نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۲، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹، ص. ۸۴-۷۵

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 1, Spning 2010, p. 75-84

ارزیابی برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد در هیبریدهای ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد

محمد گلباشی[۱*]، محسن ابراهیمی[۲]، سعید خاوری خراسانی[۳]، رجب چوکان [٤] و مهدی ضرابی[۱]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۲۹
تاریخ پذیرش:۸۹/۳/۲۲

چکیده

بمنظور مقایسه خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ۳۴ رقم ذرت (*Zea mays* L.) هیبرید، آزمایشی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در مرکزتحقیقات کشاورزی ومنابع طبیعی خراسان رضوی اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که بین هیبریدها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی دار ($p\leq$ ۰/۰۱) وجود دارد. هیبرید تجاری سینگل کراس۵۰۰ دارای بیشترین عملکرد دانه می باشد. بررسی همبستگی ساده بین صفات نشان داد عملکرد دانه بالاترین همبستگی مثبت را با صفت قطر بلال و پس از آن با صفت عمق دانه داشت. به منظور بررسی و تعیین روابط علت و معلولی صفات وارد شده به مدل رگرسیونی با یکدیگر و با عملکرد بوته، تجزیه مسیر انجام و تعیین شد که بالاترین اثرمستقیم و مثبت برعملکرد دانه مربوط به تعداد بلال در بوته می‌باشد. همچنین مشخص شد هرچند که تعداد دانه در ردیف بلال جزئی از عملکرد دانه در ذرت محسوب می شود، لیکن دارای کمترین اثرمستقیم بر عملکرد نسبت به سایر صفات می باشد. تجزیه به مولفه‌های اصلی موجب استخراج ۷ مولفه شد که جمعاً ۸۵ درصد تغییرات را شامل می‌شدند. جهت انجام تجزیه به عامل‌ها از چرخش متعامد وریماکس استفاده شد و با توجه به ماهیت صفات قرارگرفته در این عامل‌ها، عامل اول ودوم به ترتیب خصوصیات بلال و عملکرد دانه نامگذاری شدند. تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA هیبریدهای موردمطالعه را به پنج گروه مجزا تقسیم بندی نمود.

واژه‌های کلیدی: آنالیز خوشه‌ای، تجزیه‌های چند متغیره، چرخش وریماکس، همبستگی ساده

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی C_4 است و در جهان سومین غله مهم غذایی بعد از گندم و برنج می باشد و غذای اصلی میلیون‌ها انسان است. ذرت از جمله گیاهان زراعی مهم در ایران به شمار می رود که در سطح ۲۶۰۰۰۰ هزار هکتار از اراضی ایران کاشته می شود. پیش بینی می شود که تا سال ۲۰۲۰ تقاضا برای ذرت ۴۵ درصد افزایش یابد. به‌نژادگران ذرت علاقمند به دستیابی به ژنوتیپ‌هائی هستند که از لحاظ صفت عملکرد و سایر صفات زراعی مطلوب باشند. برای رسیدن به این هدف، به‌نژادگر می تواند در نسل‌های اولیه دست به انتخاب بزند و یا انتخاب را تا رسیدن ژنوتیپ به نسل‌های پیشرفته به تأخیر اندازد (Rosielli & Hamblin, 1981). هالوور (Hallauer, 1978) اعلام می‌نماید که ژرم پلاسمهای مناطق گرمسیر به عنوان یک منبع ممکن است در افزایش عملکرد و مقاومت به بیماری در برنامه‌های به نژادی ذرت مناطق معتدله مفید باشد. این مسئله بعلت حساسیت به طول روز مورد بهره‌برداری زیادی قرار نگرفته است. چاپمن و همکاران (Chapman et al., 1997) و سکارل (Ceccarell, 1990) در بررسی چندین جمعیت گرمسیری ذرت در ۱۰ محیط دریافتند که در تجزیه واریانس ۷۹/۹ درصد مجموع مربعات کل توسط محیط ایجاد شده است و از مقدار باقیمانده سهم اثر متقابل ژنوتیپ x محیط سه برابر مجموع مربعات فقط ژنوتیپ می باشد. پایداری یک محصول در واقع توانایی آن جهت بقاء در محیطی خاص می باشد. گیاه بایستی قادر باشد سرما، گرما، کمبود آب، تغییرات طول روز، شدت نور و دامنه وسیعی از شرایط شیمیایی و فیزیکی خاک را تحمل نماید. این سازگاری در واقع توسط ژن‌های اصلی و فرعی پیچیده کنترل می‌شود (Hawtin et al., 1996).

۱، ۲، ۳و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، استادیار گروه امور زراعی و اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر کرج.
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: mgolbashy@ut.ac.ir

از دیگر مسائل مهم در بررسی هیبریدها بویژه هیبریدهای خارجی، مسئله پایداری ارقام تحت شرایط مختلف محیطی است. اثر متقابل GE می تواند باعث مشکلاتی در انتخاب ژنوتیپها در محیط-های مختلف مورد مطالعه گردد. این امر بعلت کاهش همبستگی بین فنوتیپ و ژنوتیپ می باشد، و این مسئله مورد توجه اصلاح کنندگان نبات می باشد. ولی در هر حال افزایش پایه ژنتیکی ژرم پلاسم‌های مورد استفاده در برنامه‌های به نژادی با استفاده از ژرم پلاسم‌های خارجی بطور وسیعی مورد تاکید قرار گرفته است. در این بین مشکلات سازگار نبودن و همچنین مطلوب نبودن صفات زراعی ژرم پلاسم‌های غیربومی وجود دارد (Perez-VelaSquez et al., 1995).

