

مقایسه صفات مورفولوژیک و عملکرد هیبریدهای پربرگ و تجارتی ذرت دانه‌ای در منطقه تهران

سید علی محمد مدرس ثانوی^{*}، بهمن امیری لاریجانی و شیوا خالص رو^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۲/۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۲/۲۶)

چکیده

به منظور مطالعه صفات مورفولوژیک و عملکرد هیبریدهای پربرگ ذرت و مقایسه آنها با هیبریدهای تجارتی آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در سال زراعی ۸۴-۸۵ با سه تکرار و به صورت بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. پس از انجام آزمایش‌های مربوط به سازگاری و شناسایی اینبردلاین‌های پربرگ وارداتی و لاین‌های تجارتی موجود در کشور، بهترین اینبردلاین‌ها انتخاب گردیدند و هیبریدها (سینگل کراس‌ها) از تلاقی اینبردهای وارداتی انتخابی و هم‌چنین از تلاقی اینبردهای وارداتی با اینبردهای تجارتی ایرانی به دست آمدند و مورد مقایسه و بررسی قرار گرفتند. بین تعداد برگ‌های بالا و پایین بلال، عملکرد بیولوژیک، طول بلال، ارتفاع گیاه و فاصله بین تاسل و بلال، طول میانگره، ارتفاع بلال، سطح برگ‌های بالا و پایین بلال در سینگل کراس‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود داشت. هیبرید لیفی $b7 \times a4$ بالاترین و هیبریدهای تجارتی پایین‌ترین تعداد برگ‌های بالای بلال را دارا بودند. بیشتر هیبریدهای دارای ژن پربرگ ($Lfy1$) تعداد برگ‌های بالا و پایین بلال بیشتری نسبت به هیبریدهای تجارتی داشتند. تعدادی از سینگل کراس‌های پربرگ عملکردی مشابه هیبریدهای تجارتی داشتند و تعدادی نیز عملکرد بالاتری تولید نمودند. افزایش قابل ملاحظه پتانسیل عملکرد در ذرت پربرگ به آسانی قابل توجه است زیرا که ژن پربرگی به راحتی تولید سطح برگ را در ذرت تقریباً به دو برابر افزایش می‌دهد. به علت افزایش تعداد برگ‌ها در سینگل کراس‌های پربرگ و افزایش نیافتن ارتفاع گیاه به ازای افزایش هر برگ فاصله میانگره‌ها در این هیبرید نسبت به هیبریدهای تجارتی کاهش یافت. سینگل کراس پربرگ $b2 \times a4$ و هیبرید تجارتی SC108 به ترتیب بیشترین ($10/22 \text{ t/ha}$) و کمترین ($6/37 \text{ t/ha}$) عملکرد دانه را تولید نمودند. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که سینگل کراس‌های لیفی $b2 \times a4$ و $b7 \times a4$ هر دو از نظر تولید ماده خشک بهتر از سایر سینگل کراس‌ها بوده و سینگل کراس پربرگ $b2 \times a4$ ماکزیمم عملکرد دانه را داشت.

واژه‌های کلیدی: ذرت، هیبرید پربرگ، هیبرید تجارتی، صفات مورفولوژیک

مقدمه

گیاه است یعنی عملکرد دانه در گیاه تحت تراکم‌های خیلی پایین گیاهی و بدون عوامل محدود کننده رشد به طوری که پتانسیل عملکرد به طور کامل بروز یابد؛ جزء دوم تحمل به

قدرت تولید محصول در یک گیاه زراعی و در یک رقم خاص به سه جزء می‌تواند تقسیم شود. اولین جزء پتانسیل عملکرد در

۱. به ترتیب دانشیار و دانشجویان دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: modaresa@modares.ac.ir

