دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی اثرات محیطی بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان از طریق الگوی واکنش ژنوتیپی

م. معتمدی[1] و ز. خدارحم پور[2]

۱ و ۲- مربی و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۲۳

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و واکنش ژنوتیپ‌های گندم به شرایط محیطی مختلف با استفاده از ۲۰ لاین و رقم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و در ۳ مکان (اصفهان، کرمانشاه، ورامین) انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار برای اثرات ژنوتیپ، مکان و اثرمتقابل ژنوتیپ در محیط بود. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ در مکان، تجزیه پایداری عملکرد، با استفاده روش امی انجام شد. نتایج روش امی حاکی از این بود که بر مبنای نتایج اثر متقابل دو مولفه اصلی (IPC1 و IPC2) ژنوتیپ‌های مرودشت، ۵، ۶، ۱۶، ۱۵ و ۱۱ واکنش پایداری عمومی از خود نشان دادند و بر این اساس لاین‌های ۱۷ و ۱۸ دارای سازگاری خصوصی با محیط ورامین بودند. ژنوتیپ‌های ۲۰، ۱۹ و ۴ سازگاری خصوصی به محیط کرمانشاه و ژنوتیپ های ۹ و ۸ با اصفهان سازگاری خصوصی نشان دادند. به طور کلی با توجه به نتایج پایداری عملکرد دانه با توجه به بای‌پلات‌های ترسیمی، لاین‌های ۱۵، ۱۶ و مرودشت به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی و معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: اثر متقابل، ژنوتیپ، محیط، گندم، سازگاری، تجزیه امی

مقدمه

صفات کمی تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، محیطی و اثرمتقابل ژنوتیپ در محیط بروز می‌یابند که اثر متقابل نتیجه واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها به تغییرات محیطی است. کار انتخاب و معرفی ارقام مناسب و تعیین واریته‌های برتر به دلیل وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و یکسان نبودن عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های گوناگون با مشکل مواجه می‌شود (۷). یکی از اهداف مهم

اصلاح‌گران همواره شناخت و بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط روی گیاهان مختلف و نیز ژنوتیپ‌های متفاوت است. معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ و محیط، بیانگر تغییر در رتبه‌بندی نسبی ژنوتیپ‌ها و اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در محیط‌های متفاوت می‌باشد (۶). طبق نظر کانگ (۹) انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار از روش‌های کاهش اثر متقابل ژنوتیپ در محیط است. محققین راه‌های مختلفی را به عنوان معیارهای گزینش براساس پایداری عملکرد پیشنهاد کرده‌اند. در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های آماری چند متغیره برای پی بردن به جنبه‌های مختلف اثر متقابل ژنوتیپ در محیط متداول می‌باشد. یکی از روش‌های چند متغیره جهت بررسی پایداری مدل امی[1] می‌باشد. در مدل امی ابتدا اثرات اصلی جمع پذیر ژنوتیپ و محیط را با استفاده از تجزیه واریانس اندازه‌گیری و سپس با استفاده از تجزیه مولفه‌های اصلی مقدار باقی مانده از مدل تجزیه واریانس را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند .

عسگری‌نیا و همکاران (۱) با استفاده از روش چندمتغیره امی و تجزیه الگوی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط‌های زراعی برای عملکرد دانه در گندم براساس آماره‌های پایداری مدل امی ۳ رقم پیشتاز را از بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی به عنوان رقمی با سازگاری عمومی معرفی نمودند. صباغ‌نیا و همکاران (۱۲) ضمن تجزیه پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های عدس در چندین محیط، با استفاده از روش امی عنوان کردند ارزیابی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف، نقش کلیدی را برای تعیین استراتژی بهبود محصولات زراعی ایفا می‌کند.

تجزیه الگوی واکنش ژنوتیپی به مدل‌هایی اطلاق می‌شود که در آنها به‌طور همزمان از روش‌های دسته‌بندی مثل تجزیه خوشه‌ای و روش‌های برداریابی و غیره استفاده می‌شود. در تجزیه الگوی واکنش ژنوتیپی معمولاً گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای را روی نمودار پراکنش ژنوتیپ‌ها بر حسب مولفه‌های اصلی قرار می‌دهند (۵ و ۱۰). عسگری‌نیا و همکاران (۱) و یان و هانت (۱۴) از روش تجزیه خوشه‌ای و نمودار بای‌پلات برای تعیین سازگاری ژنوتیپ‌ها، انتساب آنها به محیط‌های مختلف و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها استفاده کردند. این مدل روشی مناسب در تجزیه و تفسیر ماتریس‌های بزرگ ژنوتیپ در محیط است، با استفاده از این روش با مکان‌یابی ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها روی بای‌پلات[2] در فضای مختصاتی، می‌توان با نقطه‌یابی موقعیت ژنوتیپ را نسبت به محیط‌های مورد بررسی، تعیین کرد. بنابراین امکان انتساب ژنوتیپ‌هایی با سازگاری خصوصی برای محیط‌های خاص فراهم می‌گردد (۱۱). در بای‌پلات ژنوتیپ‌ها و محیط‌هایی که تقریباً بروی یک خط عمودی قرار دارند، دارای

