مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد چهارم، شماره دوم، تابستان ۹۰
۳۱-۵۰
ejcp.gau@gmail.com

تجزیه و تحلیل چند متغیره برخی صفات کمی در اینبرد لاین‌های ذرت تحت شرایط تنش گرما

*زهرا خدارحم‌پور[۱]، رجب چوکان[۲] و بتول حسین‌پور[۳]

[۱]استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحدشوشتر، [۲]دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج،
[۳]استادیار سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

چکیده

به‌منظور تعیین بهترین شاخص ارزیابی ژنوتیپ‌های ذرت، ۱۵ لاین طی آزمایشی در دو تاریخ کاشت ۱۵ تیرماه (انطباق زمان گل‌دهی و پرشدن دانه با تنش گرما) و ۵ مردادماه (بدون تنش) در سال ۱۳۸٦ در شهرستان شوشتر(منطقه گرمسیری واقع در استان خوزستان) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج رگرسیون گام به گام در شرایط تنش گرما نشان داد که، صفت تعداد دانه در بلال تنها صفتی بود که وارد مدل شد. اما در شرایط بدون تنش صفات تعداد دانه در بلال، وزن هکتولیتر و وزن هزار دانه به‌ترتیب وارد مدل شدند. در تجزیه به عامل‌ها، ٤ عامل مستقل در شرایط تنش گرما و بدون تنش به‌ترتیب ۸۱/۹۲ و ۸۲/۹۰ درصد از تغییرات کل داده‌ها را تبیین کردند. در شرایط تنش گرما و بدون تنش عامل اول، عملکرد، عامل دوم مورفولوژی بلال و عامل سوم مشخصات دانه نامیده شدند. اما عامل چهارم در شرایط تنش بنام وزن هکتولیتر و درصد رطوبت دانه و در شرایط بدون تنش درصد رطوبت بذر، وزن هکتولیتر و عرض دانه نام‌گذاری گردید. با توجه به نتایج بدست آمده در شرایط تنش گرما، صفت تعداد دانه در بلال و در شرایط بدون تنش صفات تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه بهترین صفات ارزیابی کننده ژنوتیپ‌های ذرت بودند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، تنش گرما، ذرت، اینبرد لاین

* مسئول مکاتبه: Zahra_khodarahm@yahoo.com

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از محصولات مهم در ایران می‌باشد که سطح کشت و عملکرد آن در دهه اخیر بطور چشمگیری افزایش یافته است به‌طوری که انتظار می‌رود سطح کشت آن تا سال ۱۳۹۰ در استان خوزستان به دو برابر سطح کنونی افزایش یابد (چوکان، ۲۰۰٦). تنش گرما یکی از عوامل عمده محدود کننده تولید ذرت در استان خوزستان است (خدارحم‌پور، ۲۰۰۹). چنین افزایشی در سطح کشت و توأم با آن افزایش عملکرد در واحد سطح نیازمند یک برنامه اصلاحی مؤثر برای مقابله با تنش گرما است. تنش گرما در مراحل مختلف رشد و نمو به ویژه دوره گل‌دهی و پرشدن دانه ذرت موجب عدم همزمانی یا همزمانی ناقص ظهور گل‌های نر و ماده، اختلال در تلقیح و دانه‌بندی می‌گردد و موجب کاهش تعداد دانه‌های تولیدی در اثر تلقیح ناقص یا سقط دانه‌های تلقیح شده، کاهش وزن هر دانه و در نهایت کاهش تولید می‌گردد (خدارحم‌پور، ۲۰۰۹).

جونز و همکاران (۱۹۸۵) گزارش نمودند که دمای ارزیابی شده (٦-٤ روز در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد) موجب کاهش در توده دانه ذرت و افزایش سقط دانه می‌شود. جانسون (۲۰۰۰) اذعان داشت که یکی از دلایل دانه بندی ناقص، گرده‌افشانی ناموفق است که آن هم به‌دلیل تخمک‌هایی است که هرگز لقاح نیافته‌اند. آخرین دانه‌ها برای لقاح در نوک بلال هستند و اغلب مستعد برای سقط می‌باشند. لوئر (۲۰۰٦) بیان نمود که تنش گرما همزمانی بین ریزش گرده و ظهور کاکل را از بین می‌برد و ظهور کاکل‌ها ممکن است با آزاد شدن گرده مواجه نشوند، در نتیجه منجر به افزایش کچلی در بلال و سقط دانه می‌گردد. دوانی (۱۹۹۸) گزارش کرده است که از میان صفات مرتبط با عملکرد، صفات تعداد دانه در ردیف بلال، طول بلال و قطر ساقه بلال به‌ترتیب بالاترین ضریب همبستگی را با عملکرد دانه داشته‌اند. باصفا (۲۰۰٤) بیشترین همبستگی را بین تعداد دانه در ردیف و دانه در بلال با عملکرد دانه در ٦ هیبرید جدید ذرت گزارش نمود. استخر و چوکان (۲۰۰٦) گزارش کردند که بیشترین همبستگی عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت به‌ترتیب با صفات عمق دانه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف بود. زادتوت آغاج و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی همبستگی صفات در هیبریدهای دیررس ذرت دریافتند که در شرایط بدون تنش خشکی صفات وزن هزار دانه، طول بلال، تعداد دانه در ردیف و فاصله زمانی بین ظهور گرده و ابریشم مادگی (ASI)[1] و در شرایط تنش خشکی در مرحلهٔ پرشدن دانه صفات وزن هزار دانه، درصد پوشش سبز،

1- Anthesis Silking Interval

عمق دانه، طول بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد برگ بالای بلال با عملکرد دانه همبستگی معنی‌دار دارند. شعاع حسینی و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی همبستگی‌های ساده و رگرسیون گام به گام اعلام کردند که در شرایط تنش خشکی صفات قطر بلال، تعداد دانه در ردیف و طول بلال و در شرایط بدون تنش درصد چوب بلال، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف، ارتفاع گیاه و طول بلال جهت افزایش عملکرد مفید می‌باشند. یزدان‌دوست همدانی و رضایی (۲۰۰۱) گزارش کردند که در تجزیه رگرسیون گام به گام صفت متوسط سرعت پرشدن دانه اولین متغیری بود که وارد مدل گردید و به تنهایی ۹۱/۵ درصد از تغییرات عملکرد بین هیبریدهای ذرت را توجیه نمود. پس از آن صفت طول دوره پرشدن دانه اضافه شد و مجموعاً ۹۹/۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. چوکان و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی ۵۲ لاین ذرت با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی گزارش کردند که ۷ مؤلفه اصلی مجموعاً ۸۳/۵ درصد از تغییرات کل را شامل شدند. مؤلفه اول بیشتر شکل پدانکل و بلال و مؤلفه دوم قطر بلال و شکل دانه را نشان داد. احمدزاده (۱۹۹۷) در تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در لاین‌های برگزیده ذرت، داده‌های مربوط به هشت شاخص مقاومت به خشکی را برای ١٤ لاین از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مورد بررسی قرار داد. در این بررسی دو مؤلفه اول بیش از ۹۹ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. مؤلفه اول ۷۵/٥٤ درصد تغییرات در ماتریس داده‌ها را بیان می‌نمود و همبستگی بالایی با عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش، شاخص‌های میانگین تولید (MP)[1]، میانگین هندسی تولید (GMP)[2] و تحمل به تنش (STI)[3] نشان داد و از این رو این مؤلفه، پتانسیل عملکرد و تحمل به تنش نام‌گذاری شد. مؤلفه دوم ٢٤/١٧ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نموده و همبستگی مثبت و بالایی با شاخص‌های تحمل (TOL)[4] و حساسیت به تنش (SSI)[5] نشان داد. بنابراین مؤلفه دوم به‌عنوان مؤلفه حساسیت به تنش نامگذاری گردید. احمدی و همکاران (۲۰۰۰) نیز در بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی و استفاده از روش بای پلات[6] در هیبریدهای ذرت دانه‌ای نتایجی مشابه نتایج احمدزاده بدست آوردند. زینالی و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی ۲۵ هیبرید ذرت دانه‌ای گزارش کردند که در تجزیه رگرسیون گام به گام، ارتفاع بوته، وزن ۳۰۰ دانه، تعداد دانه در بوته،

