



تجزیه و تحلیل گرافیکی صفات وابسته به عملکرد دانه در ذرت (*Zea mays L.*) با استفاده از تجزیه دای آلل در شرایط نرمال و تنش خشکی

محمد مرادی^۱ و رجب چوگان^۲

۱- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران، (نویسنده مسؤل: moradim_17@yahoo.com)

۲- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۱۶

چکیده

به منظور تجزیه و تحلیل گرافیکی و تعیین چگونگی کنترل ژنتیکی صفات وابسته به عملکرد دانه ۶ اینبرد لاین ذرت و ۱۵ هیبرید حاصل از ترکیب آنها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو آزمایش مجزا تحت شرایط نرمال و تنش خشکی در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول در سال ۱۳۹۰ اجرا گردید. تفاوت بین ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات در هر دو شرایط تنش و نرمال بسیار معنی‌دار بود. لذا تغییرات ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها به روش‌های هیمن و جینکز به اجزاء افزایشی و غیرافزایشی تفکیک گردید. تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو شرایط تنش و نرمال اثرات افزایشی و غیرافزایشی در کنترل صفات مورد نظر دخالت دارند. بر اساس میانگین درجه غالبیت در هر دو شرایط تنش و نرمال، صفات ارتفاع گیاه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه در بوته با اثر فوق غالبیت و بدلیل سهم بیشتر آثار غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات انتخاب مستقیم برای صفات مذکور در نسل‌های اولیه مؤثر نیست و گزینش برای این صفات باید به نسل‌های پیشرفته برنامه به‌نژادی موقوف گردد. همچنین صفات ASI^۱ و وزن ۱۰۰ دانه با اثر غالبیت نسبی کنترل می‌شوند. با توجه به سهم بیشتر آثار افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات انتخاب مستقیم برای آنها در نسل‌های اولیه می‌تواند در هر دو محیط نرمال و تنش مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، تجزیه و تحلیل گرافیکی، پارامترهای ژنتیکی، خشکی

مقدمه

ذرت (*Zea mays L.*) از غلات مهم و با ارزش مناطق گرمسیر و معتدل جهان است (۲۲) و با توجه به نقش مهمی که در تغذیه انسان و دام و ماده خام صنعتی دارد، به عنوان یکی از مهم‌ترین غلات در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته در عرصه تولید جهانی از جایگاه ارزشمندی برخوردار است، به طوری که به همراه گندم و برنج حدود ۳۰ درصد از کالری مورد نیاز بیش از ۴/۵ میلیارد نفر از مردم ۹۴ کشور در حال توسعه را تأمین می‌کند (۲۵،۱). تنش رطوبتی ناشی از کمبود آب و اشکال مختلف آن یکی از اصلی‌ترین و فراگیرترین عوامل محدودکننده عملکرد گیاهان زراعی بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است (۱). طبق گزارش فائو (۷) حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد عملکرد ذرت در سال به دلیل تنش خشکی کاهش می‌یابد و چنین کاهش حتی ممکن است در آینده بعثت تغییرات مداوم و شدیدتر آب و هوا افزایش یابد. این امر به‌نژادگران را بر آن داشته تا در برنامه اصلاح گیاهان زراعی، تقویت صفات تحمل به کمبود آب یا خشکی را به عنوان یکی از اصلی‌ترین اهداف خود قرار دهند (۲۵). از این رو در ذرت، شناسایی، انتخاب و استفاده از ارقام متحمل در برابر تنش خشکی به منظور جلوگیری از کاهش محصول از موارد بسیار مهم و ضروری در برنامه‌های به‌نژادی به شمار می‌رود. به منظور طراحی و اجرای یک برنامه به‌نژادی مؤثر و مفید، آگاهی از نحوه کنترل ژنتیکی صفات مورد بررسی، میزان تأثیر عوامل محیطی و اثر متقابل عوامل ژنتیکی و محیطی ضروری است. جینکز و هیمن (۱۵) برای تجزیه و تحلیل تلافی‌های دای‌آلل روشی را مطرح کردند که از طریق این روش

اطلاعات ژنتیکی در خصوص توزیع آلل‌ها، میانگین درجه غالبیت، نوع عمل ژن، تعداد گروه‌های ژنی مؤثر، وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی قابل حصول هستند. ترسیم خط رگرسیون کوواریانس ردیف‌ها بر روی واریانس ردیف‌ها و سهمی محدودکننده و تجزیه گرافیکی آن اطلاعات مفیدی را در اختیار به‌نژادگر قرار خواهد داد. قبل از استفاده از مدل جینکز و هیمن بایستی فرضیات مدل در مورد مواد ژنتیکی و صفات مورد ارزیابی صدق کند (۶). برخی از محققان (۱۸) نتیجه گرفته‌اند که برای بدست آوردن آثار قابل اعتماد برای پارامترهای ژنتیکی، تجزیه و تحلیل دای‌آلل باید در بیشتر از یک محیط انجام گیرد. زیرا آثار متقابل ژنوتیپ و محیط سبب برآورد اریب اثرهای ژن‌ها و قابلیت ترکیب‌پذیری صفاتی می‌شود که نسبت به تغییرات محیطی حساسیت نشان می‌دهند. بنابراین به منظور جلوگیری از اشتباه در برآورد عمل ژن‌ها، آزمایش دای‌آلل را باید در چندین محیط متفاوت تکرار نمود و مسأله اثر متقابل ژن و محیط و همچنین حساسیت برآورد اثرات ژن‌ها را در محیط‌های متفاوت مورد ارزیابی قرار داد تا پیش‌بینی عمل انتخاب با دقت بیشتری همراه باشد (۶). چوهان و همکاران (۳) با ارزیابی ۶ لاین ذرت و ترکیبات F₁ آنها تحت شرایط نرمال و تنش خشکی گزارش نمودند که صفات ارتفاع بوته، ASI، وزن صد دانه و عملکرد دانه در بوته تحت هر دو شرایط نرمال و تنش اثر افزایشی ژن با غالبیت جزئی نشان دادند که این صفات ممکن است در طول دوره انتخاب برای بهبود واریته‌های ساختگی مفید باشند. مصطفوی و همکاران (۲۰) در ذرت گزارش دادند که بیشترین متوسط هتروزیس مربوط به صفات تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه بود. نسبت واریانس افزایشی به غالبیت نشان داد که در کنترل

