پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های منتخب گندم نان و بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط با استفاده از روش AMMI

سعید عمرانی*[۱]، امیر محمد ناجی[۲] و محسن اسماعیل زاده مقدم[۳]
۱و۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
۳- دانشیار پژوهش بخش تحقیقات غلات، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران
s.omrani70@gmail.com

چکیده

به‌نژادگران به دنبال ژنوتیپ‌هایی هستند که همواره در همه محیط‌ها دارای عملکرد خوب، قابل ملاحظه و ثابت باشند. شناخت دقیق اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، امکان گزینش ژنوتیپ‌های پر محصول و پایدار را میسّر می‌سازد. به منظور بررسی سازگاری و پایداری عملکرد دانه سی ژنوتیپ گندم نان در شش محیط (اهواز، داراب، دزفول، ایرانشهر، خرم آباد و زابل) در دو سال زراعی (از سال ۱۳۹۲ تا۱۳۹۴) در قالب طرح آلفا لاتیس با چهار تکرار به روش AMMI مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه AMMI نشان داد، اثر اصلی ژنوتیپ، محیط، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و چهار مولفه اصلی اول در سطح احتمال۱٪ معنی دار هستند. بای‌پلات مربوط به دو مؤلفه اصلی اول اثر متقابل نشان داد، ژنوتیپ‌های شماره ۱۷، ۲۰ و ۳۱ دارای اثر متقابل بزرگ و در نتیجه ناپایدار می‌باشند. ژنوتیپ‌های شماره ۲۳، ۲۱، ۸ و ۲۵ نیز دارای اثر متقابل بزرگ، مثبت و ناپایدار هستند. ژنوتیپ‌های ۲، ۶، ۷، ۱۴ و ۲۸ از کمترین اثر متقابل برخوردار بودند که از بین آنها ژنوتیپ‌های ۲، ۶، ۷ و ۱۴ به علت داشتن میانگین عملکرد بیشتر از میانگین کل، ژنوتیپ‌هایی با سازگاری عمومی خوب محسوب می‌شوند. در این بای‌پلات مکان‌های دزفول، داراب و ایرانشهر در بخش اول قرار گرفتند که ژنوتیپ ایده‌آل در این مکان‌ها ژنوتیپ شماره ۲۱بود. در بخش دوم بای‌پلات ژنوتیپ ۲۰ ژنوتیپ ایده‌آل برای مکان‌های خرم‌آباد، اهواز و زابل بود. ژنوتیپ‌های ۲۱، ۲۳ و ۲۰ دارای سازگاری خصوصی بالا بودند.

کلمات کلیدی: اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، پایداری، عملکرد، گندم

مقدمه

گندم نان (Triticum aestivum L.)، غذای اصلی مردم در بسیاری از کشورهای جهان می‌باشد و مهمترین محصول استراتژیک در جهان محسوب می‌شود که بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. سطح زیر کشت این محصول ۱۶ درصد یعنی در حدود ۲۱۸ میلیون هکتار از اراضی قابل کشت جهان و تولید آن حدود ۶۰۰ میلیون تن بوده است. ۵۰ درصد از اراضی زیر کشت گندم به کشورهای در حال توسعه اختصاص دارد. در ایران بالغ بر ۳۰ درصد از اراضی قابل کشت (۶/۴-۶ میلیون هکتار) به گندم اختصاص دارد که تقریبا ۳۵ درصد آن به گندم آبی و حدود ۶۵ درصد به کشت گندم دیم مربوط می‌گردد (۳). اثر متقابل ژنوتیپ در محیط یکی از مسائل مهم و پیچیده در اصلاح نباتات جهت آزاد سازی ارقام و واریته‌های اصلاح شده می‌باشد. آگاهی از ماهیت اثر متقابل ژنوتیپ × محیط این امکان را برای به‌نژادگران علوم اصلاح نباتات فراهم می‌سازد تا بتوانند ژنوتیپ‌ها را با دقت بیش‌تری ارزیابی کرده و ژنوتیپ‌های برتر از نظر پایداری و عملکرد بالا را انتخاب نمایند (۲،۶)، به دلیل وجود اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، عملکرد ژنوتیپ‌ها در همه محیط‌ها ثابت نخواهد بود. مدل AMMIترکیبی از تجزیه واریانس و تجزیه به مولفه‌های اصلی می‌باشد. در مدل AMMI ابتدا با استفاده از تجزیه واریانس معمولی آثار اصلی ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها برآورد می‌شود و سپس با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی اثر متقابل بین ژنوتیپ و محیط مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد (۵). البرت (۱)، در بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در هیبریدهای ذرت روش