1- AMMI

2- Biplot

میانگین (اثر اصلی) مشابه هستند و ژنوتیپ‌ها یا محیط‌هایی که نزدیک یا روی خط افقی قرار می‌گیرند، دارای الگوهای اثر متقابل مشابه هستند. هر ژنوتیپی که از IPCA نزدیک به صفر برخوردار باشد، دارای سازگاری عمومی به محیط‌های آزمایش است. یعنی دارای اثر متقابل کم و جزیی است. ژنوتیپ‌ها یا محیط‌هایی دارای مقادیر مولفه‌های اصلی بزرگ (مثبت یا منفی) دارای اثر متقابل بزرگ هستند و سازگاری خصوصی را نشان می‌دهند. و همچنین ژنوتیپ‌ها یا محیط‌هایی که دارای مقادیر IPC یکسانی از نظر علامت باشند، دارای اثر متقابل ویژه مثبت با یکدیگر هستند. مقدار این اثر متقابل به بزرگی این مقادیر مربوط است، در حالی که مقادیر IPC با علامت مخالف، نمایانگر اثر متقابل منفی است (۲). تیلاناتان و فرناندز (۱۳) ترسیم بای‌پلات را برای تعیین میزان سازگاری ژنوتیپ‌ها و گروه‌بندی آنها بر پایه عملکرد در محیط‌های مختلف را پیشنهاد نمودند. دهقانی و همکاران (۴) در تجزیه بای‌پلات اثرمتقابل ژنوتیپ در محیط برای عملکرد جو در ایران، ژنوتیپ‌هایی با سازگاری خصوصی و عمومی را معرفی نمودند. یان و هانت (۱۶) با استفاده از روش امی در تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط ارقام گندم زمستانه نشان دادند که مقادیر مولفه های اصلی ژنوتیپی IPC2 بطور معنی‌داری در ارتباط با یک یا چند صفت زراعی در طی سال‌ها می‌باشند. همچنین IPC2 دارای همبستگی منفی با نوسانات دما طی سال‌ها بود. در کل IPC1 و IPC2 بیانگر اثر متقابل بین ویژگی‌های ژنوتیپی مانند تاریخ رسیدن و ارتفاع گیاه با عوامل محیطی نظیر نوسانات دمایی بودند. محمدی‌نژاد و رضایی (۱۱) با تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و بررسی واکنش ژنوتیپی در ارقام یولاف، ارقام بویر، کالیبر و لاین ۲۸ را به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها معرفی کردند.

هدف از انجام این تحقیق ارزیابی پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف‌گندم در مکان‌های متفاوت و معرفی ژنوتیپ‌های پایدار در مناطق خاص و تعیین سازگاری عمومی و خصوصی ژنوتیپ‌ها با توجه به الگوی واکنش ژنوتیپی آنها می‌باشد.

مواد و روشها

این پژوهش جهت انتخاب لاین یا لاین‌هایی با عملکرد بالا و پایدار از بین ۲۰ ژنوتیپ گندم انجام گرفت. ژنوتیپ‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سه منطقه مختلف در سال ۱۳۸۵ (اصفهان، کرمانشاه و ورامین) کشت شدند. سطح هر کرت ۷/۲ مترمربع بود که پس از حذف حاشیه از طرفین آزمایش از ۶ متر مربع برداشت انجام شد. مشخصات اقلیمی مناطق مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات اقلیمی و هواشناسی مناطق محل آزمایش

مناطق	میزان بارندگی (mm)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (m)
ورامین	۲۴۰	۵۳/۱۰	۳۶/۳۱	۱۱۹۰
اصفهان	۱۲۳	۵۵/۴۵	۳۴/۳۰	۱۶۰۰
کرمانشاه	۴۸۸	۴۳/۲۸	۳۴/۸	۱۳۴۰

