

پایداری عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ های گندم نان با استفاده از روش AMMI

علیرضا تازی نژاد^{۱*}، ورهراش رشیدی^۲، ندا عقلمند^۳

تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۸

- ۱- دانشیار گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
- ۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
- ۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

چکیده

اهداف: معرفی ارقام پرمحصول و پایدار از نظر عملکرد و اجزای عملکرد دانه برای شرایط آب و هوایی مختلف از اهداف مهم این پژوهش می باشد.

مواد و روش ها: به منظور بررسی پایداری عملکرد و اجزای عملکرد، ۲۰ ژنوتیپ گندم نان بهاره در پنج محیط مختلف با دو تکرار در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سال های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۰ به مدت سه سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز و میانه مورد مطالعه قرار گرفتند.

یافته ها: با توجه به معنی دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، تجزیه پایداری برای عملکرد و اجزای عملکرد به روش AMMI (Additive Main effects and Multiplicative Interaction) انجام گرفت. بررسی پایداری با استفاده از روش AMMI نشان داد از نظر وزن هزاردانه ژنوتیپ N-75-4 و در رده های بعدی شماره های N-75-5، N-75-17 و N-75-1 به عنوان ژنوتیپ های پایدار محسوب می شوند. در تعداد دانه سنبله، ژنوتیپ های شماره N-75-6 و N-75-4 و در رده های بعدی N-75-1، N-75-9 و N-75-14 به عنوان ژنوتیپ های پایدار محسوب می شوند. از نظر تعداد سنبله در متر مربع، ژنوتیپ های شماره N-75-6 و N-75-16 و در رده بعدی شماره های N-75-1 و N-75-5 به عنوان ژنوتیپ های پایدار محسوب می شوند. در عملکرد دانه، ژنوتیپ های شماره N-75-6 و در رده بعدی N-75-5، N-75-1 و N-75-17 به عنوان ژنوتیپ های پایدار محسوب شدند.

نتیجه گیری: براساس نتایج حاصله از پایداری AMMI، ژنوتیپ های (Tajan) N-75-1، (Yang87-158) N-75-5 و N-75-6 (Rayan 89) از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد با ۵/۶۲۳، ۶/۴۷۵ و ۴/۰۸۳ تن در هکتار پایدار محسوب شده و با داشتن عملکرد بیشتر از میانگین کل، قابل توصیه جهت استفاده در برنامه های به نژادی گندم به عنوان یکی از والدین پرمحصول و پایدار در برنامه تلاقی ها و یا معرفی به زراعت منطقه جهت کشت بهاره در مناطق سرد استان آذربایجان شرقی و استان های همجوار با اقلیم مشابه می باشد.

واژه های کلیدی: ارزش پایداری امی، بای پلات، ژنوتیپ × محیط، وزن هزاردانه، عملکرد

Stability of Yield and Yield Components in Bread Wheat Cultivars by Using AMMI Method

Ali Reza Tarinejad^{1*}, Varharam Rashidi², Neda Aglmand³

Received: October 17, 2018 Accepted: April 27, 2020

1- Assoc. Prof., of Agricultural Biotechnology, College of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

2- Assoc. Prof., of Agronomy and Plant Breeding Department, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

3- MSc. Graduate of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

*Corresponding Author Email: atarinejad@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: Selection of wheat cultivars with stable seed yield and seed yield components in different climatic conditions was aim of this research.

Methods and Materials: To evaluate the seed yield and seed yield components stability of 20 spring wheat lines, this experiment was done using RCBD with two replications under five conditions for three years(2010-2013) in Islamic Azad University research stations(Tabriz and Mianeh).

Results: Due to significant Genotype X Environment interaction (G X E), stability analysis for seed yield and seed yield components was done using AMMI method (Additive Main effects and Multiplicative Interaction) and the results showed that the lines N-75-4, N-75-5, N-75-17 and N=75-1 are the stable for 1000KW, respectively, the lines N-75-6, N-75-4, N-75-1, N-75-9 and N-75-14 are the most stable for number of seed per spike, the lines N-75-6, N-75-16, N-75-1 and N-75-5 have stability of producing spike per square, respectively, and the lines N-75-6, N-75-5, N-75-1 and N-75-17 have stable seed yield, respectively.

Conclusion: According to the results of AMMI method the lines N-75-1(Tajan), N-75-5 (Yang87-158) and N-75-6 (Rayan 89) with the seed yield of 6.475, 5.623 and 4.083 t/ha had the most stability respectively, so on the basis of having the stable yield and seed yield more than average of total lines, those lines can be used as a parental lines in wheat breeding program and secondary can be cultivated in the spring in cold regions of East Azerbaijan and similar places also.

Keywords: ASV, Biplot, Seed Weight, Genotype×Environment, Yield

باشد. اثر متقابل ژنوتیپ با محیط (Genotype by

Environment Interaction or GEI) اطلاعات با ارزشی

در رابطه با عملکرد ارقام در محیط‌های مختلف فراهم

مقدمه

یکی از عوامل کند بودن روند اصلاح و معرفی

ارقام در مناطق مختلف اثر متقابل ژنوتیپ با محیط می-

واریانس کل را به خود اختصاص می‌دهد و دو مولفه اول ۹۲/۷۵ درصد از واریانس کل اثر متقابل را توجیه می‌نماید. کندال و تکتال (۲۰۱۸) با بررسی ۱۵۰ ژنوتیپ‌های مختلف گندم دوروم در طی دو محیط مختلف به کمک مدل امی بیان نمودند که از مجموع مربعات کل، به ترتیب ۵۹/۸، ۳/۵ و ۳۶/۷ درصد به اثر ژنوتیپ، محیط و GEI اختصاص داده شد و لاینهای پیشرفته نسبت به ارقام قدیمی و لاین‌های بومی از پایداری عملکرد بالایی برخوردار بودند طوری که ژنوتیپ G24 پایدارترین در بین ژنوتیپ‌ها در طی دو مکان محسوب گردید. همچنین پایداری عملکرد محصولات زراعی دیگر، توسط سایر محققین در گیاهان زراعی مختلف نظیر سورگوم (فنتی و همکاران ۲۰۱۳)، برنج (اسلام و همکاران ۲۰۱۴)، سویا (بهارتیا ۲۰۱۷) در طی سالهای اخیر به روش امی بررسی و بیان نمودند مدل امی مدل مناسبی برای معرفی ارقام پریپتانسیل و پایدار برای محیط‌های مختلف با شرایط آب و هوایی متغیر می‌باشد.

بنابراین هدف از انجام این تحقیق، تجزیه اثرات متقابل ژنوتیپ با محیط و بررسی واکنش ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف و انتخاب ژنوتیپ‌های گندم نان سازگار و پایدار از نظر عملکرد و اجزای عملکرد به محیط‌های مورد مطالعه در مناطق سرد استان آذربایجان شرقی یا استان‌های همجوار با استفاده از روش چند متغیره پایداری مدل امی (AMMI) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۰ به مدت سه سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی، عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۷ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۶۱ متر (سه سال زراعی) و میانه با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳۴ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۰ دقیقه

می‌کند و نقش مهمی را برای ارزیابی پایداری عملکرد مواد اصلاحی بازی می‌کند (کارادوات و همکاران ۲۰۱۰). تشخیص GEI در آزمایش‌های زراعی و تمایل اصلاح‌کنندگان برای کنترل مناسب این اثرهای متقابل منجر به ایجاد روش‌هایی شده که عموماً تجزیه پایداری نامیده می‌شود. آماره‌های متعددی که در دسترس اصلاح‌کنندگان نباتات و کشاورزان قرار گرفته‌اند، رویکردهای متفاوتی را برای مدیریت GEI فراهم ساخته‌اند (یان و کانگ ۲۰۰۳). GEI در مورد صفاتی همچون عملکرد موجب شده‌است که نتوان یک رقم اصلاحی پر محصول را برای مناطق مختلف توصیه کرد (سواررز و همکاران ۲۰۰۷). وجود GEI نشان-دهنده این است که بهترین ژنوتیپ در یک محیط ممکن است که در محیط‌های دیگر بهترین ژنوتیپ نباشد (پرکینز و جینکز ۱۹۷۱).