2- Mean Productivity
2- Geometric Mean Productivity
3- Stress Tolerance Index
5- Tolerance Index
6- Stress Susceptibility Index
1- Biplot

تعداد روز از کاشت تا ظهور کاکل و تعداد کل برگ در مجموع ۷۲/۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند همچنین تجزیه به عامل‌ها نشان داد که ۷ عامل مستقل، مجموعاً ۷۹/۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. خصوصیات فنولوژیکی و برگ بلال به‌عنوان عامل‌های اول و دوم در مجموع ٤٠ درصد از تغییرات را توجیه نمودند.

هدف از این تحقیق، بررسی ارتباط عملکرد دانه با برخی صفات مورفولوژیک و زراعی در تعدادی از اینبرد لاین‌های ذرت دانه‌ای در دو شرایط تنش گرما و بدون تنش با استفاده از روش‌های چند متغیره از جمله تجزیه به عامل‌ها است، تا بدینوسیله، صفات موثر در دو شرایط مذکور شناسایی و تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ١٣٨٦ در شهرستان شوشتر (منطقه گرمسیری واقع در استان خوزستان) با مشخصات جغرافیایی ٣٢ درجه و ٢ دقیقه عرض شمالی و ٤٨ درجه و ٥٠ دقیقه طول شرقی با ١٥٠ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. بافت خاک محل آزمایش از نوع لومی رسی بود. در این بررسی ١٥ لاین برگزیده ذرت (که براساس تحقیقات مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شده بودند) در تاریخ ١٥ تیرماه و ٥ مردادماه در دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرارکشت گردیدند. ١٥ تیرماه تاریخ کاشتی است که گرده‌افشانی، لقاح و دوره پرشدن دانه به تنش گرما برخورد می‌نماید و تاریخ کاشت ٥ مردادماه تاریخ کاشت رایج منطقه (شاهد) می‌باشد. در هر تکرار، هر لاین (کرت) در سه خط ٩ متری به فاصله ٧٥ سانتی‌متر کشت گردید بطوری‌که در روی هر خط کاشت ٤٥ کپه با فاصله ٢٠ سانتی‌متر ایجاد شد و در هر کپه ٢ عدد بذر قرار گرفت و بعد از مرحله ٦ برگی بوته اضافی حذف و در هر کپه یک بوته نگهداری گردید. کلیه مراحل کاشت و داشت طبق عملیات معمول منطقه صورت پذیرفت و آبیاری از زمان کاشت تا زمان برداشت ٥ روز یکبار انجام گرفت. مبارزه با علفهای هرز توسط وجین دستی در دو مرحله صورت پذیرفت. براساس نتایج آزمایش تجزیه خاک، مقدار ٣٠ کیلوگرم نیتروژن خالص (با استفاده از اوره ٤٦ درصد نیتروژن) بر اساس میزان مساحت ٣٠٠٠ مترمربعی قطعه آزمایش، به صورت سرک در ٣ نوبت به مقدار مساوی به فاصله هر یک ماه داده شد. حداقل و حداکثر دمای‌مطلق در زمان گرده‌افشانی تاریخ کاشت تنش به‌ترتیب ٣٠ و ٤٥ درجه سانتیگراد و بدون تنش ٢٤ و ٣٠ درجه سانتی‌گراد بود. به‌منظور بررسی

صفات هر لاین از هر کرت آزمایشی خط اول و سوم به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیکی دانه، با در نظر گرفتن نیم‌متر از بالا و پایین هر خط به‌عنوان حاشیه، از ٨ متر خط وسط، ٥ بلال از ٥ بوته تصادفی بطور جداگانه برداشت شده و به آزمایشگاه منتقل گردید. صفاتی از قبیل: تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد دانه در بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه (از تفاضل قطر بلال و قطر چوب بلال تقسیم بر دو که با کولیس اندازه‌گیری شد، بدست آمد)، عرض دانه، قطر دانه، وزن هزار دانه، وزن هکتولیتر (وزن یک لیتر بذر) و درصد سقط دانه اندازه‌گیری شد. سایر بلال‌های برداشت شده از خط وسط نیز به آزمایشگاه منتقل گردید. از ٨ متر خط وسط عملکرد دانه، اندازه‌گیری گردید. پس از اندازه‌گیری عملکرد دانه ٦٠٠ گرم از بذور هر لاین وزن و در آون ٧٦ درجه سانتیگراد به مدت ٤٨ ساعت قرار داده شدند پس از خارج کردن بذور از آون مجدداً آنها را وزن و به این ترتیب وزن ماده خشک بذور بدست آمد. سپس کلیه بذور اولیه هر لاین شمارش گردید و از تقسیم وزن ماده خشک دانه‌ها به تعداد دانه‌ها وزن ماده خشک تک دانه بدست آمد. درصد رطوبت بذور با استفاده از رطوبت سنج، Dickey John مدل ٢١٠٠ GAC و درصد پروتئین دانه با استفاده از روش کجلدال (حسینی، ١٩٩٠) اندازه‌گیری گردید. تجزیه واریانس، همبستگی، رگرسیون گام به گام و تجزیه به عامل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (سلطانی، ١٩٩٨) انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٥ درصد استفاده شد. تجزیه به عامل‌ها با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش وریماکس[1] روی عامل موقت[2] انجام گرفت. اختصاص صفت‌ها به عوامل مستقل و مختلف با توجه به مقدار ضریب عاملی، بعد از چرخش وریماکس عامل‌ها صورت گرفت. در تجزیه به عامل‌ها ضرایب عاملی بزرگتر از ٠/٥ صرفنظر از علامت آنها به‌عنوان ضریب معنی‌دار برای هر عامل مستقل در نظر گرفته شد (خواجه نوری، ١٩٩٦). برای نامگذاری هر یک از عامل ها، ابتدا با توجه به مقدار ضرایب عامل، صفت‌های مختلف انتخاب و در نهایت با توجه به ماهیت صفت‌های انتخابی، نامی مناسب برای آن عامل انتخاب گردید.

1- Varimax
2- Provisional factor

نتایج و بحث

بین اینبرد لاین‌ها در مورد صفات مورد مطالعه، در هر دو شرایط بجز صفت قطر بلال در شرایط تنش گرما اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت که این امر نشان دهندهٔ تنوع بالا بین لاین‌های مورد بررسی می‌باشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های صفات برای ۱۵ لاین در جداول(۲ و۳) نشان می‌دهد که لاین‌های K166B و K166A با میانگین عملکرد ۲۰۳۸ و ۱۶۳۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان تولید را در شرایط تنش داشتند. در شرایط بدون تنش لاین K3651/2 با میانگین عملکرد ۳۷۷۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان تولید را به خود اختصاص داد. در مورد صفت تعداد دانه در بلال لاین K166B در شرایط تنش و لاین K3651/2 در شرایط بدون تنش بیشترین تعداد دانه را داشتند. لاین‌های K18 و K166B در شرایط تنش و لاین K3651/1 در شرایط بدون تنش بیشترین وزن هکتولیتر را نشان دادند. لاین K166B در شرایط تنش و لاین K166B در شرایط بدون تنش بیشترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند.