1- Anthesis Silking Interval

کشاورزی صفی‌آباد واقع در ۱۸ کیلومتری جنوب شهرستان دزفول اجرا گردید. این مرکز با ارتفاع ۸۲ متر از سطح دریا و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و طول ۴۸ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی در جنوب غرب کشور واقع شده است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است. ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی خاک به ترتیب ۲۵ و ۱۰ درصد وزنی بود. در این آزمایش ۱۵ هیبرید مستقیم ذرت حاصل از تلاقی ۶ لاین (جدول ۲) در تاریخ ۱۰ مرداد ماه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو آزمایش مستقل با دو رژیم رطوبتی مختلف شامل، آبیاری در قطعه بدون تنش از ابتدای کاشت تا زمان برداشت به طور معمول و پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تست تبخیر کلاس A انجام شد. آبیاری در قطعه تنش تا مرحله رویشی (۷- برگ ذرت) به طور معمول و از آن به بعد تا زمان برداشت پس از ۱۴۰-۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تست تبخیر کلاس A انجام گردید. بدین ترتیب گیاهان در این قطعه تحت تأثیر تنش خشکی در دوره رویشی، گلدهی و پرشدن دانه قرار گرفتند. در هر تکرار هر کرت در ۳ خط ۵ متری به فاصله ۷۵ سانتی‌متر کشت گردید بطوریکه در روی هر خط کاشت ۳۰ کپه و در هر کپه ۲ عدد بذر قرار داده و بعد از مرحله ۴ برگ بوته اضافی حذف و در هر کپه یک بوته نگهداری گردید. کلیه مراحل کاشت و داشت طبق عرف منطقه صورت پذیرفته و مبارزه با علف‌های هرز توسط وجین دستی در دو مرحله صورت پذیرفت. مقدار کود فسفره بر مبنای مصرف ۹۰ کیلوگرم فسفر (P₂O₅) در هر هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل محاسبه و مصرف شد و ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره به همراه ۲۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار قبل از کاشت و ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره به صورت سرک در ۳ نوبت به مقدار مساوی به فاصله هر یک ماه در هر آزمایش مصرف گردید.

صفات تعداد ردیف دانه در بلال و وزن صد دانه نقش اثر افزایشی ژن‌ها بیشتر از اثر غیرافزایشی می‌باشد ولی برای صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، قطر میانی بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و تعداد دانه در بلال نقش اثرات غیر افزایشی بیشتر از اثر افزایشی و برای طول بلال و وزن دانه در بلال نقش اثرات افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها تقریباً یکسان می‌باشد. مصطفوی و همکاران (۲۱) در ذرت گزارش نمودند که که اجزاء a و b که به ترتیب ناشی از اثرات افزایشی و اثرات غالبیت ژن‌ها می‌باشند، برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بر اساس میانگین درجه غالبیت، صفات عملکرد دانه، طول بلال و وزن دانه در بلال توسط ژن‌هایی با اثر فوق‌غالبیت و صفات وزن هزار دانه و قطر بلال توسط ژن‌هایی با اثر غالبیت نسبی کنترل می‌شوند. حسین و همکاران (۱۳) با ارزیابی ۸ لاین ذرت و ترکیبات F₁ آنها تحت شرایط نرمال و تنش خشکی گزارش نمودند که صفات ارتفاع بوته، ASI، وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد دانه در بوته تحت هر دو شرایط تنش و نرمال توسط اثرات فوق‌غالبیت ژن‌ها کنترل می‌شوند. با توجه به آنچه در این مقدمه مورد اشاره قرار گرفت هدف از این مطالعه تعیین پارامترهای مهم ژنتیکی لاین‌های ذرت و تلاقی‌های آنها در دو شرایط نرمال و تنش خشکی و مقایسه آنها با یکدیگر و تعیین اثر ژنی کنترل کننده و تجزیه و تحلیل گرافیکی صفات در تلاقی‌های دای‌آلل به روش مدل جینکز و هیمن و همچنین بررسی امکان استفاده از آنها در برنامه‌های به‌نژادی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در دو محیط تنش خشکی و بدون تنش در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه برداری (سانتی‌متر)	کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی برحسب میلی‌موس بر سانتی‌متر	اسیدیته کل اشباع (PH)	نیترژن کل P.P.M	فسفر P.P.M	پتاسیم P.P.M	بافت خاک
۰-۳۰	۰/۶۶	۱/۴۲	۷/۲	۲۵/۶	۶/۵	۱۲۱	رسی-لومی
۳۰-۶۰	۰/۴۶	۰/۷۵	۷/۵	۱۶/۸	۵/۶	۱۱۵	رسی-لومی

