مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۱، شماره ۲، ۱۳۸۹ (۲۲۳-۲۱۵)

تجزیه و تحلیل ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و اجزای آن در هیبریدهای ذرت

مژگان مسجی باهوش[۱]، بابک ربیعی[۲]*، حمید عباس‌دخت[۳]، علی کافی قاسمی[۴] و حسن جهاندیده[۵]
۱، ۲، ۴، ۵، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و مربیان دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
۳، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود
(تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۱۵- تاریخ تصویب: ۸۸/۳/۲۴)

چکیده

به منظور بررسی ارتباط بین عملکرد دانه با اجزای آن، تجزیه همبستگی‌ها و پی بردن به آثار مستقیم و غیر مستقیم صفات مختلف بر عملکرد، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۵ روی ۱۷ هیبرید ذرت دانه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود انجام شد. نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین هیبریدها از نظر کلیه‌ی صفات به غیر از صفات قطر بلال، وزن خشک چوب بلال، وزن خشک دانه، تعداد دانه در بلال و عمق دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بررسی ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مورد مطالعه نیز نشان داد که عملکرد دانه با کلیه صفات به غیر از قطر چوب بلال و ارتفاع محل بلال در سطح احتمال یک درصد همبستگی بسیار معنی‌داری داشت. نتایج تجزیه علیت بین عملکرد دانه با سایر صفات مورد مطالعه نشان داد که تعداد دانه در بلال و وزن ۱۰۰ دانه اثر مستقیم مثبت و بالا و طول بلال اثر مستقیم مثبت و متوسطی بر عملکرد دانه داشتند، اما اثر مستقیم ارتفاع محل بلال بر عملکرد دانه منفی و ناچیز بود. به استثنای طول بلال که اثر غیرمستقیم مثبت و متوسطی از طریق تعداد دانه در بلال بر عملکرد دانه داشت، سایر صفات اثر غیرمستقیم قابل توجهی نداشتند. به این ترتیب برای افزایش عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت دانه‌ای گزینش‌های غیرمستقیم از طریق افزایش تعداد دانه در بلال، وزن ۱۰۰ دانه و طول بلال توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: هیبریدهای ذرت، عملکرد دانه، ضریب همبستگی، تجزیه علیت.

مقدمه

عملکرد دانه صفت پیچیده‌ای است که توسط صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی مختلفی کنترل می‌گردد، بنابراین کنترل ژنتیکی عملکرد به طور غیرمستقیم تحت تأثیر صفاتی است که با عملکرد همبستگی دارند و افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات ژنتیکی آن، تابع صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مختلف است. شناخت همبستگی بین عملکرد و اجزای آن و یافتن نوع روابط بین آنها می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه گردد. در ذرت دانه‌ای افزایش عملکرد دانه از طریق دورگ‌گیری و ارزیابی ترکیب‌پذیری لاین‌ها و انتخاب بهترین هیبریدها امکان‌پذیر است (Kalla et al., 2001)، اما برای انتخاب هیبریدهای با عملکرد دانه بالا لازم است نقش صفات موثر بر عملکرد و چگونگی روابط بین آنها مشخص شود که از طریق تجزیه علیت امکان‌پذیر است (Torres et al., 2004; Saleem et al., 2007).

نتایج یک آزمایش نشان داد که عملکرد دانه لاین‌های اینبرد و هیبریدهای ذرت همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات ارتفاع بوته، ارتفاع محل بلال، عرض برگ، مساحت برگ، سرعت رشد نسبی، طول و قطر

* نویسنده مسئول: بابک ربیعی تلفن: ۶۶۹۰۲۸۲-۰۱۳۱ E-mail: rabiei@guilan.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

بلال، تعداد دانه در ردیف و عمق دانه داشت (Khavari Khorasani et al., 1997). همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه لاین‌های اینبرد ذرت با صفات طول و قطر بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه و وزن هزار دانه گزارش شده است (Vaezi et al., 2000). در تحقیقی که روی ۲۵ هیبرید ذرت دانه‌ای انجام شد، همبستگی بین عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در بوته، وزن ۳۰۰ دانه، تعداد دانه در ردیف، ارتفاع بوته، طول بلال، طول، عرض و مساحت برگ پرچم، ارتفاع محل بلال و ضخامت ساقه مثبت و معنی‌دار به دست آمد و این صفات به عنوان شاخص‌های گزینش مناسب برای افزایش عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت دانه‌ای معرفی شدند (Zeinali et al., 2005).

در آزمایشی که روی ۶۹ هیبرید دابل کراس و دابل تاپ کراس ذرت انجام شد، مشاهده گردید که همبستگی فنوتیپی بین صفات قطر بلال، وزن ۱۰۰ دانه و تعداد دانه در بلال با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار می‌باشد (Devi et al., 2001). نتایج تجزیه علیت نیز نشان داد که صفات 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 ۱۰۰ دانه دارای اثرات مستقیم مثبت بر روی عملکرد دانه می‌باشند (Devi et al., 2001). در تحقیق دیگری، با استفاده از تجزیه علیت اجزاء عملکرد دانه در ذرت مشخص شد که همبستگی بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه مثبت و معنی‌دار می‌باشد و صفات طول بلال، قطر بلال، درصد تشکیل دانه و وزن هزار دانه به عنوان صفاتی که بیشترین اثرات مستقیم را بر عملکرد دانه دارند، معرفی شدند (Guang et al., 2002). بنابراین پیشنهاد شد که جهت دست‌یابی به عملکرد بیشتر برای کشت تابستانه ذرت از صفات طول بلال، قطر بلال و درصد تشکیل دانه استفاده شود. در آزمایش دیگری که به منظور شناسایی صفات مهم و موثر بر عملکرد دانه و محتوای روغن دانه در ۱۶۹ رقم ذرت صورت گرفت، مشاهده شد که صفات تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد ردیف دانه و طول بلال اثر مستقیم مثبت و بالایی بر عملکرد دانه دارند و بیشترین اثر مستقیم منفی بر عملکرد مربوط به صفت ارتفاع محل بلال، ارتفاع بوته و تعداد روز تا ۵۰ درصد ظهور گل تاجی می‌باشد (Mohan et al., 2002). همچنین بیشترین اثر مستقیم روی محتوای روغن دانه در ذرت مربوط به صفات طول بلال، تعداد روز تا ۵۰ درصد ظهور گل تاجی و قطر بلال بود.