عملکرد، صفتی کمّی بوده و توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود. هم چنین وراثت پذیری این صفت به دلیل اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط پایین بوده و بنابراین انتخاب بر اساس عملکرد در جهت بهبود آن مفید نمی‌باشد (Richards, 1996) و به ویژه در نسل های اولیه که تعداد ژنوتیپ‌ها زیاد بوده و ارزیابی بر اساس ردیف‌های کشت ژنوتیپ‌ها بدون تکرار صورت می‌گیرد بازده ژنتیکی مطلوبی ندارد (Keim & Kronstad, 1981). صفات مورفولوژیکی به سادگی و با دقت زیاد قابل اندازه گیری بوده و توارث پذیری نسبتاً بالایی دارند، پس انتخاب بر اساس این صفات، راه مطمئن و سریعی برای غربال جوامع گیاهی و بهبود عملکرد می باشد (Yap & Harvey, 1972). تجزیه ضرایب همبستگی صفات مختلف با عملکرد دانه به تصمیم گیری در مورد اهمیت نسبی این صفات و ارزش آن ها به عنوان معیارهای انتخاب کمک می‌کند (Agrama, 1996). با کمک تجزیه رگرسیون گام به گام می توان اثر صفات غیر مؤثر یا کم تأثیر را در مدل رگرسیونی بر روی عملکرد حذف نموده و تنها صفاتی را که میزان قابل ملاحظه ای از تغییرات عملکرد را توجیه می کنند مورد بررسی قرار داد (Agrama, 1996). در مطالعه ای بر روی ارقام گندم نان مشاهده شد که صفات شاخص برداشت، تعداد سنبله در هر گیاه و طول سنبله، اجزاء مهم عملکرد بوده و انتخاب بر اساس آن‌ها می‌تواند برای بهبود عملکرد مؤثر باشد (Dawari & Luthra, 1991). این تحقیق به منظور ارزیابی و مقایسه تعدادی از هیبریدهای ذرت دانه‌ای در شرایط آبیاری متداول و با اهداف، بررسی روابط بین عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن، بررسی تنوع صفات کمی بین هیبریدهای مورد بررسی، دستیابی به الگوی مناسب جهت انتخاب برای عملکرد دانه بر مبنای سایر صفات انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش خصوصیات مورفوفیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ۲۸ رقم هیبرید جدید مقاوم به گرما (بدست آمده از جمعیت-های آزاد گرده افشان ذرت سیمیت در شرایط استان خوزستان) به همراه شش رقم تجاری و امید بخش (به نام‌های دابل کراس ۳۷۰، سینگل کراس ۲۵۰، ۳۰۲، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۴) به عنوان شاهد در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق واقع در ۶ کیلومتری شرق مشهد مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. این ایستگاه در عرض جغرافیایی۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول شرقی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریا ۹۸۵ متر می باشد. میزان متوسط بارندگی سالیانه آن ۲۸۶ میلیمتر بوده و بارندگی‌ها عمدتاً در دو فصل پاییز و زمستان صورت می‌گیرد. آب و هوای آن بر اساس روش آمبرژه خشک و سرد است. بذر هر یک از ارقام هیبرید در دو خط ۳ متری با تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت گردید. در هر کپه ۳ بذر کاشته شد که پس از سبز شدن و استقرار گیاهچه ها به یک بوته تقلیل یافت. کاشت بذور در ۲۰ خرداد ماه ۱۳۸۸ انجام شد. مراقبت‌های زراعی شامل کوددهی (بر اساس آزمون خاک) و مبارزه با علف های هرز در زمان‌های مقتضی انجام شد. شایان ذکر است که زمان آبیاری بر اساس نمونه‌گیری از خاک و بر مبنای ۵۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی از خاک (که براساس سند ملی آب کشور، زمان مناسب آبیاری ذرت در مرحله ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی از خاک از نقطه ظرفیت زراعی تا پژمردگی دائم می باشد)، تعیین و انجام شد. در طی فصل رشد خصوصیات زراعی و مورفولوژیکی ارقام اندازه گیری شد و سپس تاریخ گرده افشانی و ظهور کاکل، فاصله پس از گرده افشانی و ظهور کاکل[1](ASI) بر مبنای حداقل ۵۰ درصد بروز صفت در هر کرت آزمایشی ثبت شد. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، طول تاسل، قطر ساقه، تعداد کل برگ، تعداد برگ بالای بلال، تعداد بلال در بوته، درصد دانه و عمق دانه بودند که بر روی ۱۰ بوته رقابت کننده در هر کرت اندازه گیری شد. سپس در مرحله برداشت ابتدا بوته‌های هر کرت آزمایشی پس از حذف اثر حاشیه شمارش و برداشت بلال‌ها به صورت جداگانه انجام شد. سپس اجزای عملکرد شامل طول بلال، قطربلال، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، وزن ۳۰۰ دانه و تعداد کل دانه در بلال بر روی ۱۰ بلال تصادفی در هر کرت اندازه گیری شد و پس از جدا کردن دانه‌ها با شیلر و تعیین درصد رطوبت دانه‌ها توسط رطوبت‌سنج دستی دیجیتال مدل Dichy Johnn، میزان عملکرد دانه در هر کرت آزمایشی بر اساس درصد رطوبت موجود، درصد چوب بلال تصحیح و بر حسب تن در هکتار محاسبه شد. داده‌ها توسط نرم افزار Excel مرتب شدند و سپس توسط نرم افزارهای آماری SAS ver. 9.1 فرضیات مورد نیاز برای تجزیه واریانس داده‌ها بررسی و پس از اطمینان از برآورده شدن فرضیات مورد نظر، اقدام به تجزیه واریانس میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن شد.