جدول ۲- فرمول لاین، نام اختصاری و منشاء اولیه لاین‌های مورد بررسی

ردیف	فرمول لاین	نام اختصاری لاین	منشاء لاین
۱	CML384	CML	سیمیت (CIMMYT)
۲	SD(3-6)2-2-1-2-m-1	SD\3	مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد
۳	SD\172-1-2-2-1-1	SD\17	مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد
۴	SD\10\1-1-1-1-3-1-1	SD\10	مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد
۵	SD\15\1-1-1-2-1-1-1	SD\15	مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد
۶	SD\704\4-1-1-3-1-1	SD\704	مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد

گیاه برحسب سانتی‌متر، روی ده گیاه در مزرعه اندازه‌گیری و میانگین آنها تعیین شد. به منظور تعیین عملکرد و اجزاء آن، بر روی ۱۰ بلال تصادفی از بلال‌های خط میانی با رعایت حاشیه برداشت گردیدند و پس از خشک نمودن آنها در آون

به منظور بررسی صفات از هر کرت آزمایشی خط اول و سوم بعنوان حاشیه در نظر گرفته شد و از خط وسط برای یادداشت برداری استفاده گردید صفات مهم زراعی از جمله فاصله زمانی بین ظهورگرده و ابریشم مادگی (ASI) و ارتفاع

نتایج و بحث

تفاوت بین ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات در دو محیط تنش خشکی و آبیاری نرمال معنی‌دار بود. بنابراین والدین و تلاقی‌های حاصل از آنها از نظر ژنتیکی متفاوت بودند و امکان بررسی کامل‌تر و شناسایی جزئیات این تفاوت‌های ژنتیکی وجود داشت (جدول ۳). در ادامه، به منظور بررسی صحت فرضیات اصلی تجزیه دای‌آلل، آزمون F برای $W_r - V_r$ در دو محیط نرمال و تنش خشکی انجام گردید. کفایت مدل افزایشی - غالبیت از طریق تجزیه واریانس مقادیر $W_r - V_r$ برای هر ردیف و آزمون یکنواختی آن تعیین شد (جدول ۳). آزمون F برای $W_r - V_r$ در دو محیط نرمال و تنش خشکی معنی‌دار نشد، به عبارتی فرضیات مدل ژنتیکی دای‌آلل برای روش هیمن و جینکز صادق می‌باشند. بعبارت دیگر، برای کلیه صفات مورد بررسی، صحت عدم وجود پیوستگی ژنی و اثرات متقابل بین مکان‌های ژنی و فقدان آلل‌ها چندگانه برقرار است.

به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد صفات وزن ۱۰۰ دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه در بوته برحسب گرم اندازه‌گیری شدند. قبل از تجزیه داده‌ها آزمون بارتلت جهت بررسی همگن بودن واریانس والد‌ها و واریانس هیبریدها و آزمون نرمال بودن داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری Mini-tab انجام شد و تجزیه واریانس صفات مختلف در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. تجزیه دای‌آلل به روش هیمن و جینکز و برآورد اثرات ژنی و پارامترهای ژنتیکی توسط نرم‌افزار Dial98 انجام شد. در ادامه، با استفاده از روش هیمن و جینکز اطلاعات لازم برای بررسی صحت فرضیات اصلی دای‌آلل فراهم می‌گردد. برای این منظور از روش‌های رگرسیون کوواریانس روی واریانس و آزمون F برای $W_r - V_r$ استفاده شد.

جدول ۳- تجزیه واریانس مقادیر $W_r - V_r$ در صفات مختلف ذرت برای کفایت مدل افزایشی - غالبیت در شرایط نرمال و تنش خشکی
Table 3. Scaling tests for adequacy of additive-dominance model for various traits in maize under normal and water stress conditions

منابع تغییر	درجه آزادی	شرایط	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	ASI	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف بلال	عملکرد دانه در بوته (گرم)
تکرار	۲	نرمال	۷۶۸/۱	۰/۳۴۴ ^{***}	۱۰/۸۶	۱/۶۳	۹/۷۸	۳۳۷۱/۳ ^{***}
$W_r - V_r$	۵	تنش	۶۵۲/۸ ^{ns}	۰/۰۰۳۳ ^{***}	۱۱/۸۷ ^{***}	۲/۸۶ ^{***}	۱۱/۷۸ ^{***}	۱۲۸۸/۸ ^{***}
		نرمال	۵۳۲/۷ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۲/۷۹ ^{ns}	۰/۲۴ ^{ns}	۱/۷۳ ^{ns}	۲۵۸۷/۷ ^{ns}
خطا	۱۰	تنش	۲۱۵/۵ ^{ns}	۰/۰۱۳ ^{ns}	۰/۷۹ ^{ns}	۱/۵۶ ^{ns}	۰/۶۴ ^{ns}	۲۱۸/۴ ^{ns}
		نرمال	۲۲۵/۷	۰/۰۴	۲/۳۶	۰/۱۳	۳/۱۰	۳۷۱/۱
		تنش	۲۳۹/۶	۰/۰۰۵۵	۰/۳۳	۰/۴۵	۲/۴۸	۱۹۸/۳