ارزیابی و مقایسه ۹۰ هیبرید ذرت در دو منطقه در هند نشان داد که می‌توان کارآیی برنامه‌های به‌نژادی را از طریق شاخص‌های انتخاب بهبود بخشید. این محققین با انجام تجزیه علیت نشان دادند که وزن ۱۰۰ دانه و تعداد دانه در بلال بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه داشته و طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف در مرتبه دوم اهمیت قرار داشتند (Mohammadi et al., 2003). بررسی ضرایب همبستگی بین صفات در هیبریدهای سینگل کراس ذرت‌های مناطق حاره نشان داد که صفاتی چون وزن بلال، طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، نسبت وزن دانه به بلال، وزن ۱۰۰ دانه، ارتفاع محل بلال، ارتفاع بوته و تعداد روز تا ظهور گل‌تاجی، ظهور کاکل و رسیدگی با عملکرد دانه همبستگی معنی‌دار داشته و ارقام ذرت با ارتفاع محل بلال بالاتر در مقایسه با ارقام با ارتفاع محل بلال پایین‌تر عملکرد بهتری دارند (Sajiprihati et al., 2003). در بررسی همبستگی صفات در ۲۴ لاین اینبرد ذرت مشاهده شد که صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا ظهور کاکل، تعداد روز تا برداشت بلال تازه، طول بلال، وزن بلال و ارتفاع محل بلال دارای همبستگی معنی‌داری با عملکرد بلال بودند و با انجام تجزیه علیت مشخص شد که اثرات مستقیم صفات تعداد روز تا ظهور کاکل و تعداد روز تا برداشت بلال تازه بیشتر از صفات ارتفاع بوته، طول بلال، وزن بلال و ارتفاع محل بلال بود (Viola et al., 2003). در بررسی لاین‌های اینبرد ذرت و دورگ‌های آنها مشاهده گردید که عملکرد دانه در بوته همبستگی معنی‌داری با صفات ارتفاع بوته، ارتفاع محل بلال، وزن خشک بلال، طول بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه، قطر بلال و شاخص سطح برگ داشت، اما همبستگی آن با تعداد روز تا ۵۰ درصد ظهور کاکل منفی و معنی‌دار و با تعداد بلال در بوته، تعداد ردیف دانه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گرده افشانی غیرمعنی‌دار بود (Sadek et al., 2006). نتایج مطالعه دیگری نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین

Archive of SID

www.SID.ir

ژنوتیپ‌های ذرت برای صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد ظهور گل‌تاجی، تعداد روز تا ۵۰ درصد ظهور کاکل، ارتفاع بوته، طول چوب بلال، سطح برگ پرچم، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در بلال، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در بوته وجود داشت (Saleem et al., 2007). این محققین پیشنهاد نمودند که به علت همبستگی بسیار معنی‌دار بین عملکرد دانه در بوته با صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد ظهور گل‌تاجی و ظهور کاکل، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک و اثر مستقیم بالای این صفات بر عملکرد، می‌توان از این صفات به عنوان شاخص‌های مناسب برای افزایش عملکرد دانه در ذرت استفاده نمود (Saleem et al., 2007).

هدف از این پژوهش، شناسایی و یافتن خصوصیات موثر بر عملکرد دانه در ۱۷ هیبرید جدید ذرت بود تا با یافتن روابط بین عملکرد و اجزای آن با استفاده از تجزیه علیت، علاوه بر انتخاب بهترین هیبریدها از نظر صفات مختلف، شاخص‌های گزینش مناسب برای افزایش عملکرد دانه نیز تعیین شوند.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۱۷ هیبرید ذرت به اسامی KSC700، KSC704، ZP599، BC504، BC666، ZP434، BC678، BC404، NS540، OSSK444، OSSK499، OSSK590، KOSS444، CISKO، COVENTRY، MAVERIK، PONCHO به منظور مقایسه عملکرد آنها و یافتن بهترین هیبریدها جهت کشت در منطقه، در سال ۱۳۸۵ در مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. اسامی هیبریدهای مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. هر کرت آزمایشی شامل دو ردیف کاشت به طول ۶ متر، با فاصله ردیف‌های ۷۰ سانتی‌متر بود و فاصله بوته‌های روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از آماده سازی بستر بذر، معادل ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم با کمک دیسک با خاک مخلوط گردید. کاشت بذرها بعد از ضدعفونی با سم کربوکسین تیرام ۲ درصد در شیارهایی به عمق ۵ سانتی‌متر روی پشته‌ها به تعداد ۳ عدد بذر در هر کپه در تاریخ ۲۸ خرداد ۱۳۸۵ انجام گرفت. برای کنترل علف‌های هرز، وجین مزرعه به صورت دستی در دو مرحله انجام شد. آفت و بیماری خاصی در منطقه دیده نشد. آبیاری هر ۷ روز یکبار تا زمان برداشت محصول انجام گرفت و برداشت از تاریخ ۱۵ مهرماه بر حسب دوره رشد هیبریدها آغاز شد.