روش‌های آماری زیادی برای مشخص کردن وضعیت GEI ابداع شده که از جمله آنها می‌توان به واریانس محیطی رومر، میانگین واریانس پلستید و پترسون، اکووالانس ریک، واریانس پایداری شوکلا، ضریب تغییرات محیطی فرانسیس و کاننبرگ، واریانس درون مکانی لین و بینز، یتس و کوکران، فیلی و ویلکینسون، ابرهارت و راسل، پرکینز و جینکز، پایداری ژنوتیپی هانسون، روش رگرسیون تای، تجزیه به مولفه‌های اصلی پیرسون، مدل امی (Additive Main effects and Multiplicative Interaction or AMMI) و روش گرافیکی GGE بای پلات (GGEbiplot) اشاره نمود. این روش‌ها به دو دسته تک متغیره و چند متغیره تقسیم می‌شوند. از روش‌های چندمتغیره می‌توان به مدل امی و روش گرافیکی GGE بای پلات که دارای اعتبار بیشتری است، اشاره نمود (محمدی و همکاران ۲۰۱۱).

خادم و بکتاش (۲۰۱۶) با مطالعه پایداری ۱۵ لاین پیشرفته گندم نان در طی پنج سال از طریق مدل امی بیان نمودند که اثر ژنوتیپ با محیط ۲۱/۱ درصد از

واحد آزمایشی شامل ۶ خط سه متری با فاصله خطوط ۲۰ سانتی متر بود که خطوط اول و آخر به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. پس از رسیدن محصول، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و صفات وزن هزاردانه (گرم) و تعداد دانه در سنبله یادداشت گردید. تعداد سنبله در یک مترمربع از هر کرت آزمایشی شمارش و ثبت گردید و میانگین این صفات در تجزیه‌های آماری استفاده گردید. به منظور حذف اثر حاشیه نمونه‌برداری پس از حذف نیم متر از بالا و پایین خط هر کرت انجام شد و محصول دانه باقیمانده کرت آزمایشی، بعد از حذف اثر حاشیه به عنوان عملکرد کرت در نظر گرفته شد.

شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۰۰ متر (دو سال زراعی) جمعاً در ۵ محیط (ترکیب سال و مکان) و با دو تکرار با ۲۰ ژنوتیپ پیشرفته گندم نان بهاره N-75-1 تا N-75-20 (جدول ۱) در اواخر اسفندماه هر سال زراعی به صورت طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. برای هر محیط توزیع تصادفی بین ارقام در داخل بلوک‌ها به صورت مجزا انجام گرفت. آبیاری در ۶ مرحله مطابق با رشد و فنولوژی گیاه و مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام گردید. کودهای ازت (بخشی در موقع کاشت و بخشی به صورت سرک)، فسفر و پتاس قبل از شخم در پاییز به مزرعه آزمایشی بر اساس نتایج آزمون تجزیه خاک توزیع گردید. هر

جدول ۱- شجره ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این آزمایش

ژنوتیپ	شجره	ژنوتیپ	شجره
N-75-1	Tajan	N-75-11	Siren 64609-6Y-3M-2Y-OM
N-75-2	Oyata/Bow CM 88503-23M-OY-OM-4Y-9M	N-75-12	Star"S" SWM7215-2Y-2Y-OY-16M-OY
N-75-3	Pgo/Seri CM85817-27Y-OM-OY-7M-OY	N-75-13	Turaco/Chil CM922354-61Y-OM-OYO-3M
N-75-4	Jup/Ald"S"/Kt"S"/3/Vee"S"	N-75-14	Nanjing 8319/Lira
N-75-5	Yang87-158	N-75-15	Nai60/Hn7//Sy SWM70053-2Y-1Y-OY-2AP
N-75-6	Rayan 89	N-75-16	Shanghia 7//Hahn"S"/2prl"S" CM95119-3Y-OM-OY
N-75-7	TJb368351/Buc//CupeCM89Y-30B-12Y8M-3Y-OB	N-75-17	Inia/A.Distichum//Inia/3/Vee"S"/4/Kauz
N-75-8	Milan CM75118-B-5M-1Y-05M	N-75-18	Kauz*2/MNV//kauz
N-75-9	Attila"S"/Arvand/Vee"S"	N-75-19	Kauz*2/Oyata/kauz
N-75-10	Tan"S"/Pew"S"/Sara CM..	N-75-20	Bjouudan/3/Bb/7C*2//Y50E/Kal*3/CW84..

منهای میانگین کل)، λ_k مجذور مربعات مقادیر ویژه k امین مولفه حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی α_{ik} و γ_{jk} به ترتیب بردارهای مولفه اصلی برای k امین مولفه ژنوتیپ λ_m و محیط λ_m حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی، ρ_{ij} با قیمانده یا نویز و ε_{ijr} خطای مدل می‌باشد. برای بررسی پایداری ژنوتیپ‌ها آماره پایداری ASV استفاده گردید و از فرمول زیر (۲) محاسبه می‌شود.

در مدل AMMI (رابطه ۱) اثر متقابل شامل جمعی از آثار ضربی است و این اثر از تجزیه به مقادیر منفرد ماتریس اثر متقابل حاصل می‌شوند.

(رابطه ۱) $Y_{ijk} = \mu + g_i + e_j + \sum \lambda_k \alpha_{ik} \gamma_{jk} + \rho_{ij} + \varepsilon_{ijr}$

که در آن Y_{ijk} عملکرد ژنوتیپ λ_m در محیط λ_m برای تکرار i اثر اصلی ژنوتیپ (میانگین ژنوتیپ λ_m منهای میانگین کل)، e_j اثر اصلی محیط (میانگین محیط λ_m

$$ASV = \sqrt{\left[\frac{IPCA1_{sumofsquare}}{IPCA2_{sumofsquare}} (IPCA1_{score})^2 \right] + (IPCA2_{score})^2} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

نظر وزن هزار دانه داشتند. به منظور تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ با محیط با استفاده از مدل AMMI تجزیه به مولفه های اصلی روی ماتریس باقی مانده صورت گرفت و سه مولفه اصلی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شدند. مولفه های اصلی اول ($IPCA_1$) ۶۶/۲۲ درصد، دوم ($IPCA_2$) ۲۴/۳۹ درصد و سوم ($IPCA_3$) ۹/۳۵ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را به خود اختصاص دادند که دو مولفه اصلی اول ۹۰/۶۱ درصد از تغییرات کل اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط را توجیه نمودند.

