دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی همبستگی و روابط علی خصوصیات کمی در ذرت (*Zea mays* L.) در شرایط نرمال و تنش گرما

ز. خدارحم‌پور[۱]

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۳۰

چکیده

به منظور شناخت مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد در اینبرد لاین‌ها و هیبریدهای ذرت، آزمایشی در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در شهرستان شوشتر انجام شد. ۱۵ اینبرد لاین در سال ۱۳۸۸ و ۲۸ هیبرید در سال ۱۳۸۹ در دو تاریخ کاشت ۱۵ تیرماه (انطباق زمان گرده‌افشانی و پرشدن دانه با تنش گرما) و ۵ مرداد ماه (بدون تنش) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که در اینبرد لاین‌ها در شرایط تنش گرما صفات تعداد دانه در بلال، تعداد انشعابات گل‌تاجی و درصد پروتئین دانه و در هیبریدها صفات وزن ماده خشک دانه، عمق دانه و طول پدانکل داخل برگ وارد مدل شدند. در شرایط بدون تنش در اینبرد لاین‌ها صفات دوره پرشدن دانه و تعداد ردیف دانه و در هیبریدها تنها صفت دوره پرشدن دانه وارد مدل شدند. در شرایط تنش در اینبرد لاین‌ها صفت تعداد دانه در بلال، در هیبریدها صفت وزن ماده خشک دانه و عمق دانه و در شرایط بدون تنش در اینبرد لاین‌ها و هیبریدها صفت دوره پرشدن دانه بالاترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه نشان دادند. در مجموع به نظر می‌رسد صفاتی که بیشترین اثر مستقیم را بر ژنوتیپ‌ها در هر شرایط دارند، معیاری مناسب جهت بررسی توان تولید در ژنوتیپ‌های ذرت بوده و در برنامه‌های به‌نژادی برای تولید عملکرد دانه باید مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه علیت، تنش گرما، رگرسیون مرحله‌ای، همبستگی، ذرت

مقدمه

تنش گرما یکی از عوامل عمده محدود کننده تولید ذرت در استان خوزستان است. تنش گرما باعث کاهش عملکرد و کیفیت دانه ذرت می‌شود. پولمن و اسلیپر (۱۱) گزارش نمود که اگر گرما و خشکی در هنگام گلدهی بروز کنند، باعث کاهش تعداد دانه‌های تشکیل شده در هر بلال و سقط دانه‌ها می‌شوند و به همین لحاظ، میزان خسارت شدیدتر خواهد بود. تنش دمای بالا (بالاتر از ۳۸ درجه سانتیگراد) باعث کاهش قابلیت حیات دانه گرده

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

می‌شود. جانسون (۸) اذعان داشت که یکی از دلایل دانه‌بندی ناقص گرده‌افشانی ناموفق است که آن هم به دلیل تخمک‌هایی است که هرگز لقاح نیافته‌اند. آخرین دانه‌ها برای لقاح در نوک بلال هستند و اغلب مستعد برای سقط می‌باشند. لوئر (۹) بیان داشت 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. زادتوت آغاج و همکاران (۱۵) در بررسی همبستگی صفات در هیبریدهای دیررس ذرت دریافتند که در شرایط بدون تنش خشکی صفات وزن هزار دانه، 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، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف و تعداد برگ بالای بلال با عملکرد دانه همبستگی معنی‌دار دارند. باصفا (۲) بیشترین همبستگی را بین تعداد دانه در ردیف و دانه در بلال با عملکرد دانه در ۶ هیبرید جدید ذرت گزارش نمود. استخر و چوگان (۳) گزارش کردند که بیشترین همبستگی عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت به ترتیب با صفات عمق دانه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف بود. رحمتی و همکاران (۱۲) گزارش کردند که عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف بود. لمون (۱۰) و فاولر (۵) گزارش دادند، همبستگی بین عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه منفی و معنی‌دار بود. یزدان دوست همدانی و رضایی (۱۴) 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. نتایج تجزیه علیت نشان داد که تعداد دانه در بلال بالاترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارد. زینالی و همکاران (۱۶) گزارش کردند که ارتفاع بوته، وزن ۳۰۰ دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد کل برگ در مجموع ۷۲/۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. فاطمی و همکاران (۴) با بررسی هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ تحت رژیم‌های مختلف آبیاری گزارش کردند که ASI بیشترین اثر مستقیم منفی را روی عملکرد داشته است. شعاع حسینی و همکاران (۱۳) اعلام کردند که در شرایط تنش خشکی صفات قطر بلال، تعداد دانه در ردیف و طول بلال و در شرایط بدون تنش عمق دانه، تعداد دانه در ردیف و ارتفاع گیاه جهت افزایش عملکرد مفید می‌باشند. عزیزپور و آفرینش (۱) گزارش کردند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه،

1- Anthesis Silking Interval

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

تعداد برگ بالای بلال، قطر بلال و تعداد دانه در ردیف موجود و بین عملکرد دانه و ASI همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد. صفات تعداد کل دانه در بلال و فاصله بین ظهور گرده تا ظهور کاکل تأثیر مستقیمی روی عملکرد دانه گذاشته و به عنوان صفات رده اول تأثیرگذار روی عملکرد دانه محسوب می‌شوند. صفات مذکور توانایی توجیه ۸۲٪ از تغییرات عملکرد دانه را دارا بودند. صفات ارتفاع بلال (فاصله سطح زمین تا گره بلال)، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد برگ در گیاه، قطر بلال و وزن هزاردانه اثرات غیرمستقیمی از طریق سایر صفات روی عملکرد دانه داشته و به عنوان صفات رده دوم برای عملکرد دانه محسوب شدند. حیدری و همکاران (۷) با استفاده از صفات موجود در مدل‌های رگرسیون مرحله‌ای گزارش کردند که صفات تعداد کل بذر در بلال و ارتفاع بلال به عنوان مهمترین صفات مؤثر روی عملکرد وارد مدل شدند و جمعاً ۷۶ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند.

مطالعه حاضر با هدف شناخت مهم‌ترین صفات زراعی و مورفولوژیک مؤثر بر عملکرد دانه و تعیین سهم نسبی آنها به منظور دستیابی به معیارهای گزینش در برنامه‌های به‌نژادی در دو شرایط تنش گرما و بدون تنش انجام گردید.

مواد و روشها

این تحقیق در دو سال زراعی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹در شهرستان شوشتر (منطقه گرمسیری واقع در استان خوزستان) با مشخصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی با ۱۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. در این بررسی ۱۵ اینبرد لاین در سال ۱۳۸۸ در تاریخ ۱۵ تیرماه و ۵ مردادماه در دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت گردیدند. ۱۵ تیرماه تاریخ کاشتی است که گرده‌افشانی، لقاح و دوره پرشدن دانه به تنش گرما برخورد می‌نماید و تاریخ کاشت ۵ مردادماه تاریخ کاشت رایج منطقه (شاهد) می‌باشد. در هر تکرار، هر ژنوتیپ در سه خط ۹ متری به فاصله ۷۵ سانتی‌متر کشت گردید بطوریکه در روی هر خط کاشت ۴۵ کپه با فاصله ۲۰ سانتیمتر ایجاد شد و در هر کپه ۲ عدد بذر قرار گرفت و بعد از مرحله ۶ برگی بوته اضافی حذف و در هر کپه یک بوته نگهداری گردید. کلیه مراحل کاشت و داشت طبق عملیات معمول منطقه صورت پذیرفت. همچنین ۲۸ هیبرید ذرت (حاصل تلاقی ۸ لاین برگزیده با واکنش‌های متفاوت به گرما (۳ لاین حساس (K3651/1، A679 و K3640/5)، ۲ لاین متوسط (K19 و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