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

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بر اساس روش پیشنهادی هیمن (۱۰) در جدول ۴ نشان داده شده است. جزء a که برآوردی از واریانس افزایشی و ترکیب‌پذیری عمومی می‌باشد، برای کلیه صفات مورد بررسی در دو محیط تنش و نرمال به استثنای صفات ظهور گل تاجی و تعداد ردیف دانه در بلال در محیط نرمال معنی‌دار شد، این موضوع بیانگر اهمیت اثرات افزایشی در توارث صفات مورد بررسی است. همچنین جزء b که مربوط به تفاوت‌های بین هیبریدها و والدین و ناشی از اثرات غیر افزایشی ژن‌ها می‌باشد، و تخمینی از ترکیب‌پذیری خصوصی است، برای کلیه صفات در دو محیط تنش خشکی و نرمال در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید، که نشان‌دهنده اهمیت اثرات غیرافزایشی در توارث صفات مورد بررسی است. بر اساس روش پیشنهادی هیمن (۱۰) این جزء واریانس به اجزاء b_1 ، b_2 و b_3 تفکیک گردید. جزء b_1 مقایسه بین والد‌ها در برابر تلاقی‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر این جزء

بیان‌کننده متوسط اثر هتروزیس است. با مراجعه به جدول ۴ ملاحظه می‌گردد که مقادیر b_1 برای کلیه صفات مورد بررسی در دو محیط تنش خشکی و نرمال در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند. که بیانگر وجود اثرات افزایشی در کنترل این صفات است. جزء b_2 غالبیت یا هتروزیس خاص مرتبط با هر والد را نشان می‌دهد. مقادیر b_2 برای کلیه صفات مورد بررسی در دو محیط تنش خشکی و نرمال بجز صفات ASI و تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. معنی‌دار شدن این جزء بیان‌کننده این است که آلل‌های غالب و مغلوب در والدین متفاوت می‌باشند و بیان‌کننده برتری تلاقی‌ها نسبت به والد‌ها در صفات مورد بررسی است. جزء b_3 بیشترین جزء غالبیت بوده و معادل مقدار قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی می‌باشد. با مراجعه به جدول ۴ ملاحظه می‌گردد که مقادیر b_3 برای اکثر صفات مورد بررسی در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

آزمایش باشد. آماره \overline{III} بیانگر حاصلضرب فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در والد‌ها می‌باشد و هنگامی که فراوانی آلل‌ها در والدین یکسان و برابر ۰/۵ باشد، بیشترین مقدار یعنی ۰/۲۵ را خواهد داشت. در صورتیکه فراوانی آلل‌ها در والدین متفاوت باشد، این مقدار کمتر از ۰/۲۵ به دست خواهد آمد. در این بررسی مقدار \overline{III} برای کلیه صفات کمتر از ۰/۲۵ به دست آمد که بیانگر این است که فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در والد‌ها یکسان نمی‌باشد.

در نسل‌های اولیه می‌تواند موفقیت آمیز باشد. پایین بودن وراثت‌پذیری خصوصی صفات می‌تواند به علت بیشتر بودن سهم اثرات غیرافزایشی ژن‌ها نسبت به افزایشی، در کنترل صفات مورد مطالعه باشد، ضمن اینکه پایین بودن نسبی این برآوردها سبب خواهد شد که گزینش در نسل‌های در حال تفکیک، از موفقیت‌چندانی برخوردار نباشد. لذا باید گزینش را تا نسل‌های پیشرفته اصلاحی به تعویق انداخت. به طور کلی، وراثت‌پذیری عمومی برای اکثر صفات، نسبتاً بالا برآورد گردید که این موضوع می‌تواند ناشی از شرایط کنترل شده