جدول ۱- مشخصات هیبریدهای ذرت مورد مطالعه

نام هیبرید	موسسه تولید کننده	منشأ
KSC700	اصلاح بذر کرج	ایران
KSC704	اصلاح بذر کرج	ایران
ZP599	زمون پل	یوگسلاوی
BC504	BC کرواسی	کرواسی
BC666	BC کرواسی	کرواسی
ZP434	زمون پل	یوگسلاوی
BC678	BC کرواسی	کرواسی
BC404	BC کرواسی	کرواسی
NS540	نویساد	یوگسلاوی
OSSK444	اوسیک	کرواسی
OSSK499	اوسیک	کرواسی
OSSK590	اوسیک	کرواسی
KOSS444	نامعلوم	خارجی
CISKO	نامعلوم	خارجی
COVENTRY	نامعلوم	خارجی
MAVERIK	نامعلوم	خارجی
PONCHO	نامعلوم	خارجی

صفات مورد مطالعه در این آزمایش شامل تعداد بلال در گیاه (تک بلال)، ارتفاع بوته بدون گل‌تاجی (سانتی‌متر)، ارتفاع بوته با گل‌تاجی (سانتی‌متر)، ارتفاع محل بلال از سطح خاک، وزن خشک چوب بلال، وزن خشک دانه در هر بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در هر ردیف، تعداد دانه در بلال، عمق دانه (اختلاف قطر بلال و قطر چوب بلال تقسیم بر دو بر حسب سانتی‌متر)، طول بلال (سانتی‌متر)، قطر بلال (سانتی‌متر)، قطر چوب بلال (سانتی‌متر)، وزن ۱۰۰ دانه (گرم با تصحیح رطوبت در سطح ۱۴٪)، عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک) بودند. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، کلیه بوته‌های هر کرت پس از حذف بوته‌های حاشیه اندازه‌گیری شدند، به طوری که مساحت برداشت شده برای اندازه‌گیری این صفات ۴ متر

Archive of SID

www.SID.ir

مربع بود. ارزیابی مقادیر سایر صفات مورد مطالعه با انتخاب ۱۰ نمونه تصادفی از هر کرت انجام شد. برای تجزیه و تحلیل آماری، ابتدا تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد و سپس ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه برآورد شد. اگرچه ضرایب همبستگی بین صفات می‌تواند اطلاعات خوبی در اختیار محقق قرار دهد، اما تفکیک ضرایب همبستگی ساده بین صفات به اثرات مستقیم و غیرمستقیم آنها از طریق تجزیه علیت می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری در اختیار قرار داده و محقق را در انتخاب صحیح صفات برای دست‌یابی به اهداف مورد نظر یاری دهد (Khavari Khorasani et al., 1997). برای این منظور، عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد و تجزیه رگرسیون گام به گام برای شناسایی صفات موثر بر عملکرد دانه هیبریدهای مورد مطالعه انجام شد و سپس اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد دانه از طریق مدل تجزیه علیت محاسبه گردید. از آنجایی‌که در مدل‌های رگرسیونی و مدل تجزیه علیت ارتباط یک طرفه‌ای از سوی متغیرهای مستقل به سوی متغیر وابسته وجود دارد، به این ترتیب صفات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت از مدل حذف شدند و تجزیه رگرسیون و علیت با در نظر گرفتن سایر متغیرهای مورد مطالعه به عنوان متغیر مستقل انجام شد تا میزان اثر و اهمیت هر یک از آنها بر عملکرد دانه مشخص شود. برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار SAS نسخه ۶/۱۲ و برای محاسبه ضرایب همبستگی فنوتیپی بین متغیرها و تجزیه رگرسیون گام به گام از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۴ استفاده شد. محاسبه اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات و انجام تجزیه علیت نیز با استفاده از نرم‌افزار MATLAB نسخه ۷ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (جدول۲) نشان داد که هیبریدها از نظر صفات قطر چوب بلال، عملکرد دانه، وزن خشک دانه و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۵ درصد و از نظر صفات طول بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، ارتفاع بوته بدون گل‌تاجی، ارتفاع بوته با گل‌تاجی، ارتفاع محل بلال، شاخص برداشت و وزن ۱۰۰ دانه در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند و فقط از نظر صفات تعداد دانه در بلال، قطر بلال، وزن خشک چوب بلال و عمق دانه تفاوت بین هیبریدها معنی‌دار نبود. معنی‌دار بودن تفاوت بین تیمارها بیانگر وجود تنوع کافی در بین هیبریدهای مورد مطالعه بوده و بنابراین انتخاب هیبریدهای مناسب به‌ویژه از نظر عملکرد و اجزای عملکرد دانه امکان‌پذیر خواهد بود. ضریب تغییرات اشتباه آزمایشی (جدول۲) نیز برای اکثر صفات مورد مطالعه در حد قابل قبولی بود و حاکی از دقت خوب انجام آزمایش و اندازه‌گیری‌ها بوده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده صفات در هیبریدهای ذرت