در این آزمایش عملکرد دانه با صفت تعداد دانه در بلال بیشترین همبستگی را نشان داد (جدول ٤). این نتیجه در تحقیق با صفا (۲۰۰٤) نیز گزارش گردیده است. در رگرسیون گام به گام هم، که بعداً به آن اشاره می‌شود، این صفت تنها صفتی بود که در شرایط تنش وارد مدل شد و در شرایط بدون تنش اولین صفتی بود که وارد مدل شد. عملکرد دانه با صفات تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، قطر بلال، عمق دانه، وزن ماده خشک دانه و قطر دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفت درصد پروتئین دانه همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد. در شرایط بدون تنش عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در ردیف و عمق دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفت درصد پروتئین دانه همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد (جدول ۵). در مطالعه دوانی (۱۹۹۸) صفات تعداد دانه در ردیف بلال، طول بلال و قطر ساقه بلال بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان دادند. در گزارش باصفا (۲۰۰٤) صفات تعداد دانه در ردیف و دانه در بلال و در مطالعه استخر و چوکان (۲۰۰٦) صفات عمق دانه، وزن هزار دانه و تعدا دانه در ردیف دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه بودند.

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مختلف اینبرد لاین‌ها در شرایط تنش گرما و بدون تنش

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه		وزن هزار دانه		وزن هکتولیتر		درصد رطوبت دانه		درصد سقط دانه		درصد پروتئین دانه		وزن خشک نهایی دانه		قطر دانه	
		تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش
بلوک	۲	٦۳٤٥۱^{ns}	۱۰۲۰۹۸۸^{ns}	۳۷۰۳۹^{ns}	۱۰٥٤/۰٥^{ns}	۳۲٥۷/٤۸^{ns}	۲۹٤/۸۹^{ns}	۲۱/۱۳^{ns}	۲٤/٥٦**	۱۲۳^{ns}	۱۳۳^{ns}	۰/۲۷^{ns}	۰/٤۱^{ns}	۰/۰۰٤^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۰٤*	۰/۰۳^{ns}
اینبرد لاین	۱٤	٦٦٦۱۱٦٥^{ns}	۱٥٦۰۳٥٦**	۱۰٥۳٤/۳**	۱۲٥۱۲/۳**	۷۳۸۲/۲۷*	۲٤٤٦/۳^{ns}	۱۲/٦٥^{ns}	۳۷/۳٦**	۲٥۰۰**	۸۷*	۸/۳٤**	٤**	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰٤**	۰/۰۳**
اشتباه آزمایشی	۲۸	۸٦۳۱۹/۲۸	۳٥۳٥۱٦	۱۹۲۰/۱٥	۱۸٦۹/۸٥	۲۸۹۱/۲۹	۱۳۰۹/۹۹	۱۰/۱۷	۳/۲	۱۷٦٦	۷۰/٥۸	۰/۷۷	۰/۵۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲

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

ادامه جدول ۱-

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در ردیف		تعداد ردیف دانه در بلال		تعداد دانه در بلال		قطر بلال		قطر چوب بلال		عمق دانه		عرض دانه	
		تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش
بلوک	۲	۰/۰۹^{ns}	۱/۳۷^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۲۸۹^{ns}	۱۰۲/۰۲^{ns}	۱٦۷/۰۹^{ns}	۳/۱^{ns}	۲/۸۸**	۱/٤٥*	۰/۲۳^{ns}	۰/۱٦٥^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۳/۳۳^{ns}
اینبرد لاین	۱٤	۸۱/۲۸**	۱۱٥/۰۱**	٤٥/۱۱**	۲۱/۰۷**	۱٦۲۸٤/٥**	۲٦۸۱٦/۸٥**	۰/۹۲^{ns}	۳/۷۲**	۰/۹۱**	۰/۵۹**	۰/۱۱۲**	۰/٤۷**	۰/۰٤*	۵/۹۲^{ns}
اشتباه آزمایشی	۲۸	۰/۷۲	۰/۵۸	۰/۷٦	۰/۵	۱۹۲/۱۲	۲۰۰/۸۳	۰/۵۲	۰/۹۹	۰/۳۳	۰/۳۲	۰/۰۰۷	۰/۳۳	۰/۰۳	۲

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

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مختلف بر اساس آزمون دانکن (در سطح احتمال ۵٪) برای ابنبرد لاین‌های ذرت در شرایط تنش گرما

لاین‌های خالص	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (گرم)	وزن هکتولیتر (گرم)	درصد سقط دانه	قطر بلال (سانتی‌متر)	قطر چوب بلال (سانتی‌متر)	عمق دانه (سانتی‌متر)	قطر دانه (سانتی‌متر)	عرض دانه (سانتی‌متر)	وزن ماده خشک دانه (میلی‌گرم)	درصد رطوبت بذر	درصد پروتئین دانه
MO17	٦٥e	vde	٣d	٢٦d	٣٠٢abcd	٦٤٢d	١٦ab	٢/٥٣a	١/٩١de	٠/٦٦٩bcde	٠/٦٦ab	٠/٤١bcd	٢٣٨abc	١٦/١٢ab	١٢/٣١bc
B73	٣٠١de	١٠abcd	٣d	٢٩d	٢٢٠de	٦٥٩cd	١٧ab	٢/٧٨a	٢/١٣abcde	٠/٦٩٨bcde	٠/٥٢cde	٠/٣vd	٢٢٥abc	١٨/٨٧a	١٠/٨٧cde
K74/1	١٦٠de	٨cd	٣d	٣٣d	٢٤١cde	٧١٩bcd	١٥ab	٢/٩٤a	٢/٢٤abcd	٠/٧١bcde	٠/٥٧bcd	٠/٤٤abcd	٢٢٦abc	١٧/٣٧ab	١٥/٨٤a
K18	١٠٩٥bc	١١abc	١٣b	١٥٦b	٣٤٢ab	٧٧٩ab	٢٨ab	٣/١٣a	٢/٠٤bcde	١/١٠b	٠/٦٨a	٠/٤٤abcd	٣٢va	١٩/٠٥a	١١/٨٣bcd
K3651/2	٤١٩cde	٥ef	١d	٩d	٣٣٥ab	٦٦٣bcd	٣vab	٢/٧٨a	٢/٢٥abcd	٠/٥vde	٠/٦٦ab	٠/٥١a	٢٣٤abc	١٩/٢٤a	١٣/٤٦b
K3651/1	٩٠de	٣f	١d	١١d	١٧٦e	٧٢٦bcd	٣٨ab	٢/٦٥a	١/٨٠e	٠/٧٤bcde	٠/٤٦e	٠/٣٩cd	١٥٦c	١٥/٨٤ab	١٢/١٩bc
A679	٢٠٣de	٨cd	٣d	٤١d	٢٢٦de	٣٨٣e	٤٥a	٢/٨٩a	١/٩٩cde	٠/٦٩bcde	٠/٥٢cde	٠/٤١bcd	١٨١bc	١١/٨٥b	١٢/١٠bc
K166A	١٦٣٨ab	١٢abc	٩bc	١٢٢bc	٣٢vab	٧٢٥bcd	٢٢ab	٣/١٤a	٢/٢٣abcd	١/٠٣bc	٠/٦١abc	٠/٤٦abc	٢٢٩abc	١٨/٠٦ab	١١/١vcd
K3544/1	٤٠٠de	٩bcd	٣/vd	٤٢d	٢٤٢cde	٦٤٨d	٢٢ab	٢/٧٩a	١/٩١de	٠/٨vbcd	٠/٤٨de	٠/٤١bcd	١٨٥bc	١٥/٥٠ab	١١/٧٠cd
K166B	٢٠٣٨a	١٤a	٢١a	٢٩٣a	٣٧٠a	٧٧٢abc	٢٢ab	٣/١٠a	٢/٠٥bcde	١/٥va	٠/٦٦ab	٠/٤vab	٣٠٣a	١٥/٠١ab	٩/٥٦e
K3640/5	٣٠e	١f	١d	٣d	١٦١e	٦٧٦bcd	٣٢ab	٢/٦٣a	٢/٢٩abc	٠/٤٦e	٠/٥٤cde	٠/٤٠bcd	١٦١c	١٤/٩٦ab	١٥/٣٢a
K47/2-2-1-21-2-1-1-1	٣٧٣de	١٢abc	٥cd	٦٥cd	٣٢٠abc	٧٢٥bcd	٣٤ab	٣/٢٦a	٢/٢٩a	٠/٩٤bcd	٠/٦٠abc	٠/٤٨ab	٣١va	١٤/٧٣ab	١٢/٣٨bc
K47/2-2-1-3-3-1-1-1	٥٨٨cde	١٣ab	٤cd	٥٤cd	٣٠٠abcd	٧٠vbcd	٣١ab	٣/٣٥a	٢/٣٦ab	٠/٩٦bcd	٠/٦١abc	٠/٤٥abcd	٢٦٥ab	١٤/٥ab	١١/٧٠cd
K19	٥٨٥cde	١١abc	٥cd	٥٦cd	٢٦vbcd	٧٢٣bcd	٩b	٢/٩٣a	٢/١٥abcd	٠/٧٩bcde	٠/٥٦bcd	٠/٤٤abcd	٢٤٣abc	١٦/٠٤ab	١٠/٢٥de
K19/1	٧٨٥cd	١٠abcd	٣d	٣٣d	٢٩٢abcd	٧٠٣bcd	٤١a	٢/٨٦a	١/٩٤cde	٠/٨vbcd	٠/٦٢abc	٠/٤vab	٢٣٤abc	١٧/٧٥ab	١٢/٤٤bc
میانگین	٥٨٥	١٠	٥	٦٥	٢٧٥	٧١٤	٢٧/٢٧	٢/٩٢	٢/١١	٠/٨٥	٠/٥٨	٠/٤٤	٢٣٥	١٦/٣٣	١٢/٢١

