دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

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

**محمد مرادی[1] و رجب چوگان[2]**

۱- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران، (نویسنده مسوول: 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 ٦ اینبرد لاین ذرت و ١٥ 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 موکول گردد. همچنین صفات ASI[1] 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، به‌طوری 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 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 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 تلاقی‌های 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 تکرا 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 $F_1$ 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

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOI: 10.29252/jcb.9.22.149 ]

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 $F_1$ 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 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 قطعهٔ بدون تنش از ابتدای کاشت تا زمان برداشت به طور معمول و پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A انجام شد. آبیاری در قطعهٔ تنش تا مرحله رویشی (۷- ۶ برگی ذرت) به طور معمول و از آن به بعد تا زمان برداشت پس از ۱۴۰-۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک 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 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 سوپر 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 فاصله هر یک ماه در هر آزمایش مصرف گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of the test site

| عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر) | کربن آلی (درصد) | هدایت الکتریکی برحسب میلی‌موس بر سانتی‌متر | اسیدیته کل اشباع (PH) | نیتروژن کل P.P.M | فسفر P.P.M | پتاسیم P.P.M | بافت خاک |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰-۳۰ | ۰/۶۶ | ۱/۴۲ | ۷/۲ | ۳۵/۶ | 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

| 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\172-1-2-2-2-1-1 | 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 |

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 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

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.9.22.149 ]

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 دادها آزمون بارتلت جهت بررسی همگن بودن واریانس والدها و واریانس هیبریدها و آزمون نرمال بودن دادها 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 Wr -Vr استفاده شد.

## 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 شناسائی جزئیات این تفاوت‌های ژنتیکی وجود داشت (جدول ۳). در ادامه، به منظور بررسی صحت فرضیات اصلی تجزیه دای‌آلل، آزمون F برای Wr -Vr در دو محیط نرمال و تنش خشکی انجام گردید. کفایت مدل افزایشی- غالبیت از طریق تجزیه واریانس مقادیر Wr -Vr برای هر ردیف و آزمون یکنواختی آن تعیین شد (جدول ۳). آزمون F برای Wr -Vr 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.

جدول ۳- تجزیه واریانس مقادیر Wr -Vr 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* | ۲۳۷۱/۲** |
| | | تنش | ۶۵۲/۸ns | ۰/۰۲۳* | ۱/۸۷* | ۲/۸۶* | ۱۱/۷۸* | ۱۲۸/۸** |
| Wr -Vr | ۵ | نرمال | ۵۳۲/۷ns | ۰/۰۰۴ns | ۲/۷۹ns | ۰/۲۴ns | ۱/۷۳ns | ۲۵۸/۷ns |
| | | تنش | ۲۱۵/۵ns | ۰/۰۱۲ns | ۰/۷۹ns | ۱/۵۶ns | ۰/۶۴ns | ۲۱۸/۴ns |
| خطا | ۱۰ | 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.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.9.22.149 ]