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS) صفات مورد بررسی						
		ارتفاع بوته با گل‌تاجی	ارتفاع بوته بدون گل‌تاجی	ارتفاع محل بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه در بلال	قطر بلال	قطرچوب بلال
تکرار	۳	۱۸۵۸/۰۱۳**	۲۱۴۰/۱۴۷**	۷۵۱/۲۶۰**	۶۸/۲۷*	۹/۵۲۹**	۴۶۲۳۹/۹۳**	۰/۶۷۹**	۰/۰۹۴*
هیبرید	۱۶	۷۱۲/۸۱۳**	۴۵۹/۲۲۲**	۱۸۴/۲۶۰**	۵۷**	۳/۷۸۳**	۸۸۷۲/۸۴۲^{ns}	۰/۰۶۸^{ns}	۰/۰۵۷*
اشتباه آزمایشی	۴۸	۱۴۲/۶۵۷	۱۵۲/۶۶۸	۷۵/۰۸۰	۱۷/۷۳	۱/۳	۶۰۰۷/۹۹۹	۰/۰۹۵	۰/۰۲۸
ضریب تغییرات (درصد)	-	۵/۶۴	۷/۰۸	۱۱/۳۴	۱۲/۲۷	۷/۹۴	۱۵/۸۵	۷/۳۵	۵/۸۸

ادامه جدول ۲

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS) صفات مورد بررسی							
		طول بلال	عملکرد دانه	شاخص برداشت	وزن خشک دانه	وزن خشک چوب بلال	وزن ۱۰۰ دانه	عمق دانه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۳	۱۵/۵۵۴**	۱۹۰۳۰۲۸۷/۹**	۰/۰۰۶^{ns}	۴۰۰۰/۷۲**	۱۲۰/۹۲۵**	۳۳/۷۷۳*	۰/۰۶۲*	۴۰۵۹۳۴۶۸/۹*
هیبرید	۱۶	۱۲/۶۳۷**	۶۹۲۸۵۷۸/۲*	۰/۰۲۳**	۹۱۰/۷۷۵*	۲۹/۰۵۶^{ns}	۳۰/۴۲۹*	۰/۰۲۹^{ns}	۲۳۴۸۵۱۶۰/۳*
اشتباه آزمایشی	۴۸	۲/۹۸۹	۲۹۳۵۰۵۹/۹	۰/۰۰۷	۴۸۰/۸۲۷	۱۶/۱۷۳	۱۲/۶۲۷	۰/۰۲۰	۱۱۹۵۵۶۶۶/۰۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۸/۷۹	۲۵/۹۲	۱۸/۷۷	۲۴/۹۵	۲۴/۴۷	۱۳/۷۷	۲۱/۳۰	۲۲/۸۲

ns غیرمعنی‌دار * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

در مطالعات قبلی نیز وجود تنوع بالا و معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های ذرت برای صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد ظهور گل‌تاجی، تعداد روز تا ۵۰ درصد ظهور کاکل، ارتفاع بوته، طول چوب بلال، سطح برگ پرچم، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در بلال، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در بوته گزارش شده است (Saleem et al., 2007).

بررسی ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مورد مطالعه (جدول ۳) نشان داد که به استثنای قطر چوب بلال و ارتفاع محل بلال که همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه نداشتند، همبستگی بین سایر صفات مورد مطالعه با عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و مثبت بود. همچنین عملکرد بیولوژیک، علاوه بر عملکرد دانه با شاخص برداشت همبستگی منفی و معنی‌دار (P<۰/۰۱) و با سایر صفات مورد مطالعه به استثنای قطر چوب بلال، ارتفاع بوته با گل‌تاجی و ارتفاع محل بلال، همبستگی مثبت و معنی‌دار (P<۰/۰۱) داشت. در مقابل شاخص برداشت که از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک محاسبه شد، به غیر از عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، با هیچ یک از صفات مورد مطالعه همبستگی معنی‌داری (P>۰/۰۵) نداشت. مطالعات دیگری نیز همانند این آزمایش، همبستگی بین عملکرد دانه را با ارتفاع بوته، عملکرد چوب بلال، تعداد دانه در ردیف، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار گزارش نموده‌اند (Rafiei et al., 2002). نتایج یک آزمایش نشان داد که وزن بلال، تعداد دانه در ردیف، قطر بلال و درجه روز رشد از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه ذرت دارند (Ghasemi Pirbalouti et al., 2002) که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، قطر بلال، ارتفاع بوته و طول بلال در هیبریدهای ذرت گزارش شد (Sharma et al., 1984) که با نتایج تحقیق حاضر کاملاً مشابهت داشت. در مقابل، تجزیه همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی صفات در هیبریدهای ذرت در آزمایش دیگری نشان داد که عملکرد دانه با صفات ارتفاع بوته، ارتفاع محل بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد روز تا ظهور کاکل همبستگی معنی‌داری داشته و بر خلاف نتایج این تحقیق، بیشترین همبستگی با عملکرد دانه مربوط به صفت ارتفاع محل بلال بود (Khavari Khorasani et al., 2002).

نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات مورد مطالعه به غیر از عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به عنوان متغیر مستقل نشان داد که تنها صفت وزن خشک دانه در بلال دارای ضریب رگرسیون معنی‌داری بود و هیچ متغیر دیگری وارد مدل نگردید. بررسی ضریب

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده بین صفات هیبریدهای ذرت مورد مطالعه

صفات	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
عملکرد دانه (۱)	۰/۵۱۳**	۰/۳۳۹**	۰/۷۶۱**	۰/۶۴۱**	۰/۳۸۲**	۰/۶۹۹**	۰/۲۲۳	۰/۴۷۶**	۰/۳۷۷**	۰/۶۸۷**	۰/۶۸۷**	۰/۶۶۹**	۰/۴۵۰**	۰/۵۰۵**	-۰/۰۱۴
عملکرد بیولوژیک (۲)	-۰/۴۷۲**	-۰/۵۳۸**	-۰/۴۵۷**	-۰/۳۳۲**	-۰/۴۱۰**	-۰/۱۵۱	-۰/۳۶۴**	-۰/۳۱۹**	-۰/۵۹۲**	-۰/۶۳۲**	-۰/۴۷۱**	-۰/۲۰۵	-۰/۳۱۳**	-۰/۰۱۳
شاخص برداشت (۳)	۰/۱۴۸	۰/۱۰۶	۰/۰۶۰	۰/۲۲۴	۰/۱۱۲	۰/۰۰۸-	۰/۰۹۵-	۰/۰۱۵	۰/۱۳۷	۰/۱۶۶	۰/۰۷۶	۰/۰۴۶	۰/۰۵۳		
تعداد دانه دربلال (۴)	۰/۸۳۴**	۰/۵۵۰**	۰/۶۸۵**	۰/۴۱۴**	۰/۵۴۷**	۰/۳۶۴**	۰/۳۵۲**	۰/۸۲۳**	۰/۷۱۲**	۰/۶۱۵**	۰/۶۴۵**	۰/۲۵۶*			
تعداد دانه در ردیف (۵)	۰/۰۱۵	۰/۷۹۳**	۰/۲۵۴*	۰/۴۴۳**	۰/۳۰۹*	۰/۲۵۶*	۰/۶۷۱**	۰/۶۶۱**	۰/۵۶۰**	۰/۵۸۸**	۰/۳۳۶**				
تعداد ردیف دانه (۶)	۰/۰۴۸	۰/۳۶۴**	۰/۳۱۹**	۰/۲۴۲*	۰/۱۸۶	۰/۴۶۸**	۰/۲۹۵*	۰/۲۵۲*	۰/۲۷۲*	۰/۰۱۶					
طول بلال (۷)	۰/۳۲۴**	۰/۳۲۶**	۰/۱۳۴	۰/۳۹۳**	۰/۷۰۸**	۰/۶۹۰**	۰/۴۳۱**	۰/۴۶۴**	۰/۲۱۹						
قطر چوب بلال (۸)	۰/۳۳۷**	۰/۱۷۴-	۰/۰۰۰	۰/۲۶۷*	۰/۴۸۶**	۰/۳۷۱**	۰/۳۸۷**	۰/۳۲۸**							
قطر بلال (۹)	۰/۸۴۳**	۰/۴۴۴**	۰/۶۰۳**	۰/۴۶۶**	۰/۴۹۰**	۰/۵۴۱**	۰/۲۷۰*								
عمق دانه (۱۰)	۰/۴۷۱**	۰/۴۹۳**	۰/۲۴۵*	۰/۳۲۲**	۰/۳۵۹**	۰/۱۳۶									
وزن ۱۰۰دانه (۱۱)	۰/۷۲۰**	۰/۴۱۹**	۰/۱۲۹	۰/۲۷۵*	۰/۱۵۸-										
وزن خشک دانه (۱۲)	۰/۷۲۶**	۰/۵۲۴**	۰/۶۰۵**	۰/۰۸۶											
وزن خشک چوب بلال (۱۳)	۰/۵۰۶**	۰/۵۹۳**	۰/۲۳۳												
ارتفاع بوته با گل تاجی (۱۴)	۰/۹۲۷**	۰/۴۴۷**													
ارتفاع بوته بدون گل تاجی (۱۵)	۰/۳۸۲**														
ارتفاع محل بلال (۱۶)															

ns غیرمعنی‌دار * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

همبستگی بین این صفت و عملکرد دانه نشان داد که این دو متغیر دارای بالاترین ضریب همبستگی (۰/۹۱) می‌باشند (جدول۳). بنابراین همبستگی بسیار بالای بین این دو صفت باعث شد که اثر سایر صفات پوشانده شده و هیچ یک از آنها نتوانند وارد مدل رگرسیونی شوند. به این ترتیب، برای اینکه اثر واقعی سایر صفات بر عملکرد دانه محاسبه شود، وزن خشک دانه در بلال از مدل حذف و تجزیه رگرسیون گام به گام با سایر صفات انجام شد.