ارقام دارای حروف مشابه در یک ستون اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

در شرایط تنش گرما (جدول ٦) صفت تعداد دانه در بلال تنها صفتی بود که وارد مدل رگرسیون گام به گام شد و ۸۱ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. بنابراین می‌توان اذعان داشت که در شرایط تنش گرما انتخاب بر اساس صفت تعداد دانه در بلال مناسب‌تر است. در شرایط بدون تنش (جدول ٦)، صفت تعداد دانه در بلال اولین صفتی بود که وارد مدل شد و ۵۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. صفات بعدی در مدل به ترتیب: وزن هکتولیتر و وزن هزار دانه بودند که مجموعاً ۸۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. با توجه به نتایج رگرسیون گام به گام، می‌توان انتخاب را در شرایط بدون تنش بر اساس صفات تعداد دانه در بلال، وزن هکتولیتر و وزن هزار دانه مناسب‌تر دانست. زینالی و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی ۲۵ هیبرید ذرت دانه‌ای گزارش کردند که در تجزیه رگرسیون گام به گام، ارتفاع بوته، وزن ۳۰۰ دانه، تعداد دانه در بلال، تعداد روز از کاشت تا ظهور کاکل و تعداد کل برگ در مجموع ۷۲/۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند.

زادتوت آغاج و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی همبستگی صفات در هیبریدهای دیررس ذرت دریافتند که در شرایط بدون تنش خشکی صفات وزن هزار دانه، طول بلال، تعداد دانه در ردیف و فاصله زمانی بین ظهور گرده و ابریشم مادگی و در شرایط تنش خشکی در مرحلهٔ پرشدن دانه صفات وزن هزار دانه، درصد پوشش سبز، عمق دانه، طول بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد برگ بالای بلال با عملکرد دانه همبستگی معنی‌دار دارند. شعاع حسینی و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی همبستگی‌های ساده و رگرسیون گام به گام اعلام کردند که در شرایط تنش خشکی صفات قطر بلال، تعداد دانه در ردیف و طول بلال و در شرایط بدون تنش درصد چوب بلال، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف، ارتفاع گیاه و طول بلال جهت افزایش عملکرد مفید می‌باشند.

جدول ۳ – مقایسه میانگین صفات مختلف براساس آزمون دانکن (در سطح احتمال ۵٪) برای اینبرد لاین‌های ذرت در شرایط بدون تنش.