زمین‌های مورد نظر قبل از کاشت با عملیات متداول تهیه بستر آماده و نمونه‌گیری از خاک انجام شد. کشت در اوایل آبان ماه صورت گرفت. در طول دوره رشد کلیه مراقبت‌های زراعی لازم، وجین و کنترل شیمیایی علف‌های هرز بطور کامل اعمال گردید. در طول فصل بهار عکس العمل به بیماری‌ها و آفات نیز یادداشت شد. تجزیه واریانس ساده صفات در هر محیط و سپس تجزیه واریانس مرکب و آزمون بارتلت بر مبنای موازین آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی جهت بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط انجام شد. پس از تجزیه مرکب، تجزیه پایداری به روش AMMI (مدلی با آثار اصلی جمع‌پذیر و آثار متقابل ضرب‌پذیر)، که مشتمل بر تشکیل جدول تجزیه واریانس امی، محاسبه مقادیر مولفه‌های اصلی و پارامترهای ژنوتیپ × محیط برای ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها می‌باشد صورت پذیرفت. مدل ریاضی امی با استفاده از رابطه زوبل (۱۷) عبارت است از:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \sum_{n=1}^{N} \lambda_n Y_{in} \delta_{jn} + \theta_{ij} + e_{ijk}$$

به طوری که Y_{ij} عملکرد i امین ژنوتیپ در j امین محیط، μ میانگین کل، αi ($i = 1,\ldots,s$) انحراف میانگین ژنوتیپ (میانگین ژنوتیپ منهای میانگین کل)، β_j ($j = 1,\ldots,t$) انحراف میانگین محیط، λ_n مقدار منفرد برای n محور تجزیه به مؤلفهٔ اصلی، Y_{in} و δ_{jn} اسکورهای PCA یا بردارهای منفرد به ترتیب برای ژنوتیپ و محیط در محور n ام PCA، N تعداد محورهای PCA در مدل، θ_{ij} ماتریس باقیمانده و e_{ijk} خطای باقیمانده مرتبط با k امین تکرار ($k = 1,\ldots,r$) می‌باشند. تلفیق نمودار بای پلات و آماره‌های پایداری ژنوتیپی این امکان را به محقق می‌دهد که ژنوتیپ‌ها را براساس تشابه عملکرد آنها در طول محیط‌های مختلف گروه‌بندی نماید (۸). به منظور دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها و محیط براساس اطلاعات بیان شده توسط مولفه‌های اصلی اول و دوم اثر متقابل, تجزیه خوشه‌ای روی مقادیر مولفه‌های اصلی اول و دوم اثر متقابل ژنوتیپ‌ها و نیز مولفه‌های اصلی اول و دوم اثر متقابل محیط‌ها بطور همزمان انجام شد. در این تحقیق از نرم‌افزارهای SAS و

Agrobase جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج آزمون بارتلت بیانگر نرمال بودن یکنواختی واریانس های خطا در سه آزمایش بود. تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه، تفاوت معنی‌داری را بین مکان‌ها، ژنوتیپ‌ها و نیز بین اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نشان داد (جدول ۲). یان (۱۵) عنوان نمود، به‌طور معمول ۸۰٪ از کل تغییرات عملکرد دانه در محیط‌های متفاوت در نتیجه اثرات محیطی و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط است. مقایسه میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف نشان داد که عملکرد ژنوتیپ‌ها از منطقه‌ای به منطقه دیگر از لحاظ آماری تفاوت دارد و طبق این مقایسه لاین ۱۶ با متوسط عملکرد ۸/۶۸۰ تن در هکتار در محیط کرمانشاه بالاترین عملکرد و کراس‌البرز با متوسط ۲/۵۰۰ تن در هکتار در ورامین کمترین عملکرد را دارا بودند و مقایسه میانگین متوسط عملکرد ژنوتیپ‌ها نیز نشان داد که لاین ۱۶ با متوسط ۶/۹۰۶ تن در هکتار و آذر ۲ با متوسط ۴/۴۱۰ تن در هکتار بالاترین و پایین‌ترین متوسط عملکرد دانه را در میان ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی داشتند. عملکرد دانه بالاتر لاین‌ها نسبت به ارقام دیم کراس البرز و آذر ۲ به دلیل پتانسیل پایین‌تر این ارقام می‌باشد ولی رقم مرودشت که یک رقم پرپتانسیل است دارای میانگین عملکردی بالاتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها بود.

