



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

محمد مرادی^۱ و رجب چوگان^۲

^۱- استادیار، گروه زراعت و اصلاح بیات، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران، (نویسنده مسؤول): 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 تنفس خشکی در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی صفتی آباد دزفول در سال ۱۳۹۰ اجرا گردید. تفاوت بین ژنتیک‌ها برای کلیه صفات در هر دو شرایط تنفس و نرمال بسیار معنی‌دار بود. لذا تغییرات ژنتیکی بین ژنتیک‌ها به روشن‌های هیمن و جینکز بر اجزاء افزایشی و غیرافزایشی تفکیک گردید. تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو شرایط تنفس و نرمال اثرات افزایشی و غیرافزایشی در کنترل صفات مورد نظر دخالت دارند. بر اساس میانگین درجه غالبیت در هر دو شرایط تنفس و نرمال، صفات ارتفاع گیاه، تعداد 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 پیشفرته برنامه بهنژادی موکول 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 تنفس مفید باشد.

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

مقدمه

اطلاعات ژنتیکی در خصوص توزیع آلل‌ها، میانگین درجه غالیت، نوع عمل ژن، تعداد گروههای ژنی مؤثر، و راثت‌پذیری 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 با استیتی 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 دایآل باید در بیشتر از یک محیط انجام گیرد. زیرا آثار متقابل ژنتیک 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 اشتباہ در برآورد عمل ژن‌ها، آزمایش دایآل را باید در چندین محیط متفاوت تکرا نمود و مسئله اثر متقابل ژن و محیط و همچنین حساسیت برآورد اثرات ژن‌ها 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 تنفس خشکی گزارش نمودند که صفات ارتفاع بوته، ASI، وزن صد دانه و عملکرد دانه در بوته تحت هر دو شرایط نرمال و تنفس اثر افزایشی ژن با غالبیت جزئی نشان دادند که این صفات ممکن است در طول دوره انتخاب برای بهبود اریتیهای 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

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 تقدیم 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، به‌طوری که به همراه گندم و برنج حدود ۳۰ درصد از کالاری مورد نیاز بیش از ۴/۵ میلیارد نفر از مردم ۹۴ کشور در حال توسعه را تأمین می‌کند (۲۵، ۱). تنفس 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 فانو (۷) حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد عملکرد ذرت در سال به دلیل تنفس خشکی کاهش می‌یابد و چینی کاهشی حتی ممکن است در آینده بعلت 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 تنفس 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 تلاقی‌های دایآل روشی را مطرح کردند که از طریق این روش

کشاورزی صفائی آباد 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 پرمردگی 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 بلوك‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو آزمایش مستقل با دو رژیم رطوبتی مختلف شامل، آبیاری در قطمه بدون تنش از ابتدای کاشت تا زمان برداشت به طور معمول و پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تنش تبخیر کلاس A انجام شد. آبیاری در قطمه تنش تا مرحله رویشی (۷-۶ برگی ذرت) به طور معمول و از آن به بعد تا زمان برداشت پس از ۱۳۰-۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تنش تبخیر کلاس A انجام گردید. بدین ترتیب گیاهان در این قطمه تحت تأثیر تنش خشکی در دوره رویشی، گلدهی و پرسدن 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 برگی 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 (P_2O_5) در هر هکتار از منبع سوبر فسفات تریپل محاسبه و مصرف شد و ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره به همراه ۳۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار قبل از کاشت و ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره به صورت سرک در ۳ نوبت به مقدار مساوی به فاسله هر یک ماه در هر آزمایش مصرف گردید.