K47/2-2-1-21-2-1-1-1) و ۳ لاین متحمل به تنش گرما (K166A، K166B و K18) در سال ۱۳۸۹ در دو تاریخ ذکر شده کشت گردیدند. حداقل و حداکثر دمای مطلق مزرعه تحقیقاتی در زمان گرده‌افشانی تاریخ کاشت تنش به ترتیب ۲۹ و ۴۵ درجه سانتیگراد در سال ۱۳۸۸ و ۳۰ و ۴۶ درجه سانتیگراد در سال ۱۳۸۹ و بدون تنش ۲۳ و ۳۸ درجه سانتیگراد در سال ۱۳۸۸ و ۲۵ و ۳۸ درجه سانتیگراد در سال ۱۳۸۹ بود. در هر دو سال به منظور بررسی صفات هر ژنوتیپ از هر کرت آزمایشی خط اول و سوم بعنوان حاشیه در نظر گرفته شد و صفات زیر یادداشت برداری گردید: تاریخ آزاد شدن گرده، تاریخ ظهور ابریشم بلال، ASI، طول دوره رشد گیاه از سبز شدن تا پایان رسیدگی فیزیولوژیکی به روز، طول پرشدن دانه، سرعت پرشدن دانه (از تقسیم وزن ماده خشک نهایی دانه به طول دوره پرشدن دانه بدست آمد). جهت اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی، با در نظر گرفتن نیم متر از بالا و پائین خط وسط بعنوان حاشیه، از ۸ متر وسط ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب و صفات زیر اندازه‌گیری گردید: تعداد برگ بالای بلال، تعداد برگ پایین بلال، تعداد برگ کل بوته، طول پدانکل گل تاجی، طول پدانکل خارج از برگ پرچم، طول پدانکل داخل برگ، تعداد انشعابات گل تاجی، طول محور گل تاجی، طول محور گل تاجی بالای آخرین انشعاب، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال. پس از رسیدگی فیزیولوژیکی دانه، با در نظر گرفتن نیم‌متر از بالا و پایین هر خط بعنوان حاشیه، از ۸ متر خط وسط، ۵ بلال از ۵ 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 (قطر بلال منهای قطر چوب بلال تقسیم بر دو)، عرض دانه، قطر دانه، وزن دانه، وزن هزار دانه، وزن هکتولیتر و درصد سقط دانه (تعداد دانه‌های سقط یافته تقسیم بر تعداد کل دانه‌ها ضربدر صد) اندازه‌گیری شد. سایر بلال‌های برداشت شده از خط وسط نیز به آزمایشگاه منتقل گردید. از ۸ متر خط وسط عملکرد دانه، وزن ماده خشک دانه، درصد رطوبت بذور و درصد پروتئین دانه با استفاده از روش کجلدال (۶) اندازه‌گیری گردید. تجزیه واریانس، همبستگی، رگرسیون مرحله‌ای و تجزیه علیت با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS[1] انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین اینبرد لاین‌ها در مورد صفات مورد مطالعه، بجز صفت وزن ماده خشک دانه و طول پدانکل برگ در هر دو شرایط و

1- Statistical Program for the Social Sciences

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

صفات وزن هکتولیتر و عرض دانه در شرایط بدون تنش و صفت قطر بلال در شرایط تنش اختلاف معنی‌دار وجود دارد. همچنین بین هیبریدها در مورد صفات مورد مطالعه، بجز صفت عرض دانه، وزن ماده خشک دانه و سرعت پرشدن دانه در شرایط بدون تنش اختلاف معنی‌دار وجود دارد که این امر نشان دهندهٔ تنوع بالا بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد. مقایسه میانگین‌های صفات برای ژنوتیپ‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جداول ۱ و ۲ نشان داد (بدلیل حجم زیاد داده‌ها به ذکر برخی نتایج اشاره می‌شود) بیشترین عملکرد دانه در شرایط تنش متعلق به لاین‌های K166B و K166A و هیبریدهای K18×K166B و K18×K47/2-2-1-21-1-1-2 و در شرایط بدون تنش متعلق به لاین‌های K3651/2، K166B، K19 و K47/2-2-1-3-3-1-1-1 و هیبریدهایی چون K18×K166B، K18×K47/2-2-1-21-2-1-1 و K166A×K3640/5 بود. در مورد صفت تعداد دانه در بلال K166B در شرایط تنش بیشترین تعداد دانه را به خود اختصاص داد. بیشترین تعداد انشعابات گل تاجی را لاین‌های K166A، K166B و K19/1 در شرایط تنش نشان دادند. بیشترین درصد پروتئین دانه در دو شرایط متعلق به لاین K3640/5 به خوبی لاین K74/1 در شرایط تنش گرما بود. بیشترین طول دوره پرشدن دانه در شرایط بدون تنش متعلق به لاین K3651/2 و هیبریدهایی چون K3651/1×K166A، K3651/1×K166B، A679×K3640/5، K166A×K166B و K166A×K3640/5 بود. در شرایط بدون تنش لاین‌های K47/2-2-1-3-3-1-1-1 و K47/1 بیشترین تعداد ردیف دانه را داشتند. هیبرید K18×K166B در شرایط تنش بیشترین وزن ماده خشک دانه را به خود اختصاص داد. بیشترین عمق دانه را هیبرید K18×K166B در شرایط تنش نشان داد. بیشترین طول پدانکل داخل برگ را هیبرید K18×K47/2-2-1-21-2-1-1-1 در شرایط تنش به خود اختصاص داد.

نتایج ضرایب همبستگی در شرایط تنش (جدول ۳) نشان داد که در اینبرد لاین‌ها عملکرد دانه به ترتیب با صفات تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، عمق دانه، برگ‌های پایین بلال، کل برگ‌ها، وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه، تعداد انشعابات گل‌تاجی، قطر بلال، وزن ماده خشک دانه و قطر بلال همبستگی مثبت و معنی‌دار، با صفت درصد پروتئین دانه همبستگی منفی و معنی‌دار و با سایر صفات همبستگی نداشت. در هیبریدها در شرایط تنش به ترتیب عملکرد دانه با صفات وزن ماده خشک دانه، عمق دانه، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، قطر بلال، وزن دانه، کل برگ‌ها، وزن هزار دانه، دوره رشد گیاه، ارتفاع بوته، دوره پرشدن دانه، ارتفاع بلال،

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

قطر دانه، برگ‌های پایین بلال، طول پدانکل خارج برگ همبستگی مثبت و معنی‌دار، با صفات سرعت پرشدن دانه، درصد پروتئین دانه و درصد سقط دانه همبستگی منفی و معنی‌دار و با سایر صفات همبستگی نداشت. عملکرد اینبرد لاین‌ها در شرایط بدون تنش با صفات دوره پرشدن دانه، تعداد دانه در بلال، کل برگ‌ها، عرض دانه، تعداد دانه در ردیف، عمق دانه و برگ‌های پایین بلال همبستگی مثبت و معنی‌دار، با صفات ASI و درصد پروتئین دانه همبستگی منفی و معنی‌دار و با سایر صفات همبستگی نداشت. عملکرد هیبریدها در شرایط بدون تنش با صفات دوره پرشدن دانه، طول دوره رشد گیاه، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در بلال همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان دادند. در گزارش باصفا (۲) صفات تعداد دانه در ردیف و دانه در بلال، در مطالعه استخر و چوکان (۳) صفات عمق دانه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف، در بررسی عزیزپور و آفرینش (۱) صفات تعداد برگ بالای بلال، قطر بلال، طول بلال و تعداد دانه در ردیف و در گزارش رحمتی و همکاران (۱۲) صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان دادند. لمون (۱۰) و فاولر (۵) گزارش دادند، همبستگی بین عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه منفی و معنی‌دار بود. در تجزیه رگرسیون گام به گام، عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در مقابل بقیه صفات به عنوان متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفت. در شرایط تنش گرما (جدول ۴) در اینبرد لاین‌ها صفات تعداد دانه در بلال، تعداد انشعابات گل‌تاجی و درصد پروتئین دانه به ترتیب وارد مدل شدند و ۹۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. که دو صفت اول همبستگی مثبت و معنی‌دار و درصد پروتئین دانه همبستگی منفی و معنی‌دار با عملکرد دانه داشتند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مختلف براساس آزمون دانکن (در سطح احتمال ۵٪) برای اینبرد لاین‌های ذرت در شرایط تنش گرما و بدون تنش