جدول ۲- مقادیر میانگین مربعات تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه

منابع تغییر	محیط	تکرار در محیط	ژنوتیپ	ژنوتیپ در محیط	خطا
درجه آزادی	۲	۶	۱۹	۳۸	۱۱۴
میانگین مربعات	۱۹/۹۸**	۱/۸۴**	۲/۷۹**	۱/۱۳**	۰/۳۳

**و *: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

طبق نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه بر مبنای روش امی (جدول ۳)، منابع ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بسیار معنی‌دار بوده و هر دو مولفه اصلی اثر متقابل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردیدند. اثر متقابل ژنوتیپ در محیط حدود ۱۱/۴۲ درصد از مجموع مربعات کل را بخود اختصاص داد (جدول ۳). همچنین سهم درجه آزادی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط از درجه آزادی کل ۲۱/۲۳ درصد بود. در مدل امی اولین مولفه ۵۶/۵۴ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را تعیین نمود. کایا و همکاران (۱۰) نیز در ارزیابی اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط با استفاده از روش امی برای

ژنوتیپ‌های گندم نان دو مولفه معنی‌دار بدست آوردند که مولفه اول ۷۸/۶۴٪ از کل تغییرات اثرمتقابل را بیان نمود. با توجه به معنی‌دار شدن دو مولفه اصلی اثر متقابل در آزمون F از مدل امی ۲ استفاده گردید. مقادیر ریشه مشخصه و واریانس تجمعی برای ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها نیز در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است. این مقادیر به منظور سنجش پایداری ژنوتیپ‌ها و نوسانات محیطی استفاده شده و امکان انتساب ژنوتیپ‌های خاص را به محیط‌های مختلف در نمودار بای‌پلات میسر می‌سازد.

جدول ۳- تجزیه واریانس امی برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
ژنوتیپ	۱۹	۲/۹۶	۲/۰۸**
محیط	۲	۱۰۰/۴۷	۵۶/۰۷**
ژنوتیپ در محیط	۳۸	۱/۰۳	۳/۲۷**
مولفه اصلی اول (IPCA1)	۲۰	۱/۱۰	۳/۵۱**
مولفه اصلی دوم(IPCA2)	۱۸	۰/۶۴	۳/۰۰**
خطا	۱۱۴	۰/۳۱۵	

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

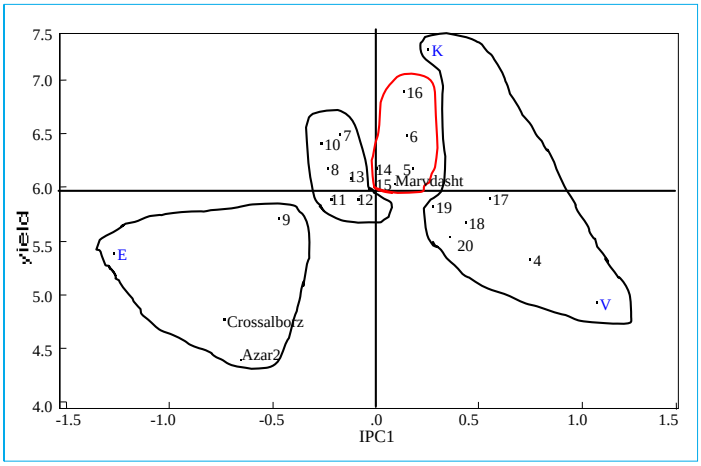
برای بررسی پایداری ژنوتیپ‌ها، ارزیابی تغییرات محیط و ارتباط دادن ژنوتیپ‌های پایدار به مکان‌های مختلف از نمودار بای‌پلات دو مولفه اصلی اثرمتقابل (IPC1 و IPC2) بطور مجزا با میانگین عملکرد دانه استفاده شد (شکل ۱ و ۲). با استفاده از تجزیه الگوی واکنش ژنوتیپی می‌توان، ژنوتیپ‌های با سازگاری خصوصی را به مکان‌های مربوط منتسب کرد. چاپمن و همکاران (۳) در ارزیابی ۱۰ ژنوتیپ گندم محتمل به خشکی طی مراحل گلدهی و پرشدن دانه و نیز با هدف مطالعه پتانسیل بالای عملکرد، از روش‌های برداریابی و تجزیه الگوی واکنش ژنوتیپ استفاده نمودند. تجزیه خوشه‌ای مقادیر اولین مولفه اصلی برای ژنوتیپ‌ها چهار گروه را مشخص نمود.