جدول ۴- تفکیک میانگین مربعات صفات مختلف ذرت به روش هیمن در دو شرایط نرمال و تنش خشکی
Table 2. Analysis of variance of diallel Tables 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 | ۸/۲۸$^{**}$ | ۸/۲۶$^{**}$ | ۹/۲۳$^{**}$ | ۴/۱۶$^{*}$ | ۹/۱۳$^{*}$ | ۶۹/۷۲$^{**}$ |
| | | تنش | ۲۰۴/۲۶$^{**}$ | ۲/۱۵$^{**}$ | ۵/۲۶$^{*}$ | ۴/۱۸$^{*}$ | ۱۵/۰۳$^{**}$ | ۲۳/۷۹$^{*}$ |
| ژنوتیپ | ۲۰ | نرمال | ۵۶۱/۹۲$^{**}$ | ۱/۰۶$^{*}$ | ۶/۹۸$^{**}$ | ۲/۰۶$^{**}$ | ۳۱/۴۹$^{**}$ | ۱۲۰۱/۲۷$^{**}$ |
| | | تنش | ۵۱۷/۷۰$^{**}$ | ۰/۳۷$^{*}$ | ۱۷/۷۴$^{**}$ | ۰/۹۱$^{**}$ | ۲۱/۲۴$^{**}$ | ۷۱۳/۲۱$^{**}$ |
| a | ۵ | نرمال | ۲۲۲/۳۸$^{*}$ | ۱/۶۶$^{**}$ | ۱۲/۲۰$^{**}$ | ۱/۴۱$^{*}$ | ۷/۹۰$^{*}$ | ۲۴۲/۳۴$^{**}$ |
| | | تنش | ۱۰۰/۷۷$^{**}$ | ۰/۶۲$^{**}$ | ۹۱/۵۷$^{**}$ | ۰/۵۷$^{*}$ | ۶/۸۸$^{*}$ | ۶۳۷/۶۹$^{**}$ |
| b | ۱۵ | نرمال | ۶۷۶/۳۲$^{**}$ | ۰/۸۶$^{*}$ | ۶/۰۶$^{**}$ | ۲/۲۸$^{**}$ | ۳۹/۳۵$^{**}$ | ۱۵۲۰/۹۱$^{**}$ |
| | | تنش | ۶۵۶/۶۸$^{**}$ | ۰/۲۷$^{**}$ | ۲۰/۴۶$^{**}$ | ۱/۰۲$^{**}$ | ۲۶/۰۲$^{**}$ | ۷۳۸/۳۸$^{**}$ |
| $b_1$ | ۱ | نرمال | ۸۴۳۴/۸۲$^{**}$ | ۵/۷۳$^{**}$ | ۷۲/۹۳$^{**}$ | ۲۹/۳۶$^{**}$ | ۴۳۳/۵۶$^{**}$ | ۲۲۳۶۷/۵۱$^{**}$ |
| | | تنش | ۶۳۴۹/۸۴$^{**}$ | ۲/۴۷$^{**}$ | ۲۵۳/۶۸$^{**}$ | ۸/۲۸$^{**}$ | ۳۲۳/۷۳$^{**}$ | ۹۴۵۸/۵۸$^{**}$ |
| $b_2$ | ۵ | نرمال | ۲۰۷/۰۴$^{**}$ | ۰/۳۳$^{ns}$ | ۳/۵۲$^{**}$ | ۱/۰۴$^{ns}$ | ۱۵/۹۸$^{**}$ | ۲۴۹/۷۸$^{**}$ |
| | | تنش | ۲۵۷/۱۵$^{**}$ | ۰/۲۲$^{**}$ | ۶/۲۱$^{**}$ | ۰/۶۰$^{**}$ | ۷/۸۶$^{**}$ | ۲۳۳/۰۷$^{**}$ |
| $b_3$ | ۹ | نرمال | ۷۴/۹۸$^{**}$ | ۰/۶۲$^{ns}$ | ۰/۰۹$^{ns}$ | ۰/۰۳$^{ns}$ | ۸/۶۱$^{**}$ | ۴۲/۰۱$^{*}$ |
| | | تنش | ۲۴۶/۰۹$^{**}$ | ۰/۰۵$^{ns}$ | ۴/۴۶$^{**}$ | ۰/۴۵$^{*}$ | ۳/۰۴$^{ns}$ | ۵۰/۲۰$^{*}$ |
| خطا | ۴۰ | نرمال | ۱۵/۳۹ | ۰/۳۹ | ۰/۰۱ | ۰/۴۶ | ۲/۲۲ | ۱۱/۰۲ |
| | | تنش | ۲۵/۲۳ | ۰/۰۴ | ۱/۲۲ | ۰/۱۶ | ۲/۲۰ | ۲۲/۸۰ |
| ضریب تغییرات | | نرمال | ۱/۸۸ | ۲۳/۴۰ | ۵/۷۳ | ۷/۷۹ | ۶/۸۲ | ۴/۶۸ |
| | | تنش | ۳/۰۳ | ۲۶/۰۸ | ۷/۲۹ | ۱۰/۲۸ | ۸/۳۵ | ۵/۸۴ |