1- Anthesis Silking Interval

نتایج و بحث

بین هیبریدها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که هیبریدهای ۳۰، ۲۰ و ۶ (به ترتیب با مقادیر ۲۷/۱ و ۲۶/۲ و ۲۳/۸ درصد) دارای بالاترین درصد چوب بلال نسبت به سایر هیبریدها بودند (داده‌ها نشان داده نشده است). بالاترین ارتفاع بوته بترتیب مربوط به هیبرید تجاری سینگل کراس ۵۰۰ و هیبریدهای شماره ۱۲، ۱۳، ۲۰، ۱۰، ۲۲ و ۲۳ بود که بطور معنی داری با سایر هیبریدهای مورد مطالعه دارای تفاوت معنی دار بودند. ازنظر ارتفاع تشکیل بلال بر روی ساقه هیبریدهای شماره ۱۳ و ۱۲ بالاترین (به ترتیب ۱۴۱/۸ و ۱۳۲/۱ سانتیمتر) و هیبریدهای تجاری سینگل کراس ۲۵۰، دابل کراس ۳۷۰، سینگل کراس ۴۰۰ و ۳۰۲ نیز مشترکا پایین ترین مقدار(۹۴/۸ و ۸۷/۹ و ۸۶/۰ و ۸۱/۵ سانتیمتر) را نسبت به سایر هیبریدهای مورد مطالعه داشتند. هیبرید تجاری سینگل کراس ۵۰۰ بیشترین عملکرد دانه (۱۳/۸ تن در هکتار) را دارا بود، هرچند که از نظر عملکرد تفاوت معنی داری بین این هیبرید و هیبریدهای تجاری سینگل کراس ۳۰۲، ۷۰۴ و ۲۵۰ و نیز ۱۲ هیبرید دیگر وجود نداشت (جدول ۲). کمترین عملکرد دانه (۷/۷ تن در هکتار) مربوط به هیبرید شماره ۲۴ بود. نتایج این آزمایش نشان داد که هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ هرچند که دارای بلندترین طول بلال و بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال نسبت به سایر هیبریدها بود، ولیکن از نظر عملکرد کل دانه (۱۲/۸ تن در هکتار) در جایگاه سوم بعد از هیبریدهای SC500 (با عملکرد ۱۳/۸ تن در هکتار) و SC302 (با عملکرد ۱۲/۹ تن در هکتار) قرار داشت (جدول ۲). از طرف دیگر هیبرید ۴ نیز ازنظر صفات قطر ساقه، قطر بلال و چوب بلال، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد کل دانه در بلال حائز بالاترین مقادیر نسبت به سایر هیبریدها بود، ولیکن از عملکرد قابل توجهی برخوردار نبود (۱۰/۲ تن در هکتار) که دلیل آن می‌تواند کم بودن عمق دانه (۱۰/۴ میلیمتر) و وزن ۳۰۰ دانه (۷۴/۲ گرم) نسبت به سایر هیبریدها باشد. همبستگی مثبت و معنی‌دار برآورد شده بین عمق دانه با عملکرد دانه ($r=0/61^{**}$) نیز نتایج بدست آمده را تائید می‌کند (جدول ۳). نتایج این آزمایش نشان داد هرچند که هیبرید سینگل کراس ۵۰۰ برترین هیبرید ازنظر عملکرد دانه می باشد، ولیکن دارای کمترین تعداد برگ بالای بلال (با میانگین ۵/۰۵ عدد) نسبت به سایر هیبریدهای مورد مطالعه می‌باشد (جدول۲). بیشترین تعداد برگ بالای بلال مربوط به هیبرید شماره ۹ (با میانگین ۶/۹) بود (اطلاعات نمایش داده نشده است). هرچند که هیبریدهای موردمطالعه در این آزمایش تک بلالی بودند، ولیکن بیشترین تعداد بلال در بوته مربوط به هیبریدهای تجاری سینگل کراس ۳۰۲ و ۲۵۰ (به ترتیب ۱/۵ و ۱/۳) و کمترین مقدار مربوط به هیبرید تجاری سینگل کراس ۴۰۰ بود. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که هیبرید شماره ۲۴ از کمترین وزن ۳۰۰ دانه (۵۸/۰ گرم) نسبت به سایر هیبریدها برخوردار می‌باشد. همچنین هیبریدهای شماره ۴ و سینگل کراس (۵۵۴/۲ گرم) بود. همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، عمیق ترین دانه ها به ترتیب مربوط به هیبریدهای سینگل کراس ۲۵۰ (۱۲/۷ میلیمتر) و ۵۰۰ (۱۲/۴ میلیمتر) و هیبریدهای شماره ۱۰ (۱۱/۶ میلیمتر) و ۱۸ (۱۱/۶ میلیمتر) می‌باشد.