بررسی پایداری وزن هزاردانه با استفاده از روش-
های چند متغیره AMMI (مولفه های اصلی اول و دوم و ارزش پایداری ASV)

برای ارزیابی پایداری ارقام از نظر وزن هزار دانه از آماره جدید ارزش پایداری AMMI (ASV) استفاده شد و مدل AMMI با دو مولفه اصلی در نظر گرفته شد، که نتایج آن در جدول (۳) ارائه شده است. کمترین $IPCA_1$ مربوط به ژنوتیپ های ۶، ۱۴، ۳، ۱۶ و ۴ و کمترین $IPCA_2$ مربوط به ژنوتیپ های ۴، ۱، ۱۷، ۱۰، ۹ و ۱۹ می باشند. براساس مقدار مؤلفه اول و مؤلفه دوم ژنوتیپ های شماره ۱۴، ۱، ۹، ۴ و ۱۷ با وزن هزاردانه نسبتاً بالا جزء ژنوتیپ های پایدار بودند. در روش ارزش پایداری AMMI ژنوتیپی پایدار است که ASV کمتری باشد در این روش ژنوتیپ ۶ کمترین ASV را به خود اختصاص داده که وزن هزاردانه این ژنوتیپ کمتر از میانگین کل است. در این روش ژنوتیپ های ۸، ۱۷، ۴ و ۱۳ با داشتن ASV پایین و وزن هزاردانه بالاتر از میانگین کل به ترتیب ۳۳/۴۱، ۳۳/۰۴، ۳۱/۷۳ و ۳۳/۰۶ گرم به عنوان ژنوتیپ های پایدار شناخته شدند و ژنوتیپ شماره ۲ با داشتن بالاترین ASV، ژنوتیپی با کمترین پایداری از نظر این صفت شناخته شد.

بطور معمول نتایج حاصل از AMMI به صورت یک نمودار متداول که بای پلات نامیده می شود، نشان داده می شود. بای پلات روابط بین ژنوتیپ ها با محیطها و اثر متقابل آنها را نشان می دهد و یک ابزار موثر برای تعیین الگوهای گرافیکی اثر متقابل ژنوتیپ با محیط به شمار می رود (یان و راجکان ۲۰۰۲).

مدل امی ترکیبی از دو تجزیه اثرات اصلی افزایشی و متقابل ضرب پذیر در ماتریس های دو بعدی ژنوتیپ × محیط می باشد. امی تنها مدلی است که بطور واضح اثرات اصلی و متقابل را جدا نموده و برآوردی قابل اطمینان از عملکرد را در اختیار قرار می دهد. جهت تفسیر بهتر GEI از آماره پایداری امی (AMMI Stability Value or ASV) بهره گرفته می شود. نتایج حاصل از تجزیه AMMI در هدایت برنامه های به نژادی مفید بوده و به نژادگر را در انتخاب محیطها و ژنوتیپ-هایی با سازگاری خصوصی و عمومی کمک می کند (قاچ و زوبل ۱۹۸۸).

تجزیه واریانس مرکب و روش های مختلف تجزیه پایداری توسط نرم افزار SAS (سلطانی ۲۰۱۳)، AMMI (قاچ ۱۹۹۲). صورت گرفت. قبل از انجام تجزیه مرکب، همگنی واریانس داده ها از طریق آزمون لون مورد بررسی شد و با توجه به همگن بودن واریانسها تجزیه مرکب برای داده ها انجام گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مدل AMMI برای وزن هزاردانه

بعد از انجام تجزیه مرکب و معنی دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای عملکرد و اجزای عملکرد، تجزیه واریانس برای وزن هزاردانه به روش AMMI انجام شد (جدول ۲). اثر محیط، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ با محیط در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. معنی دار بودن اثر متقابل نشان می دهد که ژنوتیپها در محیطهای مختلف عکس العمل متفاوتی از

جدول ۲- تجزیه واریانس مدل AMMI برای وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد دانه بیست ژنوتیپ گندم نان طی ۵ محیط مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزاردانه		تعداد دانه در سنبله		تعداد سنبله در واحد سطح		عملکرد دانه	
		میانگین	%SS	میانگین	%SS	میانگین	%SS	میانگین	SS %
ژنوتیپ	۱۹	۵۳/۳۵**	۱۳/۵۶	۱۴۹/۴**	۱۰/۰۵	۸۷۳۸**	۶/۶۹	۲۸/۳۹۸**	۵۷/۴۸
محیط	۴	۶۲۸/۹۷**	۳۳/۶۶	۱*	۶۴/۹۴	۴۰۰۹۱۶**	۶۴/۶۲	۳۱/۷۶۶**	۱۳/۵۴
تیمار	۹۹	۷۵/۴۹**		۲۸۵/۳**		۲۵۰۰۶۶**		۹/۴۸۳**	
بلوک	۵	۱۰۸/۸۹**		۱۲۹/۵**		۵۱۷۶ ^{NS}		۱۶/۳۰۵**	
اثر متقابل ژنوتیپ با محیط	۷۶	۵۱/۹۰**	۵۲/۷۶	۹۲/۹**	۲۴/۹۹	۹۳۶۶**	۲۸/۶۸	۳/۵۸۰**	۲۸/۹۸
IPCA ₁	۲۲	۱۱۸/۷۵**	۶۶/۲۲	۱۹۲/۸**	۶۰/۰۸	۲۴۰۵۴**	۷۴/۳۴	۶/۸۹۶**	۵۵/۷۵
IPCA ₂	۲۰	۴۸/۱۰**	۲۴/۳۹	۱۰۶/۷**	۳۰/۲۲	۷۴۲۷**	۲۰/۸۶	۵/۰۷۱**	۳۷/۲۶
IPCA ₃	۱۸	۲۰/۵۳**	۹/۳۵	۳۶/۵**	۹/۳۰	۱۸۸۱ ^{NS}	۴/۷۵	۰/۹۳۶*	۶/۱۷
باقیمانده	۱۶	۰/۰۱		۱/۷		۱۶		۰/۱۳۰	
اشتباه	۹۵	۸/۲۵		۱۵/۵		۳۰۵۸		۰/۴۸۹	
کل	۱۹۹	۴۴/۲۳		۱۵۲/۶		۱۴۰۶۰		۵/۳۶۰	

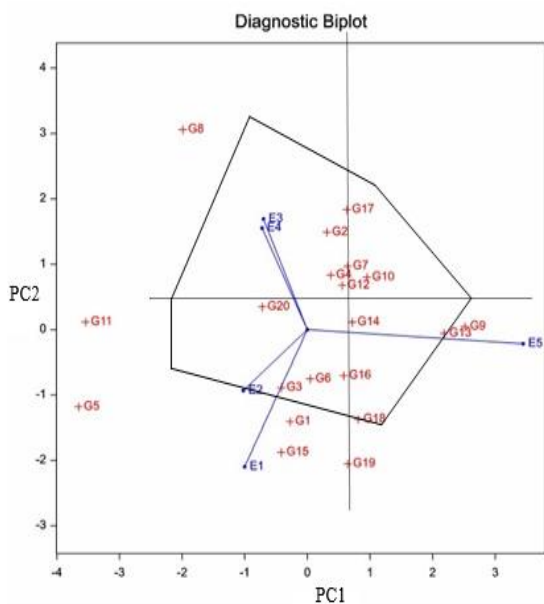
*, **, و ns: به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و عدم اختلاف معنی دار