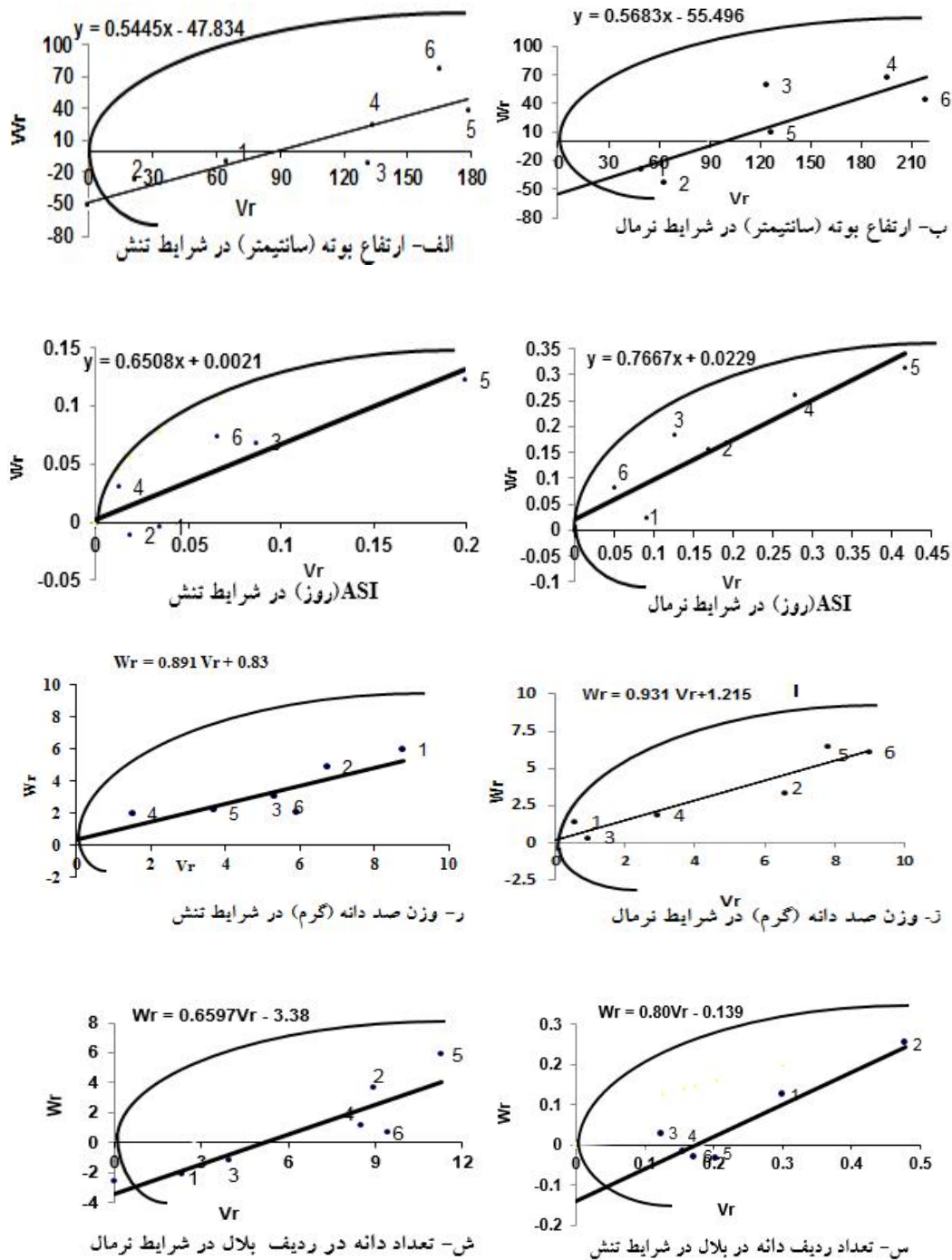
جدول ۵- برآوردهای پارامترهای ژنتیکی برای صفات مختلف ذرت در دو شرایط نرمال و تنش خشکی
Table 5. Estimation of the components of genetic for various traits in maize under normal and water stress conditions

آماره	شرایط	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	ASI	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد ردیف در عمکرد دانه در بوته (گرم)
واریانس افزایشی (D)	نرمال	۶۸/۷۶	-۰/۵۲	۱۹/۲۹	-۰/۸۴	۲۳۷/۴ ^{**}
	تنش	۲۴/۵۸	-۰/۲۸	۲۱/۸۱	-۰/۱۳	۲۰۴/۷
واریانس غالبیت (H ₁)	نرمال	۵۷۳/۹	-۰/۴۴	۱۷/۴۱	-۲/۰۳	۹۱۲/۳ ^{**}
	تنش	۵۲۲/۵	-۰/۲۳	۱۸/۷۳	-۰/۸۹	۶۸۶/۶
واریانس غالبیت (H ₂)	نرمال	۵۱۸/۴	-۰/۴۶	۱۴/۹۶	-۱/۸۲	۸۹۵/۶ ^{**}
	تنش	۴۵۲/۷	-۰/۱۹	۱۷/۰۳	-۰/۷۵	۶۲۲/۷
F	نرمال	۶۵/۶	-۰/۱۸	۱۰/۳۶	-۰/۵۰	۱۴۷/۲
	تنش	۱/۵۱	-۰/۱۳	۳/۰۴	-۰/۱۳	۲۰۲/۷
واریانس محیطی (E)	نرمال	۵/۳۸	-۰/۱۳	-۰/۶۲	-۰/۰۷	۳/۳۹
	تنش	۹/۰۴	-۰/۰۳	-۰/۳۸	-۰/۰۶	۷/۸۸
متوسط درجه غالبیت	نرمال	۲/۸۹	-۰/۹۳	-۰/۸۱	-۲/۴۵	۴/۱۲
	تنش	۴/۶۱	-۰/۸۹	-۰/۷۵	-۲/۵۹	۱/۸۳
نسبت ژن‌های غالب	نرمال	-۰/۵۸	-۰/۶۳	-۰/۵۸	-۰/۶۵	-۰/۶۱
	تنش	-۰/۵۱	-۰/۶۶	-۰/۶۰	-۰/۶۰	-۰/۶۳
\overline{III}	نرمال	-۰/۲۳	-۰/۲۴	-۰/۲۱	-۰/۲۲	-۰/۲۴
	تنش	-۰/۲۲	-۰/۲۱	-۰/۲۲	-۰/۲۱	-۰/۲۳
قابلیت توارث عمومی	نرمال	-۰/۸۹	-۰/۶۲	-۰/۶۵	-۰/۷۸	-۰/۶۸
	تنش	-۰/۸۵	-۰/۷۲	-۰/۶۲	-۰/۷۲	-۰/۶۵
قابلیت توارث خصوصی	نرمال	-۰/۱۸	-۰/۶۷	-۰/۶۹	-۰/۱۴	-۰/۲۳
	تنش	-۰/۲۸	-۰/۷۶	-۰/۷۵	-۰/۲۲	-۰/۲۷
میانگین والدین	نرمال	۱۸۰/۳۶	۵/۲۳	۳۳/۱۵	۱۰/۶۱	۱۴۷/۷۳
	تنش	۱۶۴/۱۷	۴/۳۲	۳۰/۹۸	۹/۹۶	۱۲۶/۸۵
میانگین نتاج	نرمال	۲۰۵/۹۹	۵/۹۳	۳۷/۲۴	۱۲/۱۲	۱۸۹/۴۴
	تنش	۱۸۶/۳۹	۴/۷۵	۳۵/۲۴	۱۰/۷۶	۱۵۳/۷۱
ضریب رگرسیون	نرمال	-۰/۵۳	-۰/۹۷	-۰/۹۳	-۰/۹۴	-۰/۴۶
	تنش	-۰/۶۵	-۰/۹۷	-۰/۸۹	-۰/۷۸	-۰/۶۹