لاین‌ها	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		تعداد ردیف دانه		تعداد دانه در بلال		عمق دانه (سانتیمتر)		تعداد انشعاب گل تاجی		طول پدانکل داخل برگ (سانتیمتر)		وزن ماده خشک دانه (میلی‌گرم)		درصد پروتئین دانه		دوره پرشدن دانه (روز)	
	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش
MO17	۶۵^{e}	۶۴۲/۵^{f}	۷^{de}	۹^{g}	۲۶^{d}	۱۹۶^{fg}	۰/۳۵^{bcd}	۰/۸۹^{bc}	۶/۳^{ef}	۷^{e}	۳/۷^{b}	۵^{a}	۲۳۸^{abc}	۲۹۱^{ab}	۱۲/۳۱^{bc}	۹/۲^{bc}	۵۵^{bcde}	۶۰^{gh}
B73	۳۰۱^{de}	۲۱۰۴^{cde}	۱۰^{abcd}	۱۶^{c}	۲۹^{d}	۲۷۶^{def}	۰/۳۵^{bcd}	۰/۹۶^{ab}	۶^{f}	۶/۷^{e}	۷/۵^{ab}	۷/۸^{a}	۲۲۵^{abc}	۲۳۹^{bc}	۱۰/۸۷^{cde}	۸/۹^{cde}	۴۱^{f}	۶۲^{fgh}
K74/1	۱۶۰^{de}	۱۶۲۵^{def}	۸^{cd}	۱۹^{ab}	۳۳^{d}	۲۸۷^{cde}	۰/۳۵^{bcd}	۰/۹۴^{ab}	۱۱^{bc}	۱۰/۷^{cd}	۶/۳^{ab}	۵/۵^{a}	۲۲۶^{abc}	۲۴۳^{bc}	۱۵/۸۴^{a}	۹/۴^{bc}	۴۸^{ef}	۶۱^{gh}
K18	۱۰۹۵^{bc}	۲۱۲۵^{cde}	۱۱^{abc}	۱۲^{f}	۱۵۶^{b}	۳۶۴^{bcd}	۰/۵۵^{b}	۰/۷۷^{bc}	۸/۷^{cde}	۱۱/۳^{bc}	۷/۲^{ab}	۶/۳^{a}	۳۲۷^{a}	۲۱۱^{bcd}	۱۱/۸۳^{bcd}	۸/۱^{cdef}	۷۰^{a}	۶۷^{cd}
K3651/2	۴۱۹^{cde}	۳۷۷۱^{a}	۵^{ef}	۱۵^{cde}	۹^{d}	۴۸۳^{a}	۰/۲۹^{de}	۰/۹۶^{ab}	۹^{cde}	۹/۷^{cde}	۷/۵^{ab}	۷/۵^{a}	۲۳۴^{abc}	۳۵۱^{a}	۱۳/۴۶^{b}	۹/۰۲^{cd}	۵۴^{cde}	۷۶^{a}
K3651/1	۹۰^{de}	۱۸۳۴^{cdef}	۳^{f}	۱۳^{ef}	۱۱^{d}	۲۰۴^{efg}	۰/۳۷^{bcd}	۰/۶۱^{c}	۷/۳^{def}	۷/۷^{de}	۴/۷^{ab}	۵/۵^{a}	۱۵۶^{c}	۱۹۵^{cd}	۱۲/۱۹^{bc}	۱۰/۵^{b}	۵۷^{bcde}	۶۴^{def}
A679	۲۰۳^{de}	۲۰۴۱^{cdef}	۸^{cd}	۱۶^{c}	۴۱^{d}	۳۷۹^{b}	۰/۳۵^{bcd}	۰/۸۴^{ab}	۷^{def}	۸/۷^{cde}	۶^{ab}	۶/۷^{a}	۱۸۱^{bc}	۲۳۱^{bcd}	۱۲/۱۰^{bc}	۸/۹^{cd}	۵۰^{de}	۶۳^{efg}
K166A	۱۶۳۸^{ab}	۲۳۷۵^{bcd}	۱۲^{abc}	۱۶^{c}	۱۲۲^{b}	۳۷۰^{bc}	۰/۵۲^{bc}	۰/۹^{ab}	۱۴^{a}	۱۷/۳^{a}	۸/۲^{a}	۶/۲^{a}	۲۲۹^{abc}	۲۶۲^{bc}	۱۱/۱۷^{cd}	۷/۴^{f}	۵۵^{bcde}	۷۰^{b}
K3544/1	۴۰۰^{de}	۱۹۳۸^{cdef}	۹^{bcd}	۱۳^{def}	۴۲^{d}	۳۷۵^{bc}	۰/۴۴^{bcd}	۰/۹۱^{ab}	۷^{def}	۶/۷^{e}	۶/۲^{ab}	۵^{a}	۱۸۵^{bc}	۲۰۴^{cd}	۱۱/۷۰^{cd}	۹/۲^{bc}	۵۳^{cde}	۶۹^{bc}
K166B	۲۰۳۸^{a}	۳۵۲۱^{ab}	۱۴^{a}	۱۳^{def}	۲۹۳^{a}	۳۶۳^{bcd}	۰/۷۹^{a}	۰/۹۶^{ab}	۱۲/۳^{ab}	۱۴^{b}	۵/۵^{ab}	۶^{a}	۳۰۳^{a}	۲۹۶^{ab}	۹/۵۶^{e}	۷/۶^{ef}	۶۳^{abc}	۷۲^{b}
K3640/5	۳۰^{e}	۸۵۴^{ef}	۱^{f}	۱۵^{cde}	۳^{d}	۱۸۳^{g}	۰/۲۳^{e}	۰/۶۲^{c}	۸^{def}	۱۰/۳^{cd}	۴/۷^{ab}	۷^{a}	۱۶۱^{c}	۲۱۵^{bcd}	۱۵/۳۳^{a}	۱۱/۹^{a}	۴۸^{ef}	۵۹^{h}
K47/2-2-1-21-2-1-1-1	۳۷۳^{de}	۱۹۱۶^{cdef}	۱۲^{abc}	۱۶^{c}	۶۵^{cd}	۴۱۳^{ab}	۰/۴۷^{bcd}	۰/۹۲^{ab}	۷^{def}	۹/۳^{cde}	۷/۲^{ab}	۶/۵^{a}	۳۱۷^{a}	۲۷۵^{abc}	۱۲/۳۸^{bc}	۸/۳^{cdef}	۶۵^{ab}	۶۶^{de}
K47/2-2-1-3-3-1-1-1	۵۸۸^{cde}	۳۲۰۹^{abc}	۱۳^{ab}	۲۰^{a}	۵۴^{cd}	۴۴۹^{ab}	۰/۴۸^{bcd}	۰/۹۶^{ab}	۱۱^{bc}	۱۱/۳^{bc}	۴/۷^{ab}	۷/۷^{a}	۲۶۵^{ab}	۲۴۰^{bc}	۱۱/۷۰^{cd}	۸/۲^{cdef}	۵۹^{bcd}	۶۵^{def}
K19	۵۸۵^{cde}	۳۲۷۱^{abc}	۱۱^{abc}	۱۵^{cd}	۵۶^{cd}	۳۶۳^{bcd}	۰/۴^{bcd}	۱/۱^{a}	۹^{cde}	۸^{de}	۵/۷^{ab}	۶^{a}	۲۴۳^{abc}	۲۵۵^{bc}	۱۰/۲۵^{de}	۷/۸^{def}	۵۶^{bcde}	۷۰^{b}
K19/1	۷۸۵^{cd}	۱۹۱۶^{cdef}	۱۰^{abcd}	۱۴^{cde}	۳۳^{d}	۴۲۳^{ab}	۰/۴۴^{bcd}	۰/۸۹^{ab}	۱۴/۷^{a}	۱۷^{a}	۵/۳^{ab}	۶/۷^{a}	۲۳۴^{abc}	۲۳۶^{bcd}	۱۲/۴۴^{bc}	۸^{cdef}	۴۶^{ef}	۶۷^{cd}