نتایج نشان داد که چهار صفت تعداد دانه در بلال، وزن ۱۰۰ دانه، طول بلال و ارتفاع محل بلال به ترتیب دارای ضریب رگرسیون بالا و معنی‌دار روی عملکرد دانه بودند و مجموعاً توانستند ۸۲ درصد از تغییرات عملکرد دانه را در هیبریدهای ذرت مورد مطالعه توجیه نمایند (جدول ۴). برای اینکه میزان اثرات مستقیم هر یک از این صفات بر عملکرد دانه مشخص شود، ضریب رگرسیون ناقص استاندارد شده (ضریب علیت) هر یک از آنها برآورد شد (جدول ۴). نتایج نشان داد که تعداد دانه در بلال با ضریب علیت ۰/۵۱۲۸ و وزن ۱۰۰ دانه با ضریب علیت ۰/۴۱۷۵ به ترتیب دارای بالاترین اثرات مستقیم مثبت بر عملکرد دانه بودند. طول بلال نیز در مرتبه بعدی اهمیت قرار گرفت و با ضریب علیت ۰/۲۱۱۱ اثر مستقیم مثبت و متوسطی بر عملکرد دانه داشت. در مقابل، ارتفاع محل بلال تنها صفتی بود که علیرغم اینکه ضریب همبستگی آن با عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول۳)، اما اثر مستقیم منفی (۰/۱۲۵۶-) بر عملکرد دانه داشت (جدول۴). اگرچه این اثر مستقیم چندان قابل توجه نبود، اما این موضوع اهمیت تجزیه علیت را روشن می‌سازد و موید این نکته است که برای گزینش صفات موثر بر عملکرد نباید ضرایب همبستگی ساده بین صفات را مورد تأکید قرار داد. بررسی اثر غیرمستقیم هر یک از این صفات نیز نشان داد که تنها طول بلال دارای اثر غیرمستقیم قابل ملاحظه‌ای (۰/۳۵۱۲) از طریق تعداد دانه در بلال بر عملکرد دانه بوده و اثر غیرمستقیم سایر صفات ناچیز بود. به این ترتیب می‌توان گفت که تعداد دانه در بلال و وزن ۱۰۰ دانه به عنوان مهمترین صفات موثر بر عملکرد دانه بوده و می‌توانند به عنوان شاخص‌های گزینش مناسب جهت انتخاب هیبریدهای ذرت با عملکرد دانه بالا مورد استفاده قرار گیرند. طول بلال نیز در مرتبه بعدی اهمیت قرار گرفت و با اثر مستقیم متوسط و اثر غیرمستقیم قابل ملاحظه‌ای که از طریق تعداد دانه در بلال بر عملکرد دانه اعمال نمود، می‌تواند به عنوان یکی دیگر از صفات مهم جهت افزایش عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت مد نظر قرار گیرد.

با توجه به همبستگی بالای تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه (۰/۷۶۱) اثر معنی‌دار این صفت بر عملکرد دانه قابل پیش‌بینی بود. اثرات غیرمستقیم تعداد دانه در بلال از طریق وزن ۱۰۰ دانه (۰/۱۴۶۹) و طول بلال (۰/۱۴۴۶) مثبت بود و باعث معنی‌دار شدن ضریب همبستگی بین این دو صفت شد. در مقابل، اثر غیرمستقیم تعداد دانه در بلال از طریق ارتفاع محل بلال منفی و ناچیز (۰/۰۳۲۱-) بود. وزن ۱۰۰ دانه نیز دارای اثر مستقیم مثبت (۰/۴۱۷) و اثرات غیرمستقیم مثبت از طریق سایر صفات بود، به‌طوری که این صفت از طریق تعداد دانه در بلال، طول بلال و ارتفاع محل بلال به ترتیب دارای اثرات غیرمستقیم ۰/۱۸۰۵، ۰/۰۸۲۹ و ۰/۰۱۹۸ بود. مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم وزن ۱۰۰ دانه بر عملکرد دانه موجب شد تا ضریب همبستگی آن با عملکرد دانه معنی‌دار و در حدود ۰/۶۸۷ باشد (جدول‌های ۳ و ۴). صفت طول بلال نیز دارای اثر مستقیم مثبت (۰/۲۱۱) و اثرات غیرمستقیم مثبت از طریق تمامی صفات بود. اثرات غیرمستقیم آن بر عملکرد دانه از طریق تعداد دانه در بلال، وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع محل بلال به ترتیب برابر با ۰/۳۵۱۲، ۰/۱۶۴۰ و ۰/۰۲۷۵- بود. بنابراین همبستگی معنی‌دار طول بلال با عملکرد دانه (۰/۶۹۹) بیشتر از طریق اثرات غیرمستقیم آن از طریق تعداد دانه در بلال و وزن ۱۰۰ دانه به‌وجود آمده است. آخرین صفتی که وارد مدل تجزیه علیت شد، ارتفاع محل بلال بود که همبستگی آن با عملکرد دانه معنی‌دار نبود. این صفت دارای اثر مستقیم منفی (۰/۱۲۵-) و اثرات غیرمستقیم مثبت از طریق تعداد دانه در بلال (۰/۱۳۱۲) و طول بلال (۰/۰۴۶۲) و اثر غیرمستقیم منفی از طریق وزن ۱۰۰ دانه (۰/۰۶۵۹-) بود، به‌طوری که اثرات مستقیم و غیرمستقیم این صفت بر عملکرد دانه هم‌دیگر را خنثی نموده و موجب شد تا همبستگی آن با عملکرد دانه بسیار پایین و در حدود صفر (۰/۰۱۴-) باشد (جدول۴).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- تجزیه علیت برای عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت مورد مطالعه

صفات مستقل	تعداد دانه در بلال	وزن ۱۰۰ دانه	طول بلال	ارتفاع محل بلال	همبستگی با عملکرد دانه
تعداد دانه در بلال	۰/۵۱۲۸*	۰/۱۴۶۹	۰/۱۴۴۶	-۰/۰۳۲۱	۰/۷۶۱**
وزن ۱۰۰ دانه	۰/۱۸۰۵	۰/۴۱۷۵	۰/۰۸۲۹	۰/۰۱۹۸	۰/۶۸۷**
طول بلال	۰/۳۵۱۲	۰/۱۶۴۰	۰/۲۱۱۱	-۰/۰۲۷۵	۰/۶۹۹**
ارتفاع محل بلال	۰/۱۳۱۲	-۰/۰۶۵۹	۰/۰۴۶۲	-۰/۱۲۵۶	-۰/۰۱۴

** همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد R^2 = ۰/۸۲

* اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده است، نشان‌دهنده اثرات مستقیم (ضرایب علیت) می‌باشند.

