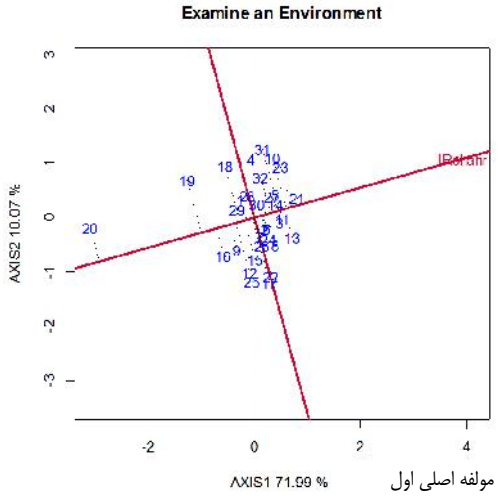


شکل ۲- نمودار مربوط به رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها برای منطقه اهواز

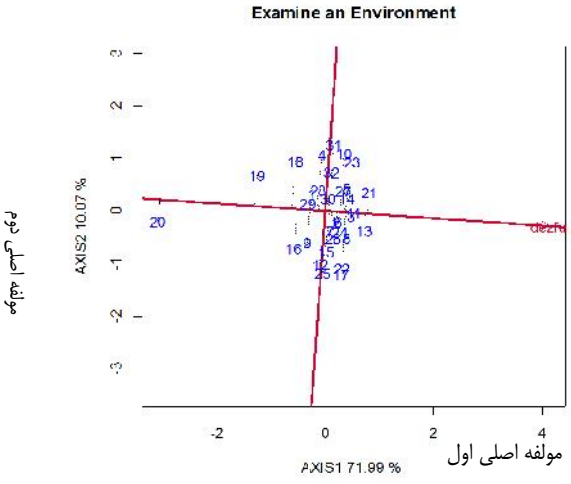


شکل ۳- نمودار مربوط به رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها برای منطقه داراب

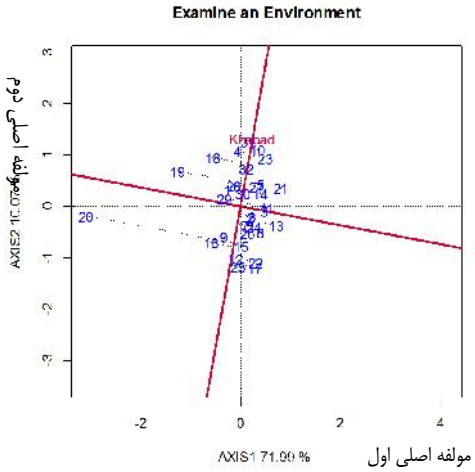
[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-04]
[DOI: 10.29252/jcb.9.23.157]



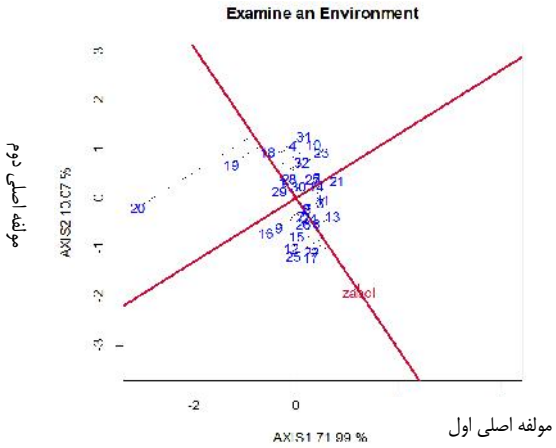
شکل ۴- نمودار مربوط به رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها برای منطقه ایرانشهر



شکل ۵- نمودار مربوط به رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها برای منطقه دزفول



شکل ۶- نمودار مربوط به رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها برای منطقه خرم آباد



شکل ۷- نمودار مربوط به رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها برای منطقه زابل

شکل‌های ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷- ارزیابی ۳۲ ژنوتیپ گندم در ۶ محیط به طور همزمان بر اساس عملکرد دانه و پایداری عملکرد