بررسی همبستگی ساده بین صفات نشان داد که عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی داری ($P\leq$ ۰/۰۱) با صفات ارتفاع بوته، طول تاسل، ارتفاع بلال، میانگین تعداد بلال در بوته، میانگین وزن ۱۰ بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد کل دانه، قطر بلال، عمق دانه و درصد دانه بلال می‌باشد (جدول ۳). تنها عملکرد دانه با درصد چوب بلال (داده ا نشان داده نشده است) همبستگی منفی و معنی دار ($P\leq$ ۰/۰۱) داشت. همبستگی عملکرد دانه با صفات تعداد کل برگ و تعداد برگ بالای بلال، میانگین وزن چوب ۱۰ بلال، وزن ۳۰۰ دانه و قطر بلال غیرمعنی دار و با سایر صفات در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود که این نتیجه با گزارش بیضایی (Beizaei, 2001) مطابقت دارد. عملکرد دانه بالاترین همبستگی مثبت را با صفت قطر بلال ($0/68^{**}$) و پس از آن با صفت عمق دانه ($0/61^{**}$) داشت (جدول ۳). نتایج بررسی همبستگی بین سایر صفات در این آزمایش نشان داد که به ترتیب ارتفاع بوته و بلال با همبستگی مثبت و معنی دار** ۰/۸۴ و پس از آن وزن چوب و درصد چوب بلال نیز با همبستگی معنی دار**۰/۸۰ نسبت به سایر صفات دارای بیشترین همبستگی می باشند. همچنین صفات درصد دانه و وزن چوب دارای بیشترین همبستگی منفی و معنی دار بودند ($-0/8^{**}$). با توجه به نتایج حاصله اینگونه استنباط می شود که بالطبع با افزایش قطر بلال عملکرد دانه هیبریدهای ذرت افزایش یافته است و دلیل آن را می توان با افزایش عمق دانه توجیه نمود. شعاع حسینی و همکاران (Shoahosseini et al., 2008) بیان نمودند درنتیجه افزایش قطر بلال و قطر چوب بلال، وزن چوب و درصد چوب بلال در مجموع کاهش و عملکرد دانه افزایش می یابد.

به منظور حذف اثر صفات غیر مؤثر یا کم تاثیر در مدل رگرسیونی بر روی صفت عملکرد دانه، از رگرسیون گام به گام استفاده شد. پس از بررسی هم راستایی[1] بر روی متغیرهای اندازه گیری شده صفات مزاحم از ادامه محاسبات حذف (انتخاب براساس شاخص‌های تحمل[2] و عامل تورم واریانس[3] صورت گرفت) و پس از آن تجزیه رگرسیون گام به گام بر روی سایر صفات انجام شد. خلاصه نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن عملکرد دانه بعنوان

1- Collinearity
2- Tolerabce index
3- Variance Inflation Factor

متغیر وابسته و سایر صفات بعنوان متغیرهای مستقل در جدول ۴ ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می گردد اولین صفت وارد شده به مدل قطر بلال می باشد که به تنهایی بیش از ۴۶ درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌کند، در مرحله بعدی صفت تعداد بلال در بوته به مدل وارد و همراه با قطر بلال بیش از ۵۵ درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند. پس از آن نیز به ترتیب صفات تعداد دانه در ردیف، ارتفاع برگ پرچم، درصد چوب بلال و در نهایت وزن بلال وارد مدل شده است و کل صفات وارد شده روی هم رفته بیش از ۷۴ درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند. نتایج حاصله با نتایج تجزیه همبستگی سادهٔ صفات کاملاً توافق دارد، بطوریکه قطر بلال دارای بالاترین همبستگی با عملکرد دانه می باشد (جدول ۳).

به منظور بررسی و تعیین روابط علت و معلولی صفات وارد شده به مدل رگرسیونی با یکدیگر و با عملکرد بوته تجزیه مسیر انجام شد. نتایج تجزیه مسیر در جدول ۵ ارائه شده است و در آن عناصر روی قطر اثرات مستقیم هر صفت بر روی عملکرد یا همان ضرائب رگرسیون استاندارد و سایر اجزاء هر ردیف اثرات غیرمستقیم آن صفت بر عملکرد از طریق سایر صفات را نشان می‌دهد. همانگونه که در جدول ۵ مشاهده می‌گردد بالاترین اثرمستقیم و مثبت برعملکرد دانه مربوط به تعداد بلال در بوته می‌باشد و اثرات غیرمستقیم این صفت از طریق صفات قطر بلال، درصد چوب و وزن بلال مثبت و ازطریق صفات تعداد دانه در ردیف و ارتفاع برگ پرچم منفی می‌باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مختلف هیبریدهای ذرت دانه ای

Table 1- Analysis of variance (mean of square) of different traits of corn hybrids

صفت	میانگین Mean	ضریب تغییرات CV	خطا Error	هیبرید Hybrid	تکرار Replication
ارتفاع بوته Plant height (cm)	232.73	5.08	140.02	749.19**	1140.37**
ارتفاع بلال Ear height (cm)	105.97	7.21	58.4	494.06**	49.23ns
قطر ساقه Stem diameter(mm)	19.68	9.71	3.65	9.98**	22.47**
تعداد کل برگ leaves No.	12.94	3.35	0.18	2.17**	7.04**
تعداد برگ بالای بلال upper leaves No	5.82	3.34	0.03	0.52**	0.05ns
تعداد بلال در بوته Ear No. in plant	1.06	12.53	0.01	0.04**	0.0004ns
وزن ۱۰ بلال 10 ear weight (kg)	2.61	7.54	0.03	0.22**	1.55**
وزن ۱۰ چوب بلال 10 cob weight (kg)	0.5	11.36	0.003	0.03**	0.05**
وزن ۳۰۰ دانه 300 kernel weight (g)	83.93	9.9	69.07	235.59**	364.28**
تعداد ردیف دانه در بلال Row No./ear	16.38	4.54	0.55	5.78**	0.11ns
تعداد دانه در ردیف بلال Kernel No./row	39.73	4.57	3.3	20.09**	90.87**
تعداد کل دانه Total kernel No./Ear	649.77	7	2072.36	9396.63**	30842.82**
طول بلال Ear length (cm)	16.68	4.66	0.6	6.42**	14.87**
قطر بلال Ear diameter (mm)	49.1	2.64	1.68	14.37**	32.46**
قطر چوب بلال Cob diameter (mm)	27.99	4.2	1.38	9.33**	4.88*
عمق دانه Kernel depth (mm)	10.55	6.78	0.51	2.13**	3.04**
عملکرد کل Total yield ($t.ha^{-1}$)	10.4	15.62	2.64	7.12**	28.46**