لاین‌های خالص	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (گرم)	وزن هکتولیتر (گرم)	درصد سقط دانه	قطر بلال (سانتی‌متر)	قطر چوب بلال (سانتی‌متر)	عمق دانه (سانتی‌متر)	قطر دانه (سانتی‌متر)	عرض دانه (سانتی‌متر)	وزن ماده خشک دانه (میلی‌گرم)	درصد رطوبت بذر	درصد پروتئین دانه
MO17	٦٤٢/٥f	٩g	٢٠fg	١٩٦fg	٣٠٧abc	٧٢٣b	١٩a	٣/٦٠e	١/٩٨f	١/٦١bc	٠/٨١a	٠/٤٦ab	٢٩١ab	٢٨/٤٩ab	٩/٢bc
B73	٢١٠٤cde	١٦c	١٧ghi	٢٧٦def	٣٣٦bcd	٧٥٨b	١ab	٤/٥bc	٢/٦٢cd	١/٩١ab	٠/٦٣cd	٠/٣٩bcde	٢٣٩bc	٢٥/٥٢ab	٨/٩cde
K74/1	١٦٢٥def	١٩ab	١٥hi	٢٨٧cde	٣٣٣bcd	٧٦٨ab	٠/٢٤b	٥/١٢a	٣/٢٤a	١/٨٨ab	٠/٦٧bcd	٠/٤٥ab	٢٤٣bc	٢٥/٩١bcde	٩/٤bc
K18	٢١٢٥cde	١٢f	٣٠ab	٣٦٤bcd	٢٧٠dc	٧٤١b	٢ab	٣/٥٤e	٢/٢٥e	١/٥٣bc	٠/٦٩bc	٠/٣٦de	٢١١bcd	٢٦/٦٨bcd	٨/١cdef
K3651/2	٣٧٧١a	١٥cde	٣٣a	٤٨٣a	٤٢١a	٧٤٣b	٠/٦٧ab	٤/٨٨ab	٢/٧٧bc	١/٩٢ab	٠/٨١a	٠/٤٠bcd	٣٥١a	٢٢/٦٠ef	٩/٠٢cd
K3651/1	١٨٣٤cdef	١٣ef	١٥hi	٢٠٤efg	٣٣٦ef	٨٢٩a	١٨ab	٣/٤٨e	٢/٢٨e	١/٢١c	٠/٥٩d	٠/٤٨a	١٩٥cd	١٨/١٠g	١٠/٥b
A679	٢٠٤١cdef	١٦c	٢٣cdef	٣٧٩b	١٨٤f	٧٧٥ab	٠/٨٩ab	٤/٠٣d	٢/٣٧de	١/٦٨ab	٠/٥٢e	٠/٣٣ef	٢٣١bcd	١٩/٨gf	٨/٩cd
K166A	٢٣٧٥bcd	١٦c	٢٠fg	٣٧٠bc	٣٧٤abc	٧١٩b	٢ab	٤/٣٨cd	٢/٥٩cd	١/٧٩ab	٠/٦٩bc	٠/٤٢abcd	٢٦٢bc	٣٠/٧٤a	٧/٤f
K3544/1	١٩٣٨cdef	١٣def	٢٦bcde	٣٧٥bc	٣٠٨abc	٧٣٧b	١ab	٤/٠٩d	٢/٧٧e	١/٨٢ab	٠/٦٩bc	٠/٤١abcd	٢٠٤cd	٢٥/٠٣cde	٩/٢bc
K166B	٣٥٢١ab	١٣def	٢٨abcd	٣٦٣bcd	٣٠٧abc	٧٨٠ab	١٢ab	٤/٢٢cd	٢/٣٠e	١/٩١ab	٠/٧٤ab	٠/٣٨cde	٢٩٦ab	٢٦/٧٦bc	٧/٦ef
K3640/5	٨٥٤ef	١٥cde	١٢i	١٨٣g	٣٠١cde	٧٤٧b	١٦ab	٤/٠٨d	٢/٨٥bc	١/٢٣c	٠/٦٣cd	٠/٤٦ab	٢١٥cd	٢٤/٩٠cde	١١/٩a
K47/2-2-1-21-2-1-1-1	١٩١٦cdef	١٦c	٢٤def	٤١٣ab	٤٠١ab	٧١٥b	٦ab	٤/٨٤ab	٣/٠٠ab	١/٨٤ab	٠/٦٩bc	٠/٤٥abc	٢٧٥abc	٢٣/٧٨de	٨/٣cdef
K47/2-2-1-3-3-1-1-1	٣٢٠٩abc	٢٠a	٢٣def	٤٤٩ab	٣٨٨ab	٧٥٧b	١ab	٤/٩ab	٢/٩٨ab	١/٩٢ab	٠/٦٤cd	٠/٤٣abcd	٢٤٠bc	٢٥/٢٤bcde	٨/٢cdef
K19	٣٢٧١abc	١٥cd	٢١efg	٣٦٣bcd	٣٠٥abc	٧٦٨ab	١ab	٤/٨٥ab	٢/٦٩c	٢/١٤a	٠/٦١cd	٠/٢٩f	٢٥٥bc	٣٠/٢٢a	٧/٨def
K19/1	١٩١٦cdef	١٤cde	٢٨abc	٤٢٣ab	٣٤٧abcd	٧٣٨b	٥ab	٤/٠٧d	٢/٣٠e	١/٧٧ab	٠/٦٩bc	٠/٤٢abcd	٢٣٦bcd	٢٧/٦٠abc	٨cdef
میانگین	٢٢١٠	١٥	٢٢	٣٤٢	٣٣٧/٢	٧٥٣/٢	٥/٧٢	٤/٣١	٢/٥٧	١/٧٤	٠/٦٤	٠/٤١	٢٥٠	٢٥/٤٢	٧/٧١

ارقام دارای حروف مشابه در یک ستون اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ٤ – ضرایب همبستگی ساده برخی صفات اینبرد لاین‌های ذرت در شرایط تنش گرما

صفات مورد بررسی	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥
۱- عملکرد دانه	۱														
۲- تعداد ردیف دانه	۰/٦۷**	۱													
۳- تعداد دانه در ردیف	۰/۸۹**	۰/٦٦**	۱												
٤- تعداد دانه در بلال	۰/۹۰**	۰/٦٦**	۰/۹۹**	۱											
٥- وزن هزار دانه	۰/۸۱**	۰/٥۷*	۰/٦٦**	۰/٦٦**	۱										
٦- وزن هکتولیتر	۰/۳۷ns	۰/۲٥ns	۰/٤۷ns	۰/٤۹ns	۰/۱٦ns	۱									
۷- درصد سقط دانه	-۰/۱٥ns	-۰/۲۸ns	-۰/۲٤ns	-۰/۲۰ns	-۰/۱۱ns	۰/۳٤ns	۱								
۸- قطر بلال	۰/٥٦*	۰/۷۹**	۰/٥۱*	۰/٥۳*	۰/٥۸*	۰/٤۷ns	-۰/۰۳ ns	۱							
۹- قطر چوب بلال	۰/۰٤ns	۰/٤۸ns	-۰/۰۳ns	-۰/۰۱ns	۰/۲۰ns	-۰/۰٦ns	-۰/۰۹ns	۰/٥٦*	۱						
۱۰- عمق دانه	۰/۸۸**	۰/۷۳**	۰/۹۳**	۰/۹٤**	۰/٦۸**	۰/٤۳ns	-۰/۱٤ns	۰/٦٤**	-۰/۰٦ns	۱					
۱۱- عرض دانه	-۰/۳۰۷ns	-۰/٤۱۱ns	-۰/۳۲۸ns	-۰/۳۱۱ns	-۰/۲۳۰ns	-۰/٤۷۲ns	۰/۱۷٥ns	-۰/۲۲۲ns	۰/۰٥۰ns	-۰/۲۱۳ns	۱				
۱۲- قطر دانه	۰/٥۲٤*	۰/٤۲٤ns	۰/٥۲٦*	۰/٥۰۳ns	۰/۸٦۹**	۰/۰٤٤ns	-۰/۱۲۱ns	۰/۳٤٦ns	۰/۲٤۸ns	۰/٤۳۸ns	-۰/۱۱۱ns	۱			
۱۳- وزن ماده خشک دانه	۰/٥٥۱*	۰/۷٤۳**	۰/٦٥۹**	۰/٦۳٦*	۰/۸۳۹**	۰/۲٤۱ns	-۰/۱۸۹ns	۰/۷۰۲*	۰/۳٤٤ns	۰/٦٦۸ns	-۰/۲۳۷ns	۰/۷٦۷**	۱		
۱٤- درصد پروتئین دانه	-۰/٥۹۲*	-۰/٦٦٦**	-۰/٥٦۳*	-۰/٥۷۱*	-۰/٤۳۷ns	-۰/۲۲۸ns	۰/۲۱۰ ns	-۰/۳۱۸ns	-۰/۳٦٦ns	-۰/٦٤۸**	۰/٥۳۱*	-۰/۱۳۹ns	-۰/۳٦٦ns	۱	
۱٥- درصد رطوبت بذر	۰/۱۹۱ns	۰/۰۱۳ns	۰/۰۳۷ns	۰/۰۰۹ns	۰/۲۸۰ ns	-۰/٤۰٦ns	-۰/۲۸٦ns	-۰/۰۸۷ns	۰/۰۳٥ns	-۰/۰٤ns	۰/۰٥۰ ns	۰/۳٦۰ ns	۰/۲۳۰ ns	۰/۰٦۰ ns	۱

