

بررسی ژنتیکی مقاومت به خشکی در گندم نان با استفاده از روش های گرافیکی AMMI و مدل GGE bi-plot

خداداد مصطفوی^{۱*}، رضا میرزائی^۲، محمدرضا بی همتا^۳، مهدی چنگیزی^۴، تقی بابایی^۵

۱. استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج؛ ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج؛ ۳. استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران؛ ۴. استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک؛ ۵. استادیار مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی.

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۱

چکیده

به منظور مطالعه ژنتیکی تحمل به خشکی در گندم نان از بای پلات داده های دای آلل استفاده گردید. والدین شامل ارقام الوند، بزوستایا، نوید، روشن، گاسپارد، سرداری و شهریار و دورگ های اصلی حاصل از تلاقی آنها در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ با استفاده از طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار تحت دو شرایط نرمال و تنش خشکی ارزیابی شدند. تجزیه واریانس تنوع معنی داری بین ژنوتیپ ها برای تمامی صفات مورد بررسی نشان داد. جهت ارزیابی پتانسیل ارقام از روش گرافیکی AMMI و روش GGE bi-plot استفاده گردید. صفات مورد بررسی عبارت بودند از وزن هزار دانه، وزن دانه در بوته، وزن سنبله، طول سنبله، ارتفاع بوته، طول ریشک، طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله. برای وزن هزار دانه در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی رقم بک کراس روشن بهترین ترکیب شونده عمومی بود. همچنین ارقام نوید و شهریار بهترین ترکیب شونده های خصوصی برای این صفت بودند به طوری که هیبرید نوید × شهریار بهترین هیبرید شناخته شد، برای سایر صفات هیبرید الوند × سرداری بهترین هیبرید بود. این نتایج بر اساس روش گرافیکی AMMI نیز تأیید گردید. همچنین رقم الوند برای وزن هزار دانه بهترین تستر تشخیص داده شد. برای صفت وزن دانه در بوته رقم بک کراس روشن، برای وزن سنبله، طول سنبله، ارتفاع بوته و تعداد دانه در بوته رقم گاسپارد و برای صفات طول ریشک و طول پدانکل ارقام سرداری و الوند دارای بیشترین ترکیب پذیری عمومی بودند.

واژه های کلیدی: گندم نان، تنش خشکی، دای آلل، ترکیب پذیری، بای پلات.

مقدمه

بای پلات اولین بار توسط گابریل (۱۹۷۱) به منظور توضیح گرافیکی یک ماتریس با رتبه دو استفاده گردید. از آن زمان به بعد از بای پلات به منظور تجزیه داده های مربوط به چند محیط استفاده زیادی شده است. علاوه بر مطالعات مربوط به چند محیط این روش برای سایر داده های دو طرفه از قبیل داده های دای آلل نیز قابل استفاده می باشد. زمانی که GGE biplot برای داده های دای آلل استفاده می شود، هر ژنوتیپ هم به عنوان لاین در نظر گرفته می شود هم به عنوان تستر. همچنین در این مواقع اصطلاحات میانگین عملکرد و پایداری ژنوتیپ ها به

تلاقی های دای آلل در تحقیقات ژنتیک جهت بررسی توارث صفات مهم در بین گروهی از ژنوتیپ ها استفاده می شود. تجزیه های دای آلل معمولاً طبق روش های گریفینگ انجام می شود که سبب شکستن واریانس کل به ترکیب پذیری عمومی والدین و ترکیب پذیری خصوصی هیبریدها می شود. از تلاقی های دای آلل جهت بررسی عمل ژن و تعیین گروه ها و الگوهای هتروتنیک می توان استفاده نمود (ملانی و کارینا، ۲۰۰۵؛ میراندا و همکاران، ۲۰۰۷). الگوهای هتروتنیک کارایی تولید اینبرد لاین ها، تولید هیبرید و اصلاح جمعیت ها را افزایش می دهد (زانگ و همکاران، ۲۰۰۲). مفهوم

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه تحمل به خشکی در گندم نان، ۷ رقم گندم (الوند، بزوستایا، نوید، روشن، گاسپارد، سرداری، شهریار) به همراه F1 های حاصل از تلاقی دای‌آلل آنها در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اراک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی ارزیابی گردیدند. اقلیم منطقه سرد و معتدل با تابستان‌های معتدل می‌باشد. هر ژنوتیپ در یک خط به طول دو متر و با فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر کشت شد. جهت اعمال تنش خشکی در زمان گرده‌افشانی آبیاری آزمایش دوم (تنش) قطع و آبیاری آزمایش اول (نرمال) تا مرحله رسیدگی کامل ادامه یافت. صفات وزن هزار دانه، وزن دانه در بوته، وزن سنبله، طول سنبله، ارتفاع بوته، طول ریشک، طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله مورد بررسی قرار گرفتند.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و تجزیه دای‌آلل توسط نرم افزار SAS (زانگ و همکاران، ۲۰۰۵) و D2 انجام شد. آنالیزهای گرافیکی شامل GGE bi-plot و AMMI توسط نرم افزار GGE bi-plot (یان، ۲۰۰۱؛ یان و کنگ، ۲۰۰۳) طبق روش پیشنهادی یان و هانت (۲۰۰۲) صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف بر اساس روش ۲ گریفینگ در شرایط نرمال و تنش رطوبتی به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده‌اند. در هر دو شرایط تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات نشان داد. همچنین میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی برای تمامی صفات در هر دو شرایط معنی‌دار بود. میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی در شرایط نرمال برای کلیه صفات بجز وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه بارور معنی‌دار بود. میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی در شرایط تنش خشکی برای کلیه صفات بجز طول سنبله و تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود. نتایج مشابهی توسط موسوی و همکاران (۱۳۸۵)،