جدول ۳- ارزش پایداری AMMI (ASV) و مقادیر مولفه های اصلی اول و دوم ژنوتیپ های گندم نان بهاره برای وزن هزاردانه و تعداد دانه در سنبله

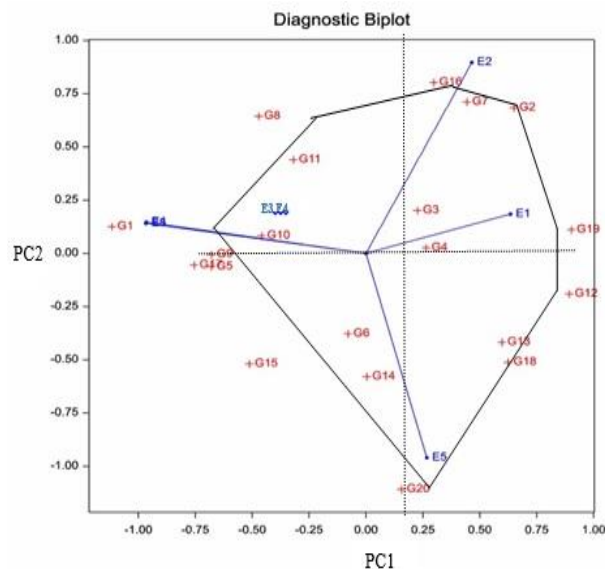
ژنوتیپ	پارامترهای پایداری وزن هزاردانه			ژنوتیپ	پارامترهای پایداری تعداد دانه در سنبله		
	ASV	IPCA ₂	IPCA ₁		ASV	IPCA ₂	IPCA ₁
۱	۲۳/۲۲	-۲/۶۶۱۵۴	۰/۱۷۰۰۰	۴/۳۹۴	۰/۱۷۰۰۰	-۲/۶۶۱۵۴	۳۳/۲۴
۲	۳۱/۴۹	۱/۳۱۶۰۴	۱/۴۱۵۳۲	۲۲/۴۷۶	۱/۴۱۵۳۲	۱/۳۱۶۰۴	۲۴/۳۲
۳	۲۴/۳۲	-۳/۳۸۷۳	۰/۹۳۵۴۱	۱/۳۹۷	۰/۹۳۵۴۱	-۳/۳۸۷۳	۲۳/۲۴
۴	۳۱/۷۳	۰/۵۸۰۴۱	۰/۰۸۸۰۵	۱/۱۲۰	۰/۰۸۸۰۵	۰/۵۸۰۴۱	۲۶/۴۲
۵	۳۳/۶۲	-۱/۴۶۵۹	-۰/۵۵۹۲۷	۲/۷۰۵	-۰/۵۵۹۲۷	-۱/۴۶۵۹	۳۴/۱۲
۶	۲۹/۰۸	-۰/۱۲۳۳۱	-۰/۵۹۱۲۰	۰/۲۲۵	-۰/۵۹۱۲۰	-۰/۱۲۳۳۱	۳۰/۳۰
۷	۳۰/۶۸	۰/۷۷۳۶۳	۱/۶۳۹۶۰	۴/۷۰۹	۱/۶۳۹۶۰	۰/۷۷۳۶۳	۲۲/۸۲
۸	۳۳/۴۱	-۱/۱۵۲۵	۰/۸۵۵۷۵	۰/۴۷۸	۰/۸۵۵۷۵	-۱/۱۵۲۵	۲۴/۶۸
۹	۳۱/۵۷	-۱/۴۹۸۷۷	-۰/۲۹۶۹۴	۱/۹۲۹	-۰/۲۹۶۹۴	-۱/۴۹۸۷۷	۲۷/۵۶
۱۰	۲۸/۶۳	-۱/۰۸۷۱۶	۰/۲۳۶۶۵	۱/۰۴۵	۰/۲۳۶۶۵	-۱/۰۸۷۱۶	۲۲/۴۶
۱۱	۳۱/۶۶	-۰/۹۱۹۸۳	۰/۹۹۳۶۶	۱/۸۵۹	۰/۹۹۳۶۶	-۰/۹۱۹۸۳	۲۰/۱۶
۱۲	۳۱/۲۶	۲/۱۵۶۳۷	-۰/۴۴۶۷۱	۱/۸۰۹	-۰/۴۴۶۷۱	۲/۱۵۶۳۷	۲۰/۹۴
۱۳	۳۱/۰۶	۱/۵۲۴۷	-۰/۹۰۱۴۱	۱/۰۸۹	-۰/۹۰۱۴۱	۱/۵۲۴۷	۲۷/۳۴
۱۴	۳۱/۷۲	۰/۲۰۳۹۸	-۱/۳۳۱۶۵	۱/۶۷۴	-۱/۳۳۱۶۵	۰/۲۰۳۹۸	۲۶/۴۵
۱۵	۳۱/۲۱	-۱/۰۲۷۱۶	-۱/۱۷۱۳۶	۲/۰۴۸	-۱/۱۷۱۳۶	-۱/۰۲۷۱۶	۲۹/۴۲
۱۶	۲۸/۰۷	۰/۴۳۰۵	۱/۸۹۰۲۱	۱/۶۷۶	۱/۸۹۰۲۱	۰/۴۳۰۵	۲۵/۹۰
۱۷	۳۳/۰۴	-۱/۷۵۴۲۱	-۰/۲۲۴۱۷	۱/۴۲۱	-۰/۲۲۴۱۷	-۱/۷۵۴۲۱	۳۰/۵۰
۱۸	۲۸/۵۸	۱/۵۵۳۳۴	-۰/۸۲۳۳۵	۱/۹۲۷	-۰/۸۲۳۳۵	۱/۵۵۳۳۴	۲۵/۹۴
۱۹	۲۸/۵۴	۲/۰۵۵۵۳	۰/۳۹۸۶۵	۲/۱۰۶	۰/۳۹۸۶۵	۲/۰۵۵۵۳	۲۹/۵۱
۲۰	۲۸/۴۱	۰/۷۰۸۵	-۲/۲۷۷۲۵	۲/۰۰۲	-۲/۲۷۷۲۵	۰/۷۰۸۵	۲۳/۳۲
میانگین	۳۰/۵۶۵			۲۵/۹۳۲			میانگین

عمومی خوب شناخته شدند. در بررسی سازگاری خصوصی و تعیین مناسب ترین ژنوتیپها در طی محیط های مورد آزمایش با توجه به این بای پلات، ژنوتیپهای ۱۶، ۸، ۱، ۲۰، ۱۲، ۱۹ و ۲ ژنوتیپهایی هستند که در رؤس چند ضلعی تشکیل شده در این بای پلات قرار دارند. این ژنوتیپها بیشترین پاسخ دهی در محیطها را داشتند. ژنوتیپهایی که در رأس قرار گرفته ژنوتیپهای مناسب برای محیطی میباشند که در آن بخش قرار دارند. زاویه حاده بین دو محیط ۳ و ۴ مشخص کننده همبستگی بالای دو محیط است.