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

ns, *, ** are non-significant and significantly at α=0.05 and α=0.01, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مختلف هیبریدهای ذرت دانه ای با روش چند دامنه ای دانکن

Table 2-Mean comparison of different traits of corn hybrids using Duncan's multiple range test

هیبرید Hybrid	ارتفاع بوته (cm) Plant height(cm)	ارتفاع بلال (cm) Ear height(cm)	تعدادکل برگ Leaves No.	تعدادبلال دربوته Ear No./plant	وزن ۳۰۰ دانه (g) 300 kernel weight(g)	تعدادردیف دانه Row No./ear	تعداددانه درردیف Kernel No./row	طول بلال (cm) Ear length(cm)	عمق دانه (mm) Kernel depth(mm)	عملکرد کل ($tonha^{-1}$) Total yield($tonha^{-1}$)
1	210.5 ijk	98.8 hijk	13.6 bcdef	1.13 bcd	74.7 fghi	16.6 efghi	36.8 ijk	15.4 ij	9.4 ijk	8.6 def
2	231.3 defghi	102.1 fghij	13.5 cdefg	1.07 bcd	88.9 abcdefgh	17.6 cde	40.5 cdefgh	16.6 efghi	11 cdefg	10.8 abcdef
4	230.4 defghi	104.1 fghi	13.7 abcde	1.14 bcd	74.1 fghi	20.8 a	39.1 defghij	17.6 cde	10.3 cdefghijk	10.2 bcdef
5	240.9 bcdefg	111.1 dhefg	12.8 fghij	1.17 bc	90.1 abcdef	15.7 ghjikl	36.8 ijk	15.7 ghij	10.8 cdefgh	9.7 bcdef
6	224 fghijk	111.8 defgh	12.2 ijklm	1.06 bcde	82 abcdefghi	16.9 defgh	37.7 hijk	16.4 efghi	10 defghijk	10.3 bcdef
7	237.2 bcdefgh	107.5 fghi	11.8 klmn	1.16 bc	89.3 abcdefg	14.7 lm	41.6 bcdef	19.4 ab	9.7 fghijk	10.9 abcdef
8	227.3 efghij	102.2 fghij	12.1 ijklmn	1.05 bcde	96.9 a	14.7 klm	41.7 bcde	16.9 efghi	10.1 defghijk	8.1 ef
9	237.9 bcdefgh	105 fghi	14.2 abc	1.05 bcde	94.8 ab	15.9 fghijkl	39.8 cdefghij	18.3 bcd	10.8 cdefgh	11.3 abcd
10	250.6 abcde	95.7 ijk	13.5 cdefg	0.96 cde	90.1 abcdef	15.9 fghijkl	39.8 cdefghij	16.5 efghi	11.6 abc	11.4 abcd
11	222.2 ghijk	98.9 hijk	13.8 abcd	1.13 bcd	88.4 abcdefgh	16.2 efghijk	39.2 cdefghij	16.5 efghi	9.9 efghijk	10.8 abcdef
12	259 ab	132 ab	13.3 defgh	1.13 bcd	95.5 ab	15.2 hijklm	44.5 b	17.3 cdef	10.6 cdefghijk	12.5 ab
13	257.2 abc	141.7 a	14.1 abc	1.03 bcde	76.6 efghi	17.1 cdefg	39.2 cdefghij	15.9 fghij	11.4 bcd	10.9 abcdef
14	230.5 defghi	109.7 efghi	11.3 n	1.06 bcde	88.7 abcdefgh	14.8 klm	41.9 bcde	16.1 efghi	11 bcdefg	10 bcdef
15	221.5 ghijk	96.6 hijk	12 jklmn	1.07 bcd	84.8 abcdefghi	16.3 efghij	36.7 ijk	15.9 fghij	9.6 ghijk	9.1 cdef
16	240 bcdef	103.1 fghi	11.8 lmn	0.95 cde	86.9 abcdefghi	15.1 jklm	37.7 hijk	16.9 efghi	11 bcdefg	8.8 def
17	242.6 bcdefg	115.9 cdefg	12.7 ghij	1.05 bcde	96.2 ab	15.7 ghjikl	37.8 ghijk	17 defgh	10.2 cdefghijk	10.6 abcdef
18	236.1 bcdefgh	126.8 bc	14.3 ab	1.06 bcde	75.5 efghi	18.4 bc	39.2 cdefghij	16.5 efghi	11.6 abc	12.3 abc
19	227.5 efghij	102.6 fghij	13.3 defgh	0.97 cde	94.4 abc	16.6 defghi	38.6 efghijk	16.4 efghi	10.7 cdefghij	10.7 abcdef
20	252.4 abcd	114.9 cdefgh	12.9 efghi	1.11 bcd	84.6 abcdefghi	16.3 efghij	40.7 cdefgh	17 defgh	9.9 defghijk	11 abcde
22	247.6 abcdef	97.5 hijk	11.8 klmn	1.01 bcde	93.9 abcd	16.6 defghi	38.1 ghijk	15.5 hij	11.3 bcde	8.9 def
23	247.4 abcdefg	124.7 bcd	14.5 a	1.11 bcd	71.5 i	16.9 defgh	36.8 ijk	16.7 efghi	10.4 cdefghijk	9.8 bcdef
24	202.4 k	101.3 ghij	13.4 cdefg	1.13 bcd	57.9 j	17.9 bcd	36.4 jk	14.5 jk	9.5 hijk	7.6 f
25	234 cdefgh	98.5 hijk	12.6 ghijk	1.08 bcd	80.2 abcdefghi	16 fghijkl	40.4 cdefgh	17.2 defg	9.3 jk	10.4 bcdef
26	242.7 bcdefg	99.6 hijk	13.2 defgh	0.92 cde	92 abcde	15.5 hijklm	40.1 cdefghi	18.7 bc	10.1 defghijk	10.6 abcdef
27	230.9 defghi	106.4 fghi	12.5 hijkl	0.96 cde	81.8 abcdefghi	14.1 m	42.8 bc	19.2 b	9.7 fghijk	8.1 def
28	220.6 ghijk	102 fghij	12.9 efghi	1.04 bcde	89.7 abcdefg	14.2 m	42.1 bcde	16.7 efghi	10.3 cdefghijk	8.8 def
29	223.6 ghijk	98.5 hijk	12.7 ghij	0.96 cde	73.1 ghi	17.2 cdef	40.2 cdefghi	efghi 16.9	9.2 k	10 bcdef
30	237.6 bcdefgh	104.2 fghi	12.6 ghijk	0.88 de	84.5 abcdefghi	15.7 ghjikl	35.3 k	16 fghij	9.6 ghijk	8.2 def
DC370	219.8 ghijk	87.9 jkl	11.7 mn	0.91 cde	78 cdefghi	16.1 fghijkl	41.4 bcdefg	16.9 efghi	cdefghijk 10.2	8.8 def
SC250	215.3 hijk	94.8 ijkl	12.4 ijklm	1.2 ab	72.4 hi	17.8 bcd	42.5 bcd	13.8 kl	a 12.7	12.7 ab
SC302	206.6 jk	81.4 l	12.5 ijklm	1.4 a	77.6 defghi	16.9 defgh	39.7 cdefghij	15.7 hij	bcdefg 11	12.8 ab
SC400	232.2 defghi	86 kl	12.9 efghi	e 0.8	87.3 abcdefghi	16.5 defghi	40.9 cdefgh	16.8 efghi	10.8 cdefghi	10.4 bcdef
SC500	269.4 a	122. 1 bcde	12.2 ijklm	1.11 bcd	79.9 bcdefghi	19.1 b	36.3 jk	13 l	12.4 ab	13.7 a
SC704	203 k	116.6 cdef	14.3 ab	0.95 cde	79.9 bcdefghi	15.6 ghijkl	47.6 a	20.6 a	11.1 abcd	12.8 ab