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

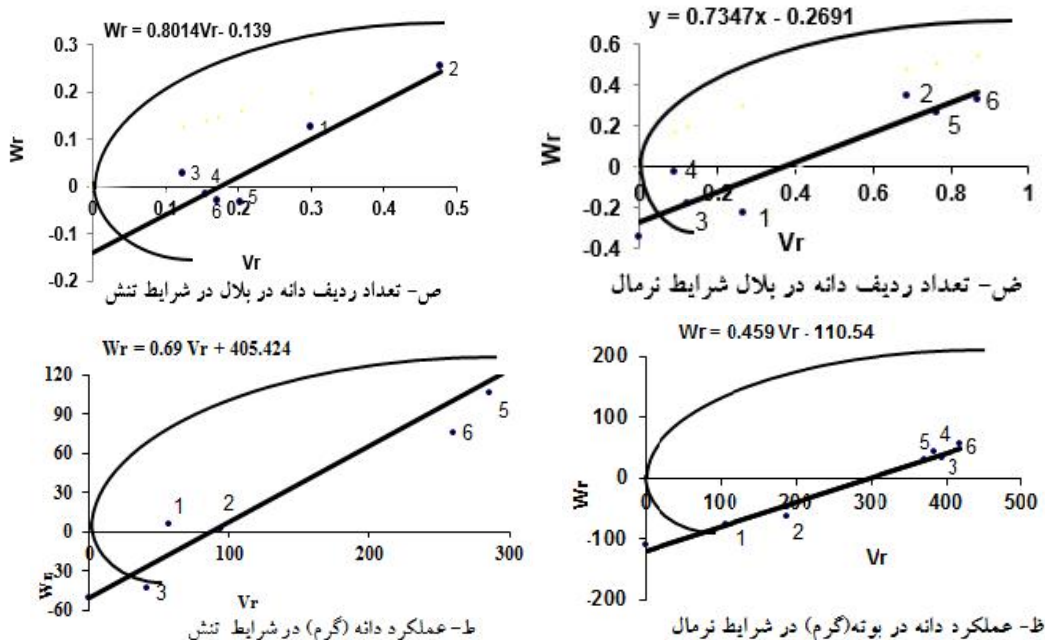
نشان‌دهنده عمل غالبیت نسبی و فوق غالبیت ژن‌ها می‌باشد. در مورد صفات ارتفاع بوته، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه در بوته خط رگرسیون محور کوواریانس را در دو محیط نرمال و تنش در پائین مرکز مختصات قطع نمود که بیان‌کننده اثر فوق غالبیت ژن‌ها در ارتباط با این صفات می‌باشد. اما در مورد صفات وزن ۱۰۰ دانه و فاصله زمانی بین ظهور‌گرده و ابریشم مادگی در هر دو محیط تنش و نرمال خط رگرسیون محور کوواریانس را بالاتر از مرکز مختصات قطع نمود که گویای وجود اثر غالبیت نسبی ژن‌ها در کنترل این صفات می‌باشد.

شکل‌های الف تا ظ سهمی‌های محدودکننده و خطوط رگرسیون کوواریانس ردیف‌ها روی واریانس ردیف‌ها و پراکنش والد‌ها را برای صفات مورد بررسی در دو محیط نرمال و تنش نشان می‌دهد. ضریب رگرسیون برای کلیه صفات به ترتیب واجد و فاقد تفاوت معنی‌دار با صفر و یک بود. موقعیت خط رگرسیون و نیز نحوه پراکنش والد‌ها در اطراف این خط اطلاعات مفیدی را ارائه می‌نماید. چنانچه خط رگرسیون از مرکز مختصات عبور نماید، دلالت بر وجود غالبیت کامل دارد. چنانچه خط رگرسیون محور کوواریانس را در بالا یا در پائین مرکز مختصات قطع کند به ترتیب



1: CML, 2: SD\3, 3: SD\17, 4: SD\10, 5: SD\15 and 6: SD\704

شکل ۱- تجزیه و تحلیل گرافیکی عملکرد و صفات وابسته برای تلاقی‌های دای آل در دو شرایط نرمال و تنش خشکی
Figure 1. Vr/Wr graphs analysis for grain yield related traits using diallel crosses under normal and water stress conditions



1: CML, 2: SD\3, 3: SD\17, 4: SD\10, 5: SD\15 and 6: SD\704

شکل ۱- تجزیه تحلیلی گرافیکی عملکرد و صفات وابسته برای تلاقی‌های دای آلل در دو شرایط نرمال و تنش خشکی
Figure 1. Vr/Wr graphs analysis for grain yield related traits using diallel crosses under normal and water stress conditions