استرس‌های زننده و غیرزننده و جزء سوم پاسخ به نهاده‌ها و قابلیت کودپذیری است. فاکتورهایی که باعث بهبود کارایی در تصاحب منابع در هیبریدهای جدید ذرت شده‌اند عبارت‌اند از تقویت قدرت گیاچه‌ای که باعث بهبود رشد کانوپی در جذب تشعشع، افزایش نسبت ریشه به اندام هوایی در مراحل اولیه رشد که باعث سرعت تجمع ماده خشک در طی مراحل اولیه رشد می‌شود، تأخیر پیری برگ یا سبز ماندن آن، افزایش نسبت منبع به مخزن در طی پر شدن دانه، جذب بیشتر نیتروژن و آب، افزایش فتوسنتز برگ و افزایش زاویه برگ با افق که باعث توزیع یک‌نواخت تشعشع خورشیدی در کانوپی می‌شود. نتیجه این‌که افزایش توانایی عملکرد در هیبریدهای مدرن به‌خاطر کارایی بیشتر در تصاحب منابع و استفاده از آنها می‌باشد (۲۴ و ۲۸).

اگر یک گیاه بخواهد از انرژی نور خورشید به‌طور کارآمدی استفاده نماید بایستی حداکثر تشعشع توسط بافت‌های سبز گیاه جذب گردد. اصولاً سرعت افزایش سطح برگ، تعیین‌کننده سرعت افزایش ظرفیت فتوسنتز در گیاه است. سطح برگ در جریان فتوسنتز، عمل دریافت نور و جذب گاز کربنیک را به‌عهده دارد. تا زمانی که برگ‌های یک گیاه به‌طور جدی در سایه سایر برگ‌ها قرار نگرفته باشند، فتوسنتز و تولید ماده خشک، متناسب با اندازه سطح برگ‌های گیاه است. در یک مزرعه ذرت، شاخص سطح برگ تحت تأثیر حداقل سه عامل متغیر است که عبارت‌اند از: میزان سطح برگ در واحد سطح، زاویه برگ و تراکم گیاهی. بنابراین برای افزایش شاخص سطح برگ بایستی حداقل یکی از این سه عامل را تغییر داد. میزان سطح برگ در واحد سطح را می‌توان به دو صورت افزایش داد: یا بوسیله افزایش تعداد و اندازه برگ در هر گیاه یا به‌کارگیری روش‌های اصلاح نباتات و یا با افزایش تعداد گیاه در واحد سطح (۲ و ۱۹).

با انتقال ژن پربرگی ($Lf1$) به گیاه ذرت از طریق استفاده از اینبردلاین‌های حاوی ژن پربرگی در برنامه دورگ‌گیری، می‌توان فقط مساحت برگ‌هایی که حداکثر تأثیر را در پر کردن دانه

دارند، یعنی برگ‌های بالای بلال را در هیبریدهای حاصله، به دو برابر افزایش داد بدون این‌که افزایشی در برگ‌های پایینی بلال صورت گیرد. عملکرد ذرت را از طریق انتخاب تیپ‌هایی می‌توان افزایش داد که نه تنها دارای کل شاخص سطح برگ بیشتری هستند بلکه اندازه برگ بزرگ‌تری نیز در بخش بالای کانوپی خود دارند. البته زاویه برگ نیز باید مد نظر قرار گیرد، به‌دلیل این‌که در شاخص سطح برگ بالاتر از ۵، زاویه برگ‌های بالای بلال نقش خیلی مهمی در افزایش عملکرد ذرت بازی می‌کنند (۸). توزیع سطح برگ، میزان جذب تشعشع خورشیدی را برای فتوسنتز مشخص می‌نماید. از طرف دیگر موقعیت بلال در بوته مشخص‌کننده میزان سطح برگ است که در مقابل نور خورشید قرار می‌گیرند و هر چه بلال در بخش پایین‌تر ساقه باشد، سطح برگ در بالای بلال افزایش یافته و کارایی اشکوب گیاهی نیز در جذب نور افزایش می‌یابد (۲۵). برگ‌های پایینی گیاه ذرت نسبت به برگ‌های بالایی آن بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی خودشان را به ریشه‌ها می‌فرستند (۹ و ۱۰). برعکس برگ‌های بالایی، بخش بیشتری از فرآورده‌های فتوسنتزی خود را به بخش‌های بالاتر گیاه صادر می‌نمایند (۵).