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

برآورد پارامترهای D، $H_1$ و $H_2$ و F 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 ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف 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 $H_1$ و $H_2$ برای کلیه صفات در دو محیط تنش خشکی و نرمال در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. پارامتر D برای صفات ارتفاع بوته، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه در بوته در دو محیط تنش خشکی و نرمال کوچکتر از پارامترهای $H_1$ و $H_2$ بود که نشان‌دهنده مهمتر بودن جزء واریانس غالبیت نسبت به واریانس افزایشی در کنترل این صفات می‌باشد. این موضوع بیانگر اهمیت اثرات غالبیت یا فوق‌غالبیت ژن‌ها در کنترل ژنتیکی صفات مورد نظر است. اما بیشتر بودن پارامتر D از پارامترهای $H_1$ و $H_2$ برای صفات وزن ۱۰۰ دانه و فاصله زمانی بین ظهور گرده و ابریشم مادگی در هر دو شرایط تنش و نرمال نشان‌دهنده مهم‌تر بودن جزء واریانس افزایشی نسبت به واریانس غیر افزایشی در کنترل این صفات می‌باشد. در این بررسی شاخص F (اثر غالبیت) 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 غالبیت برای صفات ارتفاع بوته، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه در دو محیط نرمال و تنش خشکی بیشتر از یک به دست آمد که مبین وجود فوق غالبیت برای ژن‌های کنترل‌کننده این صفات بود. برخی مطالعات قبلی نیز به عمل فوق غالبیت ژن برای این صفت اشاره کرده‌اند (۲۷،۱۸،۱۵،۱۳). مطالعات انجام شده دیگر نیز حاکی از عمل غالبیت نسبی برای این صفات است (۱۶). برخی مطالعات قبلی نیز به عمل فوق‌غالبیت ژن برای عملکرد دانه اشاره کرده‌اند (۲۷،۲۱،۱۳). مطالعات انجام شده دیگر نیز حاکی از عمل غالبیت نسبی 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 مبین وجود غالبیت نسبی 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 غالبیت نسبی را گزارش کرده‌اند. محققان دیگری هم در مورد صفت وزن ۱۰۰ دانه غالبیت‌نسبی 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. اما در شرایط تنش 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 ردیف دانه در بلال بود. اما در شرایط تنش از ۸۵ درصد تا ۶۲ درصد بود که به ترتیب مربوط به صفات فاصله زمانی بین ظهورگرده و ابریشم مادگی و تعداد دانه در ردیف بلال بود. با توجه به اینکه مقادیر توارث‌پذیری خصوصی برای صفات وزن ۱۰۰ دانه و فاصله زمانی بین ظهورگرده و ابریشم مادگی در هر دو محیط تنش و نرمال 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 وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی، می‌توان نتیجه گرفت که برای صفاتی که وراثت‌پذیری خصوصی بالایی دارند، انتخاب

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]
[ DOI: 10.29252/jcb.9.22.149 ]

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 موفقیت 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 آزمایش باشد. آماره $\overline{uv}$ 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 $\overline{uv}$ برای کلیه صفات کمتر از ۰/۲۵ به دست آمد که بیانگر این است که فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در والدها یکسان نمی‌باشد.