های مختلف تجزیه پایداری را باهم مقایسه کرد ولی در نهایت مدل AMMI را مناسب‌ترین روش برای تجزیه پایداری معرفی کرد. محمدی نژاد و رضایی (۷) از روش AMMI به منظور تعیین پایداری نه ژنوتیپ یولاف در شش محیط استفاده کردند. طبق نتایج بدست آمده از این مطالعه ۷۰٪ از مجموع مربعات توسط دو مولفه اول توجیه شد. فرشادفر و سوتکا (۴) با استفاده از روش AMMI پایداری ۲۲ ژنوتیپ گندم دوروم را در ایران ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که ۹۲/۵ درصد از تنوع داده‌ها توسط مدل AMMI3 توجیه می‌شود که ۴/۵ برابر روش تجزیه رگرسیون خطی بود. هدف از این پژوهش تجزیه و تحلیل پایداری ژنوتیپ‌های منتخب گندم نان با استفاده از مدل AMMI به منظور درک بهتر مفهوم پایداری و نیز یافتن ژنوتیپ‌های پایدار و سازگار از لحاظ عملکرد دانه بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی پایداری عملکرد دانه و بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در ژنوتیپ‌های منتخب گندم نان در مناطق گرم و خشک ایران، ۳۰ ژنوتیپ گندم به همراه دو رقم شاهد (رقم چمران ۱و چمران۲) در قالب طرح آلفا لاتیس در چهار تکرار و در شش ایستگاه تحقیقاتی (اهواز، داراب، دزفول، ایرانشهر، خرم آباد و زابل) طی دو سال زراعی (۹۴-۱۳۹۲) مورد بررسی قرار گرفت. شجره و مشخصات ژنوتیپ‌های منتخب گندم نان در جدول ۱ ارائه شده است. هر کرت شامل ۶ خط ۶ متری و به فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود. ابعاد کرت‌ها در تمام مناطق اجرا ثابت و مساحت کاشت ۷/۲=۱/۲×۶ و مساحت برداشت ۶=۱/۲×۵ متر مربع بود که به منظور حذف اثرات حاشیه‌ای نیم متر از انتهای هر کرت حذف شد. میزان کود مصرفی بر اساس آزمون خاک و فرمول کودی توصیه شده توسط بخش تحقیقات آب و خاک انجام گرفت. میزان بذر هر ژنوتیپ، ۴۰۰ دانه در متر مربع منظور شد. در پایان هر سال زراعی و پس از رسیدن محصول، عملیات برداشت با استفاده از کمباین آزمایشی انجام گرفت. جهت تجزیه‌های آماری از نرم افزار SAS و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

میانگین عملکرد کل ژنوتیپ‌ها ۵۷۶۰ کیلوگرم در هکتار بود. جدول (۲) نتایج تجزیه واریانس مدل AMMI برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های منتخب گندم نان در شش منطقه را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که اثر اصلی ژنوتیپ، محیط، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و چهار مولفه اصلی اول در سطح احتمال۱٪ معنی‌دار هستند و چهار مولفه اصلی اول در مجموع حدود ۹۴/۵ درصد از مجموع مربعات بر همکنش‌ها را توجیه نمودند. معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط با توجه به تجزیه واریانس عملکرد دانه بر مبنای روش پایداری AMMI حاکی از آن بود که ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف عملکرد متفاوتی را نشان داده‌اند. با توجه به جدول (۲) عامل ژنوتیپ، ۱۲/۱ درصد از مجموع مربعات کل و عامل محیط نیز ۷۷/۳ درصد از مجموع مربعات کل را به خود اختصاص دادند در حالی که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، ۱۱/۳ درصد از این مقدار بود. محیط و ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند. اختلاف معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال ۱ درصد نشان از وجود اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در متوسط تمام محیط‌های آزمایش بود. شکل ۱ بای‌پلات مولفه‌های اصلی اول و دوم اثر متقابل را برای ژنوتیپ‌ها را نشان می‌دهد. این بای‌پلات جمعا ۷۲/۱ ٪ تغییرات موجود در داده‌ها را توجیه نمود. به طوری که مولفه اصلی اول سهم بیشتری (۴۹/۱ ٪) از مولفه دوم (۲۳/۰ ٪) دارا بود. در بای‌پلات (شکل ۱) ژنوتیپ‌های شماره ۱۷، ۲۰ و ۳۱ دارای اثر متقابل بزرگ و ناپایداری بودند. ژنوتیپ‌های شماره ۲۳، ۲۱، ۸ و ۲۵ نیز دارای اثر متقابل بزرگ، مثبت و ناپایدار بوده و ژنوتیپ‌های۲، ۶، ۷، ۱۴ و ۲۸ از کمترین اثر متقابل برخوردار بودند که از بین آنها ژنوتیپ‌های ۲، ۶، ۷ و ۱۴ به علت داشتن میانگین عملکرد بیشتر از میانگین کل، ژنوتیپ‌هایی با سازگاری عمومی خوب شناخته شدند. در بررسی سازگاری خصوصی و تعیین مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها برای مکان‌های مورد آزمایش با توجه به این بای‌پلات (شکل ۱) ژنوتیپ‌های ۱۷،