جدول ۴- مقادیر ریشه مشخصه و مولفه اصلی آثار متقابل برای ژنوتیپ‌ها در مدل امی

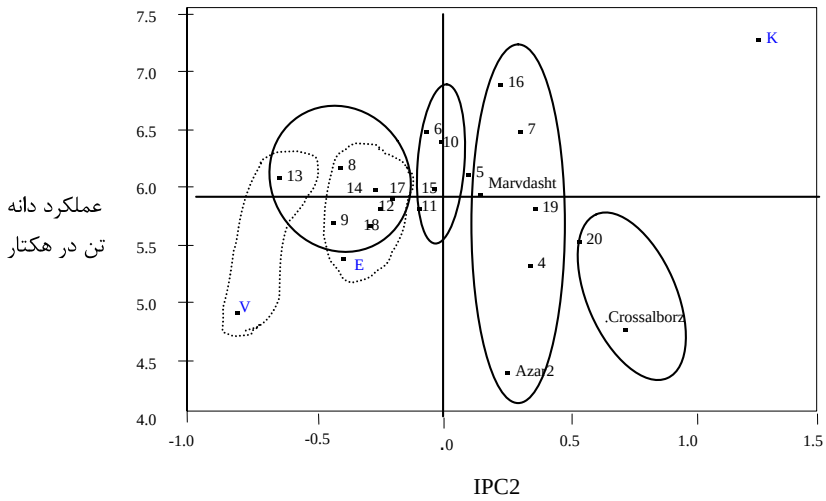
ژنوتیپ	IPC2	IPC1
مرودشت	۰/۰۵	۰/۱۴
کراس‌البرز	-۰/۷۲۸	۰/۷۱۴
آذر۲	-۰/۶۵۴	۰/۲۴۹
۴	۰/۷۴۷	۰/۳۳۴
۵	۰/۱۱۵	۰/۸۸
۶	۰/۱۴۴	-۰/۷۸
۷	-۰/۱۷۴	۰/۲۹۶
۸	-۰/۲۳۳	-۰/۴۱۶
۹	-۰/۴۷	-۰/۴۴۴
۱۰	-۰/۲۵۶	-۰/۰۳۳
۱۱	-۰/۱۵۳	-۰/۱۰۲
۱۲	-۰/۰۷۹	-۰/۲۶۶
۱۳	-۰/۱۲۵	-۰/۶۴۶
۱۴	۰/۰۲۴	-۰/۲۸۱
۱۵	۰/۰۴۷	-۰/۱۳۷
۱۶	۰/۱۳۴	۰/۲۱۳
۱۷	۰/۵۵۳	-۰/۲۱۵
۱۸	۰/۴۲۵	-۰/۳۰۲
۱۹	۰/۲۷۴	۰/۳۵۴
۲۰	۰/۳۶۴	۰/۵۳۷
درصد تغییرات تجمعی	۱۰۰	۵۶/۵۴

جدول ۵- مقادیر ریشه مشخصه و مولفه اصلی آثار متقابل برای محیط‌ها در مدل امی

محیط	IPC2	IPC1
اصفهان	۰/۴۱۱	-۲۷/۱
کرمانشاه	۱/۳۳۷	۰/۲۵۵
ورامین	-۰/۸۲۵	۱۰/۰۱۶



شکل ۱- بای پلات امی بر مبنای میانگین عملکرد دانه و IPC1 ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها.



شکل ۲- بای پلات حاصل از میانگین و پایداری IPC2 ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها.

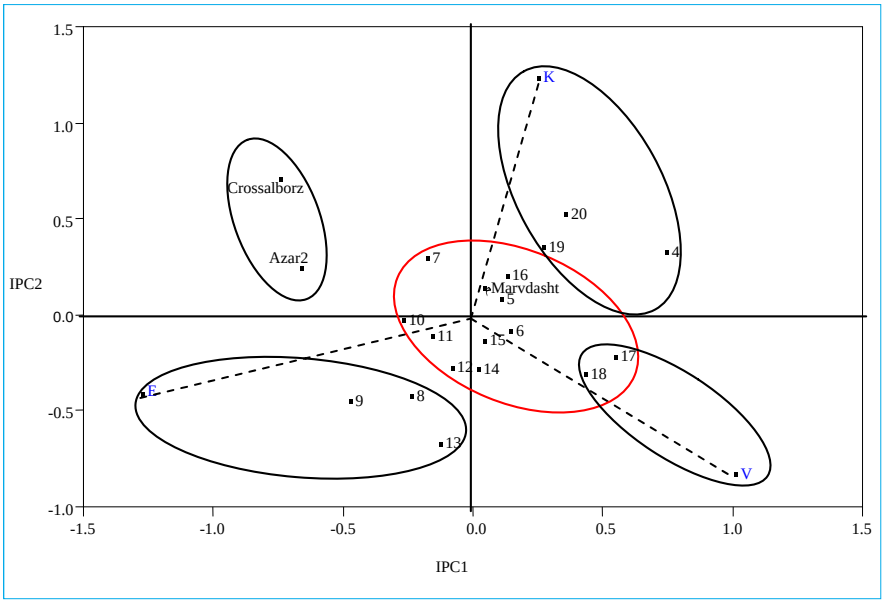
در گروه اول ژنوتیپ‌های ۹، کراس البرز و آذر ۲ قرار گرفتند. گروه دوم شامل لاین‌های ۴، ۱۷، ۱۸، ۲۰ و ۱۹ بود که همگی عملکرد کمتر از میانگین داشتند. گروه سوم شامل ژنوتیپ ۷، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۸ و ۱۰ و در گروه چهارم ژنوتیپ‌های ۱۶، ۶، ۵، ۱۴، ۱۵ و مرودشت قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های گروه اول دارای IPC1 منفی و بزرگ می‌باشند، ژنوتیپ‌های گروه دوم IPC1 مثبت و بزرگ دارند و در گروه‌های سوم و چهارم IPC1 نزدیک به صفر می‌باشد. تجزیه خوشه‌ای روی مقادیر اولین مولفه‌های اصلی محیط‌ها