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

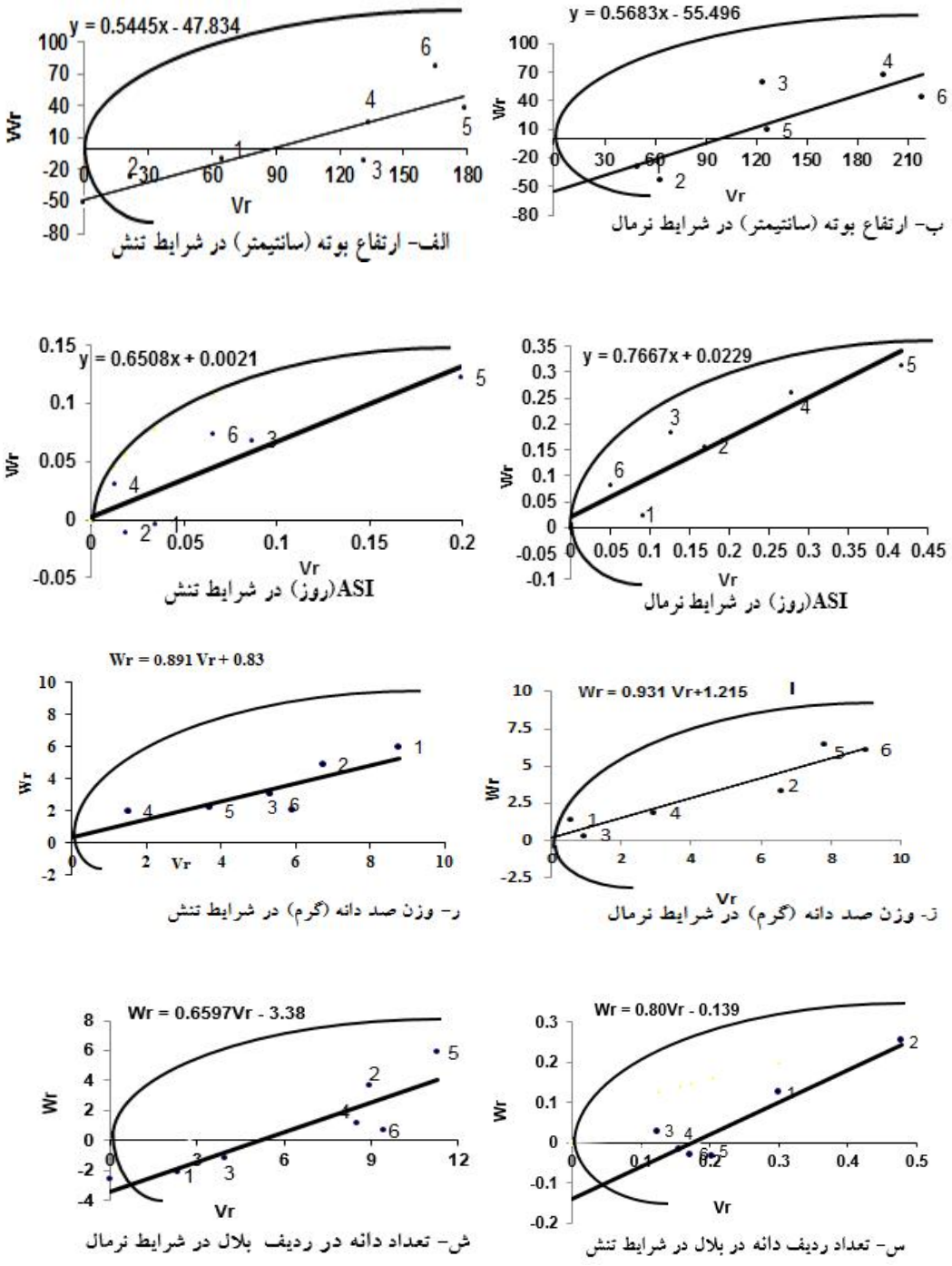
| آماره | شرایط | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) | ASI | وزن ۱۰۰ دانه (گرم) | تعداد ردیف دانه در بلال | تعداد دانه در ردیف بلال | عملکرد دانه در بوته (گرم) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| واریانس افزایشی (D) | نرمال | ۶۸/۷۶$^{*}$ | ۰/۵۲$^{**}$ | ۱۹/۲۹$^{**}$ | ۰/۸۴$^{*}$ | ۱/۸۲$^{*}$ | ۲۷۷/۴$^{**}$ |
| | تنش | ۲۴/۵۸$^{ns}$ | ۰/۲۸$^{ns}$ | ۲۱/۸۱$^{ns}$ | ۰/۱۳$^{ns}$ | ۱/۹۱$^{ns}$ | ۲۰۴/۷$^{ns}$ |
| واریانس غالبیت ($H_1$) | نرمال | ۵۷۳/۹$^{**}$ | ۰/۴۴$^{**}$ | ۱۷/۴۱$^{**}$ | ۲/۰۳$^{**}$ | ۳۵/۵۳$^{**}$ | ۹۱۲/۲$^{**}$ |
| | تنش | ۵۲۲/۵$^{ns}$ | ۰/۲۳$^{ns}$ | ۱۸/۷۳$^{ns}$ | ۰/۸۹$^{ns}$ | ۲۲/۱۵$^{ns}$ | ۶۸۶/۶$^{ns}$ |
| واریانس غالبیت ($H_2$) | نرمال | ۵۱۸/۴$^{**}$ | ۰/۴۶$^{**}$ | ۱۴/۹۶$^{**}$ | ۱/۸۲$^{**}$ | ۳۱/۴۲$^{**}$ | ۸۹۵/۶$^{**}$ |
| | تنش | ۴۵۲/۷$^{ns}$ | ۰/۱۹$^{ns}$ | ۱۷/۰۳$^{ns}$ | ۰/۷۵$^{ns}$ | ۲۰/۵۵$^{ns}$ | ۶۲۲/۷$^{ns}$ |
| F | نرمال | ۶۵/۶$^{*}$ | ۰/۱۸ | ۱۰/۳۶$^{**}$ | ۰/۵۰ | ۳/۵۲ | ۱۴۷/۲$^{**}$ |
| | تنش | ۱/۵۱ | ۰/۱۳ | ۳/۰۴ | ۰/۱۳ | ۱/۸۹ | ۲۰۲/۷$^{**}$ |