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ٥٪ و ۱٪

جدول ۵ – ضرایب همبستگی ساده برخی صفات اینبرد لاین‌های ذرت در شرایط بدون تنش

صفات مورد بررسی	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥
۱- عملکرد دانه	۱														
۲- تعداد ردیف دانه	۰/۳۲ ns	۱													
۳- تعداد دانه در ردیف	۰/۵۸*	-۰/۲۲ ns	۱												
٤- تعداد دانه در بلال	۰/۷۳**	۰/۳٦ns	۰/۸۰**	۱											
٥- وزن هزار دانه	۰/۳۷ns	۰/۱۱ ns	۰/۳۲ns	۰/٤۱ns	۱										
٦- وزن هکتولیتر	۰/۱۹ns	۰/۰۸ns	-۰/۳۰ ns	-۰/۳۰ ns	-۰/٥٦ns	۱									
۷- درصد سقط دانه	-۰/٤۹ns	-۰/٥۹*	-۰/۳۸ns	-۰/۱۷**	-۰/۱۷ns	۰/۲۳ns	۱								
۸- قطر بلال	۰/٤۹ns	-۰/۷۸**	۰/۰۲ns	۰/٤۹ns	۰/۵۸*	-۰/۱۷ns	-۰/٦۰*	۱							
۹- قطر چوب بلال	۰/۱۹ns	۰/۸٦**	-۰/۲۸ns	۰/۲۱ns	۰/۳۱ns	-۰/۰۷ns	-۰/٤۰*	۰/۸٦**	۱						
۱۰- عمق دانه	۰/٦٤**	۰/۳۸ns	۰/٤۱ns	۰/٦٥**	۰/٦۱*	-۰/۲٦ns	-۰/٦۹**	۰/۷٤**	۰/۳۱ns	۱					
۱۱- عرض دانه	۰/۵۸٦*	۰/۱۷۳ns	۰/٦۸٦**	۰/۷۵۸**	۰/۵۸۸*	-۰/۳٦۸ns	-۰/۲۹۹ns	۰/٤٦٤ns	۰/۳۷۵ns	۰/٤٦٥ns	۱				
۱۲- قطر دانه	۰/۱۰۸ns	-۰/٤۲٦ns	۰/٤۹۹ns	۰/۱۷٦ns	۰/٦۹٤**	-۰/۵۲۷*	۰/۱۵۷ns	۰/۰۳۰ ns	۰/۱٦۸ns	۰/۱۹۵ns	۰/۵٤٤*	۱			
۱۳- وزن ماده خشک دانه	۰/۵٤*	-۰/۰۵۰ ns	۰/٤۵۰ ns	۰/۳۸٤ns	۰/٦۳۸*	-۰/۳۲۸ns	-۰/۰٤۳ns	۰/٤۲۵ns	۰/۱۲۷ns	۰/٤۹۷ns	۰/٦۱۷**	۰/٦۹۹**	۱		
۱٤- درصد پروتئین دانه	-۰/۵۸۲*	-۰/۷۹ns	-۰/٦۰۲*	-۰/٦۸۲**	-۰/۳۷۵ns	۰/۲۹۲ns	۰/۵۱۹*	-۰/۲٦۳ns	۰/۱۰٤ns	-۰/۷۲٦**	-۰/۵٤۲*	-۰/۲۱۱ ns	-۰/۳٤۲ns	۱	
۱۵- درصد رطوبت بذر	۰/۰۵۳ns	-۰/۰۹۵ns	۰/۰۷۰ ns	۰/۰۷۳ns	۰/۵۳۳*	۰/٥٦٤*	-۰/۱٦۳ns	۰/۱۹۰ ns	-۰/۰۱٦ns	۰/٤٥٦ns	۰/۳۲۷ns	۰/۳۷۹ns	۰/۲۰۹ns	۰/۵۲۰*	۱

ns * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ٦ - تجزیه رگرسیونی گام به گام عملکرد دانه (متغیر وابسته) با سایر صفات مورد مطالعه در اینبرد لاین‌های ذرت در شرایط تنش گرما و بدون تنش

شرایط	مرحله	صفت وارد شده به مدل	X_1	X_2	X_3	خطای استاندارد	ضریب تبیین R^2	مقدار F برای ضرائب در معادله نهایی
تنش گرما	۱	تعداد دانه در بلال (X_1)	۰/۸۹۹	–	–	۰/۸۰۲	۰/۸۰۹	۵۵/۰۷۵**
	۱	تعداد دانه در بلال (X_1)	۰/۷۳۰	–	–	۱/٤۷۳	۰/٥۳۳	۱٤/۸٤۳*
بدون‌تنش	۲	وزن هکتولیتر (X_2)	۰/۸٦۳	۰/٤٤٦	–	٤/۰۲۹	۰/۷۱٤	۱٤/۹۸۹**
	۳	وزن هزار دانه (X_3)	۰/۷٤۹	۰/٦٥٥	۰/٤۳۱	۱/۷۷٤	۰/۸۲۹	۱۷/۷۹٥**

نتایج تجزیه به عامل‌ها در لاین‌های ذرت در جدول (۷) نشان داده شده است. در این جدول میزان واریانس هر عامل بر حسب درصد، اهمیت آن را در تفسیر تغییرات کلی داده‌ها نشان می‌دهد. میزان اشتراک صفت نشان دهنده بخشی از واریانس آن صفت است که با عامل‌های مشترک ارتباط دارد. در شرایط تنش گرما و بدون تنش، در مجموع ٤ عامل مستقل، به‌ترتیب ۸۱/۹۲ و ۸۲/۹۰ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. عامل اول در هر دو شرایط عملکرد نامیده شد که در تنش گرما و بدون تنش به‌ترتیب ٤٦/۰٤ و ۳۸/۳۲ درصد از کل واریانس کل داده‌ها را توجیه نمودند. در شرایط تنش گرما صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، عمق دانه، وزن هزار دانه، قطر دانه و وزن ماده خشک دانه ضرایب عاملی مثبت نشان دادند و ٦ صفت اخیر با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند (جدول ٤). در شرایط بدون تنش صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و عمق دانه ضریب عاملی مثبت نشان دادند و طبق جدول ٥، همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه نیز نشان دادند. صفات درصد پروتئین دانه و درصد سقط دانه ضریب عاملی منفی نشان دادند و بر طبق جدول ٥ عملکرد دانه با صفت درصد سقط دانه همبستگی نداشت و با صفت درصد پروتئین دانه همبستگی منفی معنی‌دار نشان داد.

جدول ۷ – نتایج تجزیه عاملی کلیه صفات مورد مطالعه در اینبرد لاین‌های ذرت در شرایط تنش گرما و بدون تنش

