مجموعه مقالات
چهارمین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
(۲۹-۳۰ اردیبهشت، ۱۳۹٤، پژوهشکده کشاورزی هسته ای)
The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences (19-20 May, 2015, Nuclear Agriculture Research School)

کاربرد روش GGE بای‌پلات در انتخاب لاین‌های موتانت برتر در کلزا (*Brassica napus*)

بهنام ناصریان خیابانی
کارشناس کشاورزی پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای
bnaserian@nrcam.org

چکیده: شناسایی و جداسازی لاین های موتانت درروش های اصلاح به کمک جهش بخصوص در صفات کمی به دلیل وجود اثرات متقابل محیط و ژنوتیپ اهمیت بالایی دارد. روش بای‌پلات روش مؤثری در جداسازی و انتخاب لاین های موتانت بر اساس صفات موردراندازه گیری و نیز پایداری صفت در طول زمان است. در این تحقیق برای انتخاب لاین برتر از میان ۳۲ لاین موتانت از روش GGE بای‌پلات استفاده شد. به‌وسیله این روش دو لاین موتانت RG16 و RG14 به‌عنوان لاین های برتر با عملکرد بالا و پایدار، معرفی شد. بر اساس نتایج این آزمایش روش اصلاح به کمک جهش در اصلاح کلزا بسیار مؤثر و سودمند است.

واژگان کلیدی: لاین موتانت، کلزا، اصلاح به روش جهش، تجزیه GGE بای‌پلات

GGE biplot application in selection superior canola (*Brassica napus*) mutant lines

Behnam Naserian Khiabani
Nuclear Agricultural Research School, Nuclear Science and Technology
bnaserian@nrcam.org

Abstract: Identification and isolation of mutant lines in mutation breeding program especially in quantitative traits, because of the interaction of genotype and environment is very important. Biplot method is an effective method for the isolation and selection of mutant lines based on measured traits and yield stability over time. The aim of this research selection superior mutant lines from of the 32 mutant using GGE biplot method. By this method, the two mutant lines RG16 and RG14 introduced as superior lines with high and stable yield. According to our result application of mutation breeding, could be more effective in canola improvement.

Keywords: mutant line, Canola, Mutation Breeding, GGE Biplot analysis

مقدمه

اثرمتقابل ژنوتیپ× محیط یکی از مفاهیم مهم در اصلاح نباتات بوده که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی نقش اساسی در تعیین ژنوتیپ‌های مناسب برای محیط‌های هدف داشته باشد. اثرمتقابل ژنوتیپ× محیط زمانی مهم است که این اثر معنی‌دار شده و ژنوتیپ‌های مختلف برتری خود را در محیط‌های متفاوت نشان دهند[۱].عملکرد یک ژنوتیپ در محیط متشکل از اثر اصلی محیط (E)، اثر اصلی ژنوتیپ (G) و اثرمتقابل ژنوتیپ× محیط (GE) است. علیرغم این‌که اثر محیط بخش بزرگی از تغییرات کل عملکرد را توجیه می‌کند و اثرهای ژنوتیپ و ژنوتیپ× محیط کوچک‌تر هستند، اما این دو اثر در انتخاب ژنوتیپ‌ها مؤثر بوده و در زمان گزینش ژنوتیپ‌های برتر، اثر ژنوتیپ و اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط باید

به‌صورت توأم مدنظر قرار گیرند[۲].سه روش تجزیه آماری AMMI،GGE بای‌پلات و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) اغلب برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های آزمایش‌های مقایسه عملکرد ناحیه‌ای استفاده می‌شوند. گانگ[۳]عقیده دارد که از دیدگاه بهنژادگران و نیز تولیدکنندگان محصولات زراعی، گزینش ژنوتیپ‌ها بر اساس G و یا GE به‌تنهایی مدنظر نیست. یان و همکاران[۴] اعتقاددارند که روش GGE بای‌پلات ازنظر تجزیه داده‌های ژنوتیپ در محیط از روش AMMI موفق‌تر است. آنچه در ارزیابی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف بسیار حائز اهمیت است بزرگ بودن اثر محیط و غیرقابل بهره‌برداری بودن آن است. لذا حذف اثر محیط از داده‌ها و تمرکز براثر ژنوتیپ (G) و اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط (GE) حائز اهمیت است[۵]. هدف از این تحقیق، ارزیابی اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط به روش گرافیکی GGE بای‌پلات در ژنوتیپ‌های موتانت کلزا و هم‌چنین شناسایی ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایدار برتر می‌باشد.