ژن پربرگی، ژنی پایدار و غالب بوده که در سال ۱۹۷۱ توسط رابرت مایرهد کشف شد. ذرت‌هایی که دارای این ژن می‌باشند، در مقایسه با ژنوتیپ‌های دیگر ذرت، دارای صفات مطلوبی از قبیل تعداد برگ زیادتر بالای بلال، نزدیک‌تر بودن بلال به زمین، دارای لیگنین بیشتر در ساقه و بخش‌های دیگر، زودرسی و پتانسیل عملکرد بالا می‌باشند (۲۵). پتانسیل قابل توجه برای افزایش عملکرد در ذرت‌های پربرگ به‌راحتی قابل توجیه است به‌دلیل این‌که با کاربرد ژن پربرگی می‌توان فقط مساحت برگ‌هایی که حداکثر تأثیر را در پر کردن دانه دارند، یعنی برگ‌های بالای بلال را، به دو برابر افزایش داد بدون این‌که افزایشی در برگ‌های پایینی بلال صورت گیرد (۲۵).

در ذرت سهم برگ‌های بالایی در پر کردن دانه نسبت به برگ‌های پایین‌تر بسیار قابل توجه می‌باشد (۱). پیترو و همکاران (۲۲) گزارش کردند که میزان فتوسنتز برگ‌های بالایی به مراتب

گیاه در واحد سطح هم‌چنین باعث نازک و ضعیف شدن ساقه گیاه گشته و طول گیاه و در نتیجه ورس افزایش می‌یابد (۱۹). سرعت افزایش سطح برگ، تعیین‌کننده سرعت افزایش ظرفیت فتوسنتز در گیاه است. افزایش تعداد گیاه در واحد سطح برای افزایش میزان سطح برگ در واحد سطح با افزایش سطح برگ در بالای بلال برابر نیست. با افزایش تعداد گیاه در واحد سطح سایه‌اندازی روی برگ‌های پایینی بلال زیاد شده و فتوسنتز این برگ‌ها کاهش یافته و به زودی زرد می‌شوند (۱۹). به این ترتیب میزان تنفس برگ‌های پایینی بلال از مقدار فتوسنتز آنها بیشتر می‌شود. چنین برگ‌هایی تا زمانی که بر روی بوته قرار دارند معمولاً تنها مصرف‌کننده هستند (۲۶)؛ کاربرد ژن پربرگی می‌تواند فقط مساحت برگ‌هایی که حداکثر تأثیر را در پر کردن دانه دارند یعنی برگ‌های بالای بلال را به دو برابر افزایش دهد بدون این‌که سبب افزایش در تعداد برگ‌های پایین بلال، حجم ریشه و ساقه شود (۱۷).

ذرت‌های دارای بیش از یک بلال به دلیل داشتن ظرفیت بالای جذب مواد فتوسنتز از نظر ثبات در میزان محصول در شرایط محیطی و تراکم‌های مختلف نسبت به ذرت‌های دارای فقط یک بلال مزیت بیشتری دارند (۴). ژن پربرگی می‌تواند مواد فتوسنتزی لازم جهت پر شدن دانه‌های حداقل سه بلال روی گیاه را تأمین کند (۲۵). در ذرت‌های معمولی، بلال در قسمت وسط گیاه واقع شده که این امر در اواخر فصل رشد، زمانی که بلال به حداکثر وزن خود رسید، باعث خم شدن یا شکستن ساقه می‌شود. فاصله بلال از سطح خاک در اینبردلاین‌ها در اثر ترکیب دو صفت زودرسی و پربرگی کاهش می‌یابد و هیبریدهایی که دارای دو ژن پربرگی و زودرسی می‌باشند، فاصله بلال شان از سطح زمین بسیار کمتر از هیبریدهای معمولی است (۱۸). در آزمایشی که توسط مدرس و همکاران (۱۸) انجام شد، ارتفاع بلال در اینبردلاین‌های لیفی از ۲۶ تا ۳۱ سانتی‌متر و در اینبردلاین‌های معمولی از ۵۲ تا ۶۰ سانتی‌متر متغیر بوده است. از طرف دیگر ذرت‌های پربرگ به دلیل داشتن لیگنین و قند بیشتر در ساقه، نسبت به ورس