جدول ۳- همبستگی ساده بین عملکرد دانه و سایر صفات مورد ارزیابی در هیبریدهای ذرت دانه ای

Table 3- simple correlation between yield and other investigated traits in corn hybrids

	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال Ear height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد کل برگ leaves No.	تعداد بلال در بوته Ear No./plant	وزن ۳۰۰دانه (g) 300 kernel weight (g)	تعداد ردیف دانه در بلال Row No./ear	تعدادداندانه درردیف Kernel No./row	تعدادکل دانه در بلال Total kernel	طول بلال Ear length	قطر بلال Ear diameter	عمق دانه Kernel depth	درصد دانه بلال Total yield
عملکرد دانه Kernel yield	0.37**	0.29**	0.22*	0.05ns	0.43**	0.17 ns	0.19*	0.39**	0.46**	ns0.16	0.68**	0.61**	0.29**
تعداد بلال در بوته Ear No./plant	-0.13	-0.04	0.17	0.02	1	-0.05	0.18	-0.01	0.14	-0.16	0.2	0.13	0.05
قطر ساقه Stem diameter	0.42	0.08	0.1	-0.29	-0.05	1	-0.48	0.24	-0.21	0.31	0.16	0.18	-0.06
تعدادردیف دانه Row No./ear	-0.03	0.04	0.2	0.25	0.18	-0.48	1	-0.21	0.68	-0.34	0.55	0.22	0.05
تعدادداندانه درردیف Kernel No./row	0.06	0.13	0.06	-0.12	-0.01	0.24	-0.21	1	0.55	0.63	0.15	0.27	0.24
طول بلال Ear length	0.07	0.11	0.3	0.06	-0.16	0.31	-0.34	0.63	0.18	1	0.01	-0.13	-0.21
عمق دانه Kernel depth	0.34	0.23	0.08	-0.08	0.13	0.18	0.22	0.27	0.38	-0.13	0.63	1	0.6

جدول ٤- رگرسیون گام به گام با درنظر گرفتن عملکرد دانه بعنوان صفت وابسته و سایر صفات مورد مطالعه بعنوان متغیر مستقل در هیبریدهای ذرت دانه ای

Table 4- Stepwise regression in corn hybrids (Total yield as dependent trait and other investigated traits as independent variables)

صفت Trait	گام اول (Step 1)		گام دوم (Step 2)		گام سوم (Step 3)		گام چهارم (Step 4)		گام پنجم (Step 5)		گام ششم (Step 6)	
	رگرسیون (Regression)	خطا (Error)	رگرسیون (Regression)	خطا (Error)	رگرسیون (Regression)	خطا (Error)	رگرسیون (Regression)	خطا (Error)	رگرسیون (Regression)	خطا (Error)	رگرسیون (Regression)	خطا (Error)
	قطر بلال (Ear Diameter)		تعداد بلال در بوته (Ear No./plant)		تعداد دانه در ردیف (Row No./ear)		ارتفاع برگ پرچم (Flag leafe height)		درصد چوب (Cob Percentage)		وزن ۱۰ بلال (10 Ear Weight)	
میانگین مربعات (MS)	216.36	2.5	128.53	2.11	100.45	1.68	80.05	1.5	66.58	1.39	57.61	1.27
مقدار F (F Value)	86.5**		60.76**		59.61**		53.08**		47.84**		45.29**	
ضریب تبیین (R sq)	0.46		0.55		0.64		0.68		0.71		0.74	