ستون‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مختلف براساس آزمون دانکن (در سطح احتمال ۵٪) برای هیبریدهای ذرت در شرایط تنش گرما و بدون تنش

هیبریدها	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		تعداد ردیف دانه		تعداد دانه در بلال		عمق دانه (سانتیمتر)		وزن ماده خشک دانه (میلی‌گرم)		درصد پروتئین دانه	
	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش
K18×K3651/1	۱۹۶^{h}	۲۹۰۰^{bcd}	۷^{fgh}	۱۴^{abcdefg}	۴۷^{defg}	۴۱۳^{cdef}	۰/۲۸^{f}	۰/۷۳^{b}	۲۵۳^{def}	۲۵۳^{cd}	۱۱/۶۷^{fghij}	۷/۴۸^{abcd}
K18×A679	۴۱۱^{gh}	۳۰۶۶^{bcd}	۱۰^{bcdef}	۱۴^{abcdefg}	۵۵^{cdef}	۴۷۴^{cdef}	۰/۴۲^{def}	۰/۹۹^{b}	۲۴۷^{def}	۲۵۳^{cd}	۱۱/۳۸^{ghij}	۶/۸۴^{bcde}
K18×K166A	۸۱۵^{defgh}	۳۲۲۰^{abc}	۱۰^{bcdef}	۱۵^{ab}	۶۴^{bcde}	۴۷۱^{cdef}	۰/۳۹^{ef}	۰/۹۹^{b}	۲۳۷^{ef}	۳۰۰^{abc}	۱۳/۶۳^{abcde}	۵/۹۰^{e}
K18×K166B	۳۲۶۶^{a}	۵۰۴۶^{a}	۱۲^{abcd}	۱۴^{abcdefg}	۲۶۳^{a}	۴۵۶^{cdef}	۰/۷۵^{a}	۰/۹۳^{b}	۳۶۳^{a}	۳۷۷^{a}	۱۰^{j}	۵/۸۵^{e}
K18×K3640/5	۸۲۸^{defgh}	۳۱۳۴^{bcd}	۹^{efg}	۱۵^{ab}	۶۵^{bcde}	۴۵۳^{cdef}	۰/۳۴^{f}	۰/۹۶^{b}	۲۷۳^{bcd}	۳۲۲^{abc}	۱۴/۶۷^{ab}	۸/۴۸^{abcd}
K18×K47/2-2-1-21-2-1-1-1	۲۷۹۹^{ab}	۳۵۶۶^{abc}	۱۳^{a}	۱۵^{ab}	۲۳۳^{a}	۴۵۹^{cdef}	۰/۶۱^{abcd}	۰/۹۲^{b}	۳۵۸^{a}	۳۳۵^{abc}	۱۰/۱۷^{j}	۸/۰۹^{abcd}
K18×K19	۱۰۷۴^{defgh}	۱۵۰۰^{ef}	۱۲^{abcde}	۱۲^{g}	۱۳۱^{bc}	۳۶۸^{defg}	۰/۴۵^{cdef}	۰/۸۶^{b}	۲۷۵^{bcd}	۳۶۹^{ab}	۱۰/۴۲^{ij}	۶/۷۳^{cde}
K3651/1×A679	۲۵۰^{h}	۳۴۳۴^{abc}	۹^{efg}	۱۴^{abcdefg}	۴۶^{defg}	۳۳۷^{fgh}	۰/۴۵^{cdef}	۰/۸^{b}	۲۱۵^{f}	۲۴۰^{d}	۱۳/۶۳^{abcde}	۸/۴۰^{abcd}
K3651/1×K166A	۵۹۶^{efgh}	۲۳۲۰^{cde}	۱۱^{abcde}	۱۴^{abcdefg}	۸۳^{bcde}	۳۴۸^{efgh}	۰/۴۲^{def}	۰/۸۷^{b}	۲۵۳^{def}	۲۶۶^{abc}	۱۲/۷۵^{abcde}	۹/۰۴^{ab}
K3651/1×K166B	۱۲۲۹^{cdefg}	۲۸۰۰^{bcd}	۱۲^{abcde}	۱۴^{abcdefg}	۱۰۹^{bcd}	۴۷۸^{cde}	۰/۳۸^{ef}	۰/۹۸^{b}	۲۵۸^{cde}	۲۶۵^{abc}	۱۲/۳۶^{bcdef}	۸/۶۲^{abc}
K3651/1×K3640/5	۸۳۳^{defgh}	۳۷۲۰^{abc}	۹^{efg}	۱۵^{ab}	۱۱۵^{bcd}	۷۳۹^{a}	۰/۴۷^{cdef}	۰/۷۷^{b}	۲۵۳^{def}	۲۶۱^{bcd}	۱۳/۹۴^{abcd}	۹/۰۱^{a}
K3651/1× K47/2-2-1-21-2-1-1-1	۳۲۱^{gh}	۳۳۶۶^{abc}	۷^{gh}	۱۵^{ab}	۳۷^{efg}	۴۹۶^{bcd}	۰/۳۳^{f}	۰/۷۵^{b}	۲۴۶^{def}	۳۰۱^{abc}	۱۴/۵^{abcd}	۸/۲۱^{abcd}
K3651/1×K19	۳۳۵^{gh}	۳۳۳۴^{abc}	۵^{h}	۱۵^{ab}	۱۴^{g}	۴۱۶^{cdef}	۰/۳۲^{f}	۰/۸۸^{b}	۲۶۰^{cde}	۲۷۵^{abc}	۱۴/۶۳^{abc}	۸/۹۰^{abc}