در شکل (۱) از دو مولفه اصلی برای رسم بای پلات و تعیین ژنوتیپهای پایدار از نظر وزن هزاردانه استفاده شد. این بای پلات جمعاً ۹۰/۶۱ درصد از تغییرات موجود در داده ها را توجیه می کند. مولفه اصلی اول ۶۶/۲۲ درصد و سهم مولفه دوم ۲۴/۳۹ درصد می باشد. با توجه به شکل (۱) ژنوتیپهای ۶، ۹، ۱۰، ۵، ۳ و ۴ کمترین مقدار اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را دارا هستند که از بین آنها ژنوتیپهای ۴، ۵ و ۹ به علت داشتن میانگین وزن هزاردانه بیشتر از میانگین کل، ژنوتیپهایی با پایداری وزن هزاردانه و سازگاری



شکل ۲-بای پلات تعداد دانه در سنبله ژنوتیپهای گندم نان براساس مدل AMMI



شکل ۱-بای پلات وزن هزاردانه ژنوتیپهای گندم نان براساس مدل AMMI

اثرات محیطی و ۱۰/۰۵ درصد به اثرات ژنوتیپی و ۲۴/۹۹ درصد به اثر متقابل ژنوتیپ با محیط اختصاص یافته است.

بررسی پایداری تعداد دانه در سنبله با استفاده از روش های چند متغیره AMMI (مولفه های اصلی اول و دوم و ارزش پایداری ASV)

تجزیه واریانس مدل AMMI برای تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه در سنبله به روش AMMI در جدول (۲) نشان داده شده است. اثر محیط، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در سطح احتمال ۱٪ معنی دار می باشد که نشان می دهد ژنوتیپها در محیطهای مختلف تعداد دانه در سنبله متفاوتی داشتند. در کل ۶۴/۹۴ درصد از مجموع مربعات کل به

و ۱۹ ژنوتیپ‌هایی هستند که در رؤس چند ضلعی تشکیل شده در این بای پلات قرار دارند. این ژنوتیپ‌ها دارای بیشترین پاسخ دهی در محیط‌ها را داشتند. ژنوتیپ‌هایی که در رأس قرار گرفته ژنوتیپ‌های مناسب برای محیطی می‌باشند که در آن بخش قرار دارند. زاویه حاده بین محیط ۳ و ۴ و بین محیط ۱ و ۲ مشخص کننده همبستگی بالای دو محیط است.

تجزیه واریانس مدل AMMI برای تعداد سنبله در مترمربع

نتایج تجزیه واریانس تعداد سنبله در مترمربع به روش AMMI در جدول (۲) نشان داده شده‌است. اثر متقابل ژنوتیپ با محیط در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف تعداد سنبله در مترمربع متفاوتی داشتند. اثر محیط و ژنوتیپ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده‌است. در کل ۶۴/۶۲ درصد از مجموع مربعات کل به اثرات محیطی و ۶/۶۹ درصد به اثرات ژنوتیپی و ۲۸/۶۸ درصد به اثر متقابل ژنوتیپ با محیط اختصاص یافته‌است.

به منظور تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط با استفاده از مدل AMMI تجزیه به مولفه‌های اصلی روی ماتریس باقی مانده صورت گرفت و دو مولفه اصلی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شدند. مولفه اصلی اول (IPCA₁) ۷۴/۳۴ درصد و مولفه اصلی دوم (IPCA₂) ۲۰/۸۶ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را به خود اختصاص دادند که دو مولفه اصلی اول ۹۵/۲۰ درصد از تغییرات کل اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط را توجیه نمودند.

بررسی پایداری تعداد سنبله در متر مربع با استفاده از روش‌های چند متغیره AMMI (مولفه‌های اصلی اول و دوم و ارزش پایداری ASV)

به منظور تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ با محیط با استفاده از مدل AMMI، تجزیه به مولفه‌های اصلی روی ماتریس باقی مانده صورت گرفت و سه مولفه اصلی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند. مولفه اصلی اول (IPCA₁) ۶۰/۰۸، مولفه اصلی دوم (IPCA₂) ۲۲/۳۰ و مولفه اصلی سوم (IPCA₃) ۹/۳ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را به خود اختصاص دادند که دو مولفه اصلی اول ۹۰/۳۰٪ از تغییرات کل اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط را توجیه نمودند. مدل AMMI با دو مولفه اصلی در نظر گرفته شد. برای ارزیابی پایداری ارقام از آماره جدید ارزش پایداری AMMI (ASV) استفاده شد که نتایج آن در جدول (۳) ارائه شده‌است. کمترین IPCA₁ مربوط به ژنوتیپ‌های ۶، ۱، ۲، ۴ و ۳ و کمترین مقدار IPCA₂ مربوط به ژنوتیپ‌های ۹، ۱۳، ۱۴، ۱۱ و ۲۰ می‌باشند. براساس مقدار مؤلفه اول و مؤلفه دوم ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۶، ۹، ۱۳ و ۱۴ از نظر صفت تعداد دانه در سنبله جزء ژنوتیپ‌های پایدار بودند. در این روش ژنوتیپ ۶ و ۱۴ بدلیل داشتن کمترین ASV و تعداد دانه در سنبله بالاتر از میانگین کل پایدارترین ژنوتیپ‌ها از نظر این صفت شناخته شد. ژنوتیپ شماره ۲ با داشتن بالاترین ASV، ژنوتیپی با کمترین پایداری از نظر این صفت شناسایی شد.

از دو مولفه اصلی برای رسم بای پلات و تعیین ژنوتیپ‌های پایدار از نظر تعداد دانه در سنبله استفاده شد (شکل ۲). این بای پلات جمعا ۹۰/۳۰٪ درصد تغییرات موجود در داده‌ها را توجیه می‌کند. با توجه به شکل (۲) ژنوتیپ‌های ۱، ۱۴، ۳، ۶، ۱۶ و ۲۰ کمترین مقدار اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را دارا هستند که از بین آن‌ها ژنوتیپ‌های ۱، ۱۴ و ۶ به علت داشتن میانگین تعداد دانه در سنبله بیشتر از میانگین کل، ژنوتیپ‌هایی با پایداری و سازگاری عمومی خوب شناخته شدند. در بررسی سازگاری خصوصی و تعیین مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها در طی محیط‌های مورد آزمایش با توجه به این بای پلات، ژنوتیپ‌های ۸، ۱۱، ۵، ۱۷، ۹

نسبتاً بالا جزء ژنوتیپ های پایدار بودند. در روش ارزش پایداری AMMI ژنوتیپی پایدار است که ASV کمتری داشته باشد. در این روش ژنوتیپ ۶، ۱۶ و ۵ کمترین ASV را به خود اختصاص دادند که تعداد سنبله در مترمربع این ژنوتیپ ها بیشتر از میانگین کل است و پایدارترین ژنوتیپ ها از نظر مقدار ASV است. ژنوتیپ شماره ۲ با داشتن بالاترین ASV، ژنوتیپی با کمترین پایداری شناخته شد.