مواد و روش ها

در این پژوهش ۳۲ لاین موتانت (M6) و سه رقم شاهد RGS003، لیکورد و اکاپی به مدت دو سال زراعی در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. لاین‌های موتانت با پرتو تابی رقم RGS003 با پرتوگاما از منبع کبالت ۶۰ ایجادشده بودند. جمعیت حاصل از پرتو تابی در طی ۵ نسل برای صفات زراعی مهم گزینش‌شده و درنهایت ۳۲ لاین انتخاب شدند. لاین‌های موتانت به همراه سه رقم شاهد در طرح آزمایشی در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و در طی ۲ سال زراعی ۹۰-۹۱ و ۹۱-۹۲ موردبررسی قرار گرفتند. هر بلوک شامل ۳۵ کرت و در هر کرت ۳ خط کاشت ۲ متری در نظر گرفته شد. مدل استفاده‌شده در GGE بای‌پلات بر اساس تجزیه به مقادیر منفرد[1] به‌صورت زیر بود:

$$Yij - \mu - \beta = \sum \lambda i \varepsilon ij \eta ij + \varepsilon ij$$

در این رابطه Yij میانگین ژنوتیپ i در محیط j، μ میانگین کل، Bj اثر اصلی محیط j، λi دیر منفرد برای مؤلفه اصلی و برای بای‌پلات، ηij بردار ویژه سال برای مؤلفه اصلی و εij باقی‌مانده مدل است. این روش تجزیه نوعی تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای مجموع اثرات اصلی ژنوتیپ و اثرمتقابل ژنوتیپ × سال است که از طریق تجزیه به مقادیر منفرد استفاده می‌شود. درواقع می‌توان گفت که مدل GGE بای‌پلات بر پایه SVD دو مؤلفه اصلی بنانهاده شده است [۶]. تجزیه‌وتحلیل به کمک نرم‌افزارهای آماری GenStat 14.0 و SAS 9.2 انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اختلاف معنی‌دار بین سال، ژنوتیپ و سال ×ژنوتیپ وجود دارد (جدول ۱). معنی‌دار بودن اثرمتقابل سال در ژنوتیپ نشانگر پاسخ متفاوت ژنوتیپ‌ها در طی سال‌های موردبررسی بوده است. محاسبه درصد واریانس سال، ژنوتیپ و سال ×ژنوتیپ نسبت به مجموع واریانس این سه منبع تغییر نشان داد عمده تغییرات موجود (۶۹/۳۶٪) توسط اثر سال توجیه می‌شود. درحالی‌که ژنوتیپ (۲۱/۲٪) و اثرمتقابل سال در ژنوتیپ (۶/۹۷٪) از کل تغییرات را توجیه