| واریانس محیطی (E) | نرمال | ۵/۳۸ | ۰/۱۳ | ۰/۶۲ | ۰/۰۷ | ۰/۸۲ | ۳/۳۹ |
| | تنش | ۹/۰۴ | ۰/۰۳ | ۰/۳۸ | ۰/۰۶ | ۰/۷۹ | ۷/۸۸ |
| متوسط درجه غالبیت | نرمال | ۲/۸۹ | ۰/۹۳ | ۰/۸۱ | ۲/۴۵ | ۴/۴۲ | ۴/۱۲ |
| | تنش | ۴/۶۱ | ۰/۸۹ | ۰/۷۵ | ۲/۵۹ | ۳/۸۴ | ۱/۸۳ |
| نسبت ژن‌های غالب | نرمال | ۰/۵۸ | ۰/۶۳ | ۰/۵۸ | ۰/۶۵ | ۰/۶۱ | ۰/۶۱ |
| | تنش | ۰/۵۱ | ۰/۶۶ | ۰/۶۰ | ۰/۶۰ | ۰/۵۸ | ۰/۶۳ |
| $\overline{uv}$ | نرمال | ۰/۲۳ | ۰/۲۴ | ۰/۲۱ | ۰/۲۲ | ۰/۲۲ | ۰/۲۴ |
| | تنش | ۰/۲۲ | ۰/۲۱ | ۰/۲۲ | ۰/۲۱ | ۰/۲۳ | ۰/۲۳ |
| قابلیت توارث عمومی | نرمال | ۰/۸۹ | ۰/۶۲ | ۰/۶۵ | ۰/۷۸ | ۰/۸۲ | ۰/۶۸ |
| | تنش | ۰/۸۵ | ۰/۷۲ | ۰/۶۲ | ۰/۷۲ | ۰/۸۱ | ۰/۶۵ |
| قابلیت توارث خصوصی | نرمال | ۰/۱۸ | ۰/۶۷ | ۰/۶۹ | ۰/۱۴ | ۰/۱۴ | ۰/۲۳ |
| | تنش | ۰/۲۸ | ۰/۷۶ | ۰/۷۵ | ۰/۲۲ | ۰/۱۹ | ۰/۲۷ |
| میانگین والدین | نرمال | ۱۸۰/۳۶ | ۵/۲۳ | ۳۳/۱۵ | ۱۰/۶۱ | ۲۵/۷۲ | ۱۴۷/۷۳ |
| | تنش | ۱۶۴/۱۷ | ۴/۳۲ | ۳۰/۹۸ | ۹/۹۶ | ۲۲/۸۹ | ۱۲۶/۸۵ |
| میانگین نتاج | نرمال | ۲۰۵/۹۹ | ۵/۹۳ | ۳۷/۲۴ | ۱۲/۱۲ | ۳۱/۵۴ | ۱۸۹/۴۴ |
| | تنش | ۱۸۶/۳۹ | ۴/۷۵ | ۳۵/۲۴ | ۱۰/۷۶ | ۲۷/۸۷ | ۱۵۳/۷۱ |
| ضریب رگرسیون | نرمال | ۰/۵۳ | ۰/۹۷ | ۰/۹۳ | ۰/۹۴ | ۰/۸۳ | ۰/۴۶ |
| | تنش | ۰/۶۵ | ۰/۹۷ | ۰/۸۹ | ۰/۷۸ | ۰/۸۳ | ۰/۶۹ |