گزارش‌های سایر محققین در تجزیه علیت و تعیین مهم‌ترین معیار انتخاب جهت اصلاح عملکرد دانه متفاوت می‌باشد، اما در اکثر تحقیقات، صفات تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه به عنوان مهم‌ترین معیار جهت اصلاح عملکرد دانه گزارش شده‌اند (Devi et al., 2001; Mohammadi et al., 2003; Sadek et al., 2006). انجام تجزیه علیت عملکرد دانه در لاین‌های اوپک ۲ نشان داد که بخش اعظم تغییرات عملکرد مربوط به صفات تعداد روز تا ظهور رشته‌های ابریشمی، طول بلال، قطر بلال، تعداد دانه در ردیف و درصد چوب بلال بوده و به طور کلی سه صفت طول بلال، تعداد دانه در ردیف و قطر بلال به عنوان اجزای اصلی عملکرد دانه در ذرت‌های اوپک ۲ معرفی شدند (Ghorbanzadeh et al., 2000). مقایسه نتایج این محققین با پژوهش حاضر نشان داد که تنها طول بلال به عنوان یکی از صفات موثر بر عملکرد دانه در هر دو تحقیق مشابه بوده و سایر نتایج متفاوت بود، به طوری که به جای تعداد دانه در ردیف و قطر بلال که از اجزای اصلی عملکرد دانه در لاین‌های اوپک ۲ معرفی شدند، صفات تعداد دانه در بلال و وزن ۱۰۰ دانه به عنوان صفات موثر بر عملکرد دانه در هیبریدهای جدید ذرت در این مطالعه شناسایی شدند. در آزمایش دیگری، بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه در ذرت به ارتفاع محل بلال و وزن ۳۰۰ دانه و کمترین اثر مستقیم منفی روی عملکرد به صفت تعداد کل دانه نسبت داده شد (Khavari Khorasani et al., 2002). همچنین نتایج پژوهش دیگری نشان داد که تعداد دانه در بلال و طول دوره پر شدن دانه تأثیر زیادی بر عملکرد دانه دارند و به همراه وزن ۱۰۰ دانه می‌توانند به عنوان شاخص انتخاب غیرمستقیم برای افزایش عملکرد دانه در ذرت مورد استفاده قرار گیرند (Wang et al., 1999)، در حالی که در این تحقیق علاوه بر تعداد دانه در بلال و وزن ۱۰۰ دانه، طول بلال نیز که دارای اثر مستقیم مثبت و اثر غیرمستقیم نسبتاً بالایی بر عملکرد دانه از طریق تعداد دانه در بلال بود، به عنوان مهمترین شاخص‌ها شناسایی شدند. با انجام تجزیه علیت در ۱۲ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی، مشاهده شد که بیشترین اثر مستقیم روی عملکرد دانه در شرایط بدون تنش مربوط به وزن بلال و در شرایط تنش مربوط به ارتفاع بوته می‌باشد (Torres et al., 2004)، که متفاوت از نتایج تحقیق حاضر بود. این محققین همبستگی بین طول بلال را با عملکرد دانه معنی‌دار و اثر مستقیم آن را بر عملکرد دانه در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی مثبت و بالا گزارش نمودند (Torres et al., 2004). Torun & Koycu (1999) در تحقیق خود صفات طول بلال، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در بلال و ارتفاع بوته را به عنوان شاخص‌های مهم برای انتخاب لاین‌های پرمحصول ذرت گزارش کردند که دو صفت تعداد دانه در بلال و طول بلال با نتایج این تحقیق یکسان بود. همچنین همانند این آزمایش، صفات طول بلال، تعداد دانه در بلال و وزن ۱۰۰ دانه به عنوان صفات دارای بالاترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه گزارش شده‌اند (Devi et al., 2001). در آزمایش دیگری، تنها دو صفت طول بلال و وزن هزار دانه دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه بودند (Guang et al., 2002) که تا حدود زیادی با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. نتایج Mohan et al. (2002) نیز مشابهت بسیار زیادی با نتایج پژوهش حاضر داشت. آنها صفات طول بلال و وزن ۱۰۰ دانه را دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت و ارتفاع محل بلال را دارای بیشترین اثر مستقیم منفی بر عملکرد دانه گزارش نمودند (Mohan et al., 2002). نتایج مطالعه دیگر نیز حاکی از

Archive of SID

www.SID.ir

این است که صفات تعداد دانه در بلال و وزن ۱۰۰ دانه به عنوان صفات موثر بر عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت می‌باشند (Mohammadi et al., 2003). Sadek et al. (2006) با انجام تجزیه علیت عملکرد دانه در لاین‌ها و هیبریدهای ذرت، صفات طول بلال، ارتفاع محل بلال و وزن ۱۰۰ دانه را به عنوان مهمترین صفاتی معرفی نمودند که به طور مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد دانه موثرند. مقایسه نتایج این محققین با نتایج تحقیق حاضر نشان داد که صفت تعداد دانه در بلال که به عنوان موثرترین صفت توجیه کننده تغییرات عملکرد دانه در مطالعه حاضر بود، توسط آنها شناسایی نشد، اما سه صفت طول بلال، ارتفاع محل بلال و وزن ۱۰۰ دانه به عنوان صفات موثر بر عملکرد دانه در هر دو مطالعه شناسایی شدند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که تنوع ژنتیکی معنی‌داری بین هیبریدهای ذرت از نظر اکثر صفات مورد مطالعه وجود دارد. محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات حاکی از همبستگی معنی‌دار بین عملکرد دانه با تمامی صفات به غیر از قطر چوب بلال و ارتفاع محل بلال بود. انجام تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت نشان داد که تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه با اثر مستقیم بالا و مثبت و طول بلال با اثر مستقیم متوسط و اثر غیرمستقیم بالا و مثبت از طریق تعداد دانه در بلال، موثرترین صفات بر عملکرد دانه بوده و به عنوان مهمترین شاخص‌ها برای گزینش هیبریدهای با عملکرد دانه بالا توصیه می‌شوند.