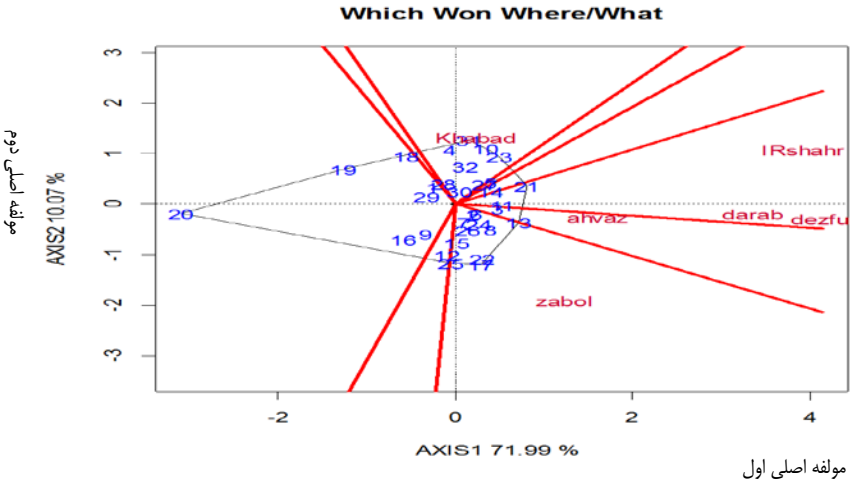
Figure 2, 3, 4, 5, 6, 7. Evalution of 32 wheat genotypes based on both yield and Sustainability performance in 6 environments

جهت انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها برای هر مکان از نمودار چند وجهی استفاده شد(شکل ۸). نموار چند وجهی از وصل کردن ژنوتیپ‌هایی حاصل می‌شود که بیشترین فاصله را از مبدا بای پلات داشته و سایر ژنوتیپ‌ها در داخل آن قرار می‌گیرند. مکان خرم آباد در بخشی قرار دارد که ژنوتیپ ۳۱ در راس آن قرار گرفته است و این بدین معناست که ژنوتیپ ۳۱ بهترین ژنوتیپ برای منطقه خرم‌آباد است. مکان ایرانشهر در بخشی قرار گرفته است که ژنوتیپ ۲۱ در راس آن است پس این ژنوتیپ بهترین ژنوتیپ برای این مکان است. مکان‌های داراب، دزفول و اهواز در بخشی قرار دارند که ژنوتیپ ۱۳ در راس آن است لذا بهترین ژنوتیپ در این مناطق ژنوتیپ ۱۳ می باشد. همچنین مکان زابل در بخشی قرار دارد که ژنوتیپ ۱۷ در راس آن قرار دارد لذا ژنوتیپ ۱۷ بهترین ژنوتیپ برای منطقه زابل می‌باشد. با توجه به اینکه هیچ محیطی در بخشی که ژنوتیپ ۲۰ در راس آن قرار دارد، واقع نشده، نشان می‌دهد که این ژنوتیپ در هیچ ابر محیطی برتری ندارد. ویژگی دیگر این بای پلات این است که گروه‌بندی محیط‌ها را نشان می‌دهد، این ویژگی اشاره به شناسایی ابر محیط‌های مختلف دارد. در این بای پلات خرم آباد به عنوان اولین ابر محیط، ایرانشهر به عنوان دومین ابر محیط، داراب، دزفول و اهواز به عنوان سومین ابر محیط و در آخر زابل به عنوان چهارمین ابر محیط شناسایی شدند. شکل ۹ رتبه‌بندی محیط‌ها را بر اساس بهترین محیط نشان می‌دهد، بر این اساس به ترتیب دزفول، داراب، ایرانشهر، اهواز و زابل بهترین محیط‌ها در این تحقیق بودند. همچنین مکان خرم‌آباد به دلیل داشتن بیشترین فاصله از مرکز دایره‌های متحدالمرکز به عنوان ضعیف‌ترین ایستگاه شناخته شد. شکل۱۰، رتبه‌بندی را بر اساس بهترین ژنوتیپ‌ها نشان