نشان داد که محیط‌های K و V (کرمانشاه و ورامین) در یک گروه قرار دارند و دارای IPC1 مثبت و بزرگ هستند (شکل ۱). تیلاناتان و فرناندز (۱۳) ترسیم بای‌پلات را برای تعیین میزان سازگاری ژنوتیپ‌ها و گروه‌بندی آنها بر پایه عملکرد در محیط‌های مختلف را پیشنهاد نمودند. خط افقی میانه این نمودار از میانگین کل آزمایش می‌گذرد. ژنوتیپ‌ها و محیط‌های واقع در روی خط افقی از نظر آثار اصلی جمع‌پذیر (میانگین عملکرد) واکنش مشابه دارند. محور عمودی در میانه نمودار نشاندهنده IPC1=0 است که ناحیه فقدان اثر متقابل را نشان می‌دهد. ژنوتیپ‌ها و محیط‌هایی که اثر متقابل بالایی را نشان می‌دهند، دارای مقادیر بزرگ (منفی یا مثبت) برای اولین مولفه می‌باشند. در حالی که ژنوتیپ‌ها و محیط‌های واجد مقادیر نزدیک به صفر برای اولین مولفه اصلی, دارای اثر متقابل پایینی هستند. عسگری‌نیا و همکاران (۱) و یان و هانت (۱۴) از روش تجزیه خوشه‌ای و نمودار بای‌پلات برای تعیین سازگاری ژنوتیپ‌ها، انتساب آنها به محیط‌های مختلف و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها استفاده کردند. ژنوتیپ‌ها و محیط‌هایی که علامت مشابهی برای مقادیر IPC1 دارند، آثار متقابل مثبت را ایجاد می‌کنند، در حالی که ترکیب مقادیر IPC1 با علامت‌های مختلف، واکنش اثر متقابل منفی را بوجود می‌آورد. بر این اساس بای پلات IPC1 و میانگین عملکرد (شکل ۱) نشان داد که ژنوتیپ‌های ۱۶، ۱۵، ۱۲ و ۱۳ را نزدیک به صفر (IPC1=0) دارند که لاین‌های ۱۳، ۱۵ و ۱ عملکرد بالاتر از میانگین داشتند و به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌های پرمحصول شناسایی شدند. بر این مبنا ژنوتیپ‌های گروه اول و دوم که IPC1 بزرگ (مثبت و منفی) و آثار متقابل بالایی دارند، ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها هستند. به نظر می‌آید که محیط‌های V و E (ورامین و اصفهان) سهم بیشتری در آثار متقابل ژنوتیپ × محیط دارند و ژنوتیپ‌های ۹, ۲ و ۳ سازگاری خصوصی به محیط E (اصفهان) دارند و ژنوتیپ ۱۹، ۲۰، ۱۸، ۱۷ و ۴ واجد سازگاری خصوصی به محیط های K و V (کرمانشاه و ورامین) هستند.