صفات تعداد ردیف دانه در بالال و وزن صد دانه نقش اثر افزایشی ژن‌ها بیشتر از اثر غیرافزایشی می‌باشد ولی برای صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع بالال، قطر میانی بالال، تعداد دانه در ردیف بالال و تعداد دانه در بالال نقش اثرات غیر افزایشی بیشتر از اثر افزایشی و برای طول بالال و وزن دانه در بالال 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 غالیت ژن‌ها می‌باشند، برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بر اساس میانگین درجه غالیت، صفات عملکرد دانه، طول بالال و صفات وزن هزار دانه در توسط ژن‌هایی با اثر فوق‌غالیت و تنش هزار دانه و قطر بالال توسط ژن‌هایی با اثر غالیت نسبی کنترل می‌شوند. حسین و همکاران (۱۲) 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 بالال و عملکرد دانه در بوته تحت هر دو شرایط تنش و نرمال توسط اثرات فوق‌غالیت 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 دای‌آل به روش مدل جینکر و هیمن و همچنین بررسی امکان استفاده از آنها در برنامه‌های بهزیادی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

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

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of the test site

مقادیر نمونه‌برداری (سانتی‌متر)	کربن آلی (درصد)	هدايت الکتریکی بر حسب میلی‌موس بر سانتی‌متر	اسیدیت کل (PH)	نیتروژن 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

Table 2. List, Code and Origin Inbred lines used in test

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

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

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 ظهرگرده و ابریشم مادگی (ASI) و ارتفاع

نتایج و بحث

تفاوت بین ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات در دو محیط تنفس خشکی و آبیاری نرمال معنی دار بود. بنابراین والدین و تلاقی‌های حاصل از آنها از نظر ژنتیکی متفاوت بودند و امکان بررسی کامل تر و شناسائی جزئیات این تفاوت‌های ژنتیکی وجود داشت (جدول ۳). در ادامه، به منظور بررسی صحت فرضیات اصلی تجزیه دای‌آل، آزمون F برای Wr-Vr در دو محیط نرمال و تنفس خشکی انجام گردید. کفایت مدل افزایشی- غالبیت از طریق تجزیه واریانس مقادیر Wr برای هر ردیف و آزمون یکنواختی آن تعیین شد (جدول ۳). آزمون F برای Wr-Vr در دو محیط نرمال و تنفس خشکی معنی دار نشد، به عبارتی فرضیات مدل ژنتیکی دای‌آل برای روش هیمن و جینکر صادق می‌باشد. بعارت دیگر، برای کلیه صفات مورد بررسی، صحت عدم وجود پیوستگی ژئی و اثرات متقابل بین مکان‌های ژئی و فقدان آل‌ها چندگانه برقرار است.

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

متابع تغییر	درجه آزادی	شرط	ارتفاع بوقته (سانتی‌متر)	ASI	وزن (گرم)	تعداد دانه در بلال	تعداد دانه در بلال	عملکرد دانه در بوطه (گرم)
تکرار	۲	نرمال	۷۶۸/۱*	.۰/۳۴**	۱/۰۸*	۹/۷۸	۱/۶۳*	۲۳۷۱/۲**
		تنفس	۶۵۲/۸ns	.۰/۰۲**	۱/۸۷**	۱۱/۷۸*	۲/۸۶*	۱۲۸/۸**
		نرمال	۵۳۲/۷ns	.۰/۰۴ns	۲/۷۹ns	۱/۷۳ns	۰/۳۴ns	۲۵۸/۷ns
Wr -Vr	۵	تنفس	۲۱۵/۵ns	.۰/۰۱ns	۰/۷۹ns	۱/۵۵ns	۰/۴۳ns	۲۸۸/۴ns
		نرمال	۲۲۵/۷	.۰/۰۴	۲/۳۶	۰/۱۳	۳/۱۰	۳۷۱/۱
خطا	۱۰	تنفس	۳۳۹/۶	.۰/۰۰۵۵	۰/۳۳	۰/۴۵	۲/۴۸	۱۹۸/۳