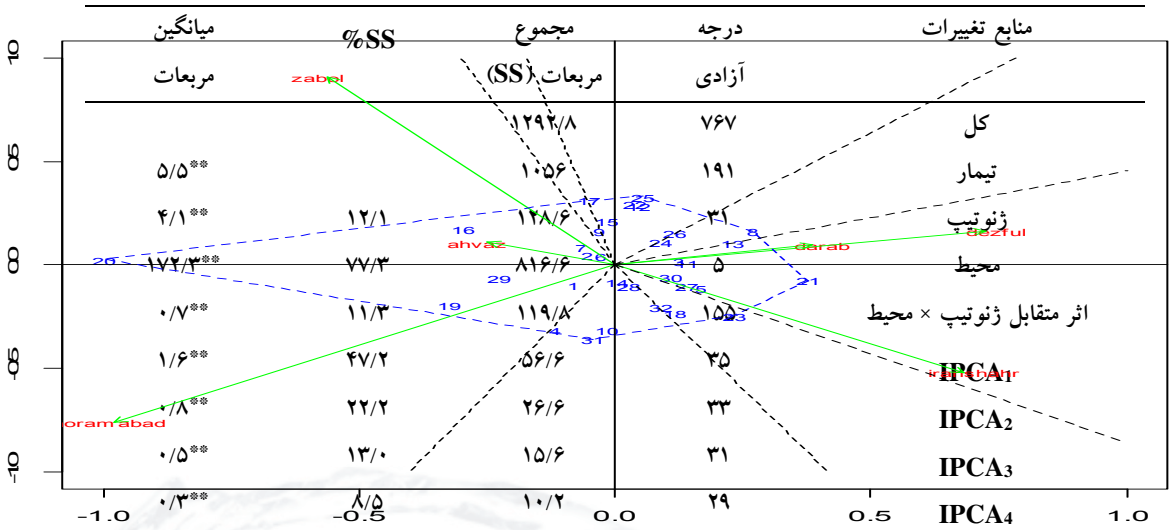
۲۰، ۳۱، ۲۳، ۲۱، ۸ و ۲۵ با قرار گرفتن در رئوس چند ظلعی دارای بیشترین پاسخ دهی در مکان‌های مناسب خود بودند و در واقع بیشترین سازگاری اختصاصی با مکان‌های مناسب خود را داشتند. بخش‌هایی که توسط خطوط عمود بر این اضلاع به وجود آمده‌اند نشان دهنده ژنوتیپ‌ها و مکان‌های مناسب بودند. در واقع ژنوتیپ‌هایی که در راس قرار گرفته‌اند ژنوتیپ‌های مناسب برای مکان یا مکان‌هایی می‌باشند که در آن بخش قرار داشتند. در این بای‌پلات مکان دزفول، داراب و ایرانشهر داخل بخش اول قرار گرفته است که ژنوتیپ برنده (ایده‌آل) در این مکان ژنوتیپ شماره ۲۱ بود و به عبارتی از واکنش اثر متقابل مشابه با این سه مکان برخوردار بود. همچنین ژنوتیپ ۲۳ نیز با توجه به اثر متقابل مشابه با مکان ایرانشهر برای این مکان مناسب بود. در بخش دوم این بای‌پلات ژنوتیپ ۲۰ در راس قرار دارد که ژنوتیپ ایده‌آل (برتر) برای مکان‌های خرم‌آباد، اهواز و زابل بوده است. در تجزیه الگوی واکنش ژنوتیپی بر مبنای دو مولفه اصلی اول توجه به زاویه بین بردارهای محیطی در تفسیر مشابهت‌های محیطی سودمند بوده و زاویه حاده بین دو بردار محیطی مشخص کننده همبستگی بالای دو محیط است.