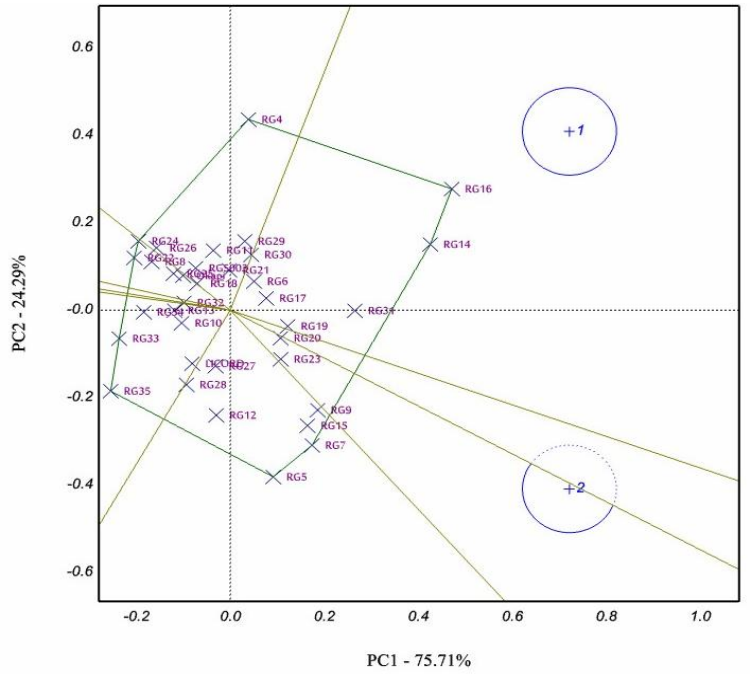
[1] Singular value decomposition

می‌کنند. بزرگ بودن سهم ژنوتیپ از تغییرات کل نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی در لاین‌های موتانت به‌دست‌آمده از طریق پرتو تابی می‌باشد.

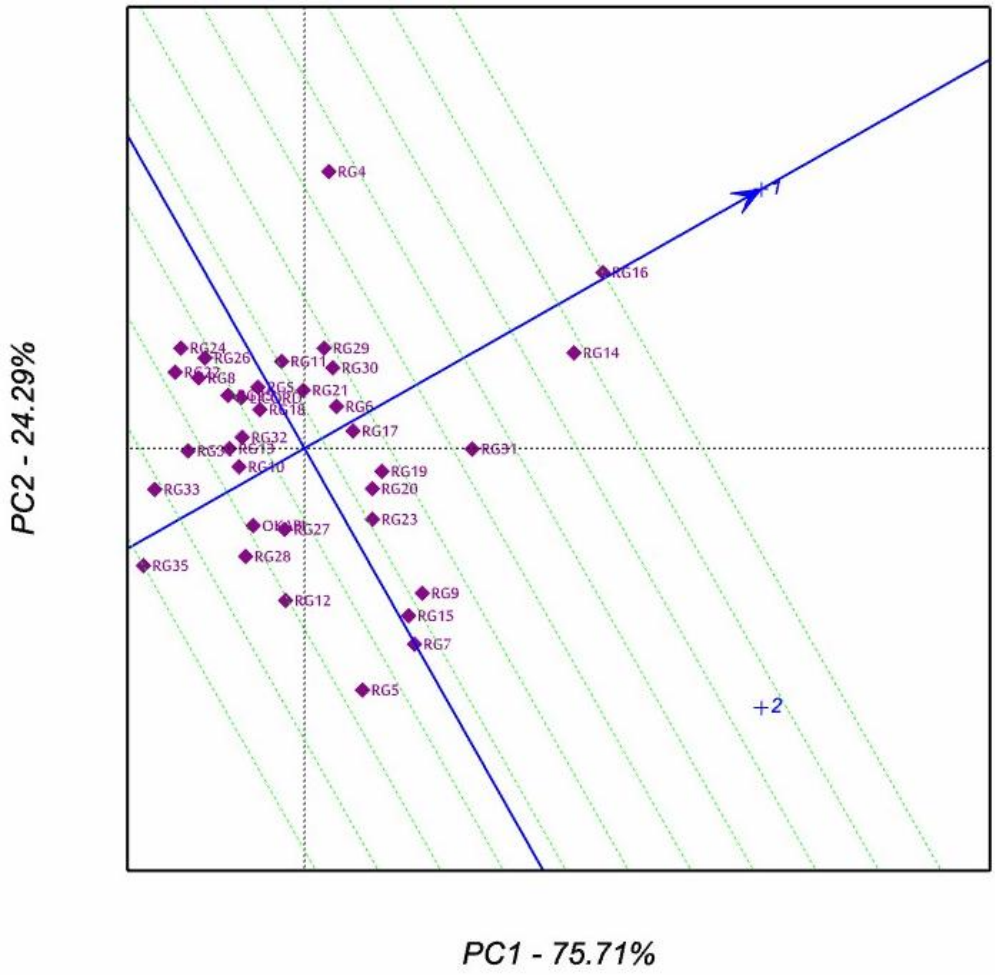
نتایج حاصل از روش GGE بای‌پلات نشان داد که مؤلفه‌های اصلی اول و دوم به ترتیب ۷۵/۷۱٪ و ۲۴/۲۹٪ را توجیه کرده‌اند که می‌تواند تأییدی بر معتبر بودن بای‌پلات در توجیه تغییرات ژنوتیپ و سال ×ژنوتیپ باشد (شکل ۱). اگر مجموع مؤلفه‌های اصلی اول و دوم نتواند اکثر تغییرات موجود را توجیه کند بیانگر ماهیت پیچیده اثرمتقابل سال ×ژنوتیپ است[۷].