* و **: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد ns

بيان کننده متوسط اثر هتروزیس است. با مراجعه به جدول ۴ ملاحظه می‌گردد که مقادیر b_1 برای کلیه صفات مورد بررسی در دو محیط تنفس خشکی و نرمال در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار می‌باشد. 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 تنفس خشکی و نرمال بجز صفات ASI و تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار می‌باشد. معنی دار شدن این جزء بیان کننده این است که آل‌های غالب و مغلوب در والدین متفاوت می‌باشند و بیان کننده برتری تلاقی‌ها نسبت به والدین 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 معنی دار می‌باشند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بر اساس روش پیشنهادی هیمن (۱۰) در جدول ۴ نشان داده شده است. جزء a که برآورده از واریانس افزایشی و ترکیب‌پذیری عمومی می‌باشد، برای کلیه صفات مورد بررسی در دو محیط تنفس و نرمال به استثنای صفات ظهور گل تاجی و تعداد ردیف دانه در بلال در محیط نرمال معنی دار شد، این موضوع بیانگر اهمیت اثرات افزایشی در توارث صفات مورد بررسی است. همچنین جزء b که مربوط به تفاوت‌های بین هیریدها و والدین و ناشی از اثرات غیر افزایشی ژئی می‌باشد، و تخمینی از ترکیب‌پذیری خصوصی است، برای کلیه صفات در دو محیط تنفس خشکی و نرمال در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار 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 تقسیم کرده. جزء b_1 مقایسه بین والدین در برابر تلاقی‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر این جزء

جدول ۴- تفکیک میانگین مربوطات صفات مختلف ذرت به روش هیمن در دو شرایط نرمال و تنش خشکی

متابع تغییر آزادی	درجه	شرایط	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن (گرم)	تعداد دانه در بلال	تعداد دانه در ذرت	عملکرد دانه در بوته (گرم)
تکرار	۲	نرمال	۸/۲۶**	۹/۲۳*	۴/۱۳*	۹/۱۳*	۶۹/۷۲**
تنش	۲۰	نرمال	۲۴/۲۶**	۵/۲۳*	۴/۱۸*	۱۵/۰۳**	۲۳/۷۹*
زنوتیپ	۵	نرمال	۵۶/۹۲**	۱/۰۶*	۲/۰۶**	۳۱/۴۹**	۱۲۰/۱۲۷**
تنش	۵	نرمال	۵۱/۷۰**	۰/۳۷*	۰/۱۱**	۲۱/۱۴**	۷۱۱/۱۱**
a		نرمال	۲۲۲/۲۸*	۱/۶۶**	۱/۴۱*	۷/۹۰*	۲۴۲/۲۴**
		تنش	۱۰۰/۷۷**	۰/۶۲**	۰/۵۷**	۶/۸۸*	۶۳۷/۶۹**
b	۱۵	نرمال	۶۷۶/۲۲**	۰/۸۶*	۲/۲۸**	۳۹/۳۵**	۱۵۲/۰۹**
		تنش	۶۵۶/۶۸**	۰/۳۷**	۱/۰۶**	۲۶/۰۲**	۷۳۸/۲۸**
b ₁	۱	نرمال	۸۳۳/۸۲**	۰/۷۳**	۲۹/۳۶**	۴۳۳/۵۶**	۲۲۳/۷۱**
		تنش	۵۶۴۹/۱۸**	۰/۲۷**	۸/۷۸**	۳۲۲/۷۷**	۹۳۵۸/۵۸**
b ₂	۵	نرمال	۲۰۷/۰۴**	۰/۳۳ns	۱/۰۸**	۱۵/۹۸**	۲۴۹/۷۸**
		تنش	۲۵۷/۱۵**	۰/۲۲**	۰/۶۰**	۷/۸۲**	۲۳۳/۰۷**
b ₃	۹	نرمال	۷۴۹۸/۰**	۰/۶۳ns	۰/۰۳ns	۸/۶۱**	۴۱/۱**
		تنش	۲۴۴/۹**	۰/۵ ns	۰/۴۰**	۳/۰۴ns	۵۰/۰۲*
	۴۰	نرمال	۱۵/۳۹	۰/۳۹	۰/۴۶	۲/۲۲	۱۱/۰۲
		تنش	۲۵/۲۳	۰/۰۴	۰/۱۶	۲/۲۰	۲۲/۸۰
ضریب تغییرات		نرمال	۱/۸۸	۲۲/۴۰	۷/۷۹	۶/۸۲	۴/۶۸
		تنش	۳/۰۳	۲۶/۰۸	۱۰/۲۸	۸/۲۵	۵/۸۴