مدل AMMI با دو مولفه اصلی در نظر گرفته شد. برای ارزیابی پایداری ارقام از آماره جدید ارزش پایداری AMMI (ASV) استفاده شد که نتایج آن در جدول (۴) ارائه شده است. کمترین IPCA₁ مربوط به ژنوتیپ های ۲۰، ۱۹، ۱۴، ۱۶، ۷ و ۶ کمترین IPCA₂ مربوط به ژنوتیپ های ۱، ۹، ۳، ۶، ۲۰ و ۵ می باشد. براساس مقدار مؤلفه اول و مؤلفه دوم ژنوتیپ های شماره ۶، ۱، ۵ و ۱۶ با تعداد سنبله در مترمربع

جدول ۴- ارزش پایداری AMMI (ASV) و مقادیر مولفه های اصلی اول و دوم ژنوتیپ های گندم نان برای تعداد

سنبله در واحد سطح و عملکرد دانه

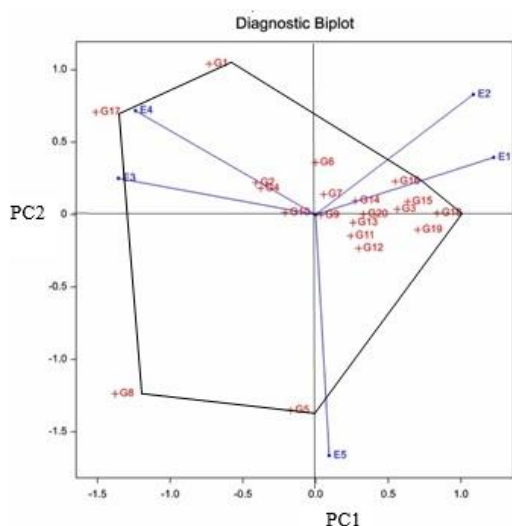
پارامترهای پایداری عملکرد دانه			عملکرد دانه میانگین	ژنوتیپ	پارامترهای پایداری تعداد سنبله در واحد سطح			میانگین تعداد سنبله در مترمربع	ژنوتیپ
ASV	IPCA ₂	IPCA ₁			ASV	IPCA ₂	IPCA ₁		
۱/۶۸۱	۱/۲۰۵۳۰	-۰/۶۶۰۴۸	۵/۶۲۳	۱	۸/۲۴۳	-۰/۰۰۵۵۱	-۴/۳۶۷۴۹	۳۰۰/۹	۱
۳/۶۸۵	-۰/۲۶۰۳۵	-۰/۴۳۰۳۴	۳/۲۹۰	۲	۴۹۲/۰۷۶	۳/۹۴۴۳۵	۳/۹۴۱۴۳	۲۹۶/۷	۲
۱/۶۵۹	-۰/۰۳۹۰	-۰/۶۰۷۳۰	۲/۴۰۲	۳	۳/۰۰۰	-۰/۱۲۸۷۴	۳/۸۳۵۴۹	۲۵۹/۲	۳
-۰/۳۹۸	-۰/۲۸۸۸۱	-۰/۳۸۵۳۰	۳/۸۱۲	۴	۷/۲۵۹	۳/۰۹۹۹۹	-۳/۹۱۸۴۷	۲۶۱/۲	۴
۱/۹۸۲	-۱/۵۴۳۹۴	-۰/۲۹۴۵۴	۶/۴۷۵	۵	۵/۹۷۰	-۰/۸۸۹۲۷	-۷/۷۲۱۹۵	۲۹۸	۵
-۰/۱۳۵	-۰/۴۴۰۵۶	-۰/۱۸۸۸۹	۴/۰۸۳	۶	۱/۶۶۷	-۰/۶۲۵۸۷	۲/۵۱۶۹۴	۳۱۰/۹	۶
-۰/۶۴۵	-۰/۱۶۵۶۳	-۰/۰۷۳۲۳	۳/۰۳۹	۷	۱۱/۹۵۰	۳/۱۸۸۷۶	۲/۳۹۴۳۵	۲۶۷/۴	۷
۵/۰۱۰	-۱/۳۵۷۴۱	-۱/۵۴۶۶۹	۶/۳۸۲	۸	۵/۶۶۱	۴/۳۷۵۸۴	-۷/۵۲۴۴۰	۲۳۰/۴	۸
-۰/۰۰۳	-۰/۰۲۵۵۷	-۰/۰۲۷۸۶	۳/۳۱۷	۹	۱/۵۳۸	-۰/۱۲۲۹۶	۳/۳۵۵۷۶	۲۷۴/۴	۹
۱۱/۶۵۸	-۰/۰۴۱۸۰	-۰/۲۱۰۱۲	۲/۸۵۱	۱۰	۱۵/۳۰۴	۲/۱۰۷۴۳	۵/۵۱۵۵۲	۲۹۸/۵	۱۰
-۰/۰۵۲	-۰/۱۶۶۰۸	-۰/۲۴۸۶۱	۳/۶۶۰	۱۱	۵/۹۲۸	-۳/۱۸۹۷۰	-۹/۹۲۴۰۹	۲۰۹/۴	۱۱
-۰/۳۱۰	-۰/۳۰۱۵۲	-۰/۳۱۰۳۴	۲/۳۰۱	۱۲	۵/۵۵۸	۳/۳۱۵۱۲	۹/۲۳۶۹۲	۲۶۹/۱	۱۲
-۰/۱۹۳	-۰/۰۶۸۸۶	-۰/۲۷۱۰۰	۳/۵۰۸	۱۳	۶/۰۵۳	۱/۵۳۱۵۹	-۵/۴۸۹۳۸	۲۶۱/۹	۱۳
-۰/۴۳۹	-۰/۰۴۶۹۲	-۰/۲۷۹۸۲	۳/۲۴۷	۱۴	۴/۰۷۲	-۱/۷۰۹۹۱	۱/۶۳۳۶۰	۲۶۴	۱۴
-۰/۶۸۲	-۰/۱۰۷۹۵	-۰/۶۸۴۱۴	۳/۳۸۶	۱۵	۳۱/۸۹۹	-۱۲/۱۷۹۳۴	۵/۸۸۳۹۶	۳۳۴/۵	۱۵
-۰/۳۶۴	-۰/۲۴۱۴۸	-۰/۵۹۸۲۹	۳/۲۰۱	۱۶	-۰/۴۹۶	-۱/۴۷۷۳۴	۲/۳۵۲۹۸	۲۹۷/۳	۱۶
۱/۹۴۸	-۰/۹۱۴۷۴	-۱/۵۶۷۷۶	۵/۱۹۵	۱۷	۲۲/۳۵۹	۳/۰۰۷۹۷	۳/۶۰۲۵۶	۳۰۸/۵	۱۷
-۰/۳۱۲	-۰/۰۶۶۹۳	-۰/۸۷۷۹۱	۲/۹۴۴	۱۸	۳/۵۳۲	-۴/۲۷۸۱۷	-۴/۱۵۹۸۲	۲۵۲	۱۸
۱/۵۶۹	-۰/۱۷۲۹۵	-۰/۷۴۱۲۹	۲/۷۷۸	۱۹	۲/۲۰۶	-۲/۷۴۲۲۵	-۰/۵۹۰۱۲	۲۶۶/۱	۱۹
-۰/۴۱۲	-۰/۰۱۴۱۸	-۰/۳۵۶۵۶	۲/۸۳۶	۲۰	۱/۶۲۸	-۰/۷۵۵۶۸	-۱/۲۳۵۲	۲۶۰/۱	۲۰
			۳/۸۶۶	میانگین				۲۷۷/۰۲۵	میانگین

وسهم مولفه دوم ۲۰/۸۶ درصد می باشد. ژنوتیپ هایی که نزدیک مبدا مختصات قرار دارند نسبت به ژنوتیپ های که در حداکثر فاصله از مبدا قرار گرفتند واکنش