جدول ۱ تجزیه مرکب برای لاین‌های موتانت در ۲ سال برای برخی صفات رویشی و زایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد تک بوته
سال	۱	۳۲۸/۹۵**
تکرار	۲	۱۰/۲۸
لاین	۳۴	۱۰۰/۱۶**
سال× لاین	۳۴	۳۲/۹۷*
اشتباه	۱۳۸	۲۱/۴۴
ضریب تغییرات(C.V)	-	۲۶/۰۴

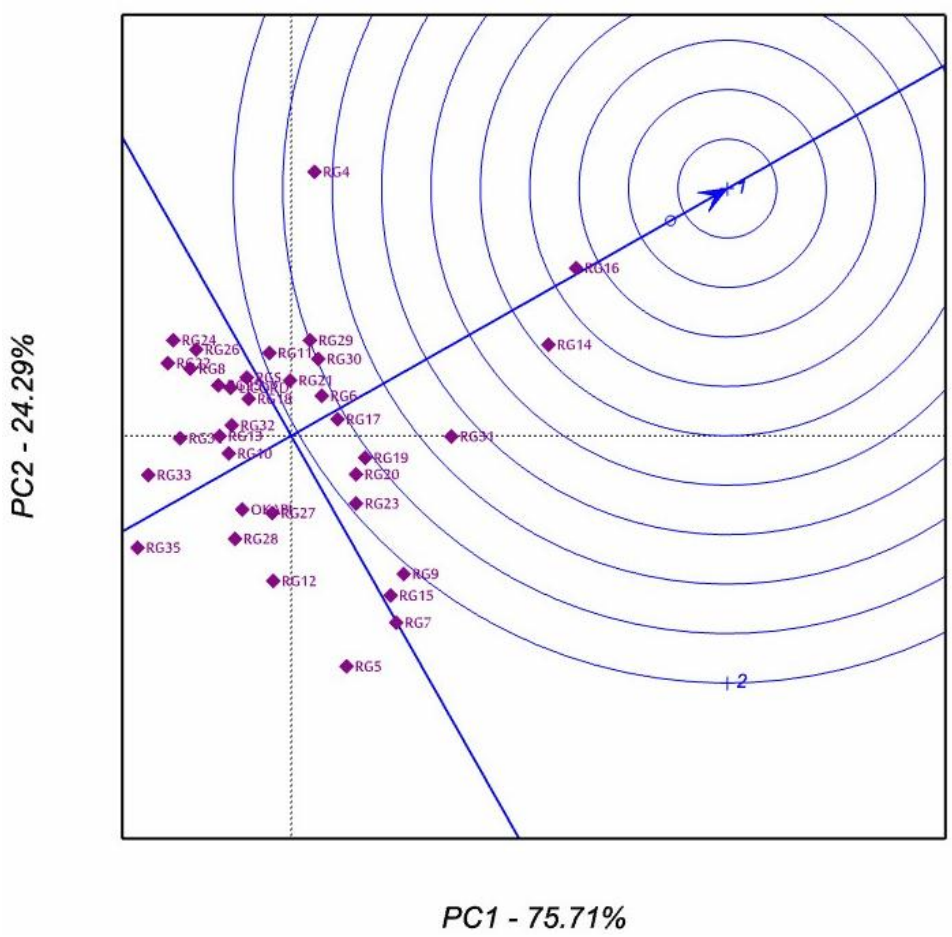


شکل ۱ چندضلعی GGE بای‌پلات برای تعیین ژنوتیپ‌های برتر



شکل ۲ بای‌پلات مختصات محیط متوسط برای گزینش همزمان عملکرد و پایداری موتانت‌های کلزا