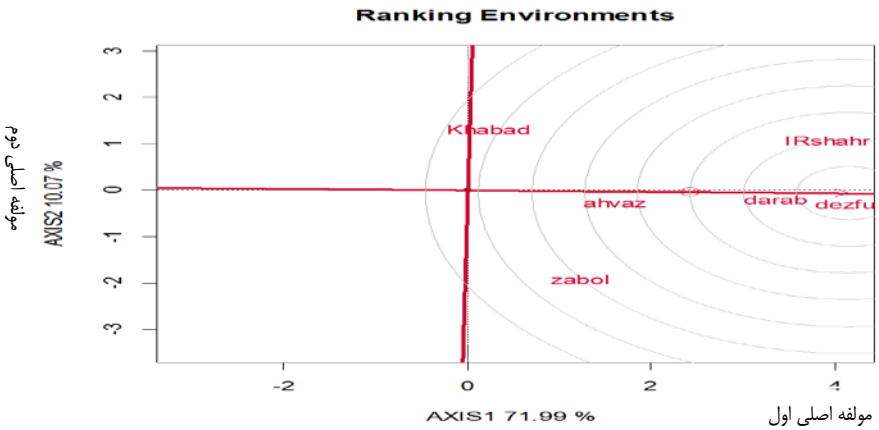
[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-04]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.157]

می‌دهد. مرکز دوایر متحد المرکز جایی است که ایده آل‌ترین ژنوتیپ‌ها می‌توانند وجود داشته باشند. بنابراین ژنوتیپ‌هایی که نزدیک به ایده آل‌ترین ژنوتیپ باشند به عنوان ژنوتیپ‌های برتر و ایده آل معرفی می‌شوند. براین اساس ژنوتیپ‌های ۱۱، ۱۳, ۲۱ و ۱۴به عنوان ایده آل‌ترین و ژنوتیپ‌های ۲۵, ۱۸، ۱۹ و ۲۰ به عنوان نامطلوب‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند. از روش GGE بای پلات، برای تعیین پایداری محصولات مختلفی از جمله برنج (۲۱)، جو (۱۴)، گندم (۲۲) و عدس (۲۳) و در ایران برای تعیین محیط‌های بزرگ در محصولاتی از قبیل جو (۱۴) و عدس (۲۳) استفاده شده است. دهقانی و همکاران (۱۴) ۱۹ ژنوتیپ جو را در ۱۰ مکان مختلف ایران و به مدت ۳ سال مورد ارزیابی قرار دادند. آنها با استفاده از روش GGEbiplot مکان‌های مورد مطالعه را به ۴ ابر محیط تقسیم کردند و برای هر محیط یک ژنوتیپ برتر را انتخاب کردند. شهریاری نسب و همکاران (۲۴) ۱۴ هیبرید ذرت دانه‌ای را در ۶ محیط مختلف ایران در طی ۲ سال مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نمودار چند ضلعی بای پلات، آنها ۶ ژنوتیپ برتر و ۲ ابر محیط را شناسایی کردند.

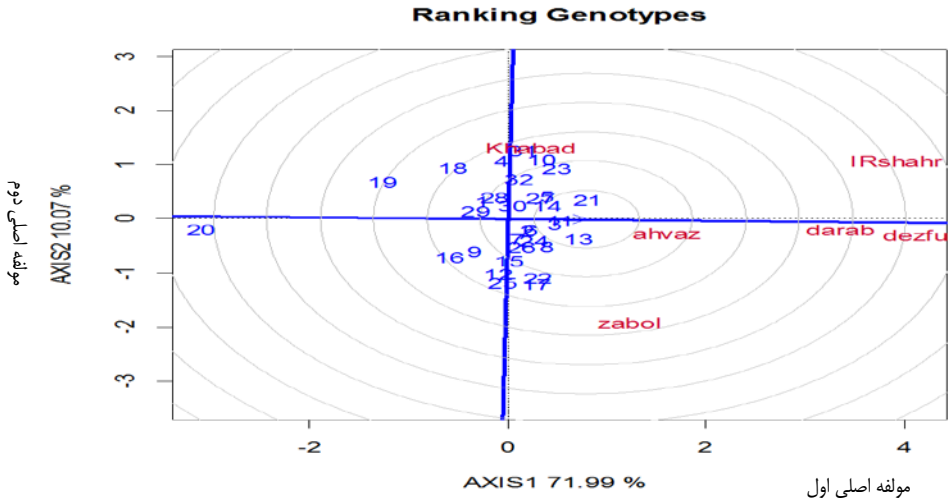


شکل ۸- نمودار چند وجهی GGE biplot که نشان‌دهنده پر محصولترین ژنوتیپ‌ها درهر محیط است.
Figure 8. Polygons of GGE biplot method that display the most productive genotypes in each environment