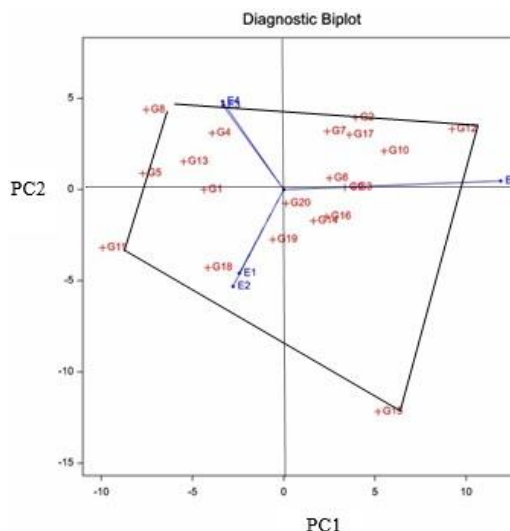
در شکل (۳) از دو مولفه اصلی برای رسم بای پلات و تعیین ژنوتیپ های پایدار از نظر تعداد سنبله در مترمربع استفاده شد. مولفه اصلی اول ۷۴/۳۴ درصد

به این بای پلات، ژنوتیپ‌های ۱۵، ۱۲، ۱۱ و ۸ ژنوتیپ-هایی هستند که در رئوس چند ضلعی تشکیل شده در این بای پلات قرار دارند. این ژنوتیپ‌ها دارای بیشترین پاسخ دهی در محیط‌ها را داشتند. ژنوتیپ‌هایی که در رأس قرار گرفته ژنوتیپ‌های مناسب برای محیطی می-باشند که در آن بخش قرار دارند. زاویه حاده بین محیط ۳ و ۴ و بین محیط ۱ و ۲ مشخص کننده همبستگی بالای دو محیط است.

کمتری به شرایط محیطی نشان دادند. با توجه به شکل (۳) ژنوتیپ‌های ۱، ۱۹، ۲۰، ۶، ۱۴، ۱۶، ۳ و ۹ کمترین مقدار اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را دارا هستند که از بین آن‌ها ژنوتیپ‌های ۶، ۱ و ۱۶ به علت داشتن میانگین تعداد سنبله در مترمربع بیشتر از میانگین کل، ژنوتیپ-های پایدار و سازگاری عمومی خوب شناخته شدند. در بررسی سازگاری خصوصی و تعیین مناسب ترین ژنوتیپ‌ها در طی محیط‌های مورد آزمایش با توجه



شکل ۴- بای پلات عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم براساس مدل AMMI



شکل ۳- بای پلات تعداد سنبله در مترمربع ژنوتیپ‌های گندم براساس مدل AMMI

ژنوتیپ‌ها نشان دهنده پاسخ مختلف ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف بود.

بررسی پایداری عملکرد دانه با استفاده از روش‌های چند متغیره AMMI (مولفه‌های اصلی اول و دوم و ارزش پایداری ASV)

به منظور تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ با محیط با استفاده از مدل AMMI، تجزیه به مولفه‌های اصلی روی ماتریس باقی مانده صورت گرفت و دو مولفه اصلی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شدند. مولفه اصلی اول (IPCA₁) ۷۵ / ۵۵ درصد، مولفه اصلی دوم

تجزیه واریانس مدل AMMI برای عملکرد دانه نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه به روش AMMI در جدول (۲) نشان داده شده است. اثر متقابل ژنوتیپ با محیط در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف عملکرد متفاوتی داشتند. اثر محیط و ژنوتیپ در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بدست آمد. ۱۳/۵۴ درصد از مجموع مربعات کل به اثرات محیطی و ۵۷/۴۸ درصد به اثرات ژنوتیپی و ۲۸/۹۸ درصد به اثر متقابل ژنوتیپ با محیط اختصاص یافته است. بزرگ بودن مجموع مربعات

قرار دارند. این ژنوتیپ‌ها دارای بیشترین پاسخ دهی در محیط‌ها بودند. ژنوتیپ‌هایی که در رأس چند ضلعی قرار گرفته‌اند ژنوتیپ‌های مناسب برای محیط‌هایی که در آن‌ها واقع شده‌اند هستند.

نجفی میرک (2011) به منظور ارزیابی پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های گندم و انتخاب ارقام پرمحصول، تجزیه پایداری به روش‌های مختلف انجام داد و نتایج حاصل از روش‌های ارزیابی شده تا اندازه‌ای مشابه بودند و در بیشتر روش‌ها رقم گاسکوژن و لاین C-81-14 به ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۷۸۴۱ و ۸۲۵۰ گرم در هکتار دارای عملکرد دانه پایداری بودند.

محمدی و همکاران (۲۰۱۱) به منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای عملکرد دانه، ۱۲ ژنوتیپ پیشرفته گندم دوروم و دو رقم شاهد سرداری (گندم نان) و زردک (گندم دوروم) در سه ایستگاه کشاورزی دیم با شرایط آب و هوایی معتدل سرد، گرم و سرد در دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی و در سه سال زراعی (۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸) مورد ارزیابی قرار دادند. براساس نتایج حاصل از تجزیه AMMI ارقام شاهد واکنش بهتری نسبت به شرایط دیم در بیشتر مکان‌ها داشتند.

اکبرپور و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از پارامترهای پایداری AMMI از میان ۲۰ لاین امید بخش جو که مورد مطالعه قرار دادند، نشان دادند که علاوه بر امکان غربال ژنوتیپ‌هایی با سازگاری خصوصی به مناطق مختلف، در مجموع با استفاده از پارامترهای محاسبه شده، یکی از ژنوتیپ‌ها، حائز سازگاری عمومی با طیف کم تغییرات در هشت ایستگاه مورد مطالعه بود. زالی و همکاران (۲۰۱۳) به منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ با محیط و تجزیه پایداری، آزمایشی با استفاده از ۱۷ لاین و رقم نخود در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به مدت دو سال در پنج ایستگاه تحقیقاتی اجرا کردند. نتایج حاصل از تجزیه

(IPCA₂) ۳۷/۲۶ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را به خود اختصاص دادند که دو مولفه اصلی اول ۹۳/۰۱ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. برای ارزیابی پایداری ارقام از آماره جدید ارزش پایداری AMMI (ASV) استفاده شد که نتایج آن در جدول (۴) ارائه شده است. کمترین IPCA₁ مربوط به ژنوتیپ‌های ۶، ۷، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴ و ۵ کمترین IPCA₂ مربوط به ژنوتیپ‌های ۳، ۹، ۲۰، ۱۰، ۱۴ و ۱۸ می‌باشند براساس مقادیر مؤلفه اول و مؤلفه دوم ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۶ با عملکرد بالاتر از میانگین کل جزء ژنوتیپ‌های پایدار بودند. در روش ارزش پایداری AMMI ژنوتیپی پایدار است که ASV کمتری داشته باشد. در این روش ژنوتیپ ۶ و در رده‌های بعدی ۵، ۱ و ۱۷ با داشتن ASV پایین و عملکرد بالاتر از میانگین کل به ترتیب ۴/۰۸۳، ۶/۴۷۵، ۵/۶۲۳ و ۵/۱۹۵ تن در هکتار به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا شناخته شدند و ژنوتیپ شماره ۱۰ با داشتن بالاترین ASV، ژنوتیپی با کمترین پایداری شناخته شد.