A679×K166A	۴۶۸^{fgh}	۲۷۸۰^{bcd}	۱۰^{bcdef}	۱۴^{abcdefg}	۸۳^{bcde}	۶۱۲^{b}	۰/۴۹^{bcde}	۰/۷۳^{b}	۲۵۹^{def}	۲۶۹^{abc}	۱۳/۶۳^{abcde}	۹/۳۳^{a}
A679×K166B	۱۲۰^{h}	۱۰۵۴^{f}	۶^{gh}	۱۵^{ab}	۱۸^{g}	۴۰۱^{cdef}	۰/۳^{f}	۰/۸۲^{b}	۲۴۸^{def}	۲۷۰^{abc}	۱۴/۳۴^{abcd}	۸/۷۹^{abc}
A679×K3640/5	۴۹۱^{fgh}	۳۳۰۰^{abc}	۵^{h}	۱۴^{abcdefg}	۲۹^{fg}	۳۰۴^{gh}	۰/۳۲^{f}	۰/۹^{b}	۲۵۸^{cde}	۲۸۶^{abc}	۱۳/۴۸^{abcde}	۷/۷۳^{abcd}
A679× K47/2-2-1-21-2-1-1-1	۷۹۱^{defgh}	۳۱۶۱^{abc}	۱۰^{bcdef}	۱۴^{abcdefg}	۳۹^{efg}	۳۳۷^{fgh}	۰/۳۹^{ef}	۰/۷۷^{b}	۲۵۰^{def}	۲۴۳^{d}	۱۱/۱۳^{hij}	۶/۳۲^{de}
A679×K19	۱۶۱^{h}	۱۵۳۴^{def}	۷^{fgh}	۱۵^{ab}	۲۹^{fg}	۵۳۱^{bc}	۰/۳۶^{ef}	۱^{b}	۲۳۶^{ef}	۲۴۷^{cd}	۱۴/۸۶^{a}	۸/۲۷^{abcd}
K166A×K166B	۱۲۳۱^{cdefg}	۳۴۷۹^{abc}	۱۱^{abcde}	۱۴^{abcdefg}	۱۲۴^{bcd}	۴۶۵^{cdef}	۰/۴۷^{cdef}	۰/۹۱^{b}	۲۹۲^{bcd}	۳۶۰^{abc}	۱۱/۸۸^{fghij}	۷/۲۹^{abcd}
K166A×K3640/5	۹۴۵^{defgh}	۴۳۶۶^{ab}	۱۰^{bcdef}	۱۵^{ab}	۱۰۳^{bcd}	۴۲۱^{cdef}	۰/۵۶^{bcde}	۰/۸۸^{b}	۲۸۱^{bcd}	۳۱۹^{abc}	۱۳/۰۶^{abcde}	۸/۰۸^{abcd}
K166A×K47/2-2-1-21-2-1-1-1	۷۷۱^{defgh}	۴۰۲۰^{abc}	۹^{efg}	۱۵^{ab}	۶۳^{bcde}	۳۶۱^{defg}	۰/۴۳^{def}	۰/۹۹^{b}	۲۸۶^{bcd}	۳۱۰^{abc}	۱۲/۹۲^{abcde}	۹/۹۶^{ab}
K166A×K19	۱۳۷۵^{cdef}	۳۸۹۶^{abc}	۱۳^{a}	۱۳^{efg}	۱۳۴^{bc}	۴۰۱^{cdef}	۰/۶۷^{ab}	۱^{b}	۲۸۰^{bcd}	۳۰۰^{abc}	۱۲/۰۶^{defgh}	۷/۲۹^{abcd}
K166B×K3640/5	۱۵۰۸^{cde}	۳۳۶۶^{abc}	۱۲^{abcde}	۱۴^{abcdefg}	۱۰۹^{bcd}	۳۴۲^{efgh}	۰/۴۶^{cdef}	۱/۵^{a}	۲۴۸^{def}	۲۷۷^{abc}	۱۲/۱۹^{defgh}	۵/۸۷e
K166B×K47/2-2-1-21-2-1-1-1	۱۵۴۴^{cd}	۳۵۰۰^{abc}	۱۲^{abcde}	۱۴^{abcdefg}	۸۹^{bcde}	۳۹۳^{cdef}	۰/۴۷^{cdef}	۰/۹۷^{b}	۳۱۳^{b}	۳۵۹^{abc}	۱۲/۱۷^{defgh}	۸/۷۱^{abc}
K166B×K19	۲۰۹۶^{bc}	۳۱۰۰^{bcd}	۱۳^{a}	۱۴^{abcdefg}	۱۳۷^{b}	۴۵۶^{cdef}	۰/۶۵^{abc}	۰/۹۴^{b}	۳۱۰^{bc}	۲۸۹^{abc}	۱۲/۰۴^{efghij}	۸/۲۵^{abcd}
K3640/5×K47/2-2-1-21-2-1-1-1	۸۰۳^{defgh}	۳۱۷۸^{abc}	۱۰^{bcdef}	۱۳^{efg}	۴۷^{defg}	۲۶۳^{h}	۰/۴۱^{def}	۰/۶۴^{b}	۲۳۷^{ef}	۲۸۲^{abc}	۱۱/۱۳^{hij}	۸/۰۴^{abcd}
K3640/5×K19	۷۹۳^{defgh}	۳۱۴۱^{bcd}	۷^{fgh}	۱۵^{ab}	۲۱^{g}	۴۷۸^{cde}	۰/۴^{def}	۰/۹۴^{b}	۲۳۳^{ef}	۲۹۰^{abc}	۱۴/۶۳^{abc}	۸/۵۴^{abc}
K47/2-2-1-21-2-1-1-1×K19	۶۲۵^{defgh}	۲۵۰۹^{bcd}	۱۳^{a}	۱۳^{efg}	۲۴۲^{a}	۳۹۸^{cdef}	۰/۴۸^{cdef}	۰/۹۶^{b}	۲۷۰^{bcd}	۳۰۷^{abc}	۱۲/۶۹^{abcde}	۷/۶۵^{abcd}