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

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 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.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.9.22.149 ]



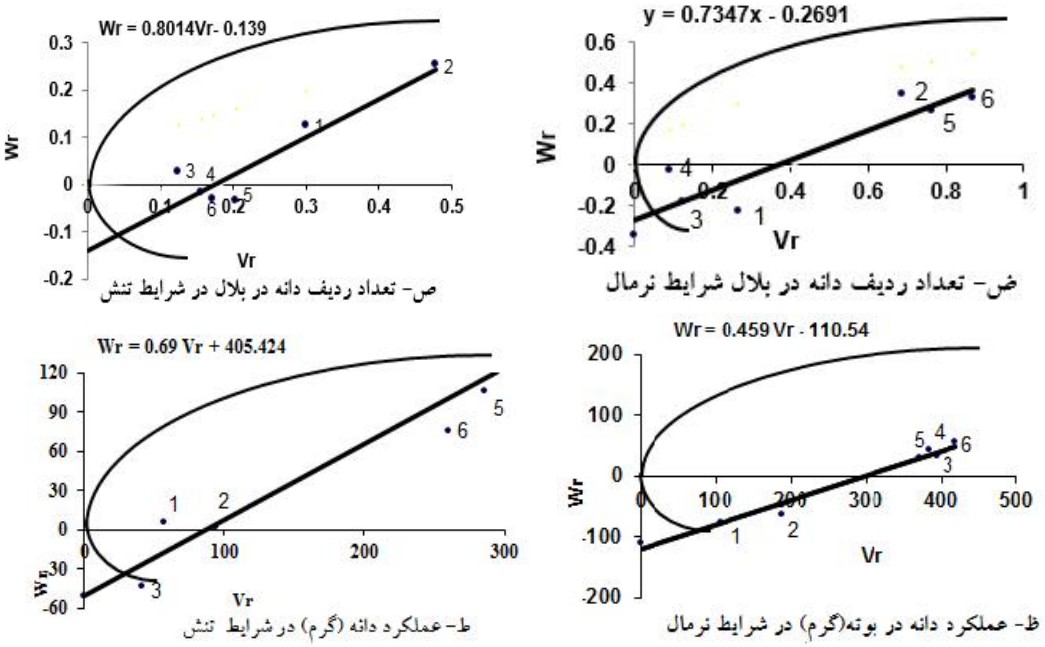

1: CML, 2: SD\3, 3: SD\17, 4: SD\10, 5: SD\15 and 6: SD\704

شکل ۱- تجزیه تحلیل گرافیکی عملکرد و صفات وابسته برای تلاقی‌های دای‌آلل 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

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.9.22.149 ]




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

شکل ۱- تجزیه تحلیل گرافیکی عملکرد و صفات وابسته برای تلاقی‌های دای‌آلل 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

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 نزد کی‌ترین 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 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 مرفولوژیک 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 دای‌آلل 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 بهنژادی موکول 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.

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.9.22.149 ]

## منابع


1. Andjelkovic, V., D. Ignjatovic-Micic, S. Mladenovic and J. Vancetovic. 2012. Implementation of maize gentic 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. Biometery, 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 Improvment 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. Biometery, 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.


[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.9.22.149 ]

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

**Mohammad Moradi[1] and Rajab Choukan[2]**

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 $F_1$ 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

[ Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-31 ]

[ DOI: 10.29252/jcb.9.22.149 ]