در شکل (۴) از دو مولفه اصلی برای رسم بای پلات و تعیین ژنوتیپ‌های پایدار از نظر عملکرد دانه استفاده شد. این بای پلات جمعاً ۹۳/۰۱ درصد تغییرات موجود در داده‌ها را توجیه می‌کند. ژنوتیپ‌هایی که نزدیک مبدا مختصات قرار دارند نسبت به ژنوتیپ‌هایی که در حداکثر فاصله از مبدا قرار گرفتند واکنش کمتری به شرایط محیطی نشان دادند. با توجه به شکل (۴) ژنوتیپ‌های ۷، ۹، ۱۰، ۴، ۱۴، ۲۰، ۶ و ۱۳ با کمترین مقدار اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را دارا هستند که از بین آن‌ها ژنوتیپ ۶ به علت داشتن میانگین عملکرد بیشتر از میانگین کل، ژنوتیپی با پایداری عملکرد و سازگاری عمومی خوب شناخته شدند. در بررسی سازگاری خصوصی و تعیین مناسب ترین ژنوتیپ‌ها در طی محیط‌های مورد آزمایش با توجه به این بای پلات، ژنوتیپ‌های ۱، ۱۷، ۸، ۵ و ۱۸ ژنوتیپ‌هایی هستند که در رئوس چند ضلعی تشکیل شده در این بای پلات

نتیجه‌گیری کلی

اثرمتقابل ژنوتیپ با محیط نقش کلیدی در معرفی و نیز شناسایی ارقام پایدار از نظر عملکرد و اجزای عملکرد ایفا می‌کند. با توجه به معنی‌دار بودن این اثرمتقابل برای صفات مورد بررسی، تجزیه پایداری با استفاده از روش AMMI و نیز رسم بای پلات نشان داد ژنوتیپ‌های N-75-1، N-75-5 و N-75-6 پایدارترین از نظر عملکرد محسوب می‌گردند. پایداری بیشتر این ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد، به پایداری بالای وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح مرتبط می‌باشد. بنابراین، این لاین‌ها برای محیط هدف مورد آزمایش جهت استفاده در برنامه‌های به-نژادی به عنوان والدین در تلاقی‌ها قابل توصیه می‌باشد.

پایداری به روش‌های ضریب تغییرات محیطی، میانگین رتبه، گزینش همزمان برای عملکرد دانه و پایداری، واریانس شوکلا و پارامتر ارزش پایداری AMMI نشان داد که تمامی روش‌های موجود تجزیه پایداری نتایج تقریباً مشابهی ارائه می‌دهند. اما از بین تمامی روش‌های مورد مطالعه در این تحقیق، پارامتر ارزش پایداری AMMI (ASV) به دلیل اینکه یکی از کاربردی-ترین روش‌ها برای تجزیه پایداری می‌باشد و از طرفی توجه ۷۶ درصد از تغییرات مجموع مربعات اثر متقابل روش مناسب و قدرتمندی در تجزیه پایداری نسبت به سایر روش‌ها محسوب شد.

منابع مورد استفاده

- Akbarpour AA, Dehgani H and Sorkhi Lallou B. 2011. Investigating univariate and multivariate stability parameters of barley (*Hordeum vulgare* L.) promising genotypes in cold climate of Iran. Iranian Journal of Field Crop Science, 14(2): 155-170. (In Persian).
- Bhartiya A, Aditya JP, Kumari V, Kishore N, Purwar JP, Agrawal A and Kant L. 2017. GGE biplot & AMMI analysis of yield stability in multi-environment trial of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] genotypes under rainfed condition of north western Himalayan hills. JAPS, Journal of Animal and Plant Sciences, 27(1):227-38.
- Fentie M, Assefa A and Belete K. 2013. AMMI analysis of yield performance and stability of finger millet genotypes across different environments. World Journal of Agricultural Sciences, 9(3): 231-237.
- Gauch HG. 1992. Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs. Elsevier Publication, Amsterdam, the Netherlands.
- Gauch HG and Zobel RW. 1988. Predictive and postdictive success of statistical analysis of yield trials. Theoretical Applied Genetic, 76: 1-10.
- Islam MR, Anisuzzaman M, Khatun H, Sharma N, Islam Z, Akter A and Biswas PS. 2014. AMMI analysis of yield performance and stability of rice genotypes across different haor areas. Eco. Friendly Agril. J. 7(02): 20-24.
- Karadavut U, Palta C, Kavur maci Z and Block Y. 2010. Some grain yield parameters of multi-environmental trials in faba bean (*Vicia faba*) genotypes. International Journal of Agriculture and biology, 12(2): 217-220.
- Kadhem F A and Baktash F Y. 2016. Ammi analysis of adaptability and yield stability of promising lines of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). The Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 47:35-43.
- Kendal E and Tekdal S. 2018. AMMI model to assess durum wheat genotypes in multi-environment trials. Journal of Agriculture, Science and Technology, 20: 153-166.

- Mohammadi R, Armiyon M and Ahmadi MM. 2011. Genotype×Environment interaction for grain yield of durum wheat genotypes by using AMMI models. *Seed and Plant Improvement Journal*, 27(1): 183-198. (In Persian).
- Najafi Mirak, T. 2011. Study of grain yield stability of bread wheat genotypes in cold agro-climatic zone of Iran. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 13(2): 380-394. (In Persian).
- Perkins j M and Jinks JL. 1971. Specificity of the interaction of genotype with contrasting environments. *Heredity*, 26(3): 463-474.
- Soares A A, De Sousa Reis M, De Oliveira Cornélio V, César Soares P, Rodrigues Vieira A and Alves de Souza M. 2007. Stability of upland rice lines in Minas Gerais, Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 7: 394-398.
- Soltani A. 2013. Application of SAS software in statistical analysis. Ferdosi University Press of Mashad, Iran.
- Tadele T, Gashaw S, Belay A and Amanuel T. 2018. Application of AMMI for grain yield stability analysis in large speckled bean genotypes grown in midlands of bale zone. *Chemical and Biomolecular Engineering*, 3(3):17-21.
- Yan W, Hunt LA, Sheng Q and Szlavnic Z. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Science*, 40: 597-605.
- Yan W. 2001. GGEBiplot—A Windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. *Agronomy Journal*, 93: 1111–1118.
- Yan W. 2002. Singular-value partitioning in biplot analysis of multi-environment trial data. *Agronomy Journal*, 94: 990-996.
- Yan W and Hunt L A. 2002. Biplot analysis of multi environment trial data. Pp. 289-303. In: Kang M S (ed). *Quantitative genetics, genomics and plant breeding*, CAB International.
- Yan W and Rajcan I. 2002. Biplot evaluation of test site and trial relations of soybean in Ontario. *Crop Science*, 42: 11-20.
- Yan W and Kang M S. 2003. *GGE Biplot Analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists*. CRC Press, Boca Raton, FL. Pages 288.
- Yan W and Tinker N A. 2005. An integrated system of biplot analysis for displaying, interpreting, and exploring genotype by environment interactions. *Crop Science*, 45: 1004-1016.
- Yan W, Kang MS, Ma B, Woods S and Cornelius PL. 2007. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype by environment data. *Crop Science*, 47: 643-655.
- Zali H, Sabaghpour SH, Farshadfar A, pezeshkpour P, Safikhani M, Sarparast R and Hashem Beygi A. 2013. Stability analysis of chickpea genotypes using ASV parameter compare to other stability methods. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 44(4): 21-30.