* و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

حاکی از عمل غالیت نسی برای این صفات است (۱۶). برخی مطالعات قبلی نیز به عمل فوق غالیت ژن برای عملکرد دانه اشاره کرده‌اند (۲۷، ۲۱، ۱۳). مطالعات انجام شده دیگر نیز حاکی از عمل غالیت برای این صفات است (۲۰، ۱۶). اما برای صفات وزن ۱۰۰ دانه و فاصله زمانی بین ظهورگرده و ابریشم مادگی در هر دو شرایط تنش و نرمال کمتر از یک به دست آمد که میان وجود غالیت نسی برای ژن‌های کنترل‌کننده این صفات بود. این نتایج بوسیله تجزیه گرافیکی هم تأیید شد (شکل ۱). چوهان و همکاران (۳) و مرادی و همکاران (۱۹) در مورد صفت فاصله زمانی بین ظهورگرده و ابریشم مادگی غالیت نسی را گزارش کرده‌اند. محققان دیگری هم در مورد صفت وزن ۱۰۰ دانه غالیت نسی را گزارش کرده‌اند (۲۷، ۱۶، ۱۵، ۳). مقادیر توارث‌پذیری عمومی و خصوصی نیز در جدول ۴ ارائه شده است. دامنه تغییرات وارث‌پذیری عمومی در شرایط نرمال از ۸۹ درصد تا ۶۲ درصد بود که به ترتیب مربوط به صفات ارتفاع بوته و فاصله زمانی بین ظهورگرده و ابریشم مادگی بود. دامنه تغییرات وارث‌پذیری خصوصی بود که به ترتیب مربوط به صفات ارتفاع بوته و فاصله زمانی بین ظهورگرده و ابریشم مادگی بود. اما در شرایط نرمال از ۸۵ درصد تا ۶۲ درصد بود که به ترتیب مربوط به صفات ارتفاع بوته و وزن ۱۰۰ دانه بود. دامنه تغییرات وارث‌پذیری خصوصی در شرایط نرمال از ۶۹ درصد تا ۱۴ درصد بود که به ترتیب مربوط به صفات وزن ۱۰۰ دانه و تعداد دانه در بلال بود. اما در شرایط نرمال از ۸۵ درصد تا ۸۲ درصد بود که به ترتیب مربوط به صفات ارتفاع بوته و وزن ۱۰۰ دانه بود. با توجه به اینکه مقادیر توارث‌پذیری خصوصی برای صفات وزن ۱۰۰ دانه و فاصله زمانی بین ظهورگرده و ابریشم مادگی و تعداد دانه در دیف بلال بود. با توجه به اینکه مقادیر توارث‌پذیری خصوصی برای صفات وزن ۱۰۰ دانه و فاصله زمانی بین ظهورگرده و ابریشم مادگی بیشتر از توارث‌پذیری عمومی بود، این امر بیانگر اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات سهم عمده‌ای داشته است (جدول ۵). با توجه به نتایج به دست آمده برای وارث‌پذیری عمومی و خصوصی، می‌توان نتیجه گرفت که برای صفاتی که وراثت‌پذیری خصوصی بالایی دارند، انتخاب