جدول ۱ - شماره، شجره و میانگین ژنوتیپ‌های منتخب گندم نان

شماره ژنوتیپ	میانگین عملکرد	شجره	شماره ژنوتیپ	میانگین عملکرد	شجره
G۱	۵/۶۲۶۲	Chamran	G۱۷	۶/۰۱۸۳	Dez/SW891882
G۲	۵/۹۷۸۴	Pishtaz/Catbird	G۱۸	۵/۲۲۶۰	PBW154/Falat//SW891882
G۳	۶/۰۴۷۴	Pishtaz/Catbird	G۱۹	۴/۹۴۸۰	Dez/SW891882
G۴	۵/۸۱۲۱	Pishtaz/3/Snb"s"//Emu"s"/Tjb84-1543	G۲۰	۴/۰۳۹۷	Chamran//2*Vee/Nac
G۵	۵/۹۴۱۷	"Pishtaz//Ald"s"/Snb"s	G۲۱	۶/۱۸۹۷	Moghan1/Dez//Chamran
G۶	۵/۹۸۳۰	"Pishtaz/3/Jup/Bjy"s"//Kauz"s	G۲۲	۵/۹۹۲۱	Moghan1/Dez//Chamran
G۷	۵/۸۶۹۱	Pishtaz//Falat/Barakat	G۲۳	۶/۰۱۷۳	MTRWA92.161/PRINIA/5/SERI*3//RL6010/4*YR/3/PASTOR/4/BAV92
G۸	۵/۹۴۹۳	Pishtaz//Falat/Barakat	G۲۴	۵/۹۴۶۷	CHEN/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)//BCN/3/BAV92/4/BERKUT
G۹	۵/۵۰۵۷	Bow"s"/Vee"s"//1-60-3/3/MV 17/4/Zagross	G۲۵	۵/۶۷۱۸	FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER /6/BERKUT
G۱۰	۶/۰۷۴۵	TRCH*2/3/C80.1/3*QT4118//3*PASTOR	G۲۶	۵/۸۴۴۷	CHEN/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)//BCN/3/BAV92/4/BERKUT
G۱۱	۶/۰۹۴۷	SW89.5277/BORL95//SKAUZ/3/PRL/2*PASTOR/4/HEILO	G۲۷	۵/۹۶۵۶	VEE/MJI//2*TUI/3/PASTOR/4/PRL/2*PASTOR
G۱۲	۵/۶۶۲۸	MELON//FILIN/MILAN/3/FILIN	G۲۸	۵/۶۵۲۰	FRET2//SKAUZ*2/FCT/3/FILIN/2*PASTOR
G۱۳	۶/۱۸۲۶	WHEAR//2*PRL/2*PASTOR	G۲۹	۵/۶۴۳۳	SOKOLL/EXCALIBUR
G۱۴	۶/۱۱۳۵	ROLF07*2/KIRITATI	G۳۰	۵/۷۲۹۳	ALTAR 84/AE.SQ//2*OPATA/3/ SLVS/PASTOR
G۱۵	۵/۷۷۱۶	ATTILA*2/PBW65/6/PVN//CAR422/ANA/5/BOW/CROW//BUC/PVN/3/YR/4/TRAP#1/7/ATTILA/2*PASTOR	G۳۱	۵/۹۲۴۱	SOKOLL//SUNCO/2*PASTOR
G۱۶	۵/۵۰۱۲	PBW343*2/KUKUNA/3/PASTOR//CHIL/PRL/4/PBW343*2/KUKUNA	G۳۲	۵/۸۴۹۶	Chamran 2