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

ns, *, ** are non-significant and significantly at α=0.05 and α=0.01, respectively

جدول ۵- ضرائب معادله رگرسیون بین صفات مختلف و عملکرد دانه هیبریدهای ذرت دانه ای

Table 5- Coefficient of regression equition between different traits and yield of corn hybrids

	معادله رگرسیون (ضرائب استاندارد نشده) Regression equation	معادله رگرسیون (ضرائب استاندارد شده) Regression equation
عرض از مبدا Intercept	-18.4	-
قطر بلال Ear diameter	0.28	0.33
ارتفاع برگ پرچم Flag leafe height	0.02	0.19
درصد چوب Cob percentage	-14.23	-0.23
تعداد بلال در بوته Ear No./plant	4.97	0.37
تعداد دانه در ردیف Row No./ear	0.08	0.12
وزن بلال Ear Weight	1.5	0.25

جدول ٦- ضرائب تجزیه مسیر و اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف برعملکرد دانه هیبریدهای ذرت دانه ای

Table 6- Coefficient of path analysis and direct effects and indirect effects of different traits on yield of corn

	1	2	3	4	5	7	همبستگی Correlation
Ear diameter قطر بلال	0.3372	0.0781	0.0204	0.0708	0.0200	0.1545	0.681
Ear No./plant تعداد بلال در بوته	0.0704	0.3741	-0.0023	-0.0311	0.0118	0.0082	0.4311
Row No./ear تعداد دانه در ردیف	0.0530	-0.0066	0.1289	0.0594	0.0566	0.1035	0.3958
Flag leafe height ارتفاع برگ پرچم	0.1236	-0.0603	0.0399	0.1933	0.0157	0.1137	0.4259
Cob percentage درصد چوب	-0.0289	-0.0189	-0.0315	-0.0130	-0.2329	0.0281	-0.2972
Ear Weight وزن بلال	0.2074	0.0122	0.0535	0.0874	-0.0260	0.2512	0.5857

Residual effect: 0.508 اثر باقیمانده: ۰/۵۰۸

جدول ۷- مقادیر ویژه و درصدهای واریانس عامل های مشترک در هیبریدهای ذرت دانه ای

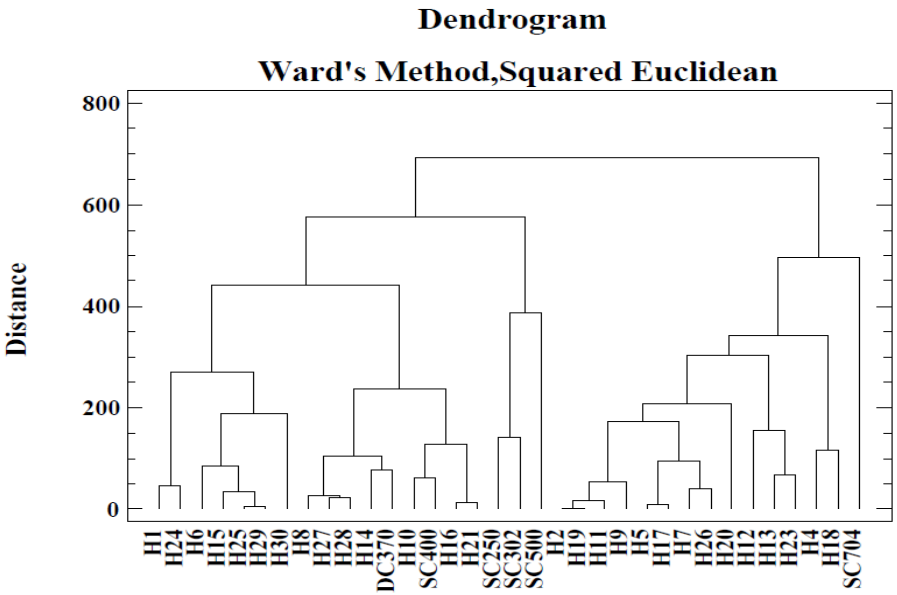
Table 7- Eigen values and principle component variances in corn hybrids

فاکتور Factor	مقدار ویژه Eigen Value	درصد واریانس Variance Percentage	درصد واریانس تجمعی cumulative Variance Percentage
1	5.22	24	24
2	3.93	18	43
3	3.08	14	58
4	1.88	8	67
5	1.5	7	74
6	1.18	5	80
7	1.05	5	85
8	0.8	3	88

اثرمستقیم قطر بلال تقریباً برابر با اثر مستقیم تعداد بلال در بوته می‌باشد با این تفاوت که کلیه اثرات غیرمستقیم این صفت ازطریق

سایر صفات مثبت می‌باشد. اثرمستقیم سومین صفت مهم و تاثیرگذار بر عملکرد دانه یعنی تعداد دانه در ردیف بلال مشابه با همبستگی آن با عملکرد مثبت است و اثرات غیرمستقیم آن ازنظر تمامی صفات بجز تعداد بلال در بوته مثبت می‌باشد. نتایج این آزمایش نشان داد، هرچند که تعداد دانه در ردیف بلال جزئی از عملکرد دانه در ذرت محسوب می‌شود ولیکن دارای کمترین اثرمستقیم بر عملکرد نسبت به سایر صفات می‌باشد (جدول ۴). ارتفاع برگ پرچم و وزن بلال نیز دارای اثرمستقیم مثبت بر عملکرد دانه بودند. نتایج این آزمایش نشان داد که تنها صفت درصد چوب بلال دارای اثرمستقیم منفی بوده و اثر غیرمستقیم آن ازطریق صفات قطربلال، تعدادبلال دربوته، تعداد دانه در ردیف بلال و ارتفاع برگ پرچم منفی و ازطریق صفت وزن بلال مثبت بود. شعاع حسینی و همکاران (Shoahosseini et al., 2008) نتیجه گرفتند که انتخاب براساس صفات ارتفاع گیاه، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف بیشترین تاثیر را در شرایط نرمال بر افزایش عملکرد دانه دارد.