شکل ۹- نمودار محیط ایده آل فرضی برای ارزیابی محیط‌های مطالعه شده دردو سال
Figure 9. Chart hypothetical ideal environment for two years studied environmental assessment

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-04]
[DOI: 10.29252/jcb.9.23.157]



شکل ۱۰- نمودار ژنوتیپ ایده آل فرضی برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها در دو سال
Figure 10. Chart of Ideal genotype to evaluate genotypes in two years

بر اساس تجزیه‌های انجام شده با روش GGE biplot مشخص شد که در بیشتر مناطق مورد ارزیابی ژنوتیپ‌های ۱۳ و ۲۱ دارای بیشترین پایداری عملکرد و بیشترین مطلوبیت و ژنوتیپ ۲۰ در تمام مناطق دارای کمترین میزان پایداری و مطلوبیت بود. همچنین بر اساس نمودارهای بدست آمده در این تحقیق، منطقه دزفول به عنوان برترین محیط شناسایی شد و منطقه خرم آباد از مطلوبیت پایین‌تری نسبت به سایر محیط‌ها برخوردار بود. همچنین ژنوتیپ‌های ۱۳ و ۲۱ به عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند در حالیکه، ژنوتیپ ۲۰ دارای ارزش کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-04]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.157]

منابع

1. FAOSTAT Database. 2014. FAO, Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Washington. http: // faostat3.fao.org/ site/ 291/ default. aspx.
2. Singh, R.P and R. Trethowan. 2007. Breeding spring bread wheat for irrigated and rainfed production systems of the developing world. In: Kang, M. and Priyadarshan, P.M. (eds.). Breeding major food staples. Blackwell Publishing, Iowa, USA.
3. Farshadfar, E., M. Mohammadi, M. Aghaee and Z. Vaisi. 2012. GGE biplot analysis of genotype × environment interaction in wheat-barley disomic addition lines. Australian Journal of Crop Science, 6(6):1074-1079.
4. Gauch, H.G. 2006. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. Crop Science, 46: 1488-1500.
5. Yan, W., M.S. Kang, B. Ma, S. Woods and P. Cornelius. 2007. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-byenvironment data. Crop Science, 47: 643-653.
6. Karimizadeh, R., M. Mohammadi, N. Sabaghnia and M. K Shefazadeh. 2012. Using Huehn's Nonparametric Stability Statistics to Investigate Genotype × Environment Interaction. Not Bot Horti Agrobo, 40: 195-200.
7. Crossa, J., P.N. Fox, W.H. Pfeiffer, S. Rajaram and H.G. Gauch. 1991. AMMI adjustment for statistical analysis of an international wheat yield trial. Theoretical and Applied Genetics, 81: 27-37.
8. Gauch, H.G., H.P. Piepho and P. Annicchiarico. 2008. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE: Further considerations. Crop Science, 48:866-889.
9. Makumbi, D., A. Diallo, K. Kanampiu, S. Mugo and H. Karaya. 2015. Agronomic performance and genotype x environment interaction of herbicide-resistant maize varieties in Eastern Africa. Crop Science, 55: 540-555.
10. Yan, W., L.A. Hunt, Q. sheng and Z. Szlavincs. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. Crop Science, 40: 597-605.
11. Yan, W. and L.A. Hunt. 2001. Genetic and environmental causes of genotype environment interaction for winter wheat yield in Ontario. Crop Science, 41: 19-25.
12. Yan, W. and I. Rajcan. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science, 42: 11-20.
13. Dehghani, H., N. Sabaghnia and M. Moghaddam. 2009. Interpretation of genotype-by-environment interaction for late maize hybrids' grain yield using a biplot method. Turk Journal Agriculture Forces, 33: 139-148.
14. Dehghani, H., A. Ebadi and A. Yousefi. 2006. Biplot analysis of genotype by environment interaction for barley yield in Iran. Agronomy Journal 98: 388-393.
15. Blanche, S.B. and G.O. Myers. 2006. Identifying discriminating locations for cultivar selection in Louisiana. Crop Science, 46: 946-949.
16. Mohammadi, R., M. Armion, H. Esmail zad, M.M. Ahmadi and D. Sadegh zadeh ahari. 2012. Genotype × Environment interaction for grain yield of rainfed durum wheat using the GGE bipot model. Seed and plant improvement journal, 3(28): 503-518 (In Persian).
17. Koocheki, A.R., B. Sorkhi and M.R. Eslam zadeh hesari. 2012. Yield stability of barley elite genotypes in cold regions of Iran using GGE biplot. Seed and plant improvement journal, 4(28): 533-543 (In Persian).
18. Tarinejad A.R. and M.S. Abedi. 2015. Investigation on the grain yield stability of promising cold region bread wheat cultivars and lines by using different stability statistics. Journal of Crop Ecophysiology, 2(9): 257-292.
19. Kendal, E. 2016. GGE biplot analysis of multi-environment yield trials in barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. Ekin J, 2(1): 90-99.
20. Yang, R., J. Crossa, P. Cornelius and J. Bugueno. 2009. Biplot analysis of genotype x environment interaction: Proceed with caution. Crop Science, 49: 1564-1576.
21. Samonte, S.O.P.B., A.M. Wilson, McClung and J.C. Medley. 2005. Targeting cultivars onto rice growing environments using ammi and sreg gge biplot analysis. Crop Science, 45: 2414-2424.
22. Kaya,Y., M. Akcura and S. Taner. 2006. GGE-biplot analysis of multi environment yield trials in bread wheat. Turkish Journa Agriculture Forestry, 30: 325-337.
23. Sabaghnia, N., H. Dehghani and S.H. Sabaghpour.2008. Graphic Analysis of Genotype by Environment Interaction for Lentil Yield in Iran. Agronomy Journal, 100: 760-764.
24. Shahryari Nasab, M., R. Chogan, M. Khodarahmi, A. Masomi and S. Khavari. 2016. Genotype× Environment Interaction for Grain Yield of Maize Hybrids Using the GGE Biplot. Journal of Crop Breeding, 7(16): 123-129.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-04]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.157]