صفات	شرایط بدون تنش						شرایط تنش گرما					
	میزان اشتراک	عامل‌ها				صفات	میزان اشتراک	عامل‌ها				
		۱	۲	۳	٤			۱	۲	۳	٤	
تعداد دانه در بلال	۰/۹۰۷	۰/۹۰۱*	۰/۲۰۵	۰/۲۰۹	-۰/۱۰۱	تعداد دانه در ردیف	۰/۹۵۱	۰/۹۱۱*	۰/۰۶۰	-۰/۳۲۹	۰/۱۰۱	
درصد پروتئین دانه	۰/۸٤۲	-۰/۸۳۸*	۰/۰۸۵	-۰/۱۲۷	-۰/۳٤۱	تعداد دانه در بلال	۰/۹٤۷	۰/۹۰٤*	۰/۰٦٦	-۰/۳۲۱	۰/۱۵۰	
تعداد دانه در دیف	۰/۸۸۸	۰/۷۹۱*	-۰/۳۲٦	۰/۳٦۸	-۰/۱٤٦	عملکرد دانه	۰/۸۵۹	۰/۸۷۹*	۰/۱۰۳	-۰/۲۷۲	۰/۰۳۹	
عملکرد دانه	۰/۷۸۸	۰/۷۷۵*	۰/۲۷۳	۰/۱۹۹	-۰/۲۷۱	عمق دانه	۰/۸۹٦	۰/۸۷۱*	۰/۱۰۳	-۰/۲۷۲	۰/۰۳۹	
درصد سقط دانه	۰/۸٤۲	-۰/۷۲۲*	-۰/٤۵۸	۰/۲۰۲	-۰/۲٦٦	وزن هزار دانه	۰/۸۸۳	۰/۸۰٦*	۰/٤۲۵	۰/۱۵۱	-۰/۱۷٦	
عمق دانه	۰/۸٤٤	۰/٦۹۷*	۰/٤۰۷	۰/۲٦۸	۰/۳٤۷	قطر دانه	۰/۸۰۲	۰/۷۱۰*	۰/۳٤۵	۰/۲۸۷	-۰/۳۰۹	
قطر چوب بلال	۰/۹۲۱	-۰/۰٤۸	۰/۹۵٤*	۰/۰۹۲	۰/۰۰۷	وزن ماده خشک دانه	۰/۸۳۰	۰/٦۷۰*	۰/٦۰٦*	۰/۰۱۷	-۰/۱۱٦	
تعداد ردیف دانه	۰/۹۲۵	۰/۱۹۳	۰/۹۱٤*	-۰/۲۲۷	-۰/۰۰۳	قطر چوب بلال	۰/۹۱٦	-۰/۰۱۹	۰/۹۵۲*	۰/۰٤۰	-۰/۰۹۲	
قطر بلال	۰/۹۷۹	۰/۳۰٤	۰/۸۹۰*	۰/۲۷۸	۰/۱۲۸	تعداد ردیف دانه	۰/۸۷۹	۰/٤۹۹	۰/۵۹٤*	-۰/٤۹۱	۰/۰٦۰	
قطر دانه	۰/۹۰٦	۰/۰٦٦	-۰/۲۷۲	۰/۸۹۹*	۰/۱۳۹	قطر بلال	۰/۹۱۱	۰/۳۸۳	۰/۷۹٦*	-۰/۱۳۷	۰/۳۳۵	
وزن هزار دانه	۰/۸۷۰	۰/۲٤٦	۰/۲٦٦	۰/۸۲۸*	۰/۲۲۸	درصد پروتئین دانه	۰/۷۲۵	-۰/٤۲٦	۰/۱٤۲	۰/۷۱۹*	-۰/۰۷٤	
وزن ماده خشک دانه	۰/۷٤۷	۰/۲۵۱	۰/۱۳۷	۰/۸۱٦*	۰/۰۱۷	عرض دانه	۰/٤٦۸	-۰/۰۹٦	-۰/۰۹۳	۰/٦۵۱*	-۰/۱٦۲	
درصد رطوبت بذر	۰/۸۰۳	۰/۱۷٤	-۰/۰٦۹	۰/۲۹٦	*۰/۸۲٤	درصد سقط دانه	۰/۷۸۹	-۰/۰۳۰	-۰/۰۹۸	۰/۵۵۵*	۰/٦۸۵*	
عرض دانه	۰/۵٤۰	۰/۲۰۱	-۰/۳۰۲	۰/۱۲۱	*۰/٦۲۸	وزن هکتولیتر	۰/۷۷۸	۰/۳۰۳	۰/۰۷۸	-۰/۱٤۹	۰/۸۱۱*	
وزن هکتولیتر	۰/٦۳۲	-۰/۱۲۱	۰/۰٦٤	-۰/٤۹٦	-۰/٦۰٦*	درصد رطوبت بذر	۰/٦۵۲	۰/۱۷۲	-۰/۰۱۳	۰/۲۵٤	-۰/۷٤۷*	
واریانس نسبی		۳۸/۳۲	۲۱/۱۸	۱٤/۳۱	۹/۰۹	واریانس نسبی		٤٦/۰٤	۱۵/٦۳	۱۱/٦٦	۸/۵۸	
واریانس تجمعی		۳۸/۳۲	۵۹/۵۰	۷۳/۸۱	۸۲/۹۰	واریانس تجمعی		٤٦/۰٤	٦۱/٦۸	۷۳/۳۳	۸۱/۹۲	

* نشاندهنده ضریب عاملی معنی‌دار است.

با توجه به نتایج جونز و همکاران (١٩٨٥)، جانسون (٢٠٠٠) و لوئر (٢٠٠٦) افزایش دما منجر به افزایش درصد سقط دانه می‌شود از طرفی طبق تحقیق ویلهلم و همکاران (١٩٩٩) افزایش درصد پروتئین در دانه ناشی از مقدار نشاسته کمتر است که با توجه به اینکه در غلات نشاسته اهمیت به سزایی دارد عامل اول باعث کاهش درصد پروتئین و افزایش نشاسته در بذور می‌شود. بنابراین بالا بودن عامل اول در هر دو شرایط شاخص مهمی برای ارزیابی و اصلاح ژنوتیپ‌های ذرت به حساب می‌آید. عامل دوم در شرایط تنش گرما و بدون تنش مورفولوژی بلال نامیده شد و به‌ترتیب ١٥/٦٣ و ٢١/١٨ درصد از تغییرات داده‌ها را شامل شد (جدول ٧). در هر دو شرایط صفات قطر چوب بلال، قطر بلال و تعداد ردیف دانه ضریب عاملی مثبت نشان دادند. در نتیجه با توجه به سهولت تشخیص این صفات بالا بودن این عامل مهم در هر دو شرایط باید مد نظر قرار گیرد که با نتیجه شعاع حسینی و همکاران (٢٠٠٨) در شرایط تنش خشکی مطابقت دارد، این محققین نیز اذعان داشتند که صفت قطر بلال می‌تواند برای افزایش عملکرد مفید باشد. عامل سوم در هر دو شرایط مشخصات دانه نام‌گذاری شد. این عامل در شرایط تنش و بدون تنش بترتیب ١١/٦٦ و ١٤/٣١ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد. در شرایط تنش صفات درصد سقط دانه، درصد پروتئین دانه و عرض دانه و در شرایط بدون تنش صفات قطر دانه، وزن هزار دانه و وزن ماده خشک دانه ضرایب عاملی مثبت نشان دادند. در شرایط تنش عملکرد دانه با صفات درصد سقط دانه و عرض دانه همبستگی نداشت و با درصد پروتئین دانه همبستگی منفی و معنی‌دار نشان دادند (جدول ٤) که با توجه به موارد اشاره شده در مورد عامل اول در شرایط بدون تنش، پایین بودن عامل سوم در شرایط تنش مفید است اما، بالا بودن این عامل در شرایط بدون تنش با توجه به اینکه صفات قطر دانه، وزن هزار دانه و وزن ماده خشک دانه همگی مفید هستند، مدنظر است. در عامل چهارم در شرایط تنش طبق جدول ٧، صفت وزن هکتولیتر ضریب عاملی مثبت و صفت درصد رطوبت دانه ضریب عاملی منفی نشان داد و هر دو ٨/٥٨ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. در شرایط بدون تنش در این عامل طبق جدول ٨ صفات درصد رطوبت دانه و عرض دانه ضریب عاملی مثبت و صفت وزن هکتولیتر ضریب عاملی منفی نشان دادند و هر سه صفت ٩/٠٩ تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. عملکرد دانه با صفت عرض دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد (جدول ٥). با توجه به اینکه وزن هکتولیتر صفت مناسبی برای سیلو می‌باشد در شرایط تنش بالا بودن آن باید

مدنظر قرار گیرد. در شرایط بدون تنش صفات درصد رطوبت بذر و عرض دانه ضریب عاملی مثبت اما صفت وزن هکتولیتر ضریب عاملی منفی نشان دادند که باید پایین بودن آن مدنظر قرار گیرد. زینالی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که در تجزیه به عامل‌ها، ۷ عامل مستقل، مجموعاً ۷۹/۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. خصوصیات فنولوژیکی و برگ بلال به عنوان عامل‌های اول و دوم در مجموع ٤٠ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. چوکان و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی ۵۲ لاین ذرت با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی گزارش کردند که ۷ مؤلفه اصلی مجموعاً ۸۳/۵ درصد از تغییرات کل را تبیین کردند. مؤلفه اول شکل پدانکل و بلال و مؤلفه دوم قطر بلال و شکل دانه را شامل می‌شد.