بزرگترین ضرایب عاملی عامل اول مربوط به صفات درصد چوب، وزن چوب ۱۰ بلال، قطر چوب، عمق دانه و درصد دانه می‌باشد. البته صفات عمق دانه، درصد دانه، تعداد کل دانه، عملکرد کل، تعداد ردیف دانه در بلال، ارتفاع برگ پرچم و تعداد دانه در ردیف بلال با بار عاملی منفی در این عامل قرار گرفته است (اطلاعات نمایش داده نشده است). با توجه به صفاتی که در این عامل دخیل هستند می‌توان این عامل را عامل صفات مرتبط با خصوصیات بلال نامگذاری نمود. نتایج همبستگی ساده صفات نیز نشان داد که این صفات با یکدیگر و عملکرد همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری دارند (جدول ۳). عامل دوم که ۱۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را شامل می شد دارای بزرگترین ضرایب عاملی روی صفاتی نظیر قطر بلال، تعداد کل دانه، عملکرد کل، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد بلال در بوته و قطر ساقه بود، لذا با در نظر گرفتن ماهیت صفات قرار گرفته در این عامل، عامل دوم عامل عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن نامگذاری می‌شود. در واقع این عامل بیانگر اهمیت این صفات در بهبود عملکرد دانه ذرت است. نتیجه فوق با نتایج شعاع حسینی و همکاران (Shoahosseini et al., 2009) مطابقت دارد. پس از تبدیل هریک از متغیرهای مورد مطالعه به توزیع نرمال z، تجزیه خوشه ای با محاسبه مربع فاصله اقلیدسی و با استفاده از روش Wards انجام گرفت (شکل ۱). طبق نتیجه حاصله هیبریدهای مورد مطالعه در پنج گروه مجزا تقسیم بندی شدند.



شکل ۱- تجزیه خوشه ای هیبریدهای ذرت دانه ای با استفاده از روش Ward's

Fig. 1- Cluster analysis of corn hybrids using Ward's method

منابع

1- Agrama, H.A.S. 1996. Sequential path analysis of grain yield and its components in maize. Plant Breeding 115: 343-346.

2- Beizaei, A. 2001. Evaluation of quantitative and qualitative traits and its relation with seed yield in white, red and pinto bean genotypes. Msc thesis. Islamic Azad University of Karaj, Iran. (In Persian with English Summary)

3- Ceccarell, S. 1990. Adaptation to low/high input cultivation. Euphytica 92: 203-214.

4- Chapman, S.C., Crossa, J. and Edmeades, G.O. 1997. Genotype by environment effects and selection for drought to

lerance in tropical maize. I. Two mode pattern analysisofyield. Euphytica 95: 1-9.
5- Dawari, N.H., and Luthra, O.P. 1991. Character association studies under high and low environments in wheat (*Triticum aestivum* L.). Indian J. Agriculture Research 25: 68-72.
6- Habibi, G., Ghanadha, Sohani and Dori. 2006. Evaluation of relation of seed yield with important agronomic traits of red bean by different analysis methods in water stress condition. Journal of Agriculture Science and Natural Resources 13(3) (In Persian with English Summary).
7- Hallauer, A.R. 1978. Potential of exotic germplasm for maize improvement. P. 229-247. In W.L. Walden (ed). International Maize Sym. Me Graw- H.II, New York.
8- Hawtin, G., Iwanagam, M., and Hodykin, T. 1996. Genetic resources in breeding for adaptation. Euphytica 92: 255-266.
9- Keim, D.L., and Kronstad, W.E. 1981. Drought responses of winter wheat cultivars grown under field stress conditions. Crop Science 21:11-14.
10- Perez-Vela Sques. J.C., Ceballos, H., Pandey, S., and Diaz-Amaris. 1995. Analysis ofdiallel crosses among Colombian landraces and improved populations of maize. Crop Science 35: 572-578.
11- FAO. 2005. Food and Agricultural Organization of United Nation, Rome, Italy, 51: 209P.
12- Richards, R.A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant Growth Regulation 20: 157-166.
13- Rosielli, A., and Hamblin, J. 1981. Theoritical aspects of selection for yield in stress and non- stress environment. Crop Science 21: 493.
14- Shoa Hosseini, M., Golbashy, M., Farsi, M., Khavari Khorasani, S., and Ashofte Beiragi, M. 2009. Evaluation of correlation between yield and its dependent trait in single cross corn hybrids under drought stress. Abstract Book of 1st Regional Conference on Tropical Crops Production under Environmental Stresses Condition. Islamic Azad University, Khozestan sciences and research branch, Iran. P: 72. (In Persian).
15- Yap, T.C. and Harvey, B.L. 1972. Inheritance of yield components and morpho-physiological traits in barley (*Hordeum vulgare* L.). Crop Science 12: 283-286.