جدول ۲- تجزیه واریانس مدل AMMI برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در محیط‌های مختلف در سال‌های زراعی (۱۳۹۴-۱۳۹۲)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات (SS)	%SS	میانگین مربعات
کل	۷۶۷	۱۲۹۲/۸		
تیمار	۱۹۱	۱۰۵۶		۵/۵**
ژنوتیپ	۳۱	۱۲۸/۶	۱۲/۱	۴/۱**
محیط	۵	۸۱۶/۶	۷۷/۳	۱۷۲/۳**
اثر متقابل ژنوتیپ × محیط	۱۵۵	۱۱۹/۸	۱۱/۳	۰/۷**
IPCA1	۴۵	۵۶/۶	۴۷/۲	۱/۶**
IPCA2	۳۳	۲۶/۶	۲۲/۲	۰/۸**
IPCA3	۳۱	۱۵/۶	۱۳/۰	۰/۵**
IPCA4	۲۹	۱۰/۲	۸/۵	۰/۳**
باقیمانده (نویز)	۵۲	۶/۲	۵/۱	۰/۲۳ns
خطای ادغام شده	۸۷۶	۱۸۲/۴		



**و n.s: به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد و غیر معنی دار

شکل ۱- بای‌پلات دو مولفه اصلی اول و دوم برای ژنوتیپ‌ها و محیط‌های مورد بررسی بر اساس مدل AMMI

References

1- Albert, M.J.A. 2004. A comparison of statistical methods to describe genotype × environment interaction and yield stability in multi-location maize trials. M. Sc. Thesis. Department of plant science, The University of the Free State, Bloemfontein.

2- Cornelius, P. L., and Crossa, J. 1999. Prediction assessment of shrinkage estimators of multiplicative models for multi-environment cultivar trials. Crop Science, 39: 998-1009.

3- Faostat database. 2014. FAO, Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Washington. http: // faostat3.fao.org/ site/ 291/ default. aspx.

4- Farshadfar, E., and Sutka, J. 2006. Biplot analysis of genotype - environment interaction in durum wheat using the AMMI model. Acta Agronomica Hungarica, 54(4):459-467.

5- Gauch, H.G. 1992. Statistical analysis of regional trials. AMMI analysis of factorial designs. Elsevier pub. Amsterdam, Netherlands.

6- Lin, C.S., Binne, M.R., and Lefcovitch, L.P. 1986. Stability analysis: where do we stand? Crop Science, 26: 894-900.

7- Mohammadinejad, G., and Rezai, A.M. 2005. Analysis of genotype × environment interaction and study of oat(*Avena sativa* L.) genotypes pattern. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 9(2) :77-89. (In Farsi).

Grain yield stability of the selected bread wheat genotypes and investigating the genotype interaction in the environment using AMMI method

Saeed Omrani*[a], Amir Mohammad Naji[b] and Mohsen Esmaeil Zadeh[c]
a, b : Department of Plant Breeding, Shahed University, Tehran, Iran
c: Cereal Research Department, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran

Abstract

Plant breeders are looking for the genotypes that always have good, considerable and steady yield in all environments. The exact identification of genotype × environment interaction allows for the selection of high-yielding and stable genotypes. To examine the consistency and stability of grain yield, thirty bread wheat genotypes were used in six environments (Ahvaz, Darab, Dezfoul, Iranshahr, Khorramabad and Zabol) and in two crop years (from 2013 to 2015) in the form of alpha lattice design with four replications and using AMMI method. The results obtained from AMMI analysis demonstrated that the main effect of genotype, environment, genotype × environment interaction and the first four principal components are significant at the probability level 1%. Biplot of the first two principal components showed interaction. Genotypes 17, 20 and 31 have a great and thus unstable interaction. Genotypes 23, 21, 8 and 25 also have a great, positive and unstable interaction. Genotypes 2, 6, 7, 14 and 28 enjoyed the least interaction, of which genotypes 2, 6, 7 and 14 are considered as genotypes with good compatibility due to having higher yield average than the overall mean. In this Biplot, locations of Dezfoul, Darab and Iranshahr were placed in the first part and the ideal genotype in these locations is genotype 21, which enjoys the interaction reaction similar to these three locations. In the second part of Biplot, genotype 20 is at the top and is the ideal genotype for the locations of Khorramabad, Ahvaz and Zabol. In other words, Genotypes 21, 23 and 20 have high private compatibility for their mentioned areas.

Key words: genotype × environment interaction, stability, yield, wheat