با استفاده از تجزیه خوشه‌ای مقادیر بای‌پلات برای دومین مولفه اصلی (شکل ۲)، تفکیک ژنوتیپ‌ها در ۴ گروه صورت گرفت. گروه اول ژنوتیپ‌های ۱۳، ۸، ۱۴، ۹، ۱۸، ۱۲ و ۱۷ که دارای IPC2 منفی و بزرگ هستند. گروه دوم ژنوتیپ‌های ۲۰ و کراس‌البرز که IPC2 با مقادیر بزرگ و مثبت دارند، گروه سوم ژنوتیپ‌های ۱۶، ۷، ۱۹، ۴، آذر ۲، مرودشت و ۵ که براساس IPC2 دارای واکنش ناپایداری نسبتاً مشابهی هستند و IPC2 نسبتاً کوچک و مثبت دارند. گروه چهارم شامل ژنوتیپ‌های ۶، ۱۰، ۱۵ و ۱۱ بود که IPC2 نزدیک به صفر داشتند بر این مبنا ژنوتیپ‌های ۶، ۱۰ و ۱۵ به ترتیب با عملکردی بالاتر از میانگین و IPC2 نزدیک به صفر

پایدارترین ژنوتیپ‌ها بودند. محیط K (کرمانشاه) بزرگترین اثر متقابل مثبت و محیط V (ورامین) کوچکترین اثر متقابل منفی را سبب شدند. براساس IPC2 لاین ۱۳ دارای سازگاری خصوصی به محیط V (ورامین) و ژنوتیپ‌های ۸، ۱۴، ۱۷، ۱۲، ۱۸ و ۱۹ با عملکردهای بالاتر از میانگین سازگاری خصوصی به محیط‌های E (اصفهان) دارند. واضح است که دلایل تفاوت ارزیابی بین بای‌پلات مولفه اول و بای‌پلات مولفه دوم، در برداشتن سهم کمتر اثر متقابل توسط مولفه دوم نسبت به مولفه اول می‌باشد. کایا و همکاران (۱۰) بیان نمودند ژنوتیپ‌های با IPC1 بزرگتر و IPC2 کمتر، پایدارترند و نیز ژنوتیپ‌های با IPC1 کوچکتر و IPC2 بزرگتر، ناپایدارند.

براساس نتایج بای‌پلات توأم (شکل ۳)، براساس IPC1 و IPC2 مشاهده می‌شود که ژنوتیپ‌های مرودشت، ۵، ۱۶، ۶، ۱۵ و ۱۱ دارای پایداری عمومی بوده و ژنوتیپ‌های ۲۰، ۱۹ و ۴ سازگاری خصوصی به منطقه کرمانشاه داشتند. همچنین ژنوتیپ‌های ۱۷ و ۱۸ سازگاری خصوصی به ورامین و نیز ژنوتیپ‌های ۱۳، ۹ و ۸ سازگاری خصوصی به اصفهان نشان دادند. تجزیه خوشه‌ای و گروه بندی ژنوتیپ‌ها براساسIPC1 و IPC2 بطور همزمان، ۱۰۰ درصد اطلاعات مربوط به اثر متقابل ژنوتیپ × مکان را توجیه می‌کند.



شکل ۳- بای پلات حاصل از میانگین و پایداری IPC1 و IPC2 ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها.

در مجموع مقایسه سه بای‌پلات ترسیم شده برای مدل امی نشان داد که ژنوتیپ‌های ۱۵، ۱ و ۱۶ واکنش پایداری عمومی از خود نشان داده‌اند که با داشتن عملکرد بیش از میانگین واجد سازگاری عمومی مطلوب می‌باشند. ژنوتیپ‌های ۶ و ۵ در مرتبه بعدی پایداری قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های ۱۱ و ۱۲ بدلیل عملکرد پایین‌تر، سازگاری عمومی ضعیف خواهند داشت. تفسیرهای ارایه شده بر مبنای بای‌پلات‌های ترسیم شده بدلیل داشتن سهم‌های متفاوت هر بای‌پلات از اثر متقابل ژنوتیپ × محیط یکسان نمی‌باشد ولی در همه بای پلات‌های رسم شده ژنوتیپ‌های ۲، ۳، ۴ و ۲۰ ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها تشخیص داده شدند. زاویه حاده بین دو بردار محیطی در بردارنده همبستگی بالا بین دو محیط است. زاویه قائمه دو بردار محیطی نشاندهنده عدم وجود همبستگی و زاویه بزرگتر از ۹۰ درجه بیانگر همبستگی منفی دو محیط از نظر اثر متقابل ژنوتیپ در محیط است. بر این اساس محیط‌های اصفهان و کرمانشاه و نیز ورامین و اصفهان در ایجاد اثر متقابل همبستگی منفی دارند.

در راستای آزمایشات پایداری عملکرد دانه، پیشنهاد می‌گردد سهم صفات در ایجاد پایداری مشخص شود و با معرفی صفات پایدار، برنامه‌های افزایش تولید گندم بیشتر روی این صفات متمرکز گردد. از طرفی با معرفی پایدارترین صفت با استفاده از روش‌های اصلاحی هدف‌دار و پیش‌بینی تمهیدات به‌زراعی شرایط را برای بهره‌برداری از حداکثر ظرفیت تولید عملکرد ارقام مختلف زراعی فراهم نمود.