ستون‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

ادامه جدول ۲

هیبریدها	تعداد انشعاب گل تاجی		طول پدانکل داخل برگ (سانتیمتر)		طول پرشدن دانه (روز)	
	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش
K18×K3651/1	۱۲^{efg}	۱۲^{defgh}	۶/۸^{bcdefg}	۷/۸^{efghi}	۷۱^{abcd}	۷۴^{ab}
K18×A679	۱۲^{efg}	۹^{ij}	۶/۷^{bcdef}	۹/۵^{bcd}	۵۹^{ghi}	۶۱^{fg}
K18×K166A	۱۶^{abc}	۱۴^{cd}	۷^{abcdef}	۱۳/۳^{a}	۶۹^{abcde}	۷۰^{abcde}
K18×K166B	۱۳^{cdefg}	۱۳^{cdefg}	۶/۷^{bcdef}	۸/۱^{defgh}	۷۲^{abc}	۷۰^{abcde}
K18×K3640/5	۱۴^{abcdef}	۱۳^{cdefg}	۶/۹^{bcdef}	۹^{bcde}	۶۹^{abcde}	۷۳^{ab}
K18×K47/2-2-1-21-2-1-1-1	۱۳^{cdefg}	۱۱^{ghi}	۸/۳^{a}	۱۰/۲^{b}	۶۷^{bcdef}	۷۱^{abcd}
K18×K19	۱۴^{abcdef}	۱۱/۵^{fgh}	۵/۷^{fgh}	۶/۸^{ghijk}	۷۴^{ab}	۶۸^{bcde}
K3651/1×A679	۱۱^{h}	۱۱^{ghi}	۵/۹^{efgh}	۹/۴^{bcd}	۵۲^{ijk}	۶۸^{bcde}
K3651/1×K166A	۱۷^{a}	۱۴^{cde}	۶/۶^{bcdefg}	۷^{ghijk}	۶۹^{abcde}	۷۶^{a}
K3651/1×K166B	۱۵^{abcde}	۱۳^{cdefg}	۷/۳^{abcde}	۹/۳^{bcd}	۷۵a	۷۷^{a}
K3651/1×K3640/5	۱۵^{abcde}	۱۲^{defgh}	۸^{ab}	۷/۴^{fghij}	۶۵^{cdefg}	۷۳^{ab}
K3651/1× K47/2-2-1-21-2-1-1-1	۱۵^{abcde}	۱۳^{cdefg}	۶/۱^{defgh}	۶/۸^{g}	۶۵^{cdefg}	۷۱^{bcd}
K3651/1×K19	۱۴^{abcdef}	۱۵^{abc}	۵/۹^{fgh}	۷/۵^{fghij}	۶۸^{abcdef}	۶۵^{def}
A679×K166A	۱۳^{cdefg}	۱۴^{cde}	۶/۵^{defgh}	۶/۶^{hijk}	۶۲^{efgh}	۷۲^{abc}
A679×K166B	۹^{i}	۱۰^{hj}	۶/۷^{defg}	۶^{ij}	۴۷k	۵۸^{g}
A679×K3640/5	۱۳^{cdefg}	۱۲^{efgh}	۶^{defg}	۱۰^{bc}	۵۱^{jk}	۷۷^{a}
A679× K47/2-2-1-21-2-1-1-1	۹^{i}	۸^{j}	۶/۷^{bcdef}	۶/۷^{hijk}	۵۲^{ijk}	۶۴^{efg}
A679×K19	۱۳^{cdefg}	۱۴^{cde}	۷/۵^{abcd}	۶/۹^{g}	۵۷^{hij}	۶۵^{def}
K166A×K166B	۱۳^{cdefg}	۱۷^{a}	۶/۵^{defgh}	۸/۶^{cdef}	۷۱^{abcd}	۷۶^{a}
K166A×K3640/5	۱۳/۵^{defg}	۱۲^{defgh}	۶/۶^{cdefg}	۷/۸^{efghi}	۷۱^{abcd}	۷۷^{a}
K166A×K47/2-2-1-21-2-1-1-1	۱۴^{defg}	۱۴^{cde}	۵/۵^{ghi}	۶/۵^{ijk}	۶۵^{cdefg}	۶۸^{def}
K166A×K19	۱۴^{defg}	۱۴^{cde}	۵/۲^{hi}	۷/۸^{efghi}	۶۹^{abcde}	۸۴^{ab}
K166B×K3640/5	۱۳^{cdefg}	۱۵^{abc}	۶/۲^{defgh}	۸/۲^{defg}	۷۲^{abc}	۷۲^{abcd}
K166B×K47/2-2-1-21-2-1-1-1	۱۲^{efg}	۱۳^{cdefg}	۵/۷^{fgh}	۸/۷^{cdef}	۷۰^{abcd}	۷۲^{abc}
K166B×K19	۱۵^{abcde}	۱۳^{cdefg}	۶/۹^{bcdef}	۶/۹^{g}	۶۸^{abcdef}	۷۲^{abc}
K3640/5×K47/2-2-1-21-2-1-1-1	۱۶^{abc}	۹^{j}	۶/۵^{defgh}	۳/۶^{m}	۶۵^{cdefg}	۷۵^{ab}
K3640/5×K19	۱۶^{abc}	۱۶^{ab}	۷/۹^{abc}	۵/۶^{kl}	۶۲^{efgh}	۷۲^{abc}
K47/2-2-1-21-2-1-1-1×K19	۱۷^{a}	۱۳^{cdefg}	۴/۴^{i}	۴/۶^{lm}	۶۴^{defg}	۶۸^{def}

ستون‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

در هیبریدها در شرایط تنش صفات وزن ماده خشک دانه، عمق دانه و طول پدانکل داخل برگ به ترتیب وارد مدل شدند و ۸۶ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. همچنین نتایج همبستگی صفات با عملکرد دانه (جدول ۳) نشان داد که صفات وزن ماده خشک دانه و عمق دانه بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارند. در شرایط بدون تنش، در اینبرد لاین‌ها صفات دوره پرشدن دانه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

و تعداد ردیف دانه به ترتیب وارد مدل شدند و ۸۱ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند.

جدول ۳- ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات با عملکرد دانه در اینبرد لاین‌ها و هیبریدهای ذرت در هر دو شرایط

صفات	اینبرد لاین		هیبرید	
	تنش	بدون تنش	تنش	بدون تنش
ASI (روز)	-۰/۲۶^{ns}	-۰/۵۵**	۰/۱۴^{ns}	۰/۲۴^{ns}
طول دوره پرشدن دانه (روز)	۰/۴۵^{ns}	۰/۸۳**	۰/۴۹**	۰/۴۳*
سرعت پرشدن دانه (میلی‌گرم در روز)	۰/۲۰^{ns}	۰/۰۷^{ns}	-۰/۶۵**	۰/۰۹۷^{ns}
طول دوره رشد گیاه (روز)	۰/۳۱^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۰/۵۴**	۰/۷۳**
ارتفاع بلال (سانتیمتر)	۰/۴۲^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۴۶*	-۰/۰۹۶^{ns}
ارتفاع بوته (سانتیمتر)	۰/۴۹^{ns}	۰/۳۵^{ns}	۰/۵۳**	-۰/۰۱۷^{ns}
برگ‌های بالای بلال	۰/۴۴^{ns}	۰/۵۰^{ns}	۰/۲۶^{ns}	۰/۲۴^{ns}
برگ‌های پایین بلال	۰/۷۶**	۰/۵۷*	۰/۴۰*	۰/۰۵^{ns}
کل برگ‌ها	۰/۷۴**	۰/۶۶*	۰/۵۸**	۰/۰۹^{ns}
طول پدانکل داخل برگ (سانتیمتر)	۰/۲۹^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۰/۲۰^{ns}	۰/۲۶^{ns}
طول پدانکل خارج برگ (سانتیمتر)	۰/۱۷^{ns}	۰/۰۹۶^{ns}	۰/۳۸*	-۰/۰۲^{ns}
طول پدانکل گل تاجی (سانتیمتر)	۰/۳۱^{ns}	۰/۲۶^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۰/۱۷^{ns}
طول محور گل تاجی (سانتیمتر)	۰/۴۷^{ns}	-۰/۱۶^{ns}	۰/۰۵^{ns}	-۰/۱۷^{ns}
طول آخرین انشعاب گل تاجی (سانتیمتر)	۰/۳۳^{ns}	-۰/۲۶^{ns}	۰/۱۲^{ns}	-۰/۱۶^{ns}
تعداد انشعاب گل تاجی	۰/۶۷**	۰/۲۱^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۱۴^{ns}
تعداد دانه در ردیف	۰/۸۹**	۰/۵۸**	۰/۷۴**	۰/۰۷^{ns}
تعداد ردیف دانه در بلال	۰/۶۸**	۰/۳۲^{ns}	۰/۶۸**	۰/۵۳**
تعداد دانه در بلال	۰/۹۰**	۰/۷۳**	۰/۸۰**	۰/۴۰*
قطر بلال (سانتیمتر)	۰/۵۶*	۰/۴۹^{ns}	۰/۶۷**	۰/۱۹^{ns}
قطر چوب بلال (سانتیمتر)	۰/۰۵^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۲۴^{ns}
عمق دانه (سانتیمتر)	۰/۸۸**	۰/۵۷*	۰/۸۱**	۰/۰۹۷^{ns}
عرض دانه (سانتیمتر)	-۰/۳۱^{s}	۰/۵۹*	۰/۱۳^{ns}	۰/۱۸^{ns}
قطر دانه (سانتیمتر)	۰/۵۲*	۰/۱۱^{ns}	۰/۴۲**	۰/۱^{ns}
وزن دانه (گرم)	۰/۴۹^{ns}	۰/۴۷^{ns}	۰/۶۰**	۰/۲۴^{ns}
درصد سقط دانه	-۰/۱۵^{ns}	-۰/۴۹^{ns}	-۰/۴۲*	-۰/۱۵^{ns}
درصد پروتئین دانه	-۰/۵۹*	-۰/۵۸**	-۰/۶۵**	-۰/۱۴^{ns}
وزن ماده خشک دانه (میلی‌گرم)	۰/۵۵*	۰/۴۷^{ns}	۰/۸۷*	۰/۳۲^{ns}
وزن هزار دانه (گرم)	۰/۷۱**	۰/۳۷^{ns}	۰/۵۶**	۰/۳۳^{ns}
وزن هکتولیتر (گرم بر لیتر)	۰/۳۷^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۲۵^{ns}	-۰/۰۸^{ns}
درصد رطوبت دانه	۰/۱۹^{ns}	۰/۰۵^{ns}	-۰/۱۳^{ns}	۰/۰۷^{ns}

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

در هیبریدها در شرایط بدون تنش تنها صفت دوره پرشدن دانه وارد مدل شد و این صفت با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد و ۶۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. زینالی و همکاران (۱۶) اذعان کردند که ارتفاع بوته، وزن ۳۰۰ دانه، تعداد دانه در بلال و تعداد کل برگ در مجموع ۷۲/۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. حیدری و همکاران (۷) گزارش کردند که صفات تعداد کل بذر در بلال و ارتفاع بلال به عنوان مهمترین صفات مؤثر روی عملکرد وارد مدل شدند و جمعاً ۷۶ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند.