برآورد پارامترهای D، H₁ و H₂ در جدول ۵ ارائه شده است. ملاحظه می‌گردد که واریانس افزایشی (D) در هر دو شرایط تنش خشکی و نرمال در مورد صفات ارتفاع بوته، تعداد دیف دانه در بلال و تعداد دانه در دیف بلال در سطح احتمال ۵ درصد، ولی در مورد صفات وزن ۱۰۰ دانه، فاصله زمانی بین ظهورگرده و ابریشم و عملکرد دانه در بوته مادگی این پارامتر در هر دو شرایط تنش خشکی و نرمال در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اما پارامترهای H₁ و H₂ برای کلیه صفات در دو محیط تنش خشکی و نرمال در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. پارامتر D برای صفات ارتفاع بوته، تعداد دیف دانه در بلال و تعداد دانه در دیف بلال و عملکرد دانه در بوته در دو محیط تنش خشکی و نرمال کوچکتر از پارامترهای H₁ و H₂ بود که نشان‌دهنده مهمتر بودن جزء واریانس غالیت نسبت به واریانس افزایشی در کنترل این صفات می‌باشد. این موضوع بیانگر اهمیت اثرات غالیت یا فوق غالیت ژن‌ها در کنترل ژنتیکی صفات مورد نظر است. اما بیشتر بودن پارامتر D از پارامترهای H₁ و H₂ برای صفات وزن ۱۰۰ دانه و فاصله زمانی بین ظهورگرده و ابریشم مادگی در هر دو شرایط تنش و نرمال نشان‌دهنده مهم‌تر بودن جزء واریانس افزایشی نسبت به واریانس افزایشی در افزایشی در کنترل این صفات می‌باشد. در این بررسی شاخص F (اثر غالیت) برای تمامی صفات مثبت بود و نشان داد که لاین‌های مورد مطالعه برای صفات مورد بررسی در دو محیط تنش خشکی و نرمال دارای فراوانی آلل‌های غالب بیشتری نسبت به آلل‌های مغلوب می‌باشند. برآورد میانگین درجه غالیت برای صفات ارتفاع بوته، تعداد دیف دانه در دو محیط نرمال و تعداد دانه در دیف بلال و عملکرد دانه در بلال و تنش خشکی بیشتر از یک به دست آمد که میان وجود فوق غالیت برای ژن‌های کنترل‌کننده این صفات بود. برخی مطالعات قبلی نیز به عمل فوق غالیت ژن برای این صفت اشاره کرده‌اند (۲۷، ۱۸، ۱۵، ۱۳). مطالعات انجام شده دیگر نیز

آزمایش باشد. آماره $\overline{\text{B}}$ بیانگر حاصلضرب فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در والدها می‌باشد و هنگامی که فراوانی آلل‌ها در والدین یکسان و برابر $/0.5$ باشد، بیشترین مقدار یعنی 0.25 را خواهد داشت. در صورتیکه فراوانی آلل‌ها در والدین متفاوت باشد، این مقدار کمتر از 0.25 به دست خواهد آمد. در این بررسی مقدار $\overline{\text{B}}$ برای کلیه صفات کمتر از 0.25 به دست آمد که بیانگر این است که فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در والدها یکسان نمی‌باشد.

در نسل‌های اولیه می‌تواند موقفیت 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 نسبت این برآوردها سبب خواهد شد که گزینش در نسل‌های در حال تکمیک، از موقفیت چندانی 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