با در نظر گرفتن همبستگی صفات مختلف با عملکرد دانه و ویژگی هر یک از عامل‌ها، در برنامه‌های اصلاحی جهت افزایش عملکرد دانه بایستی در شرایط تنش گرما بالا بودن عامل اول، دوم و چهارم و پایین بودن عامل سوم و در شرایط بدون تنش بالا بودن عامل اول، دوم و سوم و پایین بودن عامل چهارم مد نظر قرار گیرد. سهولت تشخیص یا اندازه‌گیری صفت یا صفاتی‌که با عملکرد بالا رابطه داشته باشند، دارای اهمیت خاص در برنامه‌های به‌نژادی می‌باشد. بطوری که این صفات بایستی به راحتی قابل تشخیص باشند و باعث سهولت در گزینش و افزایش کارایی آن گردد. نظر به اینکه در شرایط تنش، لاین K166B بیشترین عملکرد دانه و تعداد دانه در بلال را داشت و با توجه به اینکه نتایج همبستگی نشان داد که بیشترین همبستگی عملکرد دانه با صفت تعداد دانه در بلال می‌باشد. همچنین با توجه به نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام که در شرایط تنش گرما تنها این صفت وارد مدل شد و در ضمن این صفت ضریب عاملی مثبت در عامل اول نشان داد و بالا بودن عامل اول مد نظر است، می‌توان این صفت را به عنوان بهترین شاخص ارزیابی در شرایط تنش معرفی نمود. در شرایط بدون تنش صفت تعداد دانه در بلال با عملکرد دانه بالاترین همبستگی را نشان داد اما وزن هزار دانه با عملکرد دانه همبستگی نداشت. در رگرسیون گام به گام هم تعداد دانه در بلال اولین صفت و وزن هزار دانه سومین صفتی بود که وارد مدل گردید. در تجزیه به عامل‌ها صفات تعداد دانه در بلال در عامل اول و وزن هزار دانه در عامل سوم ضریب عاملی مثبت به خود اختصاص دادند و بالا بودن هر دو عامل مد نظر است. پس می‌توان نتیجه گیری کرد که صفت تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه مهمترین صفات یا شاخص جهت شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در شرایط بدون تنش می‌باشند.

منابع

Ahmadi, J., Zeinali Khanghah, H., Rostami, M.A. and Choukan, R. 2000. Study of drought resistance indices and use of biplot method in grain corn hybrids. Agric. Sci. J. 31(4): 513- 523.

Ahmadzadeh, A. 1997. Determination of the best drought tolerance index in selected maize (*Zea mays* L.) lines. M.Sc Thesis of Plant Breeding, Tehran Univ., 238p.

Basafa, M. 2004. Study yield and correlation phenotypical different traits with grain yield in new premature corn (*Zea mays* L.) hybrids. The 8th Crop Prod. Breed. Con. Iran, Guilan Univ. 16p.

Choukan, R., Hosseinzadeh, A.A., Ghanadha, M.R., Talei, A.R. and Mohammadi, A. 2005. Classification of maize inbred lines based on morphological traits. Plant and Seed. 21(1): 139- 157.

Choukan, R., Hosseinzadeh, A., Ghanadha, M.R., Warburton, M.L., Talei, A.L. and Mohammadi, S.A. 2006. Use of SSR data to determinate relationships and potential heterotic groupings within medium to late maturing Iranian maize inbred lines. Field Crops Res. 95:212-222.

Davani, A. 1998. Study adaptation six cultivar corn single cross in two region of Dashti city. M.Sc Thesis of Plant Breeding. Tehran Univ.

Estakhr, A., and Choukan, R. 2006. Study yield component yield and correlation between their in inner and outer hybrids. Agric. Sci. J. 37(1): 85- 91.

Hosseini, Z., 1990. Common Methods in Foodstuffs Analysis. Shiraz University Press. 210p.

Johnson C., 2000. Ag answers: post-pollination period critical to corn yeilds. Agricultural Communication Service, Purdue University.

Jones, R.J., Roessler, J.A., and Ouattar, S. 1985. Thermal environment during endosperm cell division in maize: Effects on number of endosperm cells and starch granules. Crop Sci. 25: 830-834.

Khajenouri, A. 1996. Advanced Statistic and Biometry. Tehran Univ. Press. 476 p.

Khodarahmpour, Z., Choukan, R., Bihamta, M.R., and Majidi Hervan, E. 2009. Genetic control of heat tolerance in maize (*Zea mays* L.) inbred lines and hybrids using diallel cross analysis in the north Khuzestan condition. Ph. D Thesis of Plant Breeding, Islamic Azad University. 168 p.

Lauer, J. 2006. Concerns about drought as corn pollination begins. Wiscosin Crop Manager.

Shoae Hosseini, M., Farsi, M., and Khavari Khorasani, S. 2008. Study effects water deficit stress on yield and components yield in some grain corn hybrid with use of path analysis. Agric. Knowledg J. 18(1): 71- 85.

Soltani, A. 1998. Application of SAS in Statistical Analysis (for Agriculture). JDM Press. 166 p.(In Persian)

Wilhelm, E.P., Mullen, R.E., Keeling, P.L., and Singletary, G.W. 1999. Heat stress during grain filling in maize effects on grain growth and metabolism. Crop Sci. 39: 1733-1741.

Yazdan Dost Hamedani, M., and Rezaei, A. M. 2001. A study of morphological and physiological basis of corn yield via path analysis. J. Agric. Sci. 32(3): 671-680.

Zadtot Aghaj, S., Kazemi Tabar, S.K., Amini, A., and Khalili, M. 2000. Study traits correlation and path analysis in corn late hybrids in normal and drought stress condition in grain filling stage. The 6th Crop Prod. & Breeding Con. Iran, Babolsar. 102 p.

Zeinali, H., Nasrabadi, A., Hosseinzadeh, H., Choukan, R., and Sabokdast, M. 2005. Factor analysis in grain corn hybrid cultivars. Agric. Sci. J. 36(4): 895- 902.

EJCP., Vol. 4 (2): 31-50
ejcp.gau@gmail.com

Multivariate analysis some quantitative traits in maize inbred lines under heat stress condition

***Z. Khodarahmpour[1], R. Choukan[2] and B. Hosseinpour[3]**
[1]Assistant Prof. of Islamic Azad University Shushtar Branch, [2]Associate Prof. Seed and Plant Improvement Institute, [3]Assistant Prof. of Iranian Research Organization of Science and Technology

Abstract

In order to determine the best index for evaluating maize genotypes, 15 maize inbred lines were evaluated in two planting dates, 6 July to coincide heat stress with pollination time and 27 July as normal planting to avoid high temperature during pollination and grain filling period, using a randomized complete block design with three replications, in Shushtar city, in 2007. Result showed that in stepwise regression analysis for heat stress condition, grain number per ear was the single trait that entered in model but, for normal condition, grain number per ear, hektolitr weight and 1000 grain weight were entered in model, respectively. Factor analysis, for heat stress and normal conditions indentified four independent factors which explained 81.92 and 82.90 percent of all variations, respectively. Under both, heat stress and normal conditions, first factor yield, second factor ear morphology and third factor grain characteristic named. But fourth factor in stress condition hektolitr weight and grain moisture percent and in normal condition grain moisture percent, hektolitr weight and grain width named. Based on the results, grain number per ear under heat stress and grain number per ear and 1000 grain weight, revealed as suitable traits which can discriminate maize genotypes.

***Keywords*:** Factor analysis; Heat stress; Corn; Inbred lines

* Corresponding authors; Email: Zahra_khodarahm@yahoo.com