ترتیب با ترکیب‌پذیری عمومی و ترکیب‌پذیری خصوصی والدین معادل می‌باشد (یان و هانت، ۲۰۰۱؛ یان، ۲۰۰۱؛ یان، ۲۰۰۲). اما مقاله حاضر نتایج را از طریق روش بای‌پلات بصورت گرافیکی ارائه می‌دهد (ارتیز و همکاران، ۲۰۰۱؛ یان و هانت، ۲۰۰۲). این روش حاصل تجزیه به مؤلفه‌های اصلی می‌باشد که روی ماتریس داده‌های حاصل از تلاقی‌های دای‌آلل انجام می‌شود. AMMI و GGE bi-plot مکمل تلاقی‌های دای‌آلل می‌باشند و جهت تفسیر نتایج برنامه‌های اصلاح نباتات بسیار مؤثر هستند. به عنوان مثال در تعیین سازگاری خصوصی ارقام به محیط‌های خاص نظیر مقاومت به بیماری‌ها، تحمل به گرما، خشکی و سرما و نیز جهت تعیین بهترین هیبریدها به ما کمک می‌کنند (یان و همکاران، ۲۰۰۱؛ یان و همکاران، ۲۰۰۰؛ ابدون و گاش، ۲۰۰۲؛ یان، ۲۰۰۲).

یان و هانت (۲۰۰۲) داده‌های مربوط به تلاقی دای‌آلل هفت ژنوتیپ گندم را از نظر مقاومت به فوزاریوم بررسی و با استفاده از روش گرافیکی بای‌پلات، آنها را به دو گروه هتروتیک تقسیم نمودند. این محققین همچنین ۱۰ لاین اینبرد ذرت را از نظر مقاومت به کرم ساقه خوار ذرت ارزیابی نمودند و ضمن تعیین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی لاین‌ها، بهترین ترکیبات را جهت تولید ارقام هیبرید مشخص و دو گروه هتروتیک را برای مواد مورد ارزیابی پیشنهاد نمودند.

دنسیک و همکاران (۲۰۰۰) در ارزیابی ارقام گندم در دو محیط تنش خشکی و بدون تنش دریافتند که میزان توارث‌پذیری عملکرد در محیط نرمال بیشتر از محیط تنش می‌باشد. همچنین برای افزایش عملکرد گندم در شرایط تنش، گزینش در یک محیط (تنش یا بدون تنش) کافی نیست، بلکه بایستی گزینش در هر دو محیط صورت پذیرد.

هدف از این تحقیق ارائه اطلاعات زیر در رابطه با گندم تحت شرایط نرمال و تنش خشکی بصورت گرافیکی بود: (۱) تعیین ترکیب‌پذیری عمومی والدین، (۲) برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی هیبریدها، (۳) تعیین گروه‌ها و الگوهای هتروتیک در بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی، (۴) تعیین بهترین هیبریدها و (۵) تعیین تسترهای مناسب برای تحقیقات آینده.

بدست آمد. مثبت بودن این شاخص نشان می‌دهد که بطور متوسط هیبریدهای نسل اول به طرف والد دارای مقدار بیشتر صفت گرایش داشته‌اند و منفی بودن این شاخص نشان می‌دهد که هیبریدهای نسل اول به طرف والد واجد مقدار کمتر صفت (در اینجا طول ریشک) گرایش داشته‌اند. مقادیر توارث‌پذیری عمومی و خصوصی صفات نیز در جداول ۱ و ۲ ارائه شده‌اند. توارث‌پذیری عمومی درجه انتقال صفات از یک نسل به نسل دیگر را نشان می‌دهد و توارث‌پذیری خصوصی درجه یا میزان شباهت نتاج به والدین را نشان می‌دهد. در شرایط نرمال بیشترین میزان توارث‌پذیری عمومی مربوط به طول ریشک (به میزان ۹۵ درصد) و کمترین مقدار مربوط به وزن دانه در بوته (۶۹ درصد) بود. بیشترین و کمترین میزان توارث‌پذیری خصوصی نیز در این شرایط به ترتیب مربوط به طول ریشک (۸۶ درصد) و وزن دانه در بوته (۲۳ درصد) بود. در شرایط تنش خشکی بیشترین میزان توارث‌پذیری عمومی و خصوصی مربوط به طول پدانکل (به ترتیب ۹۵ و ۸۵ درصد) و کمترین مقدار مربوط به وزن دانه در بوته (به ترتیب ۲۳ و ۲۵ درصد) بود.

حسینی و همکاران (۱۳۸۴) و طالعی (۱۳۷۵) برای صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله و طول پدانکل گزارش شده است.

نسبت بیکر $[2\sigma_{gca}^2 / (2\sigma_{gca}^2 + \sigma_{sca}^2)]$ نشان داد که در کنترل صفت وزن دانه در بوته در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی نقش اثرات غیرافزایشی مهمتر از نقش اثرات افزایشی می‌باشد. بر اساس این نسبت در شرایط نرمال برای صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله نقش اثرات افزایشی و غالبیت یکسان بودند و برای سایر صفات نقش اثرات افزایشی مهمتر بودند. همچنین در شرایط تنش خشکی برای کلیه صفات (بجز وزن دانه در بوته) نقش اثرات افزایشی مهمتر از نقش اثرات غیرافزایشی بودند. این نتایج با نتایج مطالعات احمدی و همکاران (۱۳۸۲) و موسوی و همکاران (۱۳۸۶) مطابقت دارد. معنی‌دار بودن اثرات افزایشی نشان می‌دهد که برای بهبود صفات مربوطه می‌توان از روش‌های گزینش استفاده کرد و معنی‌دار بودن اثرات غیرافزایشی نشان‌دهنده امکان بهره‌برداری از پدیده هتروزیس و تولید ارقام هیبرید می‌باشد. متوسط میزان هتروزیس نسبت به میانگین والدین در هر دو شرایط برای کلیه صفات بجز طول ریشک مثبت

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی بر اساس روش ۲ گریفینگ و برآورد پارامترهای مختلف در شرایط نرمال رطوبتی برای هفت رقم گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن ۱۰۰۰ دانه	وزن دانه در بوته	وزن سنبله	طول سنبله	ارتفاع بوته	طول ریشک	طول پدانکل	تعداد دانه در سنبله
بلوک	۲	۶/۲۹ ^{ns}	۱۱۹۰/۵۵ ^{ns}	۹۳/۱۵ ^{ns}	۲/۷۹ ^{**}	۲۰۶/۹۹ [*]	۰/۷۰ ^{ns}	۸۴/۸۸ [*]	۱/۰۳ [*]
ژنوتیپ	۲۷	۲۶/۸۵ ^{**}	۱۴۴۲/۸۵ ^{**}	۱۰۶/۷۲ ^{**}	۲/۳۲ ^{**}	۳۲۴/۰۰ ^{**}	۲۴/۷۹ ^{**}	۱۰۰/۳۴ ^{**}	۰/۸۱ ^{**}
ترکیب‌پذیری عمومی	۶	۷۳/۸۲ ^{**}	۲۱۸۷/۲۱ ^{**}	۲۲۵/۴۶ ^{**}	۵/۹۸ ^{**}	۷۴۲/۳۶ ^{**}	۹۸/۹۶ ^{**}	۳۰۶/۴۷ ^{**}	۱/۸۰ [*]
ترکیب‌پذیری خصوصی	۲۱	۱۳/۴۴ ^{ns}	۱۲۳۰/۱۸ ^{**}	۷۲/۸۰ [*]	۱/۲۷ ^{**}	۲۰۴/۴۷ ^{**}	۳/۵۹ ^{**}	۴۱/۴۵ [*]	۰/۵۲ [*]
خطا	۵۴	۸/۰۶	۵۸۴/۵۲	۳۴/۸۵	۰/۵۱	۶۰/۹۹	۱/۳۳	۱۹/۹۰	۰/۲۵
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۵۰	۲۷/۵۰	۲۳/۰۰	۶/۶۷	۹/۵۴	۲۷/۶۱	۱۳/۲۷	۱۲/۲۸
نسبت بیکر	۰/۷۰	۰/۲۱	۰/۸۴	۰/۶۴	۰/۵۳	۰/۹۸	۰/۸۱	۰/۵۰	
متوسط هتروزیس	۱/۳۴	۱۴/۷۱	۶/۰۷	۰/۵۲	۱۰/۷۳	-۰/۶۷	۵/۰۶	۰/۱۰	
توارث‌پذیری عمومی	۰/۷۶	۰/۶۹	۰/۷۲	۰/۸۲	۰/۸۷	۰/۹۵	۰/۸۶	۰/۷۴	
توارث‌پذیری خصوصی	۰/۵۳	۰/۲۳	۰/۴۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۸۶	۰/۶۵	۰/۴۴	

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی بر اساس روش ۲ گریفینگ و برآورد پارامترهای مختلف در شرایط تنش رطوبتی برای هفت رقم گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن ۱۰۰۰ دانه	وزن دانه در بوته	وزن سنبله	طول سنبله	ارتفاع بوته	طول ریشک	طول پدانکل	تعداد دانه در سنبله
بلوک	۲	۵۲/۴۸**	۳۳۱/۶۰ ^{ns}	۴/۱۰ ^{ns}	۰/۵۹ ^{ns}	۷۳/۷۲*	۶/۹۶*	۱۲/۰۶ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}
ژنوتیپ	۲۷	۵۹/۸۸**	۲۸۸/۲۲*	۲۱/۴۵*	۱/۶۵**	۳۰۸/۶۵**	۲۶/۸۳**	۱۳۱/۳۸**	۰/۹۰**
ترکیب‌پذیری عمومی	۶	۱۸۷/۳۸**	۵۵۵/۵۵*	۶۷/۹۵**	۵/۰۰**	۱۲۶/۴۷**	۱۰۶/۰۷**	۵۱۶/۷۹**	۲/۴۷**
ترکیب‌پذیری خصوصی	۲۱	۲۳/۴۵**	۲۶۳/۲۶*	۸/۱۷*	۰/۷۱ ^{ns}	۷۴/۹۹**	۴/۱۹*	۲۱/۲۶**	۰/۴۶ ^{ns}
خطا	۵۴	۸/۱۲	۲۵۵/۰۴	۱۴/۵۸	۰/۵۸	۱۷/۷۶	۲/۲۳	۷/۱۷	۰/۳۸
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۹۲	۲۳/۳۶	۱۹/۸۰	۶/۹۶	۱۵/۱۰	۲۹/۱۰	۷/۹۵	۱۴/۹۶
نسبت بیکر		۰/۸۴	۰/۳۵	۰/۷۳	۰/۷۸	۰/۹۵	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۶۷
متوسط‌هتروزیس		۱/۳۶	۴/۷۹	۱/۵۷	۰/۵۰	۷/۳۶	-۰/۴۹	۳/۳۷	۰/۰۴
توارث‌پذیری عمومی		۰/۸۹	۰/۲۵	۰/۵۳	۰/۷۱	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۶۷
توارث‌پذیری خصوصی		۰/۶۴	۰/۲۳	۰/۵۱	۰/۵۸	۰/۷۷	۰/۸۲	۰/۸۵	۰/۴۵

^{ns}, * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

معیاری جهت تقسیم بندی لاین‌ها به گروه‌های هتروتیک می‌باشد. لاین‌های هر طرف این خط داخل یک گروه قرار می‌گیرند. به این ترتیب دو گروه هتروتیک خواهیم داشت. گروه اول شامل ارقام a, b, c, و f. و گروه دوم شامل ارقام e و g. لاین d چون روی محور میانگین تسترها قرار دارد جزء هیچکدام از گروه‌های هتروتیک محسوب نمی‌شود. یان و هانت با استفاده از این روش هفت رقم گندم را از نظر مقاومت به فوزاریم مطالعه کردند و علاوه بر بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ژنوتیپ‌ها، ارقام را به دو گروه هتروتیک تقسیم نمودند (یان و هانت، ۲۰۰۲).

بهترین تستر اولاً باید بتواند ژنوتیپ‌ها را بهتر از هم تمیز دهد، ثانیاً باید دارای عملکرد^۱ خوبی نیز باشد. بر این اساس ژنوتیپی به عنوان بهترین تستر شناخته می‌شود که نزدیک به میانگین تسترها و متمایل به انتهای مثبت محور میانگین تسترها قرار گرفته باشد. با توجه به شکل الف ژنوتیپ یا تستر A به عنوان بهترین تستر معرفی می‌شود. نمایش چند وجهی نمودار دو بعدی (شکل اب) روش بسیار مناسبی برای بررسی الگوها و تفسیر اثر متقابل بین ژنوتیپ‌ها و تسترها می‌باشد. این چند وجهی از طریق وصل کردن ژنوتیپ‌هایی حاصل می‌شود که

نمودار دو بعدی داده‌های دای‌آلل وزن هزار دانه برای ارقام مورد بررسی در شرایط نرمال در شکل ۱ ارائه شده است. در این شکل‌ها حروف کوچک موقعیت ارقام یا لاین‌ها و حروف بزرگ موقعیت تسترها را نشان می‌دهند. لازم به ذکر است که در این روش هر ژنوتیپ یا والد هم به عنوان لاین در نظر گرفته می‌شود هم به عنوان تستر (یان و هانت، ۲۰۰۲). موقعیت میانگین تسترها با دایره نشان داده شده است. نمودار GGE2 بای‌پلات ۷۶/۹ درصد از واریانس داده‌ها را توضیح می‌دهد (شکل ۱ الف، ب، ج و د). ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ژنوتیپ‌ها با استفاده از موقعیت میانگین تسترها تعیین می‌شود. بدین منظور از مبدأ مختصات خطی به میانگین تسترها وصل و به دو طرف ادامه می‌یابد تا دیواره‌های نمودار را قطع کند، ما این خط را بردار میانگین تسترها می‌نامیم. ژنوتیپ‌هایی که در انتهای مثبت آن هستند دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی هستند و بالعکس. بنابراین ترتیب لاین‌ها از نظر ترکیب‌پذیری عمومی به این صورت می‌باشد: $c > e > a > b > d > f$. فاصله هر لاین از بردار میانگین تسترها، ترکیب‌پذیری خصوصی آن را تخمین می‌زند این شاخص تمایل هر لاین را به تولید هیبرید بهتر با لاین‌های دیگر نشان می‌دهد. به این ترتیب ارقام c و g دارای ترکیب‌پذیری خصوصی بالاتری نسبت به بقیه لاین‌ها می‌باشند. در این اشکال محور میانگین تسترها

^۱. Performance

شکل ۱۱ جهت رتبه بندی تسترها بر اساس بهترین تستر استفاده می‌شود. بهترین تستر باید اولاً دارای عملکرد بالائی بوده و ثانیاً پایدار نیز باشد به عبارتی دیگر دارای ترکیب پذیری عمومی بالائی بوده و ترکیب پذیری خصوصی پائینی داشته باشد. بر این اساس موقعیت بهترین تستر در این شکل با علامت پیکان مشخص شده است. به مرکزیت تستر ایده آل دوایر هم مرکزی رسم می‌شود، تسترهایی که به مرکز نزدیکتر هستند تسترهای مناسب تری می‌باشند. بر این اساس ترتیب تسترها به صورت زیر می‌باشد:

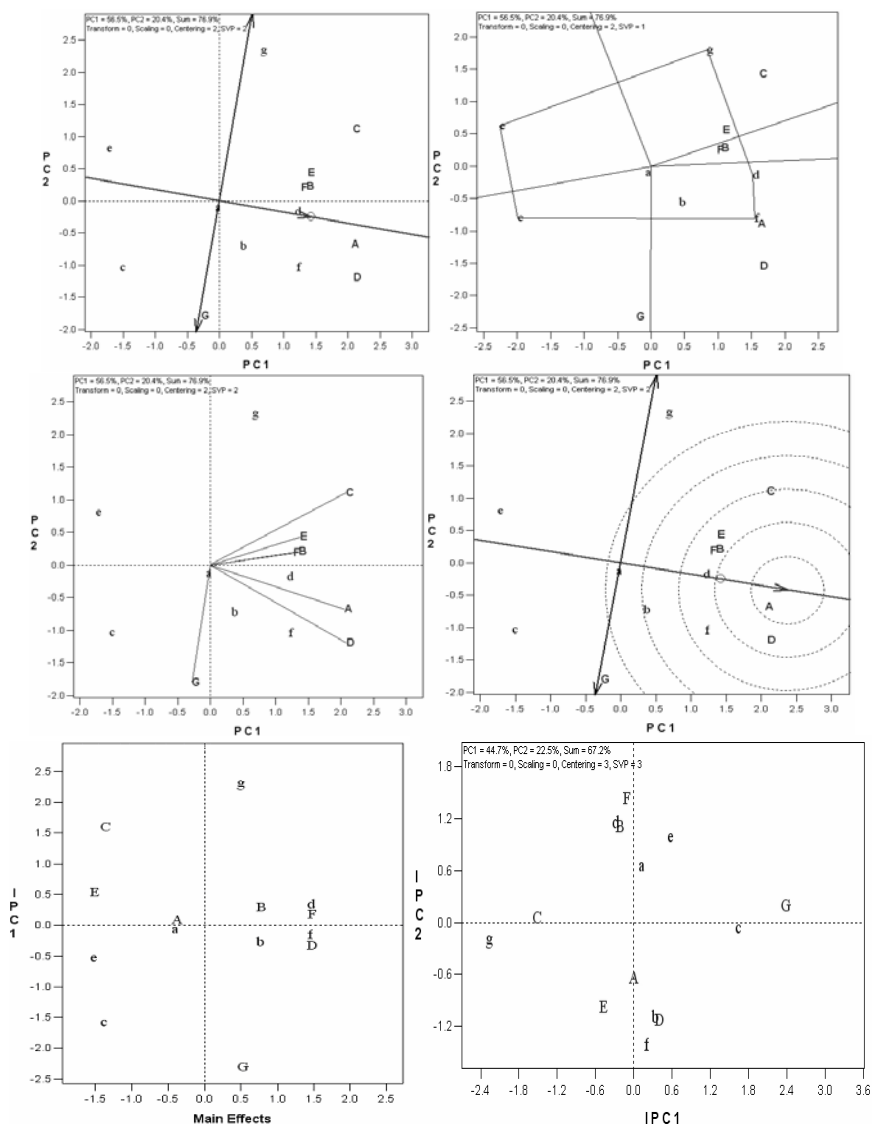
$$A > D > B \approx F \approx E > C > G.$$

شکل ۱۲ نمودار AMMI1 بای پلات مربوط به وزن هزار دانه در شرایط نرمال رطوبتی می‌باشد. بر اساس این شکل ژنوتیپ‌های B, D, F و هم دارای وزن هزار دانه بالائی می‌باشند و هم پایدار می‌باشند و به عنوان ژنوتیپ‌های مناسب معرفی می‌گردند. شکل ۱ و نمودار AMMI2 بای پلات مربوط به وزن هزار دانه می‌باشد. بر اساس این شکل ترکیبات $C \times G$, $D \times B$ و $D \times F$ هیبریدهای مناسبی می‌باشند.

نمودار دو بعدی داده‌های دای آلل وزن هزار دانه برای ارقام مورد بررسی در شرایط تنش خشکی در شکل ۲ ارائه شده است. نمودار GGE2 بای پلات ۸۷/۷ درصد از واریانس داده‌ها را توضیح می‌دهد (شکل ۲ الف، ب، ج و د). بر اساس شکل ۱ الف ترتیب لاین‌ها از نظر ترکیب پذیری عمومی به این صورت می‌باشد: $f > b > g > d > a > e > c$. همچنین لاین g دارای ترکیب پذیری خصوصی بالاتری نسبت به بقیه لاین‌ها می‌باشد. گروه‌های هتروتیک مشخص شده توسط این شکل به صورت زیر می‌باشند. گروه اول شامل ارقام a, g و f . و گروه دوم شامل ارقام b, c, d و e . با توجه به شکل ۲ الف ژنوتیپ‌های D و E به عنوان بهترین تسترها معرفی می‌شود. نمایش چند وجهی نمودار دو بعدی نیز در شکل ۲ ب نشان داده شده است. در این شکل لاین f با تسترهای زیادی در یک بخش قرار گرفته‌اند که نشان می‌دهد لاین f لاین بسیار مناسبی بوده و از ترکیب پذیری عمومی بالائی برخوردار می‌باشد. بر این اساس هیبریدهای $(A, B, C, D, E) \times F$ هتروتیک می‌باشند.

بیشترین فاصله را از مبدأ مختصات دارند به طوری سایر لاین‌ها داخل این چند وجهی قرار گیرند. از مبدأ بر هر ضلع چند وجهی یا ادامه آن خطی عمود می‌شود به طوری که شکل را به چند بخش تقسیم کنند. به این ترتیب هر لاین و هر تستر ناگزیر داخل یکی از این بخش‌ها قرار می‌گیرد. ویژگی جالب توجه این چند وجهی این است که هر تستر در همان بخشی قرار می‌گیرد که بهترین لاین‌های ترکیب شونده با آن قرار گرفته‌اند. در بین ژنوتیپ‌هایی که در یک بخش واقع می‌شوند، بهترین ژنوتیپ ترکیب شونده با تسترهای آن بخش ژنوتیپی است که در رأس چند وجهی در همان بخش قرار گرفته است. لاین‌هایی که در گوشه‌های چند وجهی قرار گرفته‌اند بهترین ترکیب شونده‌ها با تسترهای بخش خودشان و ضعیف‌ترین ترکیب شونده با تسترهای سایر بخش‌ها هستند. لاین‌هایی که نزدیک مبدأ قرار می‌گیرند، ترکیب پذیری ضعیفی با تمام تسترها دارند و به عوض شدن تستر واکنش زیادی نشان نمی‌دهند. لاین g و تستر C در یک بخش قرار گرفته‌اند و بالعکس یعنی لاین c با تستر G در یک بخش دیگر با هم هستند، این وضعیت نشان می‌دهد که بین ارقام C و G ترکیب پذیری بسیار زیادی وجود دارد و هیبرید بین آنها بسیار هتروتیک می‌باشد. لاین‌های f, b و d همراه با تسترهای A و D در یک بخش قرار گرفته‌اند این موضوع نیز ترکیب پذیری خوب آنها را نشان می‌دهد. از دیگر تلاقی‌هایی که هتروزیس زیادی نشان می‌دهند $A \times G$ و $E \times G$ می‌باشند.

شکل ۱۳ جهت تعیین تسترهای مناسب از نظر عملکرد بالا و قدرت آنها در تمیز لاین‌ها استفاده می‌شود. محور هر تستر که در این شکل رسم شده است معیاری برای این موضوع می‌باشد. زاویه بین محور هر تستر و محور میانگین تسترها هر چه کوچکتر باشد آن تستر از عملکرد بالاتری برخوردار است. بر این اساس تسترهای A, F و B از عملکرد بالاتری برخوردار می‌باشند. همچنین طول محور هر تستر قدرت تستر را در تمیز لاین‌ها نشان می‌دهد، این محور هر چقدر بلندتر باشد تستر مربوطه از قدرت تمیز بیشتری برخوردار است. بنابر این تسترهای A, C, D و G نسبت به سایر تسترها مشخص تر می‌باشند.



شکل ۱. نمودار دو بعدی داده‌های دای آلل وزن هزار دانه ۷ رقم (لاین) گندم نان در شرایط نرمال رطوبتی. الف: نمایش موقعیت لاین‌ها، تسترها و میانگین تسترها. ب: نمایش چند وجهی و موقعیت لاین‌ها و تسترها. ج: ترسیم محور میانگین تسترها جهت تعیین روابط بین آنها. د: رتبه‌بندی تسترها بر اساس بهترین تستر. ه: نمودار AMMI1 بای پلات جهت بررسی اثر متقابل اثر اصلی ژنوتیپ و اولین مؤلفه اثر متقابل. و: نمودار AMMI2 بای پلات جهت بررسی اثر متقابل دو مؤلفه اول اثر متقابل. حروف کوچک نشان‌دهنده لاین‌ها و حروف بزرگ نشان‌دهنده تسترها می‌باشد. دایره موقعیت میانگین تسترها را نشان می‌دهد. کد و نام ارقام عبارتند از: A: الوند، B: بزوستایا، C: نوید، D: بک‌کراس روشن، E: گاسپارد، F: سرداری و G: شهریار.

شکل ۲ نمودار AMMI1 بای پلات مربوط به وزن هزار دانه در شرایط تنش رطوبتی می‌باشد. بر اساس این شکل ژنوتیپ B هم دارای وزن هزار دانه بالایی می‌باشد و هم پایدار می‌باشد. ژنوتیپ F دارای وزن هزار دانه بالا می‌باشد اما ناپایدار است. شکل ۱ و نمودار AMMI2 بای پلات مربوط به وزن هزار دانه می‌باشد. بر اساس این شکل ترکیبات $D \times C$ ،

بر اساس شکل ۲ تسترهای B، E و D از عملکرد بالاتری برخوردار می‌باشند. همچنین بر اساس طول محور هر تستر، تسترهای C، D و E نسبت به سایر تسترها جهت تمیز لاین‌ها مناسب‌تر می‌باشند. با توجه به شکل ۲ ترتیب تسترها به صورت زیر می‌باشد:

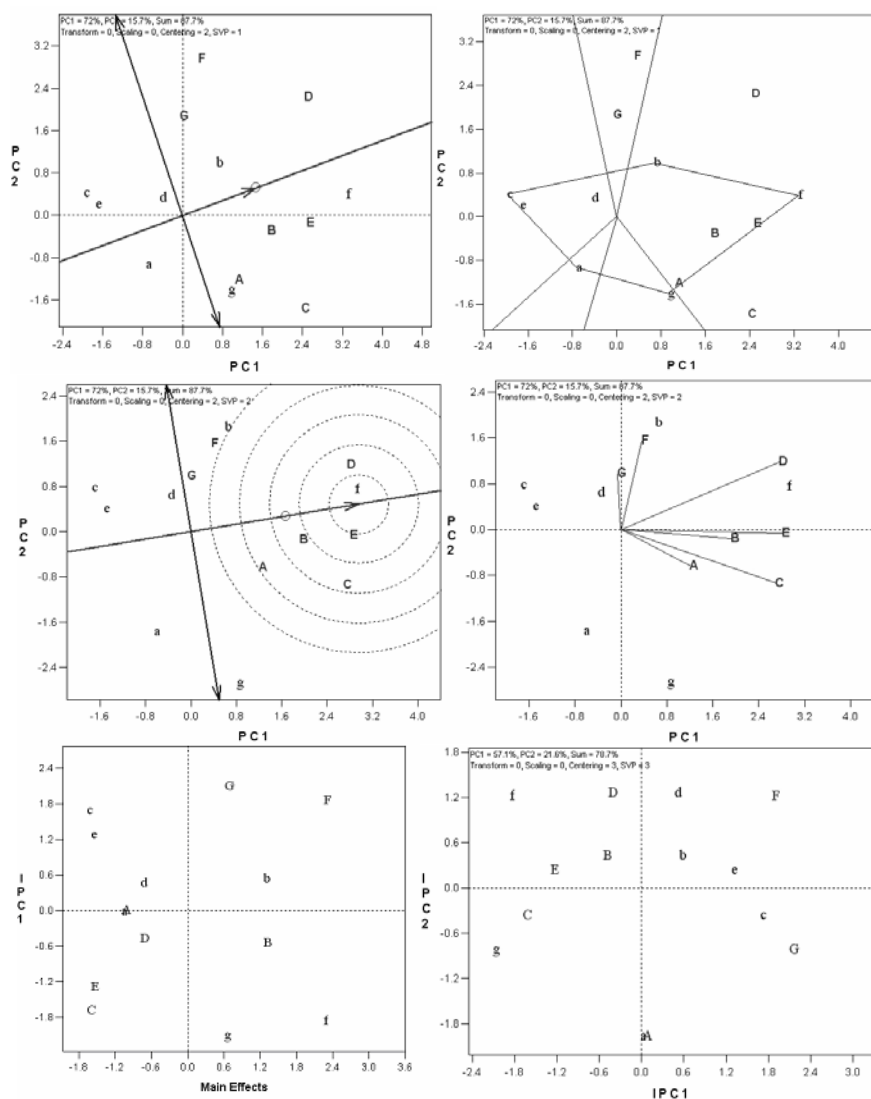
$$E > D > B > C > A > F > G$$

یعنی E مناسبترین تستر می‌باشد.

سنبله، طول سنبله، ارتفاع بوته و تعداد دانه در بوته رقم گاسپارد و برای صفات طول ریشک و طول پدانکل ارقام سرداری و الوند دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی بودند. برای صفت وزن هزار دانه هیبرید نوید × شهریار و برای سایر صفات هیبرید الوند × سرداری بهترین هیبرید شناخته شد.

$E \times F$ و $F \times B$ ، F و $F \times F$ هیبریدهای مناسبی می‌باشند. باتیستا و کاستا نیز با استفاده از روش AMMI بهترین هیبریدهای ۹ لاین ذرت را مشخص و ارزیابی نمودند (باتیستا و کاستا، ۲۰۰۲).

برای سایر صفات نیز تجزیه‌های فوق صورت گرفت که خلاصه نتایج به صورت زیر می‌باشد. برای صفت وزن دانه در بوته رقم بک‌کراس روشن، برای وزن



شکل ۲. نمودار دو بعدی داده‌های دای آلل وزن هزار دانه ۷ رقم (لاین) گندم نان در شرایط تنش رطوبتی. الف- نمایش موقعیت لاین‌ها، تسترها و میانگین تسترها. ب- نمایش چند وجهی و موقعیت لاین‌ها و تسترها. ج- ترسیم محور میانگین تسترها جهت تعیین روابط بین آنها. د- رتبه‌بندی تسترها بر اساس بهترین تستر. ه- نمودار AMMI1 بای پلات جهت بررسی اثر متقابل اثر اصلی ژنوتیپ و اولین مؤلفه اثر متقابل. و- نمودار AMMI2 بای پلات جهت بررسی اثر متقابل دو مؤلفه اول اثر متقابل. حروف کوچک نشان‌دهنده لاین‌ها و حروف بزرگ نشان‌دهنده تسترها می‌باشد. دایره موقعیت میانگین تسترها را نشان می‌دهد. کد و نام ارقام عبارتند از: A: الوند، B: بزوستایا، C: نوید، D: بک‌کراس روشن، E: گاسپارد، F: سرداری و G: شهریار

استفاده از این روش‌ها در تحقیقات توصیه می‌شود. از طرفی گراف‌های ارائه شده ترکیب‌پذیری عمومی والدین و ترکیب‌پذیری خصوصی هیبریدها را همزمان بررسی می‌کنند که اعتبار آن را دو چندان می‌کند. در مجموع برای وزن هزار دانه در شرایط نرمال ترکیبات $D \times B$ و $D \times F$ ، $C \times G$ و در شرایط تنش ترکیبات $F \times D$ و $F \times A$ هیبریدهای مناسبی تشخیص داده شدند که به عنوان هیبریدهای امیدبخش در تحقیقات آینده می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

بر اساس نتایج این تحقیق علی‌رغم خودگشن بودن گندم برای دستورزی بعضی از صفات در این گیاه علاوه بر روش‌های گزینش، استفاده از روش‌های هیبریداسیون و بهره‌برداری از پدیده هتروزیس می‌تواند مفید باشد. معنی‌دار بودن اثرات افزایشی و غالبیت ژن‌ها برای اکثر صفات دلیل این موضوع می‌باشد. همچنین مقایسه نتایج تجزیه‌های عددی با نتایج گرافیکی نشان‌دهنده مطابقت خوب نتایج این دو روش می‌باشد. بنابراین با توجه به برتری روش‌های گرافیکی از نظر تفسیر سریع‌تر و ساده‌تر نتایج،

منابع

- احمدی، ج.، زالی، ع.، یزدی‌صمدی، ب.، طالعی، ع.، قنادها، م.ر.، سعیدی، ع.، ۱۳۸۲. بررسی ترکیب‌پذیری و عمل ژن‌ها در گندم نان در شرایط تنش خشکی با استفاده از تجزیه دی‌آل. مجله علوم کشاورزی ایران. ج. ۳۴، ص. ۸-۱.
- حسینی، م.، سعیدی، ق.، رضایی، ع.، ۱۳۸۴. برآورد پارامترهای ژنتیکی و قابلیت ترکیب‌پذیری برای عملکرد دانه و اجزای آن در گندم نان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ج. ۹، ص. ۱۷۰-۱۵۷.
- طالعی، ع.، ۱۳۷۵. بررسی میزان ترکیب‌پذیری و هتروزیس در ارقام گندم نان به روش دورگ گیری دیال. مجله علوم کشاورزی ایران. ج. ۲۷، ص. ۶۷-۷۵.
- موسوی، س.س.، یزدی‌صمدی، ب.، زالی، ع.، بی‌همتا، م.ر.، ۱۳۸۶. تجزیه ژنتیکی صفات کمی گندم نان در شرایط نرمال و تنش رطوبتی. مجله نهال و بذر. ج. ۲۳، ص. ۶۰۱-۵۸۷.
- موسوی، س.س.، یزدی‌صمدی، ب.؛ زالی، ع.، قنادها، م.ر.، ۱۳۸۵. بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات کمی گندم نان در شرایط نرمال و تنش رطوبتی. مجله علوم کشاورزی ایران. ج. ۱، ص. ۲۳۸-۲۲۷.
- Batista, J., Costa Pinto, R.M., 2002. Biplot AMMI graphic representation of specific combining ability. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.* 2, 161-170.
- Dencic, S., Kastori, R., Kobiljski, B., Duggan, B., 2000. Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landrace under near optimal and drought conditions. *Euphytica.* 113, 43-52.
- Ebdon, J.S., Gauch, H.G., 2002. Additive main effect and multiplicative interaction analysis of national turfgrass performance trials: I. interaction of genotype \times environment interaction. *Crop Sci.* 42, 489-496.
- Gabriel, K.R., 1971. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika.* 58, 453-467.
- Melani, M.D., Carena M.J., 2005. Alternative maize heterotic patterns for the northern corn belt. *Crop Sci.* 45, 2186 – 2194.
- Miranda, G.V., Souza, L.V., Galvao, J.C.C., Guimaraes, L.J.M., Melo, A.V., Santos, I.C., 2008. Genetic variability and heterotic groups of Brazilian popcorn populations. *Euphytica.* 162, 431-440.

- Ortiz, S., Madsen, W.W., Hill, J., 2001. Additive main effect and multiplicative interaction model for a diallel-cross analysis. *Theor. Appl. Genet.* 102, 1103-1106.
- Yan, W., 2002. Singular-value partitioning in biplot analysis of multi-environment trial data. *Agron. J.* 94, 990-996.
- Yan, W., Kang, M.S., 2003. *GGE Biplot Analysis: A Graphical Tool for Breeders, Geneticists and Agronomists.* CRC Press, Boca Raton, FL.
- Yan, W., Cornelius, P.L., Crossa, J., Hunt, L.A., 2001. Two types of GGE biplots for analysis multi-environment trial data. *Crop Sci.* 41: 565 – 663.
- Yan W., Hunt, L.A., Sheng, Q., Szlavnic, Z., 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Sci.* 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. *Agron. J.* 93, 1111–1118.
- Yan, W., Hunt, L.A., 2002. Biplot analysis of diallel data. *Crop Sci.* 42, 21–30.
- Yan, W., Hunt, L.A., 2001. Genetic and environmental causes of genotype \times environment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop Sci.* 41:19–25.
- Zhang, S., Li, X., Yuan, L., Li, M., Peng, Z., 2002. Heterotic groups and exploitation of heterosis-metodology, strategy, and use in hybrid maize breeding in China. *Proceedings of the 8th Asian Regional Maize Workshop, Bangkok, Thailand.*
- Zhang, Y., Kang, M.S., Lamkey, K.R., 2005. DIALLEL – SAS05: A comprehensive program for Griffing's and Gardner–Eberhart analyses. *Agron. J.* 97, 1097–1106.

Genetic Investigation of Drought Resistance in Bread Wheat Using Graphical Methods: GGE bi-plot and AMMI Model

K. Mostafavi^{1*}, R. Mirzaei², M.R. Bihamta³, M. Changizi⁴, T. Babaei⁵

1. Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Karaj Branch.

2. Former M. Sc. Student of Plant breeding, Islamic Azad University, Karaj Branch

3. Professor, Faculty of Agriculture, Tehran University

4. Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Arak Branch

5. Assistant Professor, Agriculture and Natural Resources Research Station of Markazi Province

Abstract

To study the genetics of drought tolerance in bread wheat, the bi-plot of diallel data was used. Parents (Alvand, Bezostaya, Navid, Roushan, Gaspard, Sardary and Shahriar) and their crosses (without reciprocal crosses) were studied in 2007 using a Randomized Complete Block (RCB) design with three replications under normal and stress conditions. Analysis of variances indicated significant differences among genotypes for all traits. The GGE bi-plot graphical as well as AMMI methods were used for evaluation of cultivar potential. Investigated traits were 1000 kernel weight, kernel weight per plant, spike weight, spike length, plant height, awn length, peduncle length and kernel number per spike. For 1000 kernel weight, Roushan cultivar was the best general combinator. Moreover, Navid and Shahriar cultivars were the best specific combinatory, so that Navid × Shahriar cross was the best hybrid and for all other traits, the Alvand × Sardary was the best hybrid. These results were confirmed by AMMI method. Alvand cultivar was the best tester for 1000 kernel weight. For kernel weight per plant, Roushan cultivar, for spike weight, spike length, plant height and kernel number per plant Gaspard cultivar and for awn length and peduncle length Sardary and Alvands cultivars had the highest general combining ability.

Key words: bread wheat, drought stress, diallel, combining ability, biplot.

* Correspondent author: Khodad Mostafavi. E-mail: mostafavi@kiaau.ac.ir

Filename: 1-A8852-Mostafavi
Directory: C:\Documents and
Settings\Majid\Desktop\Vol3\Final\Papers
Template: C:\Documents and Settings\Majid\Application
Data\Microsoft\Templates\Normal.dot
Title: تاثير تنش رطوبتي بر عملکرد و اجزاي عملکرد دو رقم گندم
Subject:
Author: My Friend
Keywords:
Comments:
Creation Date: 12/9/2009 10:47:00 AM
Change Number: 95
Last Saved On: 6/12/2010 8:46:00 PM
Last Saved By: Majid
Total Editing Time: 1,013 Minutes
Last Printed On: 6/12/2010 8:54:00 PM
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 10
Number of Words: 3,666 (approx.)
Number of Characters: 20,902 (approx.)