هیبریدهای تولیدی کمک شایان توجهی در دستیابی به ترکیب‌های دلخواه و مناسب ذرت می‌نماید. هر یک از صفات مهم اجزای عملکرد و سایر صفات مهم مورفولوژیک سهم زیادی در پایداری و تولید یک هیبرید ذرت دارد. صفات اجزای عملکرد اصولاً کمی هستند و در اصلاح نباتات با استفاده از روش‌های مختلفی از جمله روش دای آلل موفقیت‌های زیادی در یافتن یک هیبرید ذرت مناسب و پرمحصول به دست آمده است (۲۱). با توجه به نتایج این تحقیق عملکرد دانه و صفات وابسته توسط آثار افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها کنترل می‌شوند. وجود واریانس افزایشی و غالبیت معنی‌دار برای این صفات بیانگر نقش مهم آثار افزایشی و غیرافزایشی در کنترل ژنتیکی این صفات است. با توجه به سهم بیشتر آثار افزایشی ژن‌ها در کنترل صفات فاصله زمانی بین ظهورگرده و ابریشم مادگی و وزن ۱۰۰ دانه انتخاب مستقیم برای این صفات در نسل‌های اولیه می‌تواند در هر دو محیط نرمال و تنش مفید باشد. اما بدلیل سهم بیشتر آثار غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد دانه در بوته در هر دو محیط نرمال و تنش، انتخاب مستقیم برای این صفات در نسل‌های اولیه مؤثر نیست و گزینش برای این صفات باید به نسل‌های پیشرفته برنامه پهنزادی موقوف گردد. همچنین آثار غیرافزایشی ژن‌ها می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مبتنی بر دورگ‌گیری سودمند باشند، از این رو برای بهبود صفات مذکور می‌توان برنامه‌هایی جهت تولید ژنوتیپ‌های دورگ تدارک دید.

پراکنش والد‌ها در اطراف خط رگرسیون بیانگر فراوانی ژن‌های غالب و مغلوب می‌باشد، به این ترتیب که والدی که حاوی ژن‌های غالب بیشتر است در پائین و نزدیک مرکز مختصات و والدی که حاوی ژن‌های مغلوب بیشتر است در نقطه مقابل قرار می‌گیرد. و بدیهی است که تلاقی بین این ژنوتیپ‌ها می‌تواند منجر به تولید هیبریدهای مناسبی شود. بر این اساس نزدیکی‌ترین و دورترین لاین‌ها به مبدأ مختصات برای ارتفاع گیاه والد‌های شماره ۱ و ۶ در محیط نرمال و در محیط تنش والد‌های شماره ۱ و ۵، در مورد صفت فاصله زمانی بین ظهورگرده و ابریشم مادگی در شرایط نرمال والد‌های شماره ۶ و ۵ و در شرایط تنش والد‌های شماره ۱ و ۵، برای صفت وزن ۱۰۰ دانه در محیط نرمال والد‌های شماره ۱ و ۶ و در محیط تنش والد‌های شماره ۴ و ۱، در مورد صفت تعداد ردیف دانه در بلال در محیط تنش لاین‌های ۳ و ۲ و در محیط نرمال والد‌های شماره ۳ و ۶، برای صفت تعداد دانه در ردیف بلال در محیط تنش لاین‌های ۱ و ۶ و در محیط نرمال لاین‌های ۱ و ۵، برای عملکرد دانه لاین‌های ۳ و ۵ در محیط تنش و در محیط نرمال لاین‌های ۱ و ۳ بودند. به این ترتیب انتظار می‌رود برای تمامی صفات مورد بررسی تلاقی بین لاین‌های مذکور در محیط تنش در محیط نرمال تولید ژنوتیپ دورگی با بیشترین هتروزیگوتی مشاهده گردد. موفقیت هیبریدهای تجاری ذرت به عوامل زیادی از جمله خصوصیات والدینی (لاین‌های اینبرد) - که برای تولید یک هیبرید ساده و پرمحصول ذرت مناسب هستند - بستگی دارد. شناخت والدین هیبرید در ذرت و ارتباط بین والدین و