سپاسگزاری

این تحقیق با امکانات مالی معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه گیلان و دانشگاه صنعتی شاهرود اجراء شده است. بدین وسیله از کلیه مسئولین و همکاران محترمی که ما را در اجرای این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری می‌شود.

REFERENCES

1. Devi, I. S., Muhammad, S. & Mohammed, S. (2001). Character association and path coefficient analysis of grain yield and yield components in double cross of maize (*Zea mays* L.). *Crop Research Hisar*, 21 (3), 335-359.
2. Ghasemi Pirbalouti, A., Nasiri Mahallati, M., Meghdadifar, A. & Golparvar, A. R. (2002). Evaluation and comparison of morphological and phonological traits affected to grain yield of old and new maize hybrids in Neishabour region. In: Proceedings of *the 7th Iranian Crop Sciences Congress*, 24-26 Aug., Karaj, Iran, pp. 430. (In Farsi).
3. Ghorbanzadeh, M., Moghaddam, M., Gerami, A. & Bankehsaz, A. (2000). Path analysis of grain yield in lines and testcrosses of maize OPAC-2. In: Proceedings of *the 6th Iranian Crop Sciences Congress*, 5-8 Sep., University of Mazandaran, Babolsar, Iran, pp. 66. (In Farsi).
4. Guang, C., Xue, Y. & Gou, S. X. (2002). Path analysis of eight yield components of maize. *Journal of Maize Science*, 10 (3), 33-35.
5. Kalla, V., Kumar, R. & Basandrai, A. K. (2001). Combining ability analysis and gene action estimates of yield and yield contributing characters in maize. *Crop Research Hisar*, 22, 102-106.
6. Khavari Khorasani, S., Esmaeili, A. & Bankehsaz, A. (2002). Analysis of correlation and path coefficients of traits related to yield in maize hybrids. Proceedings of *the 7th Iranian Crop Sciences Congress*, 24-26 Aug., Karaj, Iran, pp. 384. (In Farsi).
7. Khavari Khorasani, S., Zeinali, H., Taleei, A. R. & Bankehsaz, A. (1997). Evaluation of correlations between some traits of inbred lines and their testcrosses in crossing with common tester in corn. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 28 (4), 171-183. (In Farsi).
8. Mohammadi, S. A., Prasanna, B. M. & Singh, N. N. (2003). Sequential path model for determining interrelationships among grain yield and related characters in maize. *Crop Science*, 43, 1690-1697.
9. Mohan, Y. C., Singh, D. K. & Rao, N. V. (2002). Path coefficient analysis for oil and grain yield in maize (*Zea mays* L.) genotypes. *International Journal of Plant Improvement*, 4 (1), 75-76.
10. Rafiei, M., Karimi, M., Nadian, H. & Noor Mohammadi, G. (2002). Study of trait correlations and path analysis of maize grain yield in different phosphorus levels. In: Proceedings of *the 7th Iranian Crop Sciences Congress*, 24-26 Aug., Karaj, Iran, pp. 394. (In Farsi).
11. Sadek, S. E., Ahmed, M. A. & Abd-El-Ghaney, H. M. (2006). Correlation and path coefficient analysis in parents inbred lines and their six white maize (*Zea mays* L.) single crosses developed and grown in Egypt. *Journal of Applied Science Research*, 2 (3), 159-167.

Archive of SID

www.SID.ir

12. Saleem, A. U. R., Saleem, U. & Subhani, G. M. (2007). Correlation and path coefficient analysis in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural Research*, 45 (3), 177-183.
13. Sharma, S. R., Khehta, A., Dhilon, B. S. & Malhotral, V. V. (1984). Evaluation of S lines of maize crossed in diallel system. *Plant Breeding Abstract*, 54 (7), 5003.
14. Sujiprihati, S., Saleh, Gh. B. & Ali, E. S. (2003). Heritability, performance and correlation studies on single cross hybrids of tropical maize. *Asian Journal of Plant Science*, 2 (1), 51-57.
15. Torres, V. R., Davila, J. H., Mendoza, A. B., Godina, F. R. & Maiti, R. K. (2004). Importance of agronomic characteristics in the grain yield of maize under irrigated and rainfed conditions. *Crop Research*, 27 (2, 3), 169-176.
16. Torun, M. & Koycu, C. (1999). A study on the determination of the relationship between grain yield and certain yield components of corn using correlation and path analysis. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, 23 (5), 1021-1027.
17. Vaezi, Sh., Abd-Mishani, C., Yazdi Samadi, B. & Ghannadha, M. R. (2000). Correlation and path analysis of grain yield and its components in maize. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 31 (1), 71-83. (In Farsi).
18. Viola, G., Ganesh, M., Reddy, S. S. & Kumar, C. V. S. (2003). Studies on correlation and path coefficient analysis of elite baby corn (*Zea mays* L.) lines. *Progress in Agriculture*, 182 (3), 22-24.
19. Wang, G., Kang, M. S. & Moreno, O. (1999). Genetic analyses of grain-filling rate and duration in maize. *Field Crops Research*, 61 (3), 211-222.
20. Zeinali, H., Nasrabadi, A., Hosseinzadeh, A. H., Chougun, R. & Sabokdast, M. (2005). Factor analysis in corn hybrid varieties. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 36 (4), 895-902. (In Farsi).

Archive of SID

www.SID.ir