بیشتر از برگ‌های پایینی است و خاطر نشان کردند که بخش اعظمی از این اختلاف به علت تفاوت در میزان نور و زاویه برگ است. بنابراین هر گونه افزایش در تعداد و اندازه برگ بخش بالایی گیاه منجر به افزایش عملکرد دانه ذرت می‌شود. چوی و همکاران (۷) طی آزمایشی که بر روی سه اینبردلاین ذرت انجام دادند به این نتیجه رسیدند که زاویه، طول و عرض سومین برگ بالای بلال و برگ بلال بیشترین تأثیر را در پر کردن دانه دارند. آنها هم‌چنین گزارش نمودند که قابلیت توارث‌پذیری زاویه و طول برگ بیشتر از عرض برگ بوده است. دانشمندان با مقایسه یک لاین معمولی ذرت و یک لاین پربرگ به این نتیجه رسیدند که تعداد کل برگ، فاصله بین بلال تا تاسل و تعداد برگ بالای بلال در لاین پربرگ بیشتر است (۲۰).

عملکرد دانه ذرت تابعی از شاخص سطح برگ و ساختار کانوپی است (۲۹). راندمان تبدیل انرژی نور خورشید به محصول ذرت دانه‌ای با افزایش تعداد گیاه در واحد سطح به علت سایه‌اندازی برگ‌های پایینی گیاه توسط برگ‌های بالایی به شدت کاهش خواهد یافت (۶). به‌طورکلی فتوسنتز تا آنجایی افزایش می‌یابد که همه تشعشعات خورشیدی توسط سطوح فتوسنتزکننده جذب شوند و هر افزایش دیگری در سطح برگ تنها باعث افزایش سایه‌اندازی روی برگ‌های پایینی گیاه می‌شود و این برگ‌ها به جای تولید‌کننده مواد فتوسنتزی به واردکننده این مواد تبدیل می‌شوند (۱۳).

با سایه‌اندازی و افزایش سن برگ از مقدار فتوسنتز خالص کاسته می‌شود زیرا سرعت فتوسنتز کاهش و تنفس در برگ‌ها همچنان ادامه می‌یابد (۲۳). مدرس و همکاران (۱۹) اثر سایه را روی دو گروه از هیبریدهای تراکم‌پذیر و تراکم‌ناپذیر ذرت بررسی نمودند و متوجه شدند که هیبریدهای تراکم‌پذیر حساسیت کمتری به سایه دارند و عملکرد آنها بیشتر از هیبریدهای تراکم‌ناپذیر است. گیاهانی که در معرض سایه بودند عملکرد کمتری داشتند که علت آن را افزایش ورس ساقه و افت وزن بلال در اثر کاهش شدت نور دانستند. افزایش تعداد

بسیار مقاوم هستند. مالوار (۱۶) هم‌بستگی مثبت و بالایی بین تعداد روز تا گل‌دهی و ارتفاع بلال از سطح زمین در ذرت مشاهده کرد و عنوان کرد که ارتفاع زیاد بلال از سطح زمین یک اثر منفی در مقاومت به ورس دارد. ارتفاع گیاه و فاصله بلال از سطح زمین تأثیر زیادی بر تاریخ گل‌دهی و عملکرد گیاه دارند (۲۴). حامد و همکاران (۱۴) گزارش دادند که اثر متقابل بین عملکرد دانه، روز تا تاسل‌دهی، ارتفاع بلال، ورس ساقه و ریشه معنی‌دار است. ارتفاع بلال هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با ورس ساقه و ریشه در ذرت دارد. مدرس و همکاران (۱۷) و (۱۸) عنوان نمودند که ذرت‌های پربزرگ فعالیت فتوسنتزی خود را در مدت زمان طولانی‌تری حفظ نموده و از طول دوره پر شدن دانه بیشتری برخوردار هستند. ذرت‌های پربزرگ، در مقایسه با ذرت‌های معمولی، سطح برگ خود را به سرعت توسعه می‌دهند و فاصله زمانی کاشت تا تاسل‌دهی را با سرعت بیشتری طی نموده و در مدت زمان کمتری به سطح برگ مطلوب می‌رