مطالعات علوم کاربردی در مهندسی
دوره ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳
صفحات ۲۶۸-۲۴۲

Online ISSN: ۲۴۷۶-۴۵۰۷
Print ISSN: ۲۵۳۸-۲۰۵۵
www.irijournals.com

ارزیابی عملکرد و سازگاری و پایداری آن در هیبریدهای ذرت دانه‌ای تیپ متوسط رس

علی خوئینی
کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی گرایش زراعت دانشگاه پیام نور واحد بین الملل

چکیده

به منظور ارزیابی پتانسیل عملکرد و سازگاری آن در هیبریدهای ذرت دانه‌ای متوسط‌رس، تعداد ۲۵ رقم هیبرید با دوره رسیدگی متوسط در سال زراعی ۱۳۹۹ در منطقه بزینه رود سانده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت گردید. صفات مورد ارزیابی شامل تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال از سطح زمین، قطر ساقه، تعداد بلال در بوته، طول و قطر بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، عمق دانه، درصد رطوبت دانه، درصد چوب بلال، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام مورد مطالعه از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ($p\leq$۰/۰۱) وجود دارد که دلالت بر تنوع زیاد میان ارقام بر اساس صفات مورد بررسی و همچنین کارایی مطلوب آن‌ها از نظر اهداف مختلف اصلاحی می‌نماید و بنابراین می‌توانند به عنوان منابع با ارزش ژنتیکی و دارای پتانسیل بالقوه برای امکان دسترسی به ارقام مناسب ذرت در برنامه‌های مختلف اصلاحی ذرت مورد استفاده قرار گیرند. نتایج حاصل از محاسبه ماتریس ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی نشان داد که عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با صفات تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (به ترتیب ۰/۴۴ و۰/۴۱)، قطر ساقه (به ترتیب ۰/۳۹ و ۰/۳۵) و تعداد بلال در بوته (به ترتیب ۰/۳۶ و ۰/۳۲) در سطح احتمال پنج درصد و با صفات ارتفاع بوته (به ترتیب ۰/۶۳ و ۰/۵۹)، ارتفاع بلال از سطح زمین (به ترتیب ۰/۷۲ و ۰/۶۷)، قطر بلال (به ترتیب ۰/۷۶ و ۰/۷۳)، طول بلال (به ترتیب ۰/۸۲ و ۰/۷۷)، تعداد ردیف در بلال (به ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۶۱)، تعداد دانه در ردیف (به ترتیب ۰/۷۲ و ۰/۶۵)، عمق دانه (به ترتیب ۰/۶۹ و ۰/۶۲) و وزن هزار دانه (به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۷۹) در سطح احتمال یک درصد می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون چندگانه به روش گام به گام، ارتفاع بوته نخستین متغیری بود که وارد مدل شد و به تنهایی ۶۹ درصد از تغییرات عملکرد بین هیبریدها را توجیه نمود. پس از آن متغیرهای تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه به مدل اضافه شدند و همراه با ارتفاع بوته ۹۶ درصد از تغییرات عملکرد بین هیبریدها را توجیه نمودند. به منظور انجام تجزیه علیّت، عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته (معلول) و صفات موجود در مدل رگرسیونی گام به گام به عنوان متغیرهای مستقل (علت) در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه علیّت نشان داد که بیشترین اثر مستقیم مثبت مربوط به صفات وزن هزار دانه (۰/۷۴)، ارتفاع بوته (۰/۵۲) و تعداد ردیف در بلال (۰/۴۹) بود و نیز صفت تعداد دانه در ردیف (۰/۲۴-) دارای اثر مستقیم منفی بر عملکرد دانه بود. در این تحقیق جهت گروه‌بندی هیبریدها، تجزیه خوشه‌ای مبتنی بر روش حداقل واریانس وارد (Ward) با داده‌های استاندارد انجام شد که بر اساس تجزیه تابع تشخیص و همچنین طرح کاملاً تصادفی نامتعادل، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در سه خوشه یا گروه به ترتیب شامل ۱۲، ۳ و ۱۰ رقم با خصوصیات درون گروهی مشابه و بین گروهی غیر مشابه مورد تأیید قرار گرفت. با توجه به اینکه در اصلاح‌نباتات معمولاً تلاقی بین

مطالعات علوم کاربردی در مهندسی
دوره ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳
صفحات ۲۶۸-۲۴۲

Online ISSN: ۲۴۷۶-۴۵۰۷
Print ISSN: ۲۵۳۸-۲۰۵۵
www.irijournals.com

ژنوتیپ‌های دور، نتاج مطلوب‌تری تولید نموده و نتاج حاصله هتروزیس بیشتری نسبت به والدین نشان می‌دهند، بنابراین بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان با انتخاب ارقام مختلف (استفاده از ژنوتیپ‌های موجود در گروه‌های اول و سوم) و انجام تلاقی‌های لازم و هدفمند بین آن‌ها، برای اصلاح خصوصیات مهم زراعی و دسترسی به لاین‌های خالص و امید بخش در ذرت اقدام نمود.

کلمات کلیدی: تجزیه علیت، ذرت، عملکرد و اجزای آن، همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی.

مقدمه

با توجه به جمعیت در حال افزایش جهان و تغییرات اقلیمی چند دهه اخیر، تولید غذای کافی یکی از مهم‌ترین مسائلی است که موجبات نگرانی جوامع بشری و دولت‌ها را فراهم آورده است. هر سال عده کثیری در اثر گرسنگی جان می‌سپارند و طبق آماری حدود ۳/۷ میلیون نفر در گوشه و کنار جهان از سوء تغذیه و بیماری‌های ناشی از آن بطور محسوس رنج می‌برند. برای رفع این کمبودها و به منظور تأمین غذای مورد نیاز انسان‌ها، افزایش تولیدات کشاورزی همراه با کنترل جمعیت، بهترین و مؤثرترین راه حل به شمار می‌آیند (Anniccharico, 2002) غذای اصلی انسان عمدتاً از فرآورده‌های حاصل از گیاهان خانواده غلات به ویژه ذرت، گندم و برنج تأمین می‌شود. ذرت از نظر تولید در دنیا، دومین محصول غله‌ای مهم محسوب شده و غذای اصلی جمعیت زیادی از مردم در آمریکای لاتین، آسیا، آفریقا و قسمت‌هایی از بلوک شرق را تشکیل می‌دهد (چوگان و مساوات، ۱۳۸۴). ذرت از جمله غلات مهم و با ارزش مناطق گرمسیر و معتدل جهان است که از لحاظ گوناگون حایز اهمیّت است. همچنین ذرت در بخش اعظم دنیای جدید (مکزیک، آمریکای مرکزی و نواحی مرکزی آمریکای جنوبی) یک گیاه غذایی بسیار مهم به حساب می‌آید و در سایر قاره‌ها نیز به صورت وسیعی کشت می‌شود. ذرت از نظر تولید بعد از گندم و برنج، سومین محصول در میان غلات است. در سال ۲۰۱۶، سطح زیر کشت ذرت در جهان حدود ۱۹۴ میلیون هکتار، با تولید حدود ۱/۲ میلیارد تن و میانگین عملکرد ۵/۹ تن در هکتار بوده است (FAO, 2018).

کل تولیدات ذرت بر اساس آمار فائو (FAO, 2018)، بیش از یک میلیارد تن با متوسط عملکرد ۵۶۴۰۱ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. بزرگترین تولید کننده ذرت طبق آمار فوق، ایالات متحده آمریکاست که حدود ۳۸۵ میلیون تن تولید با میانگین عملکرد دانه حدود ۱۱ تن در هکتار داشته است. سازمان خوار و بار کشاورزی ملل متحد (فائو) تولید ذرت ایران را در سال ۲۰۱۶ میلادی حدود ۹۰۰ هزار تن با میانگین عملکرد ۶/۹ تن در هکتار اعلام کرد. این میزان تولید، به ترتیب کاهش حدود ۳۰، ۸۵ و ۱۰۶ درصدی را نسبت به تولید در سال‌های ۲۰۱۵، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۳ نشان می‌دهد. فائو تولید ذرت در ایران در سال‌های ۲۰۱۵، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۳ میلادی را به ترتیب ۱۱۶۸۶۲۹، ۱۶۵۸۸۷۵ و ۱۸۵۱۹۹۹ تن برآورد کرده بود.

مبانی نظری

اهمیّت و ارزش غذایی ذرت

گیاه ذرت به دلیل دارا بودن مواد قندی و نشاسته زیاد، یکی از بهترین گیاهان برای تولید علوفه سبز، سیلو و دانه است. علوفه ذرت بسیار خوش خوراک برای گاو و گوسفند و غنی از مواد گلوسیدی و انرژی‌زا ولی فقیر از پروتئین است. به همین دلیل این نوع علوفه را باید همراه با علوفه‌هایی که غنی از پروتئین هستند، به طور مخلوط در جیره غذایی دام وارد نمود.

تهیه بستر کاشت (خاک‌ورزی)

عملیات تهیه زمین در زراعت ذرت اگر به خوبی انجام شود، باعث نرم شدن خاک در عمق مورد نیاز، ذخیره آب، ایجاد یک شرایط مطلوب جهت رشد ریشه‌ها، فعالیت میکروارگانیسمی، دفع علف‌های هرز و زیر خاک بردن بقایای گیاهی کشت قبلی می‌گردد. مکانیزه بودن زراعت ذرت ایجاب می‌کند که کلیه مراحل کاشت آن به طور صحیح و کامل اجرا شود. در تهیه بستر کاشت، نکات زیر بایستی مورد نظر قرار گیرند:

- استفاده از ساقه خردکن قبل از بکارگیری گاوآهن در صورتی که بقایای محصول قبلی خشبی بوده و در عملیات تهیه بستر و کاشت بذر مشکل ایجاد کند.
- زیرشکنی به عمق ۵۵ سانتی‌متر (در صورت نیاز هر چهار سال یک‌بار)
- حداقل عمق شخم ۲۵ سانتی‌متر باشد و سپس از دیسک و چنگک استفاده شود.
- تسطیح زمین با استفاده از لولر (دو مرحله عمود بر هم)

انتخاب رقم هیبرید مناسب

انتخاب رقم، بخش مهمی از برنامه‌ریزی تولید را تشکیل می‌دهد. ارقام هیبرید ذرت با توجه به تنوع زیاد در ویژگی‌های آن‌ها با هم متفاوتند. این تفاوت بین ارقام، به تولید کننده اجازه می‌دهد که از این تنوع استفاده بهینه نماید.

ذرت در ایران معمولاً محصول قبل از گندم و کلزا است؛ بنابراین، به منظور برداشت به موقع بایستی از هیبریدهایی با دوره رشد و نمو کوتاه‌تر استفاده نمود تا بتوان با رطوبت مناسب، برداشت را انجام داد و از تأخیر کشت محصولات بعدی جلوگیری نمود. انتخاب گروه رسیدگی مناسب جهت کاشت در هر منطقه، از جمله کلیدی‌ترین مراحل تولید ذرت محسوب می‌شود.

با توجه به اختلاف عملکرد بین گروه‌های مختلف رسیدگی ذرت، اهمیّت انتخاب رقم مناسب با گروه رسیدگی منطبق با شرایط محیطی هر منطقه، جای تأمل بیشتری دارد. عملکرد ارقام دیررس در کاشت تأخیری در مقایسه با ارقامی با طول دوره رشد کوتاه‌تر به شدت کاهش می‌یابد؛ بنابراین، در مناطقی با خطر وقوع سرمای زودرس پاییزه، موضوع انتخاب رقم مناسب با طول دوره رسیدگی منطبق بر شرایط محیطی از اهمیّت بیشتری برخوردار است.

دوره‌های رشد ذرت

بطور کلی از کاشت، داشت و برداشت ذرت چهار دوره متمایز می‌توان تشخیص داد.

- دوره رشد خفیف: این دوره از زمان سبز شدن شروع شده و تا ۱۵۰ الی ۲۰ روز از ظهور گل‌های نر ادامه دارد.
- دوره رشد سریع: از ظهور گل‌های نر تا حدود ۱۰ روز قبل از شیری شدن دانه‌ها می‌باشد در این دوره وزن گیاه به حداکثر و حساسیت آن به کم آبی به حد مطلوب خود می‌رسد.
- دوره کاهش خفیف وزن: این دوره پس از اتمام دوره دوم شروع شود و تا حدود ۱۰ روز بعد از شیری شدن دانه‌ها ادامه می‌یابد.
- دوره کاهش شدید وزن: این دوره به دنبال دوره قبل شروع شود و تا رسیدن کامل دانه طول می‌کشد.

ضریب همبستگی[1]

ضریب همبستگی ضریبی بدون واحد است که به بررسی رابطه بین دو متغییر می‌پردازد. ضریب همبستگی دارای مقادیر بین ۱+ تا ۱- است. اگر همبستگی دو متغییر صد در صد و مثبت باشد $r= +1$ و اگر r بین ۱+ و ۱- باشد یعنی بین دو متغییر همبستگی نسبی مثبت یا منفی وجود دارد. اگر $r = -1$ همبستگی صد در صد منفی بین دو متغییر را نشان می‌دهد و اگر r برابر صفر باشد یعنی بین دو متغییر هیچ رابطه‌ی وجود ندارد.

پیشینه پژوهش

در مطالعه تجزیه علیت توسط پار و همکاران (۱۹۸۶) مشخص شد که صفات وزن هزار دانه و ارتفاع محل بلال دارای اثرات مستقیم بالا بر عملکرد دانه دارند در حالی که صفت تعداد روزها تا رسیدگی فیزیولوژیکی و تعداد روزها تا گلدهی و ارتفاع بوته از طریق ارتفاع محل بلال بر عملکرد اثر می‌گذارند. ایشان همچنین اثرات رسیدگی و ارتفاع را بر روی عملکرد منفی گزارش و اعلام کردند که ممکن است با انتخاب ارقام زودرس و کوتاه قد بتوان به عملکرد بالاتری دست یافت. کانگ و همکاران (۱۹۸۳) نیز در آزمایش خود نتیجه گرفتند که انتخاب بر اساس افزایش قطر بلال و ارتفاع بوته و انتخاب برای کاهش صفات تعداد روزها تا ۵۰ درصد ظهور رشته‌های ابریشمی می‌تواند به‌طور موثر به افزایش عملکرد دانه منجر گردد.

فروزش و همکاران (۱۳۷۹) در تجزیه علیت فنوتیپی در گروه فوق العاده زودرس، چنین استنباط کردند که صفات وزن هر دانه، تعداد برگ در هر گیاه و تعداد دانه در ردیف به‌دلیل داشتن بیشترین اثرات مستقیم بر روی عملکرد دانه، بعنوان معیارهای گزینش غیرمستقیم برای افزایش عملکرد دانه محسوب می‌شوند. در تجزیه علیت فنوتیپی هیبریدهای خیلی زودرس، بیشترین اثرات مستقیم را مربوط به صفات طول بلال، ارتفاع بلال، وزن هزار دانه و وزن هکتولیتر گزارش کردند.

[1]. Correlation

ایشان بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت متعلق به تعداد برگ در هر گیاه از طریق ارتفاع بلال بر روی عملکرد دانه بدست آوردند. همچنین کولدیپ و همکاران (۱۹۸۷) مهمترین صفات موثر در عملکرد دانه را مربوط به وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد دانه در بلال و وزن دانه در هر بلال اعلام کردند و بیشترین اثرات مستقیم به عملکرد دانه را مربوط به این صفات گزارش کردند.

بیاسوتی و پیرتی (۱۹۹۲) در آزمایشات خود بر روی ۵ رقم خارجی به همراه یک رقم محلی ذرت تحت شرایط تنش و بدون تنش خشکی پس از انجام تجزیه علیت نتیجه گرفتند که تحمل به خشکی را می‌توان با انتخاب ژنوتیپ‌های بارور با ویژگی چون عدم وجود وقفه بین زمان گرده افشانی و ظهور تارهای ابریشمی و همچنین زیاد بودن تعداد دانه در ردیف و کاهش پیری برگ بلال بدست آورد.

واعظی و همکاران (۲۰۰۰) نیز در بررسی تجزیه علیت مشاهده کردند که صفات وزن ۳۰۰ دانه و عمق دانه دارای بیشترین اثرات مستقیم مثبت بر روی عملکرد دانه بود در حالی که قطر بلال دارای اثر غیر مستقیم منفی بر روی عملکرد دانه بود. ایشان اعلام کردند که قطر بلال دارای بیشترین اثر مثبت بر روی صفت تعداد دانه در ردیف می‌باشد.

به همین صورت در آزمایشی که توسط موهان و همکاران (۲۰۰۲) در تجزیه علیت برای عملکرد دانه و محتوای روغن دانه در ۱۶۹ رقم از ارقام ذرت صورت گرفت، دریافتند که اثر مستقیم صفات تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد ردیف دانه و طول بلال بر روی عملکرد دانه مثبت و بالا بود در حالی که بیشترین اثر مستقیم منفی بر روی عملکرد مربوط به صفت ارتفاع محل بلال و نیز ارتفاع بوته و تعداد روزها تا ۵۰٪ ظهور تاسل بوده است. ایشان همچنین اعلام کردند که صفات طول بلال، تعداد روزها تا ۵۰٪ ظهور تاسل و قطر بلال بیشترین اثر مستقیم را بر روی محتوای روغن دارند.

قاسمی و همکاران (۱۳۸۱) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند ایشان با انجام تجزیه علیت مشاهده کردند که وزن بلال و قطر بلال دارای بزرگترین اثر مثبت مستقیم بر عملکرد دانه بود. در حالی که تعداد دانه در ردیف بواسطه اثر غیرمستقیم مثبت از طریق وزن بلال و قطر بلال منجر به افزایش عملکرد دانه گردیده بود. البته سلیمان و همکاران (۱۹۹۹) نتایج متفاوت‌تری را گزارش کردند آنها با انجام آزمایش بر روی چهار رقم ذرت به اسامی SC 152, DC Hedya, DC Dahab و TWC 352 نتیجه گرفتند که وزن دانه در بوته برای هر رقم تحت تاثیر بعضی صفات قرار می‌گیرد به‌طوری که برای رقم SC 152 صفات طول بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن ۱۰۰ دانه و برای رقم TWC 352 صفات تعداد دانه در ردیف و تعداد بلال در ۱۰ بوته بر عملکرد دانه موثر هستند. ایشان همچنین نتیجه گرفتند که قطر بلال دارای اثر مثبت و کم بر عملکرد دانه در بوته برای رقم TWC 352 دارد در حالی که همین صفت در دیگر ارقام دارای اثر منفی بر عملکرد دانه در بوته بوده است.

در حالی که پارمادما و بالاسوبرامانیان (۱۹۸۶) نقش صفات قطر ساقه و ارتفاع بوته در اینبرد لاین‌ها و عرض برگ و قطر ساقه را در هیبریدهای مورد مطالعه خود در افزایش عملکرد علوفه ذرت مهم اعلام نمودند. همچنین در تحقیق دیگری که توسط احمد و حسنین (۲۰۰۰) انجام گردید ایشان در تجزیه علیت برای عملکرد دانه مشاهده کردند که صفت سطح پهنک چهارمین برگ دارای بیشترین اثر مستقیم موثر بر روی عملکرد دانه در بوته است و پس از آن صفات زاویه برگ پرچم و تعداد دانه در ردیف دارای بیشترین اثرات مستقیم بودند. ارزیابی تجزیه علیت بر روی ۲۴ لاین اینبرد ذرت که توسط ویولا و همکاران (۲۰۰۳) انجام گردید نیز حاکی از آن بود که صفات تعداد روزها تا ظهور کاکل و تعداد روزها تا برداشت بلال تازه بیشتر از صفات ارتفاع بوته، طول بلال، وزن بلال، ارتفاع محل بلال و تعداد بلال در بوته و کمتر از صفت قطر بلال به صورت مستقیم موجب افزایش عملکرد بلال می‌گردند.

پاتیل و شرلکی (۱۹۸۵) در تحقیق خود نشان دادند که صفات سطح برگ در بوته، تعداد میان‌گره در بوته، قطر ساقه و درصد محتوای ازت(N) گیاه دارای اثرات مثبت و معنی‌دار چه به صورت مستقیم و چه به طور غیر مستقیم بر روی عملکرد دانه می‌باشند. در حالی که ایوانویچ و روسیک (۱۹۸۵) در بررسی بر روی نتاج F1 حاصل از تلاقی دای‌آلل ۵ در ۵ به همراه والدین آنها نشان دادند که طول و ضخامت لایه ۱۵ میان‌گره اولیه دارای اثرات مستقیم و مثبت بر روی عملکرد دانه در هکتار می‌باشند.

توریس و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقات خود بر روی ۱۲ ژنوتیپ ذرت تحت دو شرایط رویش با تنش و بدون تنش آبیاری نتیجه گرفتند که با انجام تجزیه علیت برای شرایط بدون تنش، بیشترین اثر مستقیم مربوط به صفت وزن بلال می‌باشد ولی

در شرایط تنش، صفت ارتفاع بوته بیشترین اثر مستقیم را بر روی عملکرد دانه دارد. ایشان بیشترین همبستگی فنوتیپی عملکرد دانه را در شرایط بدون تنش با ارتفاع بوته و در شرایط تنش با طول بلال گزارش نمودند. همچنین همبستگی طول بلال با عملکرد دانه را معنی‌دار و اثر مستقیم آن را بر عملکرد دانه در هر دو شرایط کشت مثبت و بالا اعلام کردند. در آزمایش مشابهی که توسط زاد توت آغاج و همکاران (۱۳۷۹) صورت گرفت بیشترین مقدار اثر مستقیم را در شرایط تنش و بدون تنش به ترتیب مربوط به صفات وزن هزار دانه و طول بلال و اثر مستقیم ارتفاع بوته را بر عملکرد منفی گزارش کردند.

محمد و همکاران (۱۹۹۹) در تحقیقات خود نتیجه‌گیری جالبی داشتند آنها در محاسبه اثرات مستقیم متوجه گردیدند که این روابط تحت تاثیر محیط می‌باشند. به‌طوری که در فصل زمستان صفات ارتفاع بوته، تعداد کل برگ و سطح برگ در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد علوفه داشتند در حالی که اثر مستقیم قطر ساقه در فصل پاییز مثبت و برای فصل زمستان منفی گزارش کردند. ایشان اثر مستقیم درصد پروتیین خام را در هر دو فصل بر روی عملکرد علوفه معنی‌دار اعلام کردند. همچنین پیشنهاد نمودند که انتخاب گیاهان با درصد پروتیین خام بیشتر می‌تواند به بالا بردن عملکرد علوفه در ذرت منجر گردد.

پی و همکاران (۱۹۸۲) در آزمایش خود بر روی ۴۵ هیبرید ذرت نشان دادند که صفات اندازه بلال، سرعت پر شدن دانه و طول مدت پر شدن دانه بر عملکرد دانه موثر هستند ولی در این بین صفت سرعت پر شدن دانه اهمیت بیشتری را دارا می-باشد. ایشان همچنین نقش صفات سرعت پر شدن دانه و دوام این دوره را در افزایش قطر ساقه موثر اعلام کردند.

دوی و همکاران (۲۰۰۱) در تحقیقات خود بر روی ۶۹ هیبرید دبل‌کراس و دبل‌تاپ‌کراس همبستگی فنوتیپی بین صفات قطر بلال، وزن ۱۰۰ دانه و تعداد دانه در بلال را با عملکرد دانه معنی‌دار اعلام کردند. همچنین در تجزیه علیت نیز مشاهده کردند که صفات ارتفاع بوته، تعداد روزها تا ۷۵٪ ظهور کاکل و نیز تعداد روزها تا رسیدگی، طول بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه و وزن ۱۰۰ دانه دارای اثرات مستقیم مثبت روی عملکرد هستند. تیواری و ورما (۱۹۹۹) نیز نتایج نسبتاً مشابهی را گزارش کرده‌اند. ایشان اعلام کردند که صفت عملکرد بلال با غلاف و قطر بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد محصول دارند، در حالی که تعداد روزها تا ظهور اولین کاکل بیشترین اثر مستقیم منفی را بر عملکرد دارا می‌باشد و این نشان دهنده‌ی این مطلب است که گلدهی زود هنگام می‌تواند منجر به افزایش عملکرد گردد.

مواد و روش ها

مشخصات مواد آزمایش و محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در منطقه بزینه رود خدابنده انجام گردید. خاک محل آزمایش دارای بافت سیلتی لومی و pH آن حدود ۷/۳ می‌باشد. این منطقه از نظر تقسیمات آب و هوایی کشور دارای رژیم دمایی مزیک (متوسط دمای سالیانه خاک بین ۸ الی ۱۵ درجه سانتی‌گراد) و رژیم رطوبتی زریک (نیمه خشک) می‌باشد. متوسط دراز مدت سالانه بارندگی، دما و رطوبت نسبی در این ایستگاه به ترتیب ۲۷۵ میلی‌متر، ۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد و ۶۱/۴ درصد است. برخی از ویژگی‌های اقلیمی منطقه که از میانگین داده‌های ده ساله تهیه شده است در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین بعضی از خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و عناصر غذایی خاک منطقه در جدول شماره ۲ آورده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های آب و هوایی محل اجرای آزمایش

ارتفاع از سطح دریا (m)	حداقل دما (C°)	حداکثر دما (C°)	حداقل بارندگی (mm)	حداکثر بارندگی (mm)	متوسط کل بارندگی (mm)
۱۷۸۵	-۲۰	۳۹	۱۵۷	۲۵۰	۲۸۰

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

خصوصیت اندازه‌گیری شده	عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر	عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر
درجه شوری (میلی‌مول/سانتی‌متر)	۰/۸۴	۰/۵۹
pH	۷/۳	۷/۳
درصد اشباع	۳۸	۴۵
درصد مواد خنثی شونده	۱۱	۱۳/۵
درصد رس	۲۲	۲۳
درصد سیلت	۶۰	۵۳
درصد شن	۱۸	۲۰
بافت خاک	سیلتی لوم	سیلتی لوم
درصد کربن آلی	۰/۷۲	۰/۶۶
فسفر قابل جذب (ppm)	۱۲	۶/۱
پتاسیم قابل جذب (ppm)	۳۹۰	۲۵۰

طرح آزمایشی و تیمارهای مورد استفاده

آزمایش بر اساس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با تعداد ۲۵ رقم هیبرید ذرت دانه‌ای متوسطرس در سه تکرار اجرا گردید. جدول ۳ شجره ژنوتیپ‌های مورد بررسی در آزمایش را نشان می‌دهد.

جدول ۳- مشخصات مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش

ردیف	ترکیب هیبرید	ردیف	ترکیب هیبرید
۱	KLM77002/10-1-1-1-1-2-3 × MO17	۱۴	KLM76021/1-3-1-1-1-2-1-1 × K18
۲	KLM76002/3-1-1-1-1-1-1-3 × MO17	۱۵	KLM81027 × K18
۳	KLM78012/6-1-1-1-1-2 × MO17	۱۶	KLM83002/90/2-1 × MO17
۴	KLM83023/90/1-1 × MO17	۱۷	K18 x 2-CHTHIY,2002/90/77-1 × MO17
۵	KLM77002/3-1-1-1-1-1-1-3 × B73	۱۸	K18 x 2-CHTHIY,2002/90/77-2 × MO17
۶	KLM77012/4-1-1-5-1-2-1 × B73	۱۹	4-CHTSEY,2002/90/6-1 × MO17
۷	KLM78012/6-1-1-1-1-2 × B73	۲۰	KLM81027 × K47/3
۸	KLM81027 × B73	۲۱	KLM77002/3-1-1-1-1-1-1-3 × K47/3
۹	KLM77029/8-1-1-1-2-2-2 × K47/3	۲۲	KLM78012/6-1-1-1-1-3 × K47/3
۱۰	KLM76021/1-3-1-1-1-2-1-1 × K47/3	۲۳	KLM77021/4 × K47/3
۱۱	KLM77002/3-1-1-1-1-1-1-3 × K18	۲۴	SC647
۱۲	KLM77029/8-1-1-1-2-2-2 × K18	۲۵	KSC 704

مراحل آماده‌سازی بستر کشت

زمین مورد نظر در پاییز سال قبل شخم خورده بود و در بهار سال ۱۳۹۹ پس از انجام عملیات خاک‌ورزی سبک یعنی زدن دیسک و کشیدن ماله با استفاده از دستگاه ردیف‌ساز، خطوط کشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر ایجاد گردید. تعداد خطوط کشت برای هر رقم برابر چهار خط کشت بود. درون هر خط کشت چاله‌های به عمق ۵ تا ۸ سانتی‌متر به فواصل ۲۵ سانتی‌متر ایجاد کرده و درون هر چاله تعداد ۳ و در مواردی که بذرها از نظر ظاهری وضعیت مناسبی نداشتند، ۶ بذر قرار داده شد. بذور قبل از عملیات کشت با استفاده از سم مانکوزب به منظور جلوگیری از بیماری سیاهک ضد عفونی گردید. عملیات آبیاری به طور مرتب هر ۷ روز یک‌بار به صورت نشتی صورت گرفت. عملیات داشت عبارت بودند از طناب‌کشی در مراحل اولیه جوانه‌زنی بذور، به منظور جلوگیری از خسارت پرندگان، یک مرتبه وجین دستی علف‌های هرز، تنک کردن بوته‌های ذرت برای رسیدن به تراکم مطلوب یعنی به تعداد یک بوته در هر چاله که در مرحله ۴ تا ۶ برگی صورت گرفت، عملیات سمپاشی بین ردیف‌ها و همچنین درون راهروها با استفاده

از سم 2-4-D و همچنین پخش کود اوره به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت به صورت سرک همراه با آب آبیاری صورت گرفت. از آنجایی که هیچ گونه آفات خسارت‌زا طی مراحل داشت مشاهده نگردید، بنابراین هیچ‌گونه مبارزه‌ای نیز صورت نپذیرفت.

صفات مورد بررسی

یادداشت برداری‌های انجام گرفته برای صفات با توجه به نوع صفت در دوران رشد فیزیولوژیکی، انتهای دوران رشد و در زمان پس از برداشت تنها از روی بوته‌های دو خط وسط هر رقم با رعایت نیم متر از بالا و پایین به عنوان اثر حاشیه انجام گردید که با توجه به نوبت یادداشت برداری‌ها به شرح زیر بود.

صفات مربوط به تاریخ‌ها

تعداد روزها از زمان جوانه‌زنی تا ظهور ۵۰٪ تاسل(D.T)[۲] برای این منظور پس از گذشت چند هفته از زمان کشت با سرکشی‌های روزانه زمانی را که ۵۰ درصد تاسل‌های بوته‌های دو خط وسط یک رقم از برگ خارج گردیده بودند به عنوان تعداد روزها تا ظهور تاسل ثبت گردید.

تعداد روزها از زمان جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیکی (D.M)[۳] برای این منظور زمانی که غلاف تمام بلال‌ها خشک شده بود، به طور تصادف از روی چند بلال چند دانه از نقاط مختلف آن کنده و تشکیل لایه سیاه را بر روی آن دنبال کرده و مشاهده این علامت در بیشتر از ۷۰ درصد بلال‌ها به عنوان رسیدگی فیزیولوژیکی ثبت گردید.

صفات اندازه‌گیری شده در مرحله دوم

صفاتی که در مرحله پایان رشد رویشی اندازه‌گیری گردیدند و تنها بر روی ۱۰ بوته تصادفی از دو خط کشت وسط هر رقم با رعایت اثر حاشیه از بالا و پایین صورت گرفت عبارتند از:

ارتفاع بوته (P.H)[۴] که با استفاده از متر نواری فلزی از محل روی پشته تا آخرین بند گیاه بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید.

ارتفاع محل بلال اصلی (E.H)[۵] از سطح پشته تا زیر غلاف بلال اصلی بر حسب سانتی‌متر.

---

2. Days to 50% tasselling
3. Days to 70% maturity
4. Plant height
5. Ear height

قطر ساقه (S.D)[6] با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر که از پایین ساقه با ارتفاع تقریبی ۲۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح پشته، وسط میان گره بر حسب سانتی‌متر.

تعداد بلال در بوته (C.NO)[7]

صفات اندازه‌گیری شده در مرحله سوم

و در نهایت صفاتی که پس از برداشت بلال‌ها اندازه‌گیری شدند

طول بلال (E.L)[8] تعداد ۱۰ بلال از بلال‌های کنده شده هر رقم را انتخاب و مابقی یادداشت برداری‌ها بر روی آنها صورت گرفت. با استفاده از متر نواری از محل انتهای بلال تا نوک آن بر حسب سانتی‌متر به عنوان طول بلال در نظر گرفته شد.

قطر بلال (E.D)[9] با استفاده از کولیس بر حسب سانتی‌متر درست وسط بلال اصلی اندازه‌گیری شد.

تعداد ردیف دانه در بلال (N.R.E)[10] با شمارش تعداد ردیف دانه‌های روی بلال بدست آمد.

تعداد دانه در هر ردیف (N.K.R)[11] با شمارش تعداد دانه‌های روی یک ردیف تصادفی بدست آمد.

درصد چوب بلال (E.S.W)[12] از تقسیم وزن چوب بلال بر وزن کل بلال بر حسب درصد حاصل گردید.

عملکرد دانه (G.Y)[13] بر حسب کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

عمق دانه (K.D)[14] که با استفاده از رابطه زیر (۱) و بر حسب میلی‌متر محاسبه گردید (نقدی، ۱۳۷۲؛ عربی، ۱۳۷۶؛ چوگان، ۱۳۸۰).

رابطه (۱) ۲/ (قطر بلال – قطر چوب بلال)= عمق دانه

۸-۳-۴-۲- وزن هزار دانه (G.W.۱۰۰۰)[15] برای این منظور تعداد ۲۵۰ بذر از هر رقم را به طور تصادف جدا نموده و با ترازوی دیجیتال وزن نموده و در عدد ۴ ضرب گردید.

قابل ذکر است که تمامی صفات مربوط به عملکرد دانه و وزن هزار دانه بر حسب رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردیدند یعنی در ابتدا رطوبت بذور در زمان توزین دانه‌ها برآورد گردیده سپس با استفاده از رابطه زیر (۲) به رطوبت ۱۴ درصد تبدیل شد (عربی، ۱۳۷۶).

رابطه (۲)

$$\text{وزن بذر بر حسب رطوبت ۱۴ درصد} = (\text{وزن بذر با رطوبت زمان برداشت}) \times \frac{(۱۰۰ - \text{درصد رطوبت بذر در زمان برداشت})}{(۱۰۰-۱۴)}$$

درصد رطوبت دانه

برای این منظور، مقداری از نمونه (ذرت) را آسیاب کرده سپس پلیت را به مدت ۳۰ دقیقه در آون ۱۰۵ درجه گذاشته و بعد داخل دسیکاتور گذاشته تا به دمای محیط برسد. ۲ گرم از نمونه را وزن کرده و در پلیت می‌ریزیم، سپس به مدت تقریباً ۳ ساعت در آون ۱۰۰درجه قرار می‌دهیم.تا آنجا باید حرارت را ادامه داد تا اگر نمونه را وزن کنیم و دوباره حرارت دهیم برای بار دوم وزن نمونه تغییر نکند. بعد از عمل ثابت کردن وزن نمونه را در دسیکاتور گذاشته تا به دمای محیط برسد. نمونه ی سرد شده را وزن کرده و طبق رابطه درصد رطوبت (رابطه ۲) به دست می‌آید.

---

6. Stalk diameter
7. Cob number
8. Ear length
9. Ear diameter
10. Number of row per ear
11. Number of kernels per row
12. Ear shoot weight
13. Grain yield per plant
14. Kernel depth
15. 1000- Grain weight

رابطه (۲) $[(M_1 - M_2) / M_0] \times ۱۰۰$= درصد رطوبت دانه

که در این رابطه، M_1 : وزن ظرف و نمونه قبل از خشک کردن، M_2 : وزن ظرف و نمونه بعد از خشک کردن و M_0 : وزن نمونه می‌باشد.

نرم‌افزارهای مورد استفاده برای تجزیه داده‌ها

پس از جمع‌آوری اطلاعات، محاسبات آماری روی داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات مختلف و عملکرد دانه بر اساس ۱۴ درصد رطوبت دانه پس از حذف نیم متر از بالا و پایین دو خط مربوط به هر کرت با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و SPSS صورت گرفت. مقایسات میانگین بر اساس روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. برای انجام رگرسیون گام به گام از نرم‌افزار SPSSو برای محاسبه اثرات مستقیم و غیر مستقیم تجزیه علیت از نرم‌افزار Path2استفاده گردید.

بحث و نتیجه گیری

تجزیه واریانس و برآورد واریانس ژنوتیپی، فنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی صفات ارزیابی شده

قبل از انجام تجزیه واریانس، فرض نرمال بودن توزیع خطاها برای کلیه صفات مورد ارزیابی بر اساس آماره‌های کولموگراف اسمیرنوف و شاپیروویلک مورد آزمون قرار گرفت که نتایج حاکی از نرمال بودن توزیع خطای مربوط به داده‌های حاصل از ارزیابی صفات مورد نظر بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی نشان داد که بین ارقام از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ($p\leq$۰/۰۱) وجود دارد ، که دلالت بر تنوع زیاد میان ارقام بر اساس صفات مورد بررسی و همچنین کارایی مطلوب آن‌ها از نظر اهداف مختلف اصلاحی می‌نماید و بنابراین می‌توانند به عنوان منابع با ارزش ژنتیکی و دارای پتانسیل بالقوه برای امکان دسترسی به ارقام مناسب ذرت در برنامه‌های مختلف اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند. همچنین اختلاف معنی‌دار مشاهده شده در صفات مورد بررسی را می‌توان به دلیل مشاهده پدیده هتروزیس در هیبریدها و همچنین پدیده تفرق ژن‌های کنترل کننده صفات توده‌های حاصل از گرده‌افشانی آزاد در نسل F_1 نسبت داد.

پس از محاسبه مقدار واریانس فنوتیپی و ژنوتیپی (جدول ۴) برای صفات مورد ارزیابی که هیبریدها از نظر آن صفات دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بودند، مقدار وراثت‌پذیری عمومی برای آنها محاسبه گردید. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۴، صفات وزن هزار دانه و عمق دانه به ترتیب دارای بیشترین (۸۸/۹۰ درصد) و کمترین (۲۰/۰۰ درصد) وراثت‌پذیری عمومی بودند. به‌طور مشابه رفیق و همکاران (۲۰۰۴) نیز مقدار وراثت‌پذیری صفت وزن هزار دانه را بالا گزارش کردند. هرچند که در این آزمایش مقدار وراثت‌پذیری صفت عمق دانه بالا بدست آمد، ولی فروزش و همکاران (۱۳۷۹) نتایج متفاوت‌تری را گزارش نموده‌اند، که علت این تفاوت در نتایج را می‌توان مربوط به ارقام مورد بررسی و نیز شرایط محیطی متفاوت دو آزمایش نسبت داد. چرا که میزان تنوع بین ارقام و نیز تنوع محیطی و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط باعث تغییر مقدار واریانس ژنتیکی و در نتیجه مقدار وراثت‌پذیری محاسبه شده می‌گردد.

مقادیر نسبتاً بالای وراثت‌پذیری عمومی برای اکثر صفات مورد ارزیابی در این مطالعه می‌تواند به دلیل عدم محاسبه اثر متقابل رقم × محیط و در نهایت افزایش برآورد واریانس ژنتیکی باشد. همچنین وجود تفاوت‌های ژنتیکی زیاد در میان ارقام مورد مطالعه را نیز می‌توان به عنوان دلیلی برای بالا بودن وراثت‌پذیری برای برخی از این صفات عنوان کرد؛ بنابراین وراثت‌پذیری-های برآورد شده، قابل تعمیم به سایر ارقام نبوده و فقط در مورد ارقام تحت بررسی و شرایط محیطی تحقیق صدق می‌کند. همچنین بالا بودن مقدار وراثت‌پذیری صفات مورد مطالعه را می‌توان به این علت دانست که با وجود کنترل پلی‌ژنیک، کنترل آنها توسط ژن‌های بزرگ اثر[16] و کوچک اثر[17] صورت گرفته و به نظر می‌رسد نقش ژن‌های بزرگ اثر در تنوع این صفات بسیار بالا بوده که چنین وارثت‌پذیری بالایی را سبب شده است. مشابه این گزارش توسط ایزدی و امام (۱۳۸۹)، نادری و همکاران

[16]. Major gene
[17]. Minor gene

(۱۳۸۹)، عزیزی و همکاران (۱۳۹۰)، لرکی و همکاران (۱۳۹۱)، کریمی و همکاران (۱۳۹۲)، کردی و همکاران (۱۳۹۵)، محمدی بهمدی و آرمین (۱۳۹۶) و همچنین قصرالدشتی و همکاران (۱۳۹۶) نیز گزارش شده است.

جدول ۴ - تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		DT	DM	PH	EH	SD	CNO	ED	EL
تکرار	۲	۷/۶^{ns}	۳/۵^{ns}	۳۱/۴*	۱۵/۴*	۱۰۲/۴*	۱۱/۸*	۰/۰۰۲^{ns}	۵/۸۷*
تیمار	۲۴	۴۸/۹**	۲۹/۴**	۱۲۵/۷**	۳۹/۵**	۱۶۸/۳**	۲۵/۵**	۰/۰۳۷**	۳۸/۲*
خطا	۴۸	۸/۶۱	۴/۲۱	۸/۹۲	۴/۶۸	۴۹/۳	۳/۴۱	۰/۰۰۱	۱/۶۸
واریانس ژنوتیپی		۱۳/۴۳	۸/۴۰	۳۸/۹۳	۱۱/۶۱	۳۹/۶۷	۷/۳۶	۰/۰۱۲	۱۲/۱۷
واریانس فنوتیپی		۲۲/۰۴	۱۲/۶۱	۴۷/۸۵	۱۶/۲۹	۸۸/۹۷	۱۰/۷۷	۰/۰۱۳	۱۳/۸۵
وراثت‌پذیری عمومی		۶۰/۹۳	۶۶/۶۱	۸۱/۳۶	۷۱/۲۷	۴۴/۵۹	۶۸/۳۴	۹۲/۳۱	۸۷/۸۷

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

DT: تعداد روز تا گلدهی؛ DM: تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی؛ PH: ارتفاع بوته؛ EH: ارتفاع بلال از سطح زمین؛ SD: قطر ساقه؛ CNO: تعداد بلال؛ ED: قطر بلال؛ EL: طول بلال.

ادامه جدول ۴.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		NRE	NKR	KD	GH	ESW	1000-GW	GY
تکرار	۲	۴/۳*	۲۵۴/۷^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۸۵^{ns}	۱۳۸۴/۳*	۷۵۳۹۸/۳*
تیمار	۲۴	۴/۴۷**	۳۸۷/۵**	۰/۰۰۸**	۰/۰۰۷**	۲۱/۹**	۱۴۲۱۸/۲**	۴۶۱۹۲۱/۲**
خطا	۴۸	۱/۳۲	۱۵۸/۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۳/۲۷	۵۶۸/۳	۳۲۳۵۴/۳
واریانس ژنوتیپی		۱/۰۵	۷۶/۲۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۶/۲۱	۴۵۴۹/۹۶	۱۴۳۱۸۸/۹۶
واریانس فنوتیپی		۲/۳۷	۲۳۴/۹۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۹/۴۸	۵۱۱۸/۲۶	۱۷۵۵۴۳/۲۶
وراثت‌پذیری عمومی		۴۴/۳۰	۳۲/۴۶	۲۰/۰۰	۲۵/۰۰	۶۵/۵۱	۸۸/۹۰	۸۱/۵۷

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

NRE: تعداد ردیف در بلال؛ NKR: تعداد دانه در ردیف؛ KD: عمق دانه؛ GH: رطوبت دانه؛ ESW: درصد چوب بلال؛ 1000-GW: وزن هزار دانه؛ GY: عملکرد دانه.

مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی

هیبرید	DT	DM	PH	EH	SD	CNO	ED	EL	NRE	NKR	KD	GH	ESW	1000 GW	GY
۱	۳/۰ a	۹/۰ a	۸/۰ bc	۸/۰ bc	۵/۰ a	۱/۲ a	۴/۶ a	۲/۰ a	۴ abc	۳/۰ a	۹۸/۰ a	۱۶/۰ a	۵/۰ ab	۹ abc	۱/۰ g
	۶۹	۱۳۴	۱۸۱	۷۲	۳			۲۱	۱۴/	۳۸	۰	۰	۱۷	۲۸۵	۲۶۶
۲	۹/۰ bc	۹/۰ bc	۱/۰ ab	۹/۰ ab	۲/۰ a	۱/۳ a	۳/۰ ab	۳/۰ a	۶/۰ a	۰/۰ jk	۹۵/۰ ab	۱۳/۰ ab	۷/۰ a	۲۶۸/۳ fg	۴/۲ def
	۶۶	۶۶	۱۸۲	۷۴	۳		۴	۲۱	۱۴	۳۳	۰	۰	۱۷		
۳	۱/۰ a	۱/۰ a	۹/۰ de	۸/۰ de	۱/۰ ab	۱/۰ b	۹/۰ bc	۲/۰ de	۷/۰ de	۸/۰ def	۹۹/۰ a	۱۵/۰ a	۲/۰ de	۸/۰ abc	۴/۱ efg
	۶۹	۱۳۴	۱۷۹	۷۱	۳	۱	۳	۱۸	۱۳	۳۷/	۰	۰	۱۶	۲۸۴	
۴	۶/۰ d	۶/۰ d	۹/۰ a	۶/۰ a	۱/۰ ab	۱/۳ a	۷/۰ bcd	۹/۰ ab	۲/۰ abc	۶/۰ k	۹۵/۰ ab	۱۲/۰ ab	۳/۰ ab	۲۹۴/۱ a	۴/۴ cde
	۵۵	۵۵	۱۸۲	۷۵	۳		۳/	۱۹	۱۴/	۳۲	۰	۰	۱۷		
۵	۹/۰ ab	۹/۰ ab	۹/۰ efg	۹ efg	۲/۰ ab	۰/۰ ab	۴/۷ a	۹/۰ g	۱/۰ ef	۸/۰ jk	۹۷/۰ a	۱۵/۰ a	۶/۰ a	۲۶۶/۱ g	۴/۶ abc
	۶۷	۱۳۳	۱۶۸	۷۰/	۳	۱		۱۷	۱۳	۳۲	۰	۰	۱۷		
۶	۱/۰ gh	۱/۰ gh	۷/۰ bc	۹/۰ bc	۴/۰ a	۱/۰ ab	۹/۰ fg	۲/۰ a	۵/۰ a	۴/۰ a	۹۱/۰ b	۱۲/۰ ab	۸/۰ fg	۲۶۵/۸ g	۴/۰ fg
	۴۴	۴۴	۱۸۱	۷۲	۳	۱	۲	۲۱	۱۴	۳۸	۰/	۰	۱۵		
۷	۲/۰ b	۲/۰ b	۱/۰ de	۵/۰ de	۳/۰ a	۱/۳ a	۸/۰ bc	۹ bcd	۳ fgh	۰/۰ ab	۹۶/۰ a	۱۶/۰ a	۹/۰ bc	۲۶۵/۹ g	۴/۷ abc
	۶۷	۱۳۲	۱۷۷	۷۱	۳		۳	۱۸/	۱۲/	۳۸	۰	۰	۱۶		
۸	۹/۰ f	۹/۰ f	۱/۰ a	۴/۰ a	۹/۰ b	۱/۲ a	۵/۰ de	۸/۰ ab	۹/۰ h	۳/۰ ij	۹۲/۰ b	۰/۰	۱۱/۰ b	۲۹۰/۲ a	۴/۹ a
	۴۵	۴۵	۱۸۳	۷۵	۲		۳	۱۹	۱۱	۳۴	۰/	۰	۱۶		
۹	۱/۰ a	۱/۰ a	۵/۰ efg	۲ efg	۰/۰ ab	۱/۰ ab	۳/۰ ab	۳/۰ de	۱ abc	/۰ def	۹۹/۰ a	۱۴/۰ a	۸/۰ a	۲۷۲	۳/۹ g
	۷۰	۷۰	۱۶۸	۷۰/	۳	۱	۴	۱۸	۱۴/	۳۷	۰	۰	۱۷		
۱۰	۸/۰ de	۸/۰ de	۹/۰ bc	۶/۰ bc	۳/۰ a	۰/۰ ab	۰/۰ fg	۱/۰ a	۶/۰ de	۶ fgh	۹۳/۰ ab	۱۰/۰ b	۲/۰ hi	۲۸۶	۴/۸ a
	۵۱	۵۱	۱۸۱	۷۲	۳	۱	۳	۲۱	۱۳	۳۶/	۰	۰/	۱۴		
۱۱	۹/۰ a	۸/۰ d	۸/۰ d	۸/۰ ab	۱/۰ ab	۱/۲ a	۶ bcd	۰/۰ ef	۱ fgh	۷/۰ k	۹۸/۰ a	۱۵/۰ a	۵ efg	۲۷۰	۴/۲ efg
	۶۸	۱۳۳	۱۷۹	۷۱	۳		۳/	۱۸	۱۲/	۳۲	۰	۰	۱۶/		
۱۲	۰/۰ a	۰/۰ a	۲/۰ ab	۸/۰ ab	۴/۰ a	۱/۰ ab	۴/۰ de	۵/۰ bc	۷/۰ a	۲/۰ a	۹۲/۰ b	۱۳/۰ ab	۳/۰ ab	۲۷۴	۴/۸ a
	۷۰	۱۳۴	۱۸۲	۷۴	۳	۱	۳	۱۹	۱۴	۳۸	۰/	۰	۱۷		
۱۳	۵/۰ j	۵/۰ gh	۵/۰ gh	۰/۰ b	۰/۰ ab	۰/۰ ab	۰/۰ bc	۸ bcd	۵/۰ de	۶ def	۹۵/۰ ab	۱۰/۰ b	۵/۰ fg	۲۶۸/۶ fg	۴/۳ def
	۴۱	۱۶۳	۶۷	۳	۱	۱	۴	۱۸/	۱۳	۳۷/	۰	۰/	۱۵		
۱۴	۱/۰ bc	۱/۰ bc	۹/۰ efg	۸ efg	۳/۰ ab	۱/۰ ab	۸/۰ h	۲/۰ a	۹/۰ ef	۱/۰ ijk	۹۷/۰ a	۱۶/۰ a	۴ efg	۲۸۹/۹ a	۴/۹ g
	۶۷	۱۶۷	۶۸/	۳	۱	۱	۲	۲۱	۱۲	۳۳	۰	۰	۱۶/		
۱۵	۹/۰ d	۹/۰ d	۴/۰ a	۱/۰ a	۹/۰ b	۱/۳ a	۴/۶ a	۳/۰ bc	۰ abc	۵ fgh	ab	ab	۱/۰ ab	۸/۰ de	۴/۰ g

	۵۴	۵۴	۱۸۳	۷۵	۲			۱۹	۱۴/	۳۶/	۹۳/	۰ ۱۳/	۱۷	۲۷۶	
۱۶	/۴^{ab}	/۴^{ab}	/۲^{j}	/۸^{j}	/۱^{ab}	۰/^{ab}	۱^{def}	/۱^{de}	۲^{fgh}	/۴^{a}	/۹۶^{a}	/۱۴^{a}	۸^{ghi}	۲۶۹/۲^{fg}	۴/۹^{a}
	۶۸	۱۳۳	۱۵۹	۶۱	۳	۱	۳/	۱۸	۱۲/	۳۸	۰	۰	۱۵/		
۱۷	/۶^{f}	/۶^{f}	/۳^{de}	/۳^{de}	/۲^{ab}	/۱^{ab}	۵^{bcd}	/۷^{ab}	/۹^{h}	۵^{def}	۹۳/ ab ۰	۱۰^{b} ۰/	/۶^{a}	/۶^{abc}	۴/۳^{de}
	۴۷	۴۷	۱۷۷	۷۱	۳	۱	۳/	۱۹	۱۱	۳۷/			۱۷	۲۸۳	
۱۸	/۹^{gh}	/۹^{gh}	/۹^{gh}	/۵^{gh}	/۲^{a}	/۹^{b}	/۵^{de}	/۹^{g}	/۵^{a}	/۸^{jk}	۹۴/ ab ۰	۱۲/ ab ۰	/۷^{i}	/۴^{def}	۴/۴^{cde}
	۴۳	۴۳	۱۶۲	۶۵	۳	۰	۳	۱۷	۱۴	۳۲			۱۳	۲۷۱	
۱۹	/۸^{b}	/۸^{b}	/۱^{ghi}	۸^{ghi}	/۰^{ab}	۱/۳^{a}	/۳^{ab}	/۱^{a}	/۸^{ef}	/۵^{k}	۹۱^{b} ۰/	۱۱^{b} ۰/	۶^{ghi} ۱۶/	/۹^{efg} ۲۶۹	۴/۹^{a}
	۶۷	۱۳۲	۱۶۰	۶۲/	۳		۴	۲۱	۱۲	۳۲					
۲۰	/۹^{ij}	/۹^{ij}	/۹^{ab}	/۷^{ab}	/۱^{b}	/۱^{ab}	/۸^{h}	/۰^{ef}	/۴^{de}	۳^{fgh}	/۹۸^{a}	/۱۵^{a} ۰	/۰^{bc} ۱۷	۲۹۰/۱^{a}	۴/۸^{a}
	۴۲	۴۲	۱۸۱	۷۴	۳	۱	۲	۱۸	۱۳	۳۶/					
۲۱	/۱^{ab}	/۱^{ab}	/۱^{gh}	/۹^{gh}	/۴^{a}	/۰^{ab}	/۳^{ab}	۰^{bcd}	/۹^{h}	/۹^{jk}	۹۲^{b} ۰/	۱۲/ ab ۰	/۰^{i} ۱۴	۲۶۶/۰^{g}	۴/۷^{abc}
	۶۸	۱۳۳	۱۶۳	۶۴	۳	۱	۴	۱۹/	۱۱	۳۲					
۲۲	/۲^{c}	/۲^{c}	/۶^{d}	/۷^{d}	/۹^{b}	/۹^{b}	/۹^{fg}	/۹^{g}	۵^{fgh}	/۱^{ab}	۹۵/ ab ۰	۱۰^{b} ۰/	/۸^{bc} ۱۶	/۹^{cde} ۲۷۹	۴/۶^{abc}
	۶۴	۶۴	۱۷۹	۷۱	۲	۰	۲	۱۷	۱۲/	۳۸					
۲۳	/۷^{de}	/۷^{de}	/۲^{ghi}	۲^{ghi}	/۱^{ab}	۱/۲^{a}	/۸^{h}	/۴^{bc}	۹^{abc}	/۰^{ab}	۹۴/ ab ۰	۱۳/ ab ۰	/۱^{hi} ۱۵	۲۶۸/۳^{fg}	۴/۳^{def}
	۵۲	۵۲	۱۶۰	۶۳/	۳		۲	۱۹	۱۳/	۳۸					
۲۴	/۱^{j}	/۱^{j}	/۲^{a}	/۳^{a}	/۰^{ab}	/۱^{ab}	۲^{def}	/۳^{de}	/۰^{gh}	۲^{def}	۹۱^{b} ۰/	۱۲ ab	/۸^{i} ۱۳	۲۶۵/۸^{g}	۴/۲^{fg}
	۴۱	۴۱	۱۸۳	۷۵	۳	۱	۳/	۱۸	۱۲	۳۷/					
۲۵	/۸^{a}	/۸^{a}	/۱^{a}	/۸^{de}	/۲^{de}	/۳^{a}	/۰^{ab}	/۰^{fg}	/۲^{a}	/۷^{a}	/۹۷^{a}	/۱۶^{a}	/۷^{a} ۱۷	/۱^{cde} ۲۸۲	۴/۳^{fg}
	۶۹	۱۳۴	۱۷۷	۷۱	۳	۱	۳	۲۱	۱۴	۳۲	۰	۰			

حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین ارقام می‌باشد.

DT: تعداد روز تا گلدهی؛ DM: تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی؛ PH: ارتفاع بوته؛ EH: ارتفاع بلال از سطح زمین؛ SD: قطر ساقه؛ CNO: تعداد بلال؛ ED: قطر بلال؛ EL: طول بلال؛ NRE: تعداد ردیف در بلال؛ NKR: تعداد دانه در ردیف؛ KD: عمق دانه؛ GH؛ رطوبت دانه؛ ESW: درصد چوب بلال؛ 1000-GW: وزن هزار دانه؛ GY: عملکرد دانه.

همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی بین صفات مورد ارزیابی

تعیین همبستگی بین صفات مختلف به ویژه عملکرد دانه و اجزای آن و تعیین روابط علت و معلولی آن‌ها به‌اصلاح‌گر این توانایی را می‌دهد که مناسب‌ترین و منطقی‌ترین نسبت بین اجزاء را که منتهی به عملکرد بیشتر می‌گردد، انتخاب نماید و نقاط ضعف و قوت مواد اصلاحی خود را شناخته و در رفع نواقص آن‌ها در برنامه‌های آتی اهتمام ورزد.

ماتریس ضرایب همبستگی صفات در ارقام مورد مطالعه نشان داد که تعداد ۲۱ همبستگی در سطح احتمال یک درصد و تعداد ۵۱ همبستگی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار و در سایر همبستگی‌ها غیر معنی‌دار بود. ضرایب همبستگی فنوتیپی برای صفات ، نشان داد که عملکرد دانه دارای همبستگی فنوتیپی مثبت با صفات تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (۰/۴۴*)،

قطر ساقه (*۰/۳۹)، تعداد بلال در بوته (*۰/۳۶) و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و با صفات ارتفاع بوته (**۰/۶۳)، ارتفاع بلال از سطح زمین (**۰/۷۲)، قطر بلال (**۰/۷۶)، طول بلال (**۰/۸۲)، تعداد ردیف در بلال (**۰/۶۸)، تعداد دانه در ردیف (**۰/۷۲)، عمق دانه (**۰/۶۹) و وزن هزار دانه (**۰/۸۶) معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد. همبستگی فنوتیپی عملکرد دانه با صفات تعداد روز تا گلدهی (*۰/۳۹-)، درصد رطوبت دانه (*۰/۳۸-) و درصد چوب بلال (*۰/۴۱-) منفی و معنی‌دار بدست آمد. عملکرد دانه دارای همبستگی ژنوتیپی مثبت با صفات تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (*۰/۴۱)، قطر ساقه (*۰/۳۵) و تعداد بلال در بوته (*۰/۳۲) و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و با صفات ارتفاع بوته (**۰/۵۹)، ارتفاع بلال از سطح زمین (**۰/۶۷)، قطر بلال (**۰/۷۳)، طول بلال (**۰/۷۷)، تعداد ردیف در بلال (**۰/۶۱)، تعداد دانه در ردیف (**۰/۶۵)، عمق دانه (**۰/۶۲) و وزن هزار دانه (**۰/۷۹) معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد. همبستگی ژنوتیپی عملکرد دانه با صفات تعداد روز تا گلدهی (*۰/۳۵-)، درصد رطوبت دانه (*۰/۳۶-) و درصد چوب بلال (*۰/۳۸-) منفی و معنی‌دار بدست آمد. معمولاً با افزایش بیوماس (زیست توده) گیاهی سطح فتوسنتز کننده گیاه نیز افزایش یافته و میزان ذخیره و انتقال مواد غذایی به دانه‌ها نیز افزایش می‌یابد؛ بنابراین کلیه صفات مورد بررسی مستقیم و غیر مستقیم در نهایت از این طریق می‌توانند منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شوند.

در این بررسی صفت تعداد دانه در بلال با طول بلال همبستگی مثبت و معنی‌داری (**۰/۷۹) نشان داد. از آنجا که بلال‌های با طول بیشتر از طول ردیف‌های دانه بیشتری برخوردار بوده و توانایی تولید دانه بیشتری دارند، وجود چنین رابطه‌ای دور از انتظار نبود. همچنین بین صفت وزن هزار دانه با صفات ارتفاع بوته (**۰/۶۳)، قطر بلال (**۰/۶۱) و درصد چوب بلال (**۰/۵۸) همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی (جداول ۳-۴ و ۳-۵) مثبت و معنی‌داری وجود دارد. از آنجا که وزن هزار دانه بیشترین تأثیر را از نحوه ذخیره و انتقال مواد فتوسنتزی به داخل دانه می‌گیرد، هر یک از صفاتی که در این بررسی با وزن هزار دانه دارای رابطه مستقیم می‌باشند، به نحوی در این فرآیند می‌توانند نقش داشته و حایز اهمیت باشند. به عنوان مثال، انتقال مواد ذخیره شده در ساقه در طول فصل رشد به دانه‌ها به اثبات رسیده است. در بررسی‌های انجام شده توسط دیگر محققین نیز چنین همبستگی‌هایی گزارش شده است (زادتوت‌آغاج و همکاران، ۱۳۷۹؛ Nevado et al., 1990؛ Ahmed et al., 1992؛ Soliman et al., 1990؛ Vaezi et al., 2000).

پیشرفت کم در گزینش برای عملکرد باعث شد توجه به‌نژادگران به گزینش صفات ثانویه جلب شود (Dwyer et al., 1994). صفات ثانویه که وراثت‌پذیری بالا و همبستگی بالایی با عملکرد داشته باشند، دارای اهمیت زیادی هستند. رفیق و همکاران (۲۰۱۰) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول بلال و وزن هزار دانه با عملکرد دانه بدست آورد. بر اساس گزارش گونزالو و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی جمعیت‌های نوترکیب اینبرد لاین ذرت با یافتن یک سری مکان‌های ژنی عملکرد دانه با طول بلال همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. نامبرده توصیه نمود که استفاده از لاین‌های با طول بلال بیشتر یا تعداد دانه در ردیف و ردیف دانه بیشتر در اصلاح ذرت و تولید ترکیب‌های مناسب مفید هستند و باعث پایداری عملکرد در هیبریدهای ذرت تولیدی می‌شوند.

ضریب همبستگی یک روش آماری برای تعیین شدت و جهت رابطه بین دو متغیّر می‌باشد. در برنامه‌های مختلف به‌نژادی انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آن‌ها همبستگی مثبت یا منفی وجود داشته باشد. لذا اگر بتوان بدون از دست دادن بخشی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مورد بررسی را کاهش داد، کمک زیادی به پژوهشگران می‌نماید. در این خصوص استفاده از همبستگی بین صفات از اهمیّت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا میزان و نوع رابطه ژنتیکی یا غیر ژنتیکی بین دو یا چند صفت را اندازه‌گیری می‌کند. همبستگی بین صفت عمدتاً به دلیل وجود پلیوتروپی (چند اثری) و پیوستگی ژن‌ها می‌باشد. از آنجایی که پدیده نوترکیبی در کروموزوم‌ها اتفاق می‌افتد، پیوستگی ژن‌ها ناپایدار بوده و می‌توان گفت همبستگی بین صفات تحت تأثیر پلیوتروپی اتفاق می‌افتد (سبکدست و خیال پرست، ۱۳۸۶).

همچنین وجود همبستگی بین صفات مختلف در کارهای اصلاحی به خصوص در امر گزینش بر اساس تعداد زیادی از صفات بسیار ضروری می‌باشد. یکی از دلایل همبستگی بین دو صفت می‌تواند ناشی از قرار گرفتن ژن‌های کنترل کننده آن دو صفت روی یک کروموزوم باشد. در کل در خصوص صفات کیفی، همبستگی بین صفات منحصراً به مکان ژنی کنترل کننده آن

دوره ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳، صفحات ۲۶۸-۲۴۲

صفات و ارتباط آن‌ها روی کروموزوم بستگی دارد که این ارتباط می‌تواند بصورت پیوستگی ژن‌ها یا اثر متقابل غیر آللی (اپیستازی) و یا ترکیبی از این حالات جلوه نماید، اما در مورد صفات کمی، علاوه بر ژن‌های کنترل کننده صفت، پارامترهای مختلف از جمله عوامل محیطی می‌توانند موجب همبستگی بین صفات شوند (نادری و همکاران، ۱۳۸۹).

جدول ۶ - ماتریس ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورد ارزیابی

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱	۱/۰														
۲	۰/۵۳*	۱/۰													
۳	۰/۷۵**	۰/۰۷ns	۱/۰												
۴	۰/۶۳**	۰/۳۶*	۰/۷۱**	۱/۰											
۵	۰/۴۱*	-۰/۵۳**	-۰/۵۹**	۰/۳۲*	۱/۰										
۶	۰/۱۱ns	-۰/۳۹*	۰/۰۸ns	۰/۰۶ns	۰/۳۱*	۱/۰									
۷	۰/۰۹ns	۰/۴۱*	۰/۶۵**	۰/۶۹**	۰/۳۹*	-۰/۳۱*	۱/۰								
۸	۰/۰۷ns	۰/۳۷*	۰/۸۱**	۰/۷۵**	۰/۰۹ns	-۰/۳۹*	-۰/۵۳**	۱/۰							
۹	۰/۳۷*	۰/۳۳*	۰/۰۴ns	۰/۰۵ns	۰/۰۷ns	-۰/۴۲*	-۰/۳۵*	۰/۰۹ns	۱/۰						
۱۰	-۰/۳۵*	۰/۳۹*	۰/۰۷ns	۰/۰۹ns	۰/۰۶ns	-۰/۳۸*	-۰/۳۲*	۰/۷۹**	-۰/۳۷*	۱/۰					
۱۱	۰/۰۶ns	۰/۴۲*	۰/۱۰ns	۰/۰۴ns	۰/۰۸ns	-۰/۳۱*	۰/۱۰ns	۰/۰۵ns	-۰/۴۵*	-۰/۲۹*	۱/۰				
۱۲	۰/۰۳ns	۰/۰۷ns	-۰/۳۴*	-۰/۳۹*	۰/۰۶ns	۰/۰۹ns	۰/۰۷ns	۰/۱۲ns	-۰/۲۹*	۰/۰۷ns	۰/۳۸*	۱/۰			
۱۳	۰/۰۸ns	۰/۱۱ns	۰/۰۹ns	۰/۱۰ns	۰/۱۱ns	-۰/۴۳*	۰/۵۷**	۰/۳۸*	۰/۳۴*	-۰/۳۱*	-۰/۲۸*	۰/۰۴ns	۱/۰		
۱۴	-۰/۴۱*	۰/۳۹*	۰/۷۴**	۰/۴۱*	۰/۴۲*	-۰/۳۷*	۰/۶۱**	-۰/۴۵*	-۰/۳۹*	-۰/۴۱*	۰/۳۶*	-۰/۳۲*	۰/۵۸**	۱/۰	
۱۵	-۰/۳۹*	۰/۴۴*	۰/۶۳**	۰/۷۲**	۰/۳۹*	۰/۳۶*	۰/۷۶**	۰/۸۲**	۰/۶۸**	۰/۷۲**	۰/۶۹**	-۰/۳۸*	-۰/۴۱*	۰/۸۶**	۱/۰

۱- تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی؛ **۲**- تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی؛ **۳**- ارتفاع بوته؛ **۴**- ارتفاع بلال از سطح زمین؛ **۵**- قطر ساقه؛ **۶**- تعداد بلال در بوته؛ **۷**- قطر بلال؛ **۸**- طول بلال؛ **۹**- تعداد ردیف در بلال؛ **۱۰**- تعداد دانه در ردیف؛ **۱۱**- عمق دانه؛ **۱۲**- درصد رطوبت دانه؛ **۱۳**- درصد چوب بلال؛ **۱۴**- وزن هزار دانه؛ **۱۵**- عملکرد دانه.

جدول ۷ - ماتریس ضرایب همبستگی ژنوتیپی بین صفات مورد ارزیابی

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱	۱/۰														
۲	/۴۹* ۰	۱/۰													
۳	/۶۸** ۰	/۰۶ns ۰	۱/۰												
۴	/۵۵** ۰	۰/۳۲*	/۶۷** ۰	۱/۰											
۵	/۳۹* ۰	/۵۱** -۰	/۵۳** -۰	/۲۹* ۰	۱/۰										
۶	/۰۷ns ۰	۰/۳۳* -	/۰۶ns ۰	/۰۴ns ۰	/۲۸* ۰	۱/۰									
۷	/۰۶ns ۰	۰/۳۶*	/۶۲** ۰	/۶۵** ۰	/۳۵* ۰	/۲۹* -۰	۱/۰								
۸	/۰۴ns ۰	۰/۳۲*	/۷۶** ۰	/۷۱** ۰	/۰۷ns ۰	/۳۶* -۰	/۵۰** -۰	۱/۰							
۹	/۳۳*	۰/۳۰*	/۰۲ns	/۰۳ns	/۰۵ns	/۳۹*	۰/۳۱*	/۰۶ns	۱/۰						

۱۰	۰/۳۱*	۰/۳۵*	۰/۰۵ns	۰/۰۶ns	۰/۰۴ns	۰/۳۵*	۰/۲۷*	۰/۷۴**	۰/۳۴*	۱/۰				
۱۱	۰/۰۳ns	۰/۴۰*	۰/۰۷ns	۰/۰۳ns	۰/۰۵ns	۰/۳۰*	۰/۰۸ns	۰/۰۲ns	۰/۴۲*	۰/۲۷*	۱/۰			
۱۲	۰/۰۲ns	۰/۰۶ns	۰/۳۱*	۰/۳۶*	۰/۰۳ns	۰/۰۶ns	۰/۰۵ns	۰/۱۰ns	۰/۲۷*	۰/۰۵ns	۰/۳۵*	۱/۰		
۱۳	۰/۰۶ns	۰/۰۹ns	۰/۰۶ns	۰/۰۸ns	۰/۰۹ns	۰/۴۰*	۰/۵۳**	۰/۳۳*	۰/۳۱*	۰/۲۸*	۰/۲۶*	۰/۰۲ns	۱/۰	
۱۴	۰/۳۸*	۰/۳۷*	۰/۷۱**	۰/۳۹*	۰/۳۷*	۰/۳۳*	۰/۵۸**	۰/۴۲*	۰/۳۳*	۰/۳۷*	۰/۳۱*	۰/۲۸*	۰/۵۱**	۱/۰
۱۵	۰/۳۵*	۰/۴۱*	۰/۵۹**	۰/۶۷**	۰/۳۵*	۰/۳۲*	۰/۷۳**	۰/۷۷**	۰/۶۱**	۰/۶۷**	۰/۶۲**	۰/۳۶*	۰/۳۸*	۰/۷۹**
														۱/۰

۱- تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی؛ **۲**- تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی؛ **۳**- ارتفاع بوته؛ **۴**- ارتفاع بلال از سطح زمین؛ **۵**- قطر ساقه؛ **۶**- تعداد بلال در بوته؛ **۷**- قطر بلال؛ **۸**- طول بلال؛ **۹**- تعداد ردیف در بلال؛ **۱۰**- تعداد دانه در ردیف؛ **۱۱**- عمق دانه؛ **۱۲**- درصد رطوبت دانه؛ **۱۳**- درصد چوب بلال؛ **۱۴**- وزن هزار دانه؛ **۱۵**- عملکرد دانه.

با توجه به مطالب فوق، اگرچه نتایج حاصل از این آزمایش، با نتایج بیشتر پژوهش‌های دیگر هم‌خوانی دارد. در عین حال، با نتایج برخی از آزمایش‌های دیگر نیز متفاوت می‌باشد که می‌تواند تحت تأثیر شرایط متفاوت بررسی‌ها و همینطور ژنوتیپ‌های متنوع مورد بررسی در تحقیقات مختلف بوده و لذا انجام بررسی‌های بیشتر به منظور حصول نتایج بهتر و دقیق‌تر ضروری به نظر می‌رسد.

تجزیه علیت و محاسبه مقدار اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر اساس ماتریس ضرایب همبستگی

از آنجایی که عملکرد صفتی پیچیده می‌باشد که تابعی از تغییرات سایر صفات که اصطلاحاً به اجزای عملکرد موسوم‌اند، می‌باشند، بنابراین، اطلاع از روابط رگرسیونی بین آن‌ها می‌تواند نقش مهمی در برنامه‌ریزی برای تولید عملکرد بالا در واحد سطح داشته باشد. از طرفی همبستگی‌ها به تنهایی نمی‌توانند روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد را توجیه کنند. یک همبستگی زیاد و کم بین دو متغیر ممکن است تحت تأثیر متغیر سوم و یا گروهی از متغیرها باشد (Singh and Chandhary, 1977; Cruz and Regazzi, 1997; Vencovsky and Barriga, 1992). ضرایب علیت روابط اساسی میان صفات از طریق تجزیه‌ای به نام علیت که توسط رایت (۱۹۲۱) پیشنهاد گردید استنباط می‌شود. هدف از این تجزیه این است که توضیحات قابل پذیرش از همبستگی میان صفات بر پایه یک مدل علت و معلولی ارائه می‌شود و اهمیت صفات موثر بر یک صفت خاص برآورد می‌گردد. در این روش ضرایب همبستگی به آثار مستقیم و غیرمستقیم مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل بر یک متغیر وابسته تقسیم و اهمیت آنها اندازه گیری می‌شود.

از آنجایی که در رگرسیون چند متغیره، اثرات متقابل در بین متغیرها وجود دارد، ممکن یک متغیر در کنار برخی از متغیرها معنی‌دار و در کنار بقیه معنی‌دار نباشد، به همین علت لازم است متغیرهای مهمی را که تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دارند، انتخاب نماییم. لذا در این پژوهش، برای بررسی تأثیر هر یک از صفات مورد ارزیابی روی متغیر تابع یا وابسته (عملکرد دانه) و همچنین کاهش تعداد متغیرهای مستقل (حذف متغیرهای کم اهمیت) و برازش بهترین مدل رگرسیونی، از تجزیه رگرسیون چندگانه به روش گام به گام استفاده شد. برای این منظور، هریک از صفات مورد ارزیابی به عنوان متغیرهای مستقل و عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته مشخص گردید. صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه به ترتیب وارد مدل گردید. سایر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر مدل نداشتند و به همین دلیل اختلاف ژنوتیپ‌ها از نظر صفت عملکرد دانه را می‌توان تا حدود زیادی به تفاوت در صفات فوق نسبت داد. در مدل رگرسیونی حاصل، ارتفاع بوته نخستین متغیری بود که وارد مدل شد و به تنهایی ۶۹ درصد از تغییرات عملکرد بین هیبریدها را توجیه نمود. پس از آن

متغیرهای تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه به مدل اضافه شدند و همراه با ارتفاع بوته ۹۶ درصد از تغییرات عملکرد بین هیبریدها را توجیه نمودند.

البته لازم به ذکر است که با توجه به همبستگی نسبتاً بالای بین برخی متغیرهای وارد شده در مدل، از فاکتور تورم واریانس (VIF) جهت تعیین وجود احتمالی پدیده هم خطی استفاده گردید و در نهایت صفاتی وارد مدل شدند که مقدار این شاخص برای آن‌ها کمتر از ۱۰ بود؛ بنابراین می‌توان اظهار داشت که این صفات مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه (Y) در هیبریدهای مورد مطالعه می‌باشند و احتمالاً گزینش به منظور افزایش عملکرد دانه از طریق این صفات، اثر بخش خواهد بود. زینالی و همکاران (۱۳۸۴) در تجزیه رگرسیونی عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در مقابل بقیه صفات به عنوان متغیر مستقل نشان دادند که ارتفاع بوته، وزن ۳۰۰ دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد روز از کاشت تا ظهور کاکل و تعداد برگ مجموعاً ۷۲/۵ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند که از لحاظ صفات ارتفاع بوته و وزن هزار دانه با تحقیق حاضر مطابقت دارد. کردی و همکارن (۱۳۹۵) نیز در مطالعه‌ای که به منظور تجزیه همبستگی و علیت عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای انجام دادند، نتیجه گرفتند که به ترتیب صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف بلال، طول بلال و وزن چهارصد دانه در عملکرد دانه سهیم هستند که این مطالعه نیز از نظر صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه با تحقیق حاضر مطابقت دارد. بر اساس مطالعه آن‌ها این چهار صفت در مجموع ۹۷/۷ درصد از تغییرات کل عملکرد دانه را توجیه نمودند.

جدول ۸ - نتایج رگرسیون گام به گام عملکرد دانه (متغیر وابسته) با دیگر متغیرهای مورد بررسی (متغیر مستقل)

متغیر	عرض از مبدأ	ضرایب رگرسیون				ضریب تعیین (R^2)	F	خطای استاندارد
		b1	b2	b3	b4			
ارتفاع بوته	-۸۵۱۲/۵	۶۵/۸	-	-	-	۰/۶۹	۲۴/۶**	۱۵/۳۲
تعداد دانه در ردیف	-۵۸۷۴/۳	۵۹/۷	۷۸/۳	-	-	۰/۸۲	۱۸/۴**	۳۰/۶۱
تعداد ردیف در بلال	-۴۱۲۶/۹	۶۳/۲	۹۲/۴	-۱۱۴/۹	-	۰/۹۳	۳۱/۵**	۸۹/۳۴
وزن هزار دانه	-۳۵۱۷/۶	۶۱/۱	۸۶/۲	-۱۲۸/۵	۱۷۶/۷	۰/۹۶	۵۹/۳**	۸/۹۲

به منظور تفسیر جامع‌تر نتایج حاصل از همبستگی‌های ساده و همچنین رگرسیون گام به گام و نیز تعیین روابط علّت و معلولی جهت تعیین اثرات مستقیم و غیر مستقیم اجزاء، از تجزیه علیّت استفاده شد. با استفاده از تجزیه علیّت مشخص می‌شود که همبستگی صفات با عملکرد دانه به علت اثر مستقیم آن‌ها روی عملکرد و یا در نتیجه اثر غیر مستقیم از طریق سایر صفات است. اگر همبستگی بین عملکرد دانه و یک صفت به علت اثر مستقیم آن صفت باشد، این مطالب منعکس کننده‌ی یک رابطه واقعی بین آن‌هاست و لذا می‌توان صفت مذکور را به منظور اصلاح و بهبود عملکرد انتخاب نمود، اما اگر این همبستگی به علت اثر غیر مستقیم صفت از طریق سایر صفات باشد، در این صورت عمل انتخاب را باید بر روی صفتی انجام داد که سبب اثر غیر مستقیم شده است (نصری و همکاران، ۱۳۹۲).

همچنین، با توجه به اینکه چگونگی ارتباط بین صفات مختلف در پیشرفت برنامه‌های به‌نژادی و شناخت صفات مناسب جهت به‌گزینی اهمیّت زیادی دارد و انتخاب یک طرفه برای صفات زراعی بدون در نظر گرفتن سایر صفات، نتایج نامطلوبی را در پی خواهد داشت، بنابراین در برنامه‌های به‌نژادی و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر استفاده از همبستگی بین صفات و اثرات مستقیم و غیر مستقیم آن‌ها بایستی مورد توجه قرار گیرد و به همین منظور انجام تجزیه علیّت ضروری می‌باشد (سبک‌دست و خیال‌پرست، ۱۳۸۶). به این منظور برای انجام تجزیه علیّت، عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته (معلول) و صفات موجود در مدل رگرسیونی گام به گام به عنوان متغیرهای مستقل (علت) در نظر گرفته شد.

نتایج تجزیه علیّت نشان داد که بیشترین اثر مستقیم مثبت مربوط به صفات وزن هزار دانه (۰/۷۴)، ارتفاع بوته (۰/۵۲) و تعداد ردیف در بلال (۰/۴۹) بود و نیز صفت تعداد دانه در ردیف (۰/۲۴-) دارای اثر مستقیم منفی بر عملکرد دانه بود. هر چند که اثرات غیر مستقیم و منفی تأثیر کاهنده‌ای روی عملکرد دانه دارند، ولی به دلیل وجود اثر مستقیم زیاد و مثبت، این کاهش زیاد محسوس نبوده و در نتیجه همبستگی میزان تعداد دانه در ردیف با عملکرد دانه (۰/۶۸) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردیده است؛ بنابراین این صفت می‌تواند به عنوان معیار گزینش جهت اصلاح و بهبود عملکرد دانه معرفی شود. واعظی و همکاران (۱۳۷۹) گزارش نمودند که بیشترین اثر غیر مستقیم را قطر بلال بر انتقال آثار تعداد ردیف دانه بر روی تعداد دانه در ردیف داشته است. دوی و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که ارتفاع بوته، تعداد روز تا ۷۵ درصد ظهور کاکل، تعداد روز تا رسیدگی، طول بلال، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن صد دانه دارای آثار مستقیم بر عملکرد دانه هستند. در تحقیق دیگری مشخص شد که صفات طول بلال، قط بلال، درصد تشکیل دانه و وزن هزار دانه بیشترین آثار مستقیم را بر عملکرد دانه داشته‌اند (Guang et al., 2002). در پژوهشی که توسط کردی و همکاران (۱۳۹۵) انجام گرفت، نتایج بدست آمده نشان داد که قطر بلال، ارتفاع بوته، تعداد ردیف در بلال و وزن ۴۰۰ دانه دارای بیشترین آثار مستقیم مثبت و قابل توجه بر عملکرد دانه هستند.

همچنین با توجه به اینکه اثر مستقیم صفت تعداد دانه در ردیف (۰/۲۴-) بر عملکرد منفی است (جدول ۸)، می‌توان گفت که اثر غیر مستقیم این صفت از طریق سایر صفات مورد ارزیابی عامل اصلی همبستگی بین آن‌ها و عملکرد دانه می‌باشد، بنابراین برای گزینش بایستی عوامل علّی غیر مستقیم را بطور همزمان مورد توجه قرار داد (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۱).

اثر باقیمانده نیز که مقدار آن در این پژوهش برابر با ۰/۱۷ بود، نحوه توجیه تغییرات عامل وابسته (عملکرد دانه) را توسط عامل‌های علّی یا سببی نشان می‌دهد؛ بنابراین، متغیرها (ارتفاع بوته، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه) حدود ۸۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. به نظر می‌رسد عامل‌های دیگر نیز که در اینجا منظور نشده-اند، بایستی در تجزیه علیّت دخالت داده شوند تا بتوان بطور کامل تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود.

جدول ۹- اثرات مستقیم و غیر مستقیم (ضرایب علیّت) صفات مورد ارزیابی بر عملکرد دانه

متغیر	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق				همبستگی کل با عملکرد
		X_1	X_2	X_3	X_4	
ارتفاع بوته (X_1)	۰/۵۲	-	-۰/۱۸	-۰/۱۲	۰/۴۱	۰/۶۳**
تعداد دانه در ردیف (X_2)	-۰/۲۴	۰/۴۵	-	-۰/۰۶	۰/۵۷	۰/۷۲**
تعداد ردیف در بلال (X_3)	۰/۴۹	-۰/۰۷	-۰/۱۱	-	۰/۳۷	۰/۶۸**
وزن هزار دانه (X_4)	۰/۷۴	۰/۳۶	-۰/۱۶	-۰/۰۸	-	۰/۸۶**

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

در مجموع، با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر می‌توان گفت که استفاده از صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه برای انتخاب غیر مستقیم جهت نیل به عملکرد بیشتر نویدبخش بوده و بنابراین این صفات می‌توانند نقش مهمی در انتخاب غیر مستقیم ژنوتیپ‌های برتر جهت افزایش عملکرد دانه داشته باشند و هر گونه فعالیت‌های اصلاحی یا زراعی در جهت بهبود مورد نظر این صفات می‌تواند موجب افزایش عملکرد دانه شود. همچنین مشخص گردید که بهره‌گیری از روش آماری تجزیه علیّت می‌تواند در درک روابط اساسی میان متغیرها کارساز باشد و تنها استناد به روابط همبستگی برای توجیه روابط میان متغیرها کافی نیست (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۴). البته وجود تفاوت در نتایج حاصل از این تحقیق و نتایج حاصل از سایر مطالعات مرتبط را می‌توان به متفاوت بودن مواد گیاهی، تاریخ و نحوه کاشت، تراکم مختلف و شرایط محیطی متفاوت نسبت داد.

گروه‌بندی هیبدهای مورد مطالعه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای

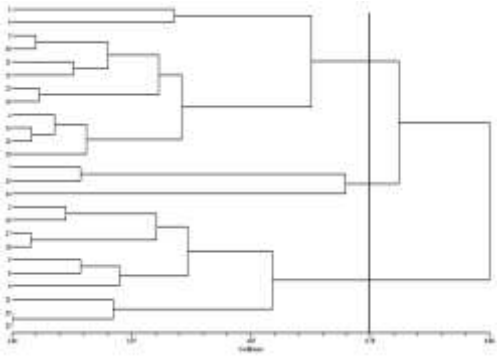
محققین با انتخاب بهترین والدین برای انجام تلاقی در برنامه‌های مختلف تولید ارقام هیبرید و حصول حداکثر هتروزیس در پی ارقامی هستند که از نظر ژنتیکی دور از هم باشند که این موضوع می‌تواند از طریق بررسی فاصله بین ژنوتیپ‌ها و گروهبندی آن‌ها و تعیین والدین با حداکثر فاصله با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای میسر شود.

برای اینکه ایده‌ای از میزان شباهت‌ها و تفاوت‌های بین ارقام هیبرید مورد مطالعه از نظر کلیه صفات بدست آید، تجزیه خوشه‌ای ارقام به روش‌های مختلف متوسط فاصله بین و درون گروه‌ها، نزدیکترین و دورترین همسایه‌ها و روش حداقل واریانس وارد انجام شد و گروه‌بندی حاصل از آنها مورد مقایسه قرار گرفت. از آنجایی که روش حداقل واریانس وارد با معیار فاصله اقلیدوسی بهترین نتیجه را در گروه‌بندی ارقام مورد مطالعه ارائه داد، لذا تنها نتایج این روش گزارش شد؛ بنابراین، در این تحقیق جهت گروه‌بندی هیبریدها بر اساس کلیه صفات مورد ارزیابی، تجزیه خوشه‌ای مبتنی بر روش حداقل واریانس وارد (Ward) با داده‌های استاندارد انجام شد (شکل ۱). بر اساس تجزیه تابع تشخیص، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در سه خوشه با خصوصیات درون گروهی مشابه و بین گروهی غیر مشابه مورد تأیید قرار گرفت (جدول ۱۰). همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس بر اساس طرح کاملاً تصادفی نامتعادل (جدول ۱۱) نیز گروه‌بندی انجام شده را تأیید نمود، طوریکه سه گروه حاصل از تجزیه خوشه‌ای، از نظر اکثر صفات تفاوت معنی‌داری نشان دادند که بیانگر تنوع زیاد ژنوتیپ‌ها در بین گروه‌ها نسبت به داخل گروه‌هاست.

گروه اول که شامل ۱۲ رقم (ارقام شماره ۱، ۹، ۳، ۲۵، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۹، ۴، ۱۴، ۱۵ و ۲۰) است، از لحاظ صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال از سطح زمین، تعداد دانه در ردیف و درصد چوب بلال بالاتر از میانگین کل، از لحاظ صفات قطر ساقه، تعداد بلال در بوته، قطر بلال، طول بلال، تعداد ردیف در بلال، درصد رطوبت دانه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه پایین‌تر از میانگین کل و میانگین این گروه برای صفات عمق دانه برابر با میانگین کل بودند (جدول ۱۱).

گروه دوم شامل ۳ ژنوتیپ (ارقام شماره ۷، ۱۰ و ۲۴) می‌باشند، از نظر صفات قطر ساقه، طول بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، درصد چوب بلال، وزن هزار دانه و عملکرد دانه مقادیر بالاتر از میانگین را دارا می‌باشند. این گروه از نظر صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال از سطح زمین، تعداد بلال، قطر بلال، عمق دانه و درصد رطوبت دانه دارای مقادیر کمتر از میانگین کل برای این صفات بودند (جدول ۱۱).

گروه سوم شامل ۱۰ رقم (ارقام شماره ۲، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۵، ۸، ۶، ۲۱، ۲۲ و ۲۳) می‌باشد که مهم‌ترین خصوصیت آن‌ها مقادیر بالاتر از میانگین کل صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، قطر بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، عمق دانه و درصد رطوبت دانه، کمتر از میانگین کل صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال از سطح زمین،تعداد بلال، طول بلال، درصد چوب بلال، وزن هزار دانه و عملکرد دانه و برابر میانگین کل صفت قطر ساقه می‌باشد.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ارقام هیبرید ذرت مورد مطالعه بر اساس صفات مورد ارزیابی به روش حداقل واریانس وارد

جدول ۱۰- تجزیه تابع تشخیص برای تعیین مناسب‌ترین محل برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای.

تعداد گروه	ویلکس لامبدا	کی دو	سطح معنی‌داری
۲	۰/۲۰۱	۱۸۶/۳	۰/۰۰۰
۳	۰/۳۲۲	۱۳۰/۲	۰/۰۰۰

جدول ۱۱- نتایج مقایسه میانگین صفات بر اساس روش دانکن در گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای

کلاستر	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	ارتفاع بوته	ارتفاع بلال از زمین	قطر ساقه	تعداد بلال	قطر بلال	طول بلال	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	عمق دانه	رطوبت دانه	درصد چوب بلال	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
۱	۶۷/۳^{a}	۱۳۰/۱^{a}	۱۷۹/۳^{a}	۷۲/۱^{a}	۳/۰^{c}	۰/۹۷^{c}	۳/۱^{c}	۱۹/۴^{b}	۱۲/۶^{c}	۳۸/۲^{a}	۰/۹۵^{b}	۰/۱۲^{bc}	۱۷/۳^{a}	۲۷۴/۶^{c}	۳۹۴۲/۵^{c}
۲	۵۶/۷^{c}	۱۰۴/۹^{c}	۱۶۰/۱^{c}	۶۳/۵^{c}	۳/۴^{a}	۱/۰^{a}	۳/۷^{b}	۲۰/۹^{a}	۱۴/۱^{ab}	۳۶/۱^{bc}	۰/۹۲^{c}	۰/۱۱^{c}	۱۶/۹^{ab}	۲۹۱/۲^{a}	۴۸۹۶/۱^{a}
۳	۶۲/۴^{b}	۱۲۲/۳^{b}	۱۶۸/۴^{b}	۶۸/۳^{b}	۳/۲^{b}	۰/۹۸^{bc}	۴/۲^{a}	۱۸/۳^{c}	۱۳/۹^{b}	۳۶/۴^{b}	۰/۹۸^{a}	۰/۱۵^{a}	۱۴/۱^{c}	۲۸۳/۲^{b}	۴۲۵۸/۶^{b}
میانگین کل	۶۰/۵	۱۲۰/۲	۱۷۵/۳	۷۰/۴	۳/۲	۱/۰۲	۳/۹	۱۹/۵	۱۳/۵	۳۵/۱	۰/۹۵	۰/۱۴	۱۶/۵	۲۸۵/۲	۴۶۰۰

با توجه به اینکه در اصلاح‌نباتات معمولاً تلاقی بین ژنوتیپ‌های دور، نتاج مطلوب‌تری تولید نموده و نتاج حاصله هتروزیس بیشتری نسبت به والدین نشان می‌دهند، بنابراین بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان با انتخاب ارقام مختلف (استفاده از ژنوتیپ‌های موجود در گروه‌های اول و سوم) و انجام تلاقی‌های لازم و هدفمند بین آن‌ها، برای اصلاح خصوصیات مهم زراعی و دسترسی به لاین‌های خالص و امید بخش در ذرت اقدام نمود. همچنین پیشنهاد می‌شود به منظور استفاده بهینه از زمان و تسریع فرآیندهای اصلاحی، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ارقام انتخابی به عنوان والد مورد بررسی قرار گیرد، تا لاین‌هایی که دارای قابلیت ترکیب بیشتری با یکدیگر هستند در برنامه‌های دورگ‌گیری شرکت داده شوند. البته همانطور که سایر پژوه-های اصلاحی زمان و تکرار زیادی را می‌طلبد، این نتایج نیز مستثنی نبوده و به منظور اعتبارسنجی آن‌ها نیاز به بررسی و تکرار بیشتری می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات

در کل نتایج آزمایش حاضر سطح تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی قابل ملاحظه‌ای بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد و بنابراین می‌توانند به عنوان منابع ژنتیکی مناسبی در برنامه‌های اصلاحی مختلف مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

بین اکثر صفات مورد مطالعه در این بررسی، همبستگی بالایی مشاهده شد که این همبستگی بالا اصلاح هم‌زمان چندین صفت را میسر می‌سازد، زیرا با توجه به اینکه یکی از دلایل همبستگی دو صفت می‌تواند قرار گرفتن ژن‌های کنترل کننده صفات مورد نظر روی یک کروموزوم باشد، بنابراین افزایش ارزش یک صفت، منجر به افزایش ارزش سایر صفات همبسته نیز خواهد شد. از جمله پیشنهادات می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- بررسی تاثیر محیط بر روی نقش صفات موثر بر عملکرد از طریق اجرای آزمایش در چند سال و چند مکان مختلف
- انجام تحقیق با استفاده از لاین‌های خارجی و بررسی ترکیب‌پذیری آنها در تولید ارقام جدید
- استفاده از تجزیه علیت جداگانه برای هر گروه برای تعیین صفات شاخص جهت انتخاب غیرمستقیم
- ارزیابی مولکولی ارقام مورد مطالعه و مقایسه آن با نتایج روش کمی
- ادامه این تحقیق در قالب تجزیه میانگین نسل‌ها و یا دای‌آلل برای مشخص کردن نحوه کنترل صفات

منابع

۱. ابوذری گزافرودی، ا.، هنرنژاد، ر؛ و فتوکیان، م. ح. ۱۳۸۷. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام برنج با استفاده از داده های صفات مورفولوژیکی. نشریه پژوهش و سازندگی، ۸۷: ۱۱۰-۱۱۷.

۲. استخر، ا؛ و ر. چوگان. ۱۳۸۵. بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و همبستگی بین آنها در هیبریدهای خارجی و داخلی ذرت. مجله علوم کشا.رزی ایران، ۳۷(۱): ۹۱-۸۵.

۳. اسماعیلی، ا.، ح. دهقانی و س. خاوری خراسانی. ۱۳۸۱. تجزیه علیت و بررسی همبستگی صفات مرتبط با عملکرد در نتاج حاصل از تلاقی لاین × تستر ذرت زود رس دانه ای. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. مرکز تحقیقات تهیه و تولید نهال و بذر. کرج.

۴. اسماعیلی، ا.، ح. دهقانی، س. خاوری خراسانی و ح.میرزایی ندوشن. ۱۳۸۴. برآورد ترکیب پذیریها و اثرات ژن در

۵. اکبری، غ. ع.، ا. هاشمی دزفولی، ع. مدرس ثانوی، ب. فوقی و ن. حریری. ۱۳۸۱. تاثیر ویژگیهای مرفولوژیکی بر مراحل رویشی و زایشی و عملکرد دانه ارقام ذرت. مجله کشاورزی و عمران روستایی. جلد ۴، شماره ۱، صفحه ۶۷-۸۴.

۶. آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۷. وزارت جهاد کشاورزی.

۷. اهدائی، ب. ۱۳۶۷. اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. چاپ دوم.

۸. ایزدی، م.ح؛ و امام. ی. ۱۳۸۹. اثر آرایش کاشت، تراکم بوته و سطوح نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۷۰۴. مجله علوم زراعی ایران، ۱۲(۳): ۲۵۱-۲۳۹.

۹. باصفا، م. ۱۳۸۳. بررسی عملکرد و همبستگی صفات مختلف فنوتیپی با عملکرد دانه در هیبریدهای جدید ذرت

۱۰. باقری، ن. ع.، بابائیان جلودار، ن. ع؛ و حسن نتاج، ا. ۱۳۸۷. بررسی تنوع ژنتیکی ذخائر توارثی برنج ایران بر اساس صفات مورفولوژیک، مجله پژوهش های زراعی ایران، جلد ۶، شماره ۲: صص ۲۳۵-۲۴۳.

۱۱. براتی، ع.، ق. ع. نعمت زاده، غ. ع. کیانوش و ر. چوگان. ۱۳۸۱. بررسی ترکیب پذیری عمومی و خصوصی پنج لاین خالص ذرت برای صفات مختلف با استفاده از سیستم تلاقی دای آلل. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. مرکز تحقیقات تهیه و تولید نهال و بذر. کرج.

۱۲. براتی، ع.، ق. ع. نعمت زاده، غ. ع. کیانوش و ر. چوگان. ۱۳۸۱. بررسی اثر ژن، برای صفات مختلف در ذرت با استفاده از سیستم تلاقی دای آلل. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. مرکز تحقیقات تهیه و تولید نهال و بذر. کرج.

۱۳. بهپوری، ع.، خردنام، م؛ و بیژن زاده، ا. ۱۳۸۵. بررسی تنوع ژنتیکی در برنج (Oryza sativa L.) با استفاده از صفات زراعی و مورفولوژیک. مجله علوم کشاورزی، ۱۲(۴): ۷۹۹-۸۰۹.

۱۴. چوگان، ر. ۱۳۸۰. ارزیابی عملکرد و اجزاء عملکرد دانه ذرت با استفاده از تلاقی های دیالل. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۳، شماره ۳، صفحه ۱- ۸.

۱۵. چوگان، ر. ۱۳۸۱. تجزیه ژنتیکی عملکرد و اجزاء عملکرد دانه در ذرت. مجله نهال و بذر. ۱۸: ۱۷۰- ۱۷۸.

۱۶. چوگان، ر؛ و ا. مساوات. ۱۳۸۱. اثر تاریخ کاشت تابستانه (کشت دوم) بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه هیبریدهای ذرت و تعیین روابط بین آنها از طریق تجزیه علیت. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. مرکز تحقیقات تهیه و تولید نهال و بذر. کرج.

۱۷. حدادی، م. ح.، ح. پاک نیت، م. ح. آساد و ی. امام. ۱۳۷۹. تعیین همبستگی و مقدار اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مهم بر عملکرد دانه در ذرت. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه مازندران.

۱۸. خاوری خراسانی، س. ۱۳۷۹. بررسی ترکیب پذیری لاین های زود رس ذرت با روش دیالل کراس. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران دانشگاه مازندران.

۱۹. خاوری خراسانی، س.، ا. اسماعیلی و ا. بانکه ساز. ۱۳۸۱. تجزیه و تحلیل همبستگی و علیت صفات مرتبط با عملکرد در هیبرید های ذرت شیرین. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. مرکز تحقیقات تهیه و تولید نهال و بذر. کرج.

۲۰. خاوری خراسانی، س.، ح. زینالی، ع. طالعی و ا. بانکه ساز. ۱۳۷۶. بررسی همبستگی بین برخی صفات لینه های اینبرد و تست کراس-های آنها در تلاقی با محک مشترک در ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۸، شماره ۴، صفحه ۱۷۱- ۱۸۳.

۲۱. خدابنده، ن. ۱۳۷۷. غلات. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ ششم.

۲۲. دانه ای. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۶، شماره ۴، صفحه ۸۹۵- ۹۰۲.

۲۳. ربیعی، ب. ۱۳۸۳. جزوه ژنتیک کمی. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.

۲۴. رحیم سروش، ح.، مصباح، م؛ و حسین زاده، ع. ه. ۱۳۸۳. مطالعه روابط میان عملکرد و اجزای عملکرد در برنج. مجله علوم کشاورزی ایران، ۵(۴): ۹۸۳-۹۹۳.

۲۵. رفیعی، م.، م. کریمی، ح. ا. نادیان و ق. نورمحمدی. ۱۳۸۱. مطالعه همبستگی صفات و تجزیه علیت عملکرد دانه ذرت در سطوح مختلف فسفر. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. مرکز تحقیقات تهیه و تولید نهال و بذر. کرج.

۲۶. زادتوت آغاج، ش.، ک. کاظمی تبار، ا. امینی و م. خلیلی. ۱۳۷۹. بررسی همبستگی صفات و تجزیه علیت در هیبریدهای دیر رس ذرت در شرایط نرمال و تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه مازندران.

۲۷. زینالی، ح.، ع. نصر آبادی، ه. حسین زاده، ر. چوگان و م. سبکدست. ۱۳۸۴. تجزیه به عامل ها در ارقام هیبرید ذرت

۲۸. زینالی، ح.، نصرآبادی، ع.، حسین زاده، ه.، چوگان، ر؛ و سبکدست، م. ۱۳۸۴. تجزیه به عامل ها در ارقام هیبرید ذرت دانه ای. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۶(۴): ۹۰۲-۸۹۵.

۲۹. سبک دست، م.، ف. خیال پرست. ۱۳۸۶. مطالعه رابطه بین عملکرد و اجزای عملکرد در ۳۰ رقم لوبیا. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱(۴۲): ۱۳۴-۱۲۳.

۳۰. شیر محمدی علی، ا. ۱۳۶۷. بررسی دی آلل کراس در ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

۳۱. صادقی، ح؛ و م. ج. بحرانی. ۱۳۸۰. تاثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه ای

۳۲. صادقی، ف؛ و ر. چوگان. ۱۳۷۹. بررسی همبستگی فنوتیپی و تجزیه علیت ترکیب های ذرت دانه ای ایرانی و یوگسلاوی. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران دانشگاه مازندران.

۳۳. صادقی، ف؛ و رتبه، ج. ۱۳۹۵. بررسی عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت با استفاده از روش های آماری توصیفی و چند متغیره. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۸(۱۸): ۲۲۱-۲۱۲.

۳۴. طالبیان مشهدی، م؛ و غ. ح. سرمدنیا. ۱۳۷۵. اثر فاصله ردیف کشت و فاصله بوته بر برخی از خصوصیات رویشی سه سینگل کراس ذرت. چکیده مقالات چهارمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. تبریز.

۳۵. عربی، م. ۱۳۷۶. بررسی خصوصیات ژنتیکی هیبریدهای ذرت و لاین های والدینی آنها. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۳۶. عزیزی، خ.، میرزاوند، ک؛ و دارائی مفرد، ع. ر. ۱۳۹۰. بررسی أثیر تراکم گیاهی و رقم بر عملکرد کمی ذرت در شرایط آب و هوائی خرم آباد. مجله دانش زراعت، ۴(۴): ۲۲-۱۵.

۳۷. فرشادفر، ع. ۱۳۸۰. اصول و روشهای آماری چند متغیره. انتشارات طاق بوستان. چاپ اول.

۳۸. فرشادفر، ع. ۱۳۸۰. اصول و روشهای پیشرفته آماری(تجزیه رگرسیون). انتشارات طاق بوستان. چاپ اول.

۳۹. فروزش، پ.، م. ولی زاده، ر. چوکان و د. حسن پناه. ۱۳۷۹. تعیین همبستگی بین عملکرد و اجزای آن در هیبریدهای فوق العاده و خیلی زود رس ذرت دانه ای به روش تجزیه علیت. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه مازندران.

۴۰. قاسمی پیربلوطی، ع.، م. نصیری محلاتی، ا. مقدادی فر و ا. ر. گلپرور. ۱۳۸۱. بررسی و مقایسه صفات مورفولوژیکی و فنولوژیکی موثر بر عملکرد دانه هیبریدهای جدید و قدیم ذرت (Zea mayse L.)در منطقه نیشابور. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. مرکز تحقیقات تهیه و تولید نهال و بذر. کرج.

۴۱. قربانزاده، م.، م. مقدم، ع. گرامی و ا. بانکه ساز. ۱۳۸۰. تجزیه علیت عملکرد دانه در لاین ها و تست کراس های ذرت اوپک ۲. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال هشتم. شماره اول.

۴۲. قصرالدشتی، ع.، مقصودی، ع.، بهزادی، ی؛ و فریدونی، م.ج. ۱۳۹۶. تأثیر منابع مختلف کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین. نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۹(۱): ۱۸۴-۱۷۱.

۴۳. کردی، س.، دانشور، م.، سیاح فر، م؛ و شاه کرمی، ق. ا. ۱۳۹۵. مطالعه همبســـتگی و تجزیه علیت عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک هیبریدهای ذرت دانه ای تحت روش های مختلف کوددهی نیتروژن. نشریه زراعت، ۱۱۱: ۷۴-۶۶.

۴۴. کریمی، ا.، تاجبخش، م.، امیرنیا، ر. عیوضی، ع. ۱۳۹۲. اثر برخی مواد محرک رشد گیاهی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت. مجله پژوهش های تولید گیاهی، ۲۰(۲): ۱۷۸-۱۶۱.

۴۵. لاین های زودرس ذرت در تراکم های مختلف بوته به روش تلاقی لاین در تستر. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۶، شماره ۵، صفحه ۹۱۷- ۹۲۹.

۴۶. لرکی، ف.، امیربختیار، ن؛ و قمری، م. ۱۳۹۱. ررسی تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد شش هیبرید متوسط رس امید بخش ذرت در خوزستان. فصلنامه علمی-پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۴(۱۴): ۶۹-۵۹.

۴۷. محمدی بهمدی، م؛ و آرمین، م. ۱۳۹۶. اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف ذرت در شرایط کشت تأخیری. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی، ۴(۱): ۳۴-۱۷.

۴۸. مدرسی، م.، م. خرد نام و م. ت. آساد. ۱۳۸۳. انتخاب غیر مستقیم ذرت (Zea mays L.) با استفاده از شاخص های انتخاب به منظور افزایش عملکرد دانه. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵، شماره ۱، صفحه ۱۱۵- ۱۲۷.

۴۹. نادری، ف.، سیادت، س.ع.ا؛ و رفیعی، م. ۱۳۸۹. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت به عنوان کشت دوم در خرم آباد. مجله علوم زراعی ایران، ۱۲(۱): ۴۱-۳۱.

۵۰. نصری، ر.، ف. پاک نژاد، م. صادقی شعاع، س. قربانی، ز. فاطمی. ۱۳۹۲. همبستگی و تجزیه علیّت تنش شوری روی اجزای عملکرد جو (Hordeum vulgare L.) در منطقه کرج. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۸: ۱۶۵-۱۵۵.

۵۱. نعمت زاده، ق. ع.، طالبی، ر.، خدارحم پور، ز؛ و کیانی، غ. ۱۳۸۲. بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی در برنج با استفاده از صفات فیزیولوژیکی و زراعی، مجله علوم زراعی ایران، ۵(۳): ۱-۱۰.

۵۲. نقدی، ع. ۱۳۷۲. بررسی اثرات پدیده هتروزیس و ارتباط بین خصوصیات لاین ها و هیبریدهای سینگل کراس حاصل از آنها در ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۵۳. نور محمدی، س؛ و م. سیاح فر. ۱۳۸۲. بررسی و گزینش نهایی برای عملکرد و اجزاء عملکرد هیبریدهای زودرس در شهرستان خرم آباد. چکیده مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.

۵۴. واعظی، ش.، س. عبد میشانی، ب. یزدی صمدی و م. ر. قنادها. ۱۳۷۸. تجزیه ژنتیکی بعضی از خصوصیات کمی ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۰، شماره ۴، صفحه ۸۳۹-۸۵۰.

55. Ahmed, M. A. and M. S. Hassanein. 2000. Partition of photosynthates in yellow maize hybrids. Egyptian Journal of Agronomy 22: 39- 63.

56. Ahmed, S., M. A. Mian and A. R. Gill. 1992. Correlation studies between yield, yield components and oil content in maize single crosses. Pakistan J. Agric. Res. 13(2): 132- 135.
57. Alahdadi, I., H. Oraki and F. Parhizkarkhajani. 2011. Effect of water stress on yield and yield
58. Alok, K., M. G. Gangashetti., D. Anju., A. Kumar and A. Dahiya. 1999. Analysis of direct and indirect effects for quantitative traits in diallel crosses of maize (Zea mays L.). Annals of Biology Ludhiana 15 (2): 173- 176.
59. Alvi, M. B., M. Rafique., M. S. Tariq., A. Hussain., T. Mahmood and M. Sarwr. 2003. Character association and path coefficient analysis of grain yield and yield components maize (Zea mays L.). Pakistan Journal of Biological Science 6 (2): 136-138.
60. Annapurna, D., H. A. Khan and S. Mohammad. 1998. Genotypic-phenotypic correlations and path coefficient analysis between seed yield and other associated characters in tall genotypes of maize. Crop Res. Hisar 16 (2): 205- 209.
61. Arama, H. A. S. 1996. Sequential path analysis of grain yield and its components in maize. Plant Breed 115: 343- 346.
62. Arias, C. A. A., C. L. Souza. and C. Takeda. 1999. Path coefficient analyses of ear weight in different types of progeny in maize. Maydica 44 (3): 251- 262.
63. Aslam, M. and M. H. Nadeem Tahir. 2003. Correlation and path coefficient analysis of morpho physiological traits of maize inbreds under water stress conditions. International Journal of Agriculture & Biology 4: 446- 448.
64. Bekavac, G., B. Purar and D. Jockovic. 2008. Relationships between line per se and testcross
65. Bekavac, G., M. Stojakovic., D. Jockovic., J. Bocanski and B. Purar. 1998. Path analysis of stay green trait in maize. Cereal Research Communications 26 (2): 161-167.
66. Biastutti, C. A. and D. A. Peiretti. 1992. Association of morphological features in maize (Zea mays L.) populations with and without water stress. Agr. Scientia 9(2): 59-64.
67. components of sun flower hybrids. African Journal of Biotechnology, 10: 6504-6509.
68. Cruz, C.D. and A. Regazzi. 1997. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Segundaed. Universidad Federativa de Viçosa. ImprentaUniversitaria. Brasil. pp: 390.
69. Debnath, S. C. and M. F. Khan. 1990. Genotypic variation and path coefficient analysis in maize. Pak. J. Sci. Ind. Res. 34: 391- 394.
70. Devi, I. S., M. Shaik and S. Mohammed. 2001. Character association and path coefficient analysis of grain yield and yield components in double crosses of maize. Crop Res. Hisar 21(3): 355- 359.
71. Djordjevic, J. S. and M. R. Ivanovic. 1996. Genetic analysis for stalk lodging resistance in narrow base maize synthetic population ZPS14. Crop Sci. 36 (4): 909-913.
72. Dwyer, L.M., B.L. Ma, L. Evenson and R.I. Hamilton. 1994. Maize physiological traits associated with recurrent selection for grain yield and harvest moisture in mid-to short season environment. Crop Science, 34: 985-992.
73. Elto, E., G. E. Gama and A. R. Hallauer. 1977. Relation between inbred and hybrid traits in maize. Crop Sci. 17(3): 703- 706.
74. FAO (Food and Agriculture Organization) Rome. 2018. http://faostat.fao.org/.

75. Gautam, A. S., R. k. Mittal and J. C. Bhandari. 1999. Correlations and path analysis in popcorn (Zea mays Everta.). Annals of Biology Ludhiana 15 (2): 193- 196.
76. Gautam, A. S., R. k. Mittal and J. C. Bhandari. 1999. Correlations and path coefficient analysis in maize (Zea mays L.). Annals of Agri. Bio. Res. 4 (2): 169- 171.
77. Geetha, K. and N. Jayaraman. 2000. Path analysis in maize (Zea mays L.). Agric. Sci. Digest. 20: 60- 61.
78. Gonzalo, M., J. Holland, T. Vyn and L. McIntyre. 2010. Direct mapping of density response in a population of B73 x Mo17 recombinant inbred lines of maize (Zea mays L). Heredity, 104: 583-599.
79. Guang, C., Y. Xue., S. X. Gou., C. Guang., Y. Xue and S. X. Gou. 2002. Path analysis of eight yield components of maize. Journal of Maize Sciences, 10 (3): 33- 35
80. Ivanovic, M. and K. Rosic. 1985. Path coefficient analysis for three stalk traits and grain yield in maize (Zea mays L.). Maydica 30 (3): 233- 239.
81. Kang, M. S., M. S. Zuber and G. F. Krause. 1983. Path coefficient analyses of grain yield and harvest grain moisture in maize. Tropical Agriculture 60 (4): 253- 256.
82. Khatun, F., S. Begum., A. Motin., S. Yasmin and M. R. Islam. 1999. Correlation coefficient and path coefficient analysis of some maize hybrids. Bangladesh J. Bot. 28: 9- 15.
83. Kuldeep, S., D. S. R. M. Rao and S. Harbir. 1987. Correlation and path coefficient analysis of yield and yield components in maize Ganga Hybrid 5. Haryana Agricultural University Journal of Research, 17 (1): 64- 67.
84. Kumar, M. V. N. and S. S. Kumar. 2000. Studies on character association and path coefficients for grain yield and oil content in maize (Zea mays L.). Ann. Agric. Res. 21: 73- 78.
85. Kumar, S. and S. N. Mishra. 1995. Genetic performance of S1 lines derived after modified ear to row selection in maize. Annals of Agricultural Research 16(1): 44- 48.
86. Lindaski, T., L. Todorova and Y. Velikova. 1987. Correlation and path coefficient analysis of yield in hybrids of maize with teosinte. Genetika i Selektsiya 20(1). 35-44.
87. Lorincz, J., Z. Menyhert and J. Angyan. 1977. Factor analysis of the correlations of cultural practices in a maize trial. Agrartudomanyi Egyetem Kozlemenyei, Godollo. 53- 66.
88. Mahmood, Z., S. V. Ajmal., Gh. Lilani., M. Irfan and M. Ashraf. 2004. Genetic studies for high yield of maize in Chitral valley. International Journal of Agriculture and Biology 5: 788 789.
89. Malhotra, V. V. and A. S. Kherhra. 1986. Genotypic variation and covariation in indigenous germplasm of maize. Indian Journal of Agricultural Sciences 56.(12): 811 816.
90. Mani, V. P., N. K. Singh., G. S. Bisht and M. K. Sinha. 1999. Variability and path coefficient study in indigenous maize (Zea mays L.) germplasm. Environment and Ecology 17 (3):650- 653.
91. Mohammad, B., M. B. Reddy., M. Shaik., M. Basheerudin., S. Mohammad and M. Balakrishna Reddy. 1999. Correlation coefficient and path analysis of component characters as influenced by the environments in forage maize. Crop Res. Hisar 17 (1): 85- 89.
92. Mohan, Y. C., D. K. Singh and N. V. Rao. 2002. Path coefficient analysis for oil and grain yield in maize (Zea mays L.) genotypes. National Journal of Plant Improvement 4(1): 75- 76.

93. Muhammad, A. and M. H. N. Tahir. 2003. Correlation and path coefficient analysis of different morpho-physiological traits of maize inbreds under water stress conditions. International Journal of Agriculture and Biology 5(4): 446- 448.
94. Muthukrishnan, P. and S. Subramanian. 1980. Path coefficient study in maize. Madras Agricultural Journal 67 (12): 813- 815.
95. Nevado, M. E., and H. A. Cross. 1990. Diallel analysis of relative groth rates in maize syntheties. Crop Sci. 30: 549- 552.
96. Orlyanskll, N. A., D. G. Zubko., N. A. Orlyan. Ana G. G. Goleva. 1999. Correlation analysis in breeding ultra early maturing maize hybrids. Kukuruzai. Sorgo 6: 9- 12.
97. Ottaviano, E. and A. Camussl. 1981. Phenotypic and genetic relationships between yield components in maize. Euphytica (Historical Archive) 30 (3): 601- 609.
98. Paramathma, M. and M. Balasubramanian. 1986. Correlation and path coefficient analysis in forage maize (Zea mays L.). Madras Agricultural Journal 73 (1): 6- 10.
99. Parh, D. K., M. A. Hussain and M. J. Uddin. 1986. Correlation and path coefficient analysis in open pollinated maize. Bangla. J. Agric. 11: 11- 14.
100. Patel, M. P. and D. K. Shelke. 1984. A path coefficient analysis in forage maize cultivars. Journal of Maharashtra Agricultural Universities 9 (3): 342- 343.
101. Pe, E., E. Ottaviano and A. Camussi. 1982. Structural analysis of relationships between ear and plant traits in maize. Maydica 27 (1): 41- 53.
102. performance for agronomic traits in two broad-based populations. Euphytica, 162: 363-369.
103. Rafiq, M., M. Rafique, A. Hussain and M. Altaf. 2010. Studies on the heritability, correlation and path analysis in maize (Zea mays L.) Journal of Agricultural Research, 48: 35-38.
104. Rafique, M., A. Hussain., T. Mahmood., A. W. Alvi and B. Alvi. 2004. Heritability and interrelationships among grain yield and yield components in maize (Zea mays L.). International Journal of Agriculture & Biology 6: 1113- 1114.
105. Rahman, M. M. M. R. Ali., M. S. Islam., M. K. Sultan and B. Mitra. 1995. Correlation and path coefficient studies in maize (Zea mays L.) composites. Bangladesh J. Sci. Ind. Res. 30 (1): 87- 92.
106. Shalygina, O.A. 1990. Correlation of yield in maize plants with its yield components and biological characters under irrigation in the lower Volga area. p. Simon, J.E. 1993. Blue corn. p. 228-230. In D.C. Johnson et al. (ed.) New Crops. Iphn Wiley, New York. 180.
107. Sharma, R. K and S. Kumar. 1987. Association analysis for grain yield and some quantitative traits in popcorn. Crop Improvement 14 (2): 201- 204.
108. Singh, R.K. and B.D. Chaudhary. 1977. Biometrical methods in quantitative genetics analysis. Ludhiana: Kaliani Publishers. New Delhi. pp: 288.
109. Soliman. F. H., G. A. Morshed., M. M. A. Ragheb and M. K.Osman. 1999. Correlations and path coefficient analysis in four yellow maize hybrids grown under different levels of plant population densities and nitrogen fertilization. Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo 50 (4): 639- 658.
110. Sujiprihati, S., Gh. B. Saleh and E. S. Ali. 2003. Heritability, performance and correlation studies on single cross hybrids of tropical maize. Asian Journal of Plant Sciences 2 (1): 51- 57.
111. Tiwari, V. K. and S. S. Verma. 1999. Correlation and path coefficient analysis in baby corn (Zea mays L.). Agricultural Science Digest Karnal 19(4): 230- 234.

112. Torres, V. R., J. H. Davila., A. B. Mendoza., F. R. Godina and R. K. Maiti. 2004. Importance of agronomic characteristics in the grain yield of maize under irrigated and rainfed conditions. Crop Res. 27 (2&3): 169- 176.
113. Tyagi, A. P., G. P. Pokhariyal and O. M. Odongo. 1988. Correlation and path coefficient analysis for yield components and maturity traits in maize (Zea mays L.). Maydica 33 (2): 109- 119.
114. Vaezi, S., C. Abd Mishani., B. Yazdi Samadi and M. Ghannadha. 2000. Correlation and path analysis of grain yield and its components in maize. Iranian Journal of Agricultural Sciences and Technology 31(1): 71- 83.
115. Vencovsky, R. and P. Barriga, 1992. Genética Biométrica no Fitomelhoramento. Sociedad Brasileira de Genética. Ribeirao Preto, Brasil. pp:496.
116. Venugopal, M., N. A. Ansari and T. Rajanikanth. 2003. Correlation and path analysis in maize (Zea mays L.). Crop Res. Hisar 25(3): 525- 529.
117. Viola, G., M. Ganesh., S. S. Reddy and C. V. S. Kumar. 2003. Studies on correlation and path coefficient analysis of elite baby corn (Zea mays L.) lines. Progressive Agriculture 3(1&2): 22- 24.
118. Wang, G., M. S. Kang., O. Moreno and G. L. Wang. 1999. Genetic analyses of grain filling rate and duration in maize. Field Crops Research 61 (3): 211- 222.
119. Wright, S. (1921). Correlation and causation. Journal of Agricultural Research. 20: 557-595.
120. Younas, M., H. Rahman and Gh. Hayder. 2002. Magnitude of variability for yield and yield associated traits in maize hybrids. Asian Journal of Plant Sciences 1 (6): 694- 696.