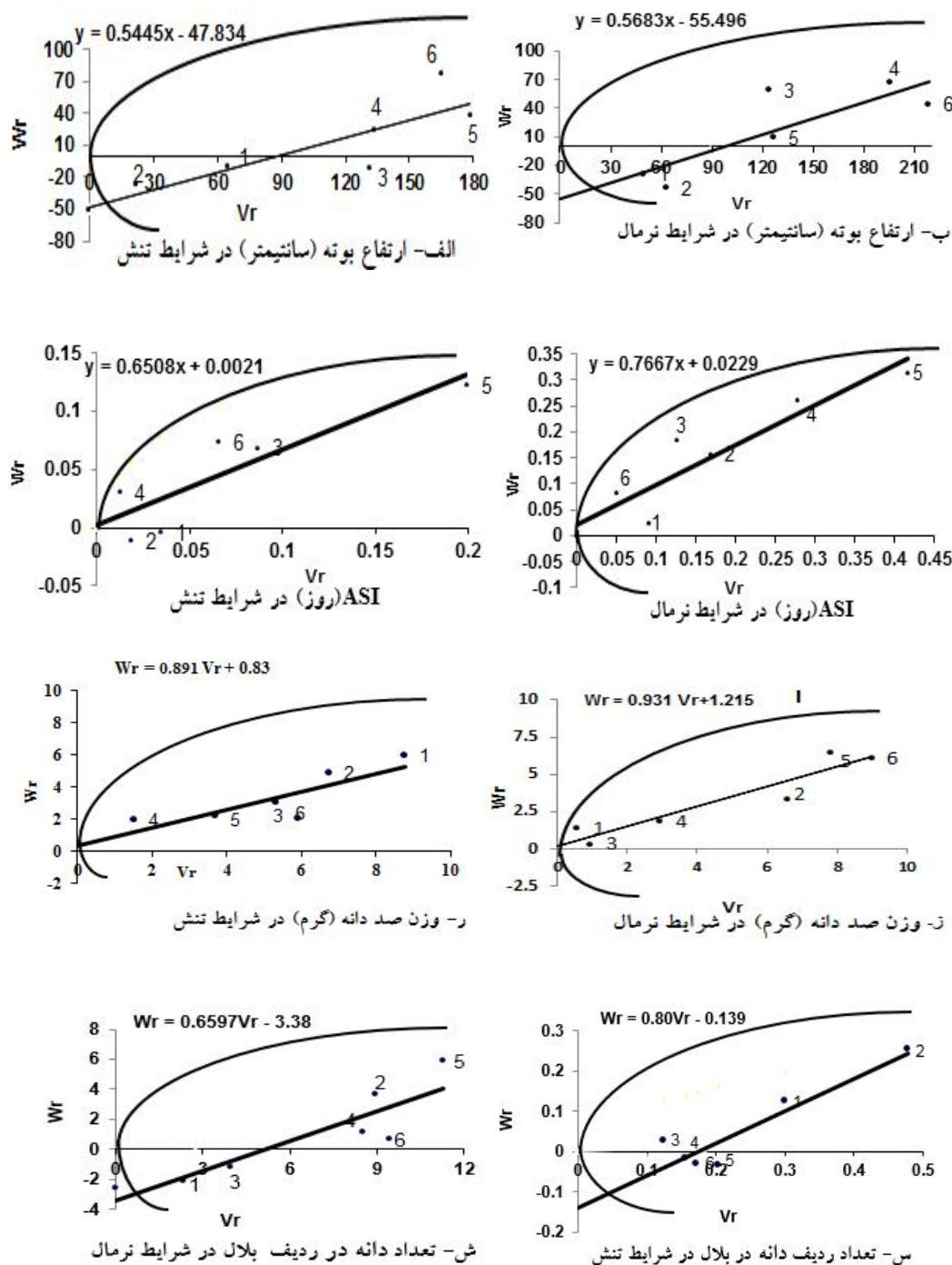
جدول ۵- برآوردهای پارامترهای زیستیکی برای صفات مختلف ذرت در دو شرایط نرمال و تنش خشکی