منابع

1. Askarinia1, P., G. Saeidi and A. Rezai. 2009. Pattern analysis of genotype × field environments interaction for grain yield in wheat using AMMI method. Elec. J. Crop Prod., 2(2): 75-90.
2. Crossa, J.H.G., J.R. Gauch and R.W. Zobel. 1990. Additive main effects and multiplication interaction analysis of two international maize cultivar trials. Crop Sci., 30: 493-500.
3. Chapman, V., T.E. Miller and R. Rilley. 1976. Equivalence of the genome of bread wheat .Gent. Res., 27: 69-75.
4. Dehghani, H., A. Ebadi and A. Yousefi. 2006. Biplot Analysis of Genotype by Environment Interaction for Barley Yield in Iran. Published in Agron J., 98: 388-393.
5. Fatahi, F., M. Moghadam, A. Gerami and A. Yousefi. 1998. Study of stability for barley varieties by wricke parameter and pattern analysis of genotypes by AMMI model. 5th Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding. pp: 156-157.

6. Fernandez, G.C.J. 1991. Analysis of Genotype×Environment Interaction by Stability Estimates. Hortscience, 26: 947-950.
7. Freeman, G.H. 1973. Statistical methods for analysis of genotype and environment interactions. Hered., 31: 339-354.
8. Gauch, H.G. and R.W. Zobel. 1997. Identifying mega-environments and targeting genotypes. Crop Sci., 73: 311-326.
9. Kang, M.S. and H.N. Pham. 1991. Simultaneous selection for high yielding and stable crop genotypes. Agron. J., 83: 161-165
10. Kaya,Y., C. Palta and S. Taner. 2002. Additive main effects and multiplicative interactions of yield performance in bread wheat genotypes across environments. Turk. J. Aric., 26: 275-279.
11. Mohammadinejad, G. and A.M. Rezaii. 2005. Genotype×environment interaction analysis and pattern analysis of genotype reaction in oat cultivars.J. Agric. Sci. and Nat. Resour., 2: 77-88.
12. Sabaghnia, N., S.H. Sabaghpour and H. Dehghani. 2008. The use of an AMMI model and its parameters to analyse yield stability in multi-environment trials. J. Agric. Sci., 146: 571-581.
13. Thillainathan, M. and G.C.J. Fernandez. 2001 .SAS Applications for Tai's Stability Analysis and AMMI Model in Genotype _Environmental Interaction (GEI) Effects. J. Hered., 92(4): 367-371.
14. Yan, W. and L.A. Hunt. 2001. Interpretation of genotype and environment interaction for winter wheat yield in Ontario. Crop Sci., 41: 19-25.
15. Yan, W. 2002. Singular-value partitioning in biplot analysis of multienvironment trial data. Agron. J., 94: 990-996.
16. Yan, W. and L.A. Hunt. 2003. Biplot analysis of multi-environment trial data. p. 289-303. In M.S. Kang (ed.) Quantitative genetics, genomics and plant breeding. CAB Int., Wallingford, Oxon, UK.
17. Zobel, R.W. 1990. A powerful statistical model for understanding genotypeby-environment interaction. In M.S. Kang (ed) Genotype-By-Environmen Interaction and Plant Breeding (Louisiana: Louisiana State University Agricultural Centre), pp: 126-140.

Study of Environmental Effects on Grain Yield Genotypes of Bread Wheat by Pattern of Genotype Reaction

M. Motamedi[1] and Z. Khodarahmpour[2]

1 and 2- Instructor and Assistant Professor, Islamic Azad University, Shushtar Branch

Abstract

In order to study effect of G×E interaction on yield of genotypes in three environment. These genotypes were planted using RCB design with 3 replications in Esfahan, Kermanshah and Varamin. The results of combined analysis of variance for yield showed significant difference for genotype, location and G×E interaction effects. Because of significant G×E interaction stability analysis methods AMMI were used for determination of desirable genotypes for yield. Based on AMMI method, genotypes No. 5, 6, 11, 15, 16 and Marvdasht variety showed general adaptability and genotypes 17 and 18 recognized to have specific adaptability to Varamin and genotypes No. 4, 19 and 20 had specific adaptability to Kermanshah. Overall, based on stability analysis on yield genotypes No. 15, 16 and Marvdasht with having good adaptability were determined as desirable genotypes.

Keywords: Interaction, Genotype, Environment, Wheat, Adaptation, AMMI