جدول ۴- تجزیه رگرسیونی گام به گام عملکرد دانه (متغیر وابسته) با سایر صفات مورد مطالعه در اینبرد لاین‌ها و هیبریدهای ذرت در شرایط تنش گرما بدون تنش

ژنوتیپ	شرایط	صفت وارد شده به مدل	X_1	X_2	X_3	خطای استاندارد	ضریب تبیین R^2	مقدار F برای ضرائب در معادله نهایی
اینبرد لاین	تنش گرما	تعداد دانه در بلال (X_1)	۵/۶۲	-	-	۰/۵۹	۰/۸۰۹	۵۵/۰۸**
		تعداد انشعاب گل تاجی (X_2)	۴/۶۹	۶۰/۶۸	-	۱۳/۳۲	۰/۹۱۲	۶۲/۲۸**
		درصد پروتئین دانه (X_3)	۳/۶۶	۷۱/۳۱	-۷۰/۱۴	۲۴/۵۲	۰/۹۵۰	۶۹/۱۱**
	بدون تنش	دوره پرشدن دانه (X_1)	۱۲۴/۶۶	-	-	۱۸/۹۰	۰/۶۸۰	۲۷/۶۷**
		تعداد ردیف دانه (X_2)	۱۲۷/۶۵	۹۷/۱۹	-	۳۳/۳۶	۰/۸۱۳	۲۶/۰۵**
هیبرید	تنش گرما	وزن ماده خشک دانه (X_1)	۱۸/۸۸	-	-	۲/۳۷	۰/۷۴۸	۷۷/۲۱۴**
		عمق دانه (X_2)	۱۲/۷۵	/۹۳ ۲۵۹۷	-	۷۱۰/۳۶	۰/۸۲۶	۵۹/۴۲۴**
		طول پدانکل داخل برگ (X_3)	۱۲/۲۷	/۵۵ ۲۷۲۵	۱۶۶/۳۱	۶۸/۳۴	۰/۸۶۱	۴۹/۴۲۴**
	بدون تنش	طول دوره پرشدن دانه (X_1)	۶۸/۵۳	-	-	۲۷/۰۶	۰/۶۳۳	۵/۴۳*

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

به منظور درک بهتر و تفسیر دقیقتر نتایج حاصل از همبستگی‌های ساده و رگرسیون مرحله‌ای، متغیرهای وارد شده در مرحله نهایی رگرسیون مرحله‌ای مورد تجزیه علیت قرار گرفتند (جدول ۵). نتایج تجزیه علیت نیز تأیید نمود که در اینبرد لاین‌ها در شرایط تنش صفات تعداد دانه در بلال و تعداد انشعاب گل‌تاجی اثر مستقیم مثبت و بالایی بر عملکرد دانه دارند. در حالیکه درصد پروتئین دانه اثر مستقیم و منفی بالایی بر عملکرد دانه نشان داد. در هیبریدها در شرایط تنش صفات وزن ماده خشک دانه، عمق دانه و طول پدانکل داخل برگ اثر مستقیم و بالایی بر عملکرد دانه، در اینبرد لاین‌ها در شرایط بدون تنش صفات دوره پرشدن دانه و تعداد ردیف دانه و در هیبریدها در شرایط بدون تنش تنها صفت دوره پرشدن دانه اثر مستقیم و بالایی بر عملکرد دانه داشتند. بدین

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

ترتیب تنوع در عملکرد دانه بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در دو شرایط عمدتاً به صفات ذکر شده بستگی دارد و این صفات مهم‌ترین عامل (های) توجیه کننده عملکرد هستند. در اینبرد لاین‌ها در شرایط تنش عمده‌ترین اثر غیرمستقیم و مثبت صفت تعداد انشعاب گل‌تاجی از طریق تعداد دانه در بلال و عمده‌ترین اثر غیرمستقیم منفی صفت درصد پروتئین دانه از طریق تعداد دانه در بلال بود. در هیبریدها در شرایط تنش عمده‌ترین اثر غیرمستقیم مثبت صفت عمق دانه از طریق وزن ماده خشک دانه بود. همچنین عمده‌ترین اثر غیر مستقیم منفی صفت طول پدانکل داخل برگ از طریق وزن ماده خشک دانه بود. یزدان دوست همدانی و رضایی (۱۴) گزارش کردند که تعداد دانه در بلال بالاترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت. عزیزپور و آفرینش (۱) گزارش کردند که صفات تعداد کل دانه در بلال و ASI تأثیر مستقیمی روی عملکرد دانه گذاشته و به عنوان صفات رده اول تأثیرگذار روی عملکرد دانه محسوب می‌شوند. صفات مذکور توانایی توجیه ۸۲٪ از تغییرات عملکرد دانه را دارا بودند. صفات ارتفاع بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد برگ در گیاه، قطر بلال و وزن هزاردانه اثرات غیرمستقیمی از طریق سایر صفات روی عملکرد دانه داشتند و به عنوان صفات رده دوم برای عملکرد دانه محسوب شدند.

جدول ۵- تجزیه ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مختلف با عملکرد دانه به اثرات مستقیم و غیرمستقیم

ژنوتیپ	شرایط	صفت وارد شده به مدل	X_1	X_2	X_3
اینبرد لاین	تنش گرما	تعداد دانه در بلال (X_1)	۰/۵۸۵**	۰/۱۷۴	۰/۱۴۰
		تعداد انشعاب گل تاجی (X_2)	۰/۲۴۵	۰/۴۱۶**	۰/۰۰۸
		درصد پروتئین دانه (X_3)	-۰/۳۳۴	-۰/۰۱۳	-۰/۲۴۶*
	بدون تنش	دوره پرشدن دانه (X_1)	۰/۸۴۵**	-۰/۰۲۰	-
		تعداد ردیف دانه (X_2)	۰/۰۴۶	۰/۳۶۴*	-
هیبرید	تنش گرما	وزن ماده خشک دانه (X_1)	۰/۵۶۲**	۰/۲۹۵	۰/۰۰۸
		عمق دانه (X_2)	۰/۳۹۸	۰/۴۱۶**	-۰/۰۳۷
		طول پدانکل داخل برگ (X_3)	۰/۰۲۵	-۰/۰۸۳	۰/۱۸۶*
	بدون تنش	طول دوره پرشدن دانه (X_1)	۰/۴۲۹*	-	-

اعداد موجود در قطر نشانگر اثرات مستقیم و خارج از قطر نشانگر اثرات غیرمستقیم هستند.