آماره	شرایط	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن (گرم)	تعداد دانه در دانه	تعداد ردیف	عملکرد دانه در در بوته (گرم)
واریانس افزایشی (D)	نرمال	۶۸/۷۶	۱۹/۲۹	۰/۰۴	۱/۸۲	۲۷/۱۴ ^{**}
واریانس غالیت (H)	تنش	۲۴/۵۸	۲۱/۸۱	۰/۱۳	۱/۹۱	۲۰/۴۷ ^{**}
واریانس غالیت (H ₂)	نرمال	۵۷۲/۹ ^{**}	۱۷/۴۱	۰/۰۳	۳۵/۵۳ ^{**}	۹۱۲/۲ ^{**}
F	تنش	۵۲۲/۵ ^{**}	۱۸/۷۳	۰/۰۹	۲۲/۱۵ ^{**}	۶۸۶/۶ ^{**}
واریانس محیطی (E)	نرمال	۵۱۸/۴ ^{**}	۱۴/۹۶	۰/۰۲	۳۱/۴۲ ^{**}	۸۹۰/۵ ^{**}
Mتوسط درجه غالیت	تنش	۴۵۲/۷ ^{**}	۱۷/۰۳	۰/۰۷	۲۰/۰۵ ^{**}	۶۲۲/۷ ^{**}
نسبت ژن‌های غالب	نرمال	۶۵/۶ ^{**}	۱۰/۳۶ ^{**}	۰/۰۵	۳/۵۲ ^{**}	۱۴۷/۲ ^{**}
قابلیت توارث عمومی	تنش	۰/۱۳	۳/۰۴	۰/۱۳	۱/۸۹ ^{**}	۲۰/۲۷ ^{**}
قابلیت توارث خصوصی	نرمال	۱/۵۱	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲ [*]	۳/۹ [*]
میانگین والدین	تنش	۹/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳ [*]	۷/۸ [*]
میانگین نتاج	نرمال	۰/۰۹	۴/۶۱	۰/۰۹	۰/۰۲ [*]	۴/۱۲ [*]
ضریب رگرسیون	تنش	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۲ [*]	۱/۸۳ [*]
	نرمال	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۲ [*]	۰/۰۱ [*]
	تنش	۰/۰۲۳	۰/۰۲۱	۰/۰۲۲	۰/۰۲ [*]	۰/۰۲۴ [*]
	نرمال	۰/۰۲۲	۰/۰۲۱	۰/۰۲۲	۰/۰۲۳ [*]	۰/۰۲۳ [*]
	تنش	۰/۰۲۱	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۲۴ [*]	۰/۰۲۴ [*]
	نرمال	۰/۰۲۰	۰/۰۱۹	۰/۰۱۹	۰/۰۲۵ [*]	۰/۰۲۵ [*]
	تنش	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۲۶ [*]	۰/۰۲۶ [*]
	نرمال	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۲۷ [*]	۰/۰۲۷ [*]
	تنش	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۲۸ [*]	۰/۰۲۸ [*]
	نرمال	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۲۹ [*]	۰/۰۲۹ [*]
	تنش	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۳۰ [*]	۰/۰۳۰ [*]
	نرمال	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۳۱ [*]	۰/۰۳۱ [*]
	تنش	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۳۲ [*]	۰/۰۳۲ [*]
	نرمال	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۳۳ [*]	۰/۰۳۳ [*]
	تنش	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۳۴ [*]	۰/۰۳۴ [*]
	نرمال	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۳۵ [*]	۰/۰۳۵ [*]
	تنش	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۳۶ [*]	۰/۰۳۶ [*]