منابع

1. Andjelkovic, V., D. Ignjatovic-Micic, S. Mladenovic and J. Vancetovic. 2012. Implementation of maize genetic resources in drought tolerance and grain quality improvement at maize research institute. "Zemun Polje". Thiyrd International Scientific Smposium UDK 631, 147: 63-75.
2. Betran, F.J., J.M. Ribaut, D. Beck and D.G. Leon. 2003. Genetic diversity, specific combining ability and heterosis in tropical maize under stress and non-stress environments. *Crop Science*, 43: 797-806.
3. Chohan, M.S.M., M. Saleem, M. Ahsan and M. Asghar. 2012. Genetic analysis of water stress tolerance and various morpho-physiological traits in (*Zea mays* L.) using graphical approach. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11: 489-500.
4. Chowdhry, A.M., M. Rafing and K. Alam. 1992. Genetic architecture of grain yield and certain other traits in breed wheat. *Pakistan Journal Agricultural Science*, 13: 216-220.
5. Emam, I. and M. Nicnejad. 1994. An introduction on physiological of crop yield. Shiraz University press. Shiraz. Iran. 240 pp (In Persian).
6. Farshadfar, E. 1996. Application of biometrical genetics in plant breeding. Razi University press. Kermanshah. Iran. 198 pp (In Persian).
7. FAO. 2010. Statistical data. www. FAOSTAT. Org.
8. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of biological science*, 9: 463-493.
9. Gardner, C.O. and S.A. Eberhart. 1966. Analysis and interpretation of the varity cross diallel and related populations. *Biometry*, 22: 439-459.
10. Hayman, B.I. 1957. Interaction, heterosis and diallel crosses. *Genetics*, 42: 33-35.
11. Hayman, B.I. 1963. Notes on diallel cross theory, in: *Statistical genetics and plant breeding*. NAS-NRC 982:5 71-578.
12. Hayman, B.I. 1958. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 32: 789-809.
13. Hussain, M., K.N. Shah., A. Ghafoor., T.T. Kiani and T. Mahmood. 2014. Genetic analysisfor grain yield and various morfological traits in corn (*Zea mays* L.) under normal and water stress environmets. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 24: 1230-1240.
14. Imtiaz, H., A. Muhammad, S. Muhammad and A. Ashfagh. 2009. Gene action studies for agronomic traits in maize under normal and water stress conditions. *Pakistan Journal Agricultural Science*, 46: 107-113.
15. Irshad-Ul-Haq, M., S. Ullah Ajmal, M. Munir and M. Gulfaraz. 2010. Gene action studies of different quantitative traits in maize (*Zea mays* L.). *Pakistan Journal Botany*, 42: 1021-1030.
16. Jinks, J.L. 1954. The analysis of continouse variation in a diallel crosses of nicotiana rustica varieties. *Genetics*, 39: 67 -78.
17. Jinks, J.L. and B.I. Hayman. 1953. The analysis of diallel crosses. *Maize Genetics Cooperation Newsletter*, 27: 48-54.
18. Mather, K. and J.L. Jinks. 1982. *Biometrical genetics*. Chapman and Hall: London, 276 pp.
19. Moradi, M., R. Choukan, E. Majidi Heravan and M.R. Bihamta. 2014. Genetic analysis of various morpho-physiological traits in (*Zea mays* L.) using graphical approach under normal and water stress conditions. *Research on Crops*, 15: 62-70.
20. Mostafave, K., R. Choukan, E. Majidi Heravan, M.R. Bihamta and M. Taeb. 2007. Genetic control studies of different traits in maize inbred lines (*Zea mays* L.) using graphical analysis. *Seed and Plant Improvement Journal*, 4: 117-129 (In Persian).
21. Mostafave, K., R. Choukan, E. Majidi Heravan, M. R. Bihamta and M. Taeb. 2009. Genetic studies of grain yield and related traits in corn (*Zea mays* L) using graphical analysis *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 6:117-129 (In Persian).
22. Sadeghi, F. and J. Rotbeh. 2016. Evaluation of grain yield and yield components using descriptive and multivariate statistics. *Journal of Crop Breeding*, 8: 211-221 (In Persian).
23. Sadeghi F. and Rotbeh J. 2016. The use of cluster analysis for best lines selection in maize at S6 generation, *Journal of Crop Breeding*, 8: 91-98 (In Persian).
24. Sridic, J., S.S. Mladenoivic-Drinic and Z. Pajic. 2006. Combining abilities and genetic resemblance of maize lines. *Acta Agronomica Humgarica*, 54: 337-342.
25. Von Braun, J., D. Byerlee, C. Charters, T. Lumpkin, N. Olembo and J. Waage. 2010. A draft strategy and results framework for the CGIAR. The world bank, Washington DC. 312 pp.
26. Walter, D.E. and J.R. Morton. 1978. On the analysis of variance of half diallel table. *Biometry*, 34: 91-94.
27. Wattoo, F.M. and M. Saleem. 2009. Genetic analysis for yield potential and Quality Traits in of maize (*Zea mays* L.). *American- Eurasian Journal Agriculture. And Environment Science*, 6: 723-729.
28. Yadav, O.P. and S.K. Bathagar. 2001. Evaluation of indices for identification of pear millet cultivars adapted to stress and non-stress conditions. *Field crop Research*, 70: 201-208.

Graphical Analysis for Grain Yield Related Traits in Maize (*Zea mays* L.) using Diallel Crosses under Normal and Water Stress Conditions

Mohammad Moradi¹ and Rajab Choukan²

1- Assistant Professor, Department of Plant Breeding, shoushtar Branch., Islamic Azad University, Shoushtar, Iran
(Corresponding author: email: moradim17@yahoo.com)

2- Professors, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.
Received: June 5, 2016 Accepted: February 4, 2016

Abstract

This study was carried out in order to investigate the genetic structure of the F₁ hybrids along with their parents (6 inbred lines) evaluated in field under normal and water stress regimes to determine the nature and magnitude of genetic variances and heritability estimates at dezful research station in safi abad, from 2012, using RCBD with three replications. Results analysis of variance showed that Variation among genotypes were highly significant for all the traits studied under both regimes. Therefore, variations were partitioned into additive and non additive components according to Hayman and Hayman & Jinks methods. It was observed that a and b components which are due to additive and dominant gene effects respectively, were significant for all studied characteristics under both conditions. Considering the average degree of dominance, as well as Vr/Wr graphs revealed that the yield potential traits like plant height, grain number in row in ear, grain row number in ear, and grain yield per plant were controlled by over dominance type of gene action, while traits like ASI, and 100-kernel weight were under the control of partial dominance with additive type of gene action under both conditions. Over-dominance for most of the parameters reveals that selection in later generations may be more effective and the selection in early generations will be more effective for the trait which is additively controlled.

Keywords: Drought stress, Genetic parameters, Graphic plot, Maize