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

در جمع‌بندی نتایج حاصله در اینبرد لاین‌ها در شرایط تنش می‌توان به نقش و اهمیت صفات تعداد دانه در بلال، تعداد انشعاب گل‌تاجی و درصد پروتئین دانه اشاره و نتیجه گیری کرد. با توجه به اینکه دو صفت اول همبستگی مثبت و معنی‌دار و درصد پروتئین دانه همبستگی منفی و معنی‌دار با عملکرد دانه دارند و صفت تعداد دانه در بلال بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد داشته و صفت تعداد انشعاب گل‌تاجی بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت از طریق تعداد دانه در بلال و صفت درصد پروتئین دانه بیشترین اثر غیرمستقیم منفی از طریق صفت تعداد دانه در بلال بر عملکرد دانه دارد و ژنوتیپ‌هایی که تعداد دانه در بلال و تعداد انشعاب گل‌تاجی بیشتری دارند و ژنوتیپ‌های که درصد پروتئین کمتری دارند، از عملکرد دانه بالاتری نیز برخوردارند در شرایط تنش گرما این صفات و بویژه تعداد دانه در بلال مهم‌ترین عامل توجیه کننده عملکرد هستند. همچنین اینبرد لاین K166B از بیشترین عملکرد دانه در هر دو شرایط، بیشترین تعداد دانه در بلال، تعداد انشعاب گل تاجی و کمترین درصد پروتئین دانه در شرایط تنش گرما برخوردار بود. از طرفی در هیبریدها در شرایط تنش می‌توان به اهمیت صفات وزن ماده خشک دانه و عمق دانه اشاره کرد. با توجه به اینکه این دو صفت همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه داشتند و بیشترین اثر مستقیم هم متعلق به این دو صفت بود و بالاترین اثر غیرمستقیم صفت عمق دانه از طریق وزن ماده خشک دانه بود و هیبریدهایی که بیشترین وزن ماده خشک دانه و عمق دانه داشتند از عملکرد دانه بالاتری برخوردار بودند در شرایط تنش گرما این صفات مهم‌ترین عامل‌های توجیه عملکرد در هیبریدها هستند. همچنین هیبرید K18×K166B از بیشترین عملکرد دانه و وزن ماده خشک دانه در هر دو شرایط و عمق دانه در شرایط تنش برخوردار بود. در شرایط بدون تنش در لاین‌ها و هیبریدها صفت دوره پرشدن دانه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ژنوتیپ‌هایی که دوره پرشدن دانه طولانی‌تری دارند از عملکرد بالاتری نیز برخوردارند. از این نتایج استنباط می‌شود که پتانسیل قابل توجهی برای بهبود عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های ذرت از طریق افزایش صفات مذکور در شرایط تنش گرما و نرمال وجود دارد و باید در برنامه‌های به‌نژادی مورد توجه واقع شود. همچنین لاین K166B و هیبرید K18×K166B برای کشت در هر دو شرایط قابل توصیه هستند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

منابع:

1. Azizpour, M.H. and A. Afarinesh. 2008. Study of relationship between morphological characteristics and grain yield in maize hybrids-using path analysis. The 10th Iranian Crop Science and Breeding Congress, 23-26 Aug, Karaj, Iran. 156 pp. (In Persian).
2. Basafa, M. 2004. Study yield and correlation phenotypical different traits with grain yield in new premature maize (*Zea mays* L.) hybrids. The 8th Crop Production and Breeding Congress, 25-27 Aug, Guilan, Iran. 16 pp. (In Persian).
3. Estakhr, A. and R. Chougan. 2006. Study of yield components, yield and correlation between them in inner and outer hybrids. Agric. Sci., J. 37(1): 85-91.
4. Fatemi, R., B. Kahraryan, A. Ghanbary and M. Valizadeh. 2006. The evaluation of different irrigation regimes and water requirement on yield and yield components of maize. J. Agric. Sci. 12(1): 133-141. (In Persian).
5. Fowler, D.B. 2003. Crop nitrogen demand and grain protein concentration of spring and winter wheat. Agronomy J. 95: 260-265.
6. Galicia, L., E. Nurit, A. Rosales and N. Palacios-Rojas. 2008. Maize nutrition quality and plant tissue analysis laboratory, CIMMYT. 42 pp.
6. Heidari, B., Sh. Mohammadi, M. Khodambashi and M. Baratshushtari. 2008. Relationship between morphological and physiological traits in maize inbred line. The 10th Iranian Crop Science and Breeding Congress, Aug 23-26, Karaj, Iran. 157 pp. (In Persian).
8. Johnson, C. 2000. Answers: post-pollination period critical to maize yeilds. Agricultural Communication Service, Purdue University. 17 pp.
9. Lauer, J. 2006. Concerns about drought as maize pollination begins. Wiscosin Crop Manager. 3 pp.
10. Lemon, J. 2007. Nitrogen management for wheat protein and yield in the sperance port zone. Department of Agriculture and Food Publisher, 25 pp.
11. Poehlman, J.M. and D.A. Sleper. 1995. Breeding field crops. ABI Pud. Co. 724 pp.
12. Rahmati, S., N.A. Babaeianjelodar, Gh.A. Ranjbar and M.H. Hadadi. 2008. Study of relationship between agronomical and morphological traits in maize hybrid-using correlation and stepwise regression. The 10th Iranian Crop Science and Breeding Congress, Aug 23-26, Karadj, Iran. 159 pp.
13. Shoae Hosseini, M., M. Farsi and S. Khavari Khorasani. 2008. Study effects water deficit stress on yield and yield components in some grain maize hybrids with use of path analysis. Agric. Knowledg J. 18(1): 71-85.
14. Yazdan Dost Hamedani, M. and A.M. Rezaei. 2001. A study of morphological and physiological basis of maize yield via path analysis. J. Agric. Sci., 32(3): 671-680. (In Persian).
15. Zadtot Aghaj, S., S.K. Kazemi Tabar, A. Amini and M. Khalili. 2000. Study traits correlation and path analysis in maize late hybrids in normal and drought stress condition in grain filling stage. The 6th Crop Production and Breeding Congress, 3-6 Sep, Babolsar, Iran. 102 pp.
16. Zeinali, H., A. Nasrabadi, H. Hosseinzadeh, R. Choukan and M. Sabokdast, M. 2005. Factor analysis in grain maize hybrid cultivars. Agric. Sci. J., 36(4): 895-902. (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]

Study of Correlation and Causal Relations Quantitative Traits in Maize (*Zea mays* L.) in Normal and Heat Stress Conditions

Z. Khodarahmpour[1]

1- Assistant Professor, Islamic Azad University, Shushtar Branch

Abstract

In order to identify the most important traits affecting yield in maize inbred lines and hybrids, an experiment was conducted in Shushtar City in 2009 and 2010 years. Fifteen inbred lines in 2009 and 28 hybrids in 2010 studied in two planting dates, 6 July (to coincide heat stress with pollination time and grain filling) and 27 July (normal condition) using a randomized complete block design with three replications. Stepwise regression results indicated that in inbred lines in heat stress condition grain number in ear, tassel branching out number and grain protein percent traits and in hybrids grain dry matter weight, grain depth and pedunkel length leaf inner in model were input. In normal condition in inbred lines grain filling period and grain row number traits and in hybrids only grain filling period in model were input. In stress condition in inbred lines grain number in ear, in hybrids grain dry matter weigth and grain depth and in normal condition in inbred lines and hybrids grain filling period trait highest direct effect and positive on grain yield indicated. In general, it seems that traits highest direct effect on genotypes in either condition, is a suitable criterion for evaluationg the productivity of maize genotypes and in breeding programs should to consider for production grain yield.

Keywords: Path analysis, Heat stress, Stepwise regression, Correlation, Maize

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-02]