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

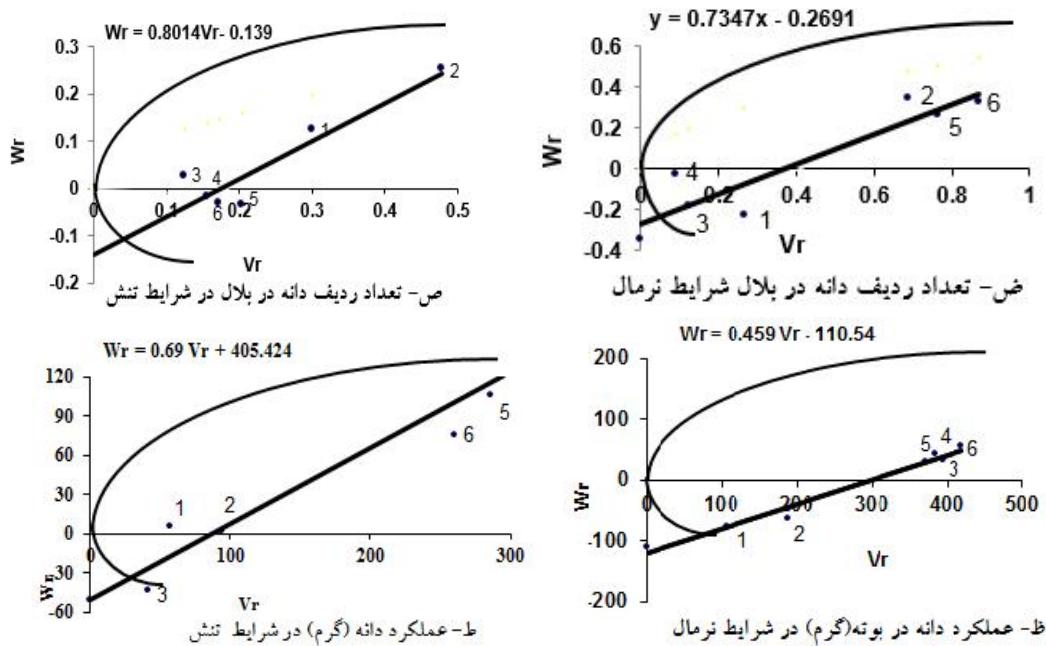
نشان‌دهنده عمل غالیت نسبی و فوق غالیت ژن‌ها می‌باشد. در مورد صفات ارتفاع بوته، تعداد ردیف دانه در بالا و تعداد دانه در ردیف بالا و عملکرد دانه در بوته خط رگرسیون محور کوواریانس را در دو محیط نرمال و تنش نشان می‌دهد. ضریب رگرسیون برای کلیه مختصات قطع نمود که بیان کننده اثر فوق غالیت ژن‌ها در ارتباط با این صفات می‌باشد. اما در مورد صفات وزن 100 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 غالیت 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 واحد و فاقد تفاوت معنی دار 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 غالیت 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
شكل ۱- تجزیه تحلیل گرافیکی عملکرد و صفات وابسته برای تلاقي‌های دای‌آل در دو شرایط نرمال و نتش خشکی

Figure 1. Vr/Wr graphs analysis for grain yield related traits using diallel crosses under normal and water stress conditions



شکل ۱- تجزیه تحلیل گرافیکی عملکرد و صفات وابسته برای تلاقي‌های دای‌آل 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 مرغولوژیک 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 دای‌آل 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 غالباً 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 در شرایط نرمال والدهای شماره ۶ و ۵ و در شرایط تنش والدهای شماره ۱ و ۵، برای صفت وزن دانه در محیط نرمال والدهای شماره ۱ و ۶ و در محیط تنش والدهای شماره ۴ و ۱، 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 والدهای شماره 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 تلاقي بین لاین‌های مذکور در محیط تنش در محیط نرمال تولید ژنتیک 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

- تجزیه و تحلیل گرافیکی صفات و استه به عملکرد دانه در ذرت ۱۵۶
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. Rafiq and K. Alam. 1992. Genetic architecture of grain yield and certain other traits in bread 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 variety 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 analysis for grain yield and various morphological traits in corn (*Zea mays L.*) under normal and water stress environments. 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. Gulzar. 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 continuous 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. Mladenovic-Drinic and Z. Pajic. 2006. Combining abilities and genetic resemblance of maize lines. Acta Agronomica Hungarica, 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. Wattao, 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 pearl 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- Profssors, 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