Yield Stability Analysis of Promising Bread Wheat Lines in Southern Warm and Dry Agro Climatic Zone of Iran using GGE Biplot Model

Saeed Omrani[1], Amir Mohammad Naji[2] and Mohsen Esmaeilzadeh Moghaddam[3]

1- M.Sc. Student, Shahed University, Tehran (Corresponding author: s.omrani70@gmail.com)
2- Assistant Professor, Shahed University, Tehran
3- Associated Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj
Received: May 11, 2016 Accepted: September 21, 2016

Abstract

In order to investigate the responses of promising bread wheat lines to different environmental conditions and determine of the stability of their grain yield, one experiment was done with 30 bread wheat genotypes and two commercial wheats as checks using alpha lattice design with four replications in six experimental research stations in southern warm and dry climatical zones in Iran (Ahvaz, Darab, Dezful, Iranshahr, Khorramabad and Zabol) during 2013-14 and 2014-15 cropping seasons. The results confirmed that the effects of environment, genotype and interaction between them was significant at the 1% statistical level. The highest of grain yield devoted to t the lines no. 13 and 21, with 6.121 and 6.219 t/ha and the line no. 20 with 4.029 t/ha had the lowest the grain yield in this study. For studying of the genotype × environment effect and determine the stable genotypes, GGE Biplot method was used. Based on the polygonal figure, studied locations grouped in 4 mega-environments. Based on the results, the genotypes 31 for khorramabd, genotype 21 for Iranshahr, genotype 13 for Darab, Dezful and Ahvaz, and genotype 17 for Zabol, had specific adaptability. Dezful and Darab was the superior and Khorramabd was the poorest sites in this study respectively. In this study four promising lines including, genotypes no. 11,13,21 and 14 with wide adaptability and genotypes no. 18,19, 20 and 25 recognize with low adaptability respectively.

Keywords: Genotype × Environment, GGE biplot methods, Wheat, Yield stability

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-02-04]

[DOI: 10.29252/jcb.9.23.157]