بررسی نمودار چندضلعی به‌منظور تعیین ژنوتیپ‌های برتر نشان داد که ژنوتیپ‌های رأس چندضلعی شامل RG16,RG14, RG4, RG24,RG35,Rg5 و RG7 ژنوتیپ‌های برتر هستند. بررسی همزمان عملکرد و پایداری ژنوتیپ ها با استفاده از مختصات محیط متوسط امکان‌پذیر است[۶] که به آن بای‌پلات میانگین در مقابل پایداری نیز گفته می‌شود. نتایج بای‌پلات (شکل ۲) نشان داد که دو لاین موتانت RG16 و RG14 بیشترین عملکرد را در مقایسه با سایر لاین‌های موتانت و ارقام شاهد دارند. این نتایج با میانگین عملکرد تک بوته ژنوتیپ ها مطابقت دارد. دو محور عمود بر هم بیانگر اثرمتقابل سال×ژنوتیپ است. محور افقی که با فلش مشخص‌شده است میانگین محیط را نشان می‌دهد و فاصله کم ژنوتیپ ها از این محور پایداری آن ژنوتیپ را نشان می‌دهد. محور عمودی نشان‌دهنده میانگین ژنوتیپ‌ها است. بر این اساس لاین موتانت RG16 که کمترین فاصله را با محور میانگین محیط و بیشترین فاصله از محور میانگین ژنوتیپ دارد به‌عنوان پایدارترین لاین با عملکرد بالا شناسایی شد. همچنین موتانت RG14 نیز به دارای پایداری و عملکرد بالا انتخاب گردید.



شکل ۳ بای‌پلات ژنوتیپ ایده آل برای مقایسه لاین‌های موتانت ازلحاظ عملکرد و پایداری

ژنوتیپ‌های واقع در سمت چپ محور عملکرد کمتر از میانگین دارند و جزو مواد با عملکرد ضعیف طبقه‌بندی می‌شوند. مقایسه ژنوتیپ ها با ژنوتیپ ایده‌ال فرضی (شکل ۳) که بالاترین عملکرد و پایداری را دارد، نشان داد موتانت Rg16 نزدیک‌ترین موتانت به ژنوتیپ فرضی ایده‌ال است و موتانت Rg14 ژنوتیپ مطلوب می‌باشد. ژنوتیپ فرضی ایده‌ال ژنوتیپی است که ازنظر مکانی در مرکز دوایر متحدالمرکز بای‌پلات قرار دارد[۸]. میزان مطلوبیت ژنوتیپ‌ها به فاصله آن‌ها از ژنوتیپ فرضی بستگی دارد. ارقام شاهد در این بررسی در فاصله دور از ژنوتیپ فرضی قرار گرفتند.

نتیجه گیری

روش بای‌پلات روش مؤثری در جداسازی و انتخاب لاین‌های موتانت بر اساس صفات مورداندازه‌گیری و نیز پایداری صفت در طول زمان است. این روش توانست دو لاین موتانت RG16 و RG14 به‌عنوان لاین‌های برتر با عملکرد بالا و درعین‌حال پایدار معرفی کند. برتری دو لاین موتانت نسبت به ارقام شاهد پتانسیل روش اصلاح به طریقه جهش را آشکار کرده و پیشنهاد می‌شود برای اصلاح کلزا که خاستگاه آن ایران نیست از روش اصلاح به کمک جهش استفاده شود.

منابع

Haldane, J. B. S. 1946. The interaction of nature and nurture. *Annals of Eugenics* 13: 197-205.
Yan, W. 2002. Singular-value partitioning in biplot analysis of multi-environment trial data. *Agronomy Journal* 94: 990-996.
Kang, M. S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: Consequences for growers. *Agronomy Journal* 85: 754-757.
Yan, W. M. S. Kang, B. Ma, S. Woods and P. L. Cornelius. 2007. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype by environment data. *Crop Science* 47: 643-655.
Gauch, H. G. Jr. and R. W. Zobel. 1996. AMMI analysis of yield trials. PP. 85-122. *In:* Kang, M. S. and H. G. Gauch, Jr. (Eds.), Genotype by Environment Interaction, CRC Press, New York.
Yan, W. and M. S. Kang. 2003. GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL.
Yan, W. and N. A. Tinker. 2005. An integrated biplot analysis system for displaying, interpreting and exploring genotype × environment interaction. *Crop Science* 45: 1004-1016.
Yan, W. Hunt, L. A. Sheng, Q. & Szlavnics, Z. (2000). Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGEbiplot. *Crop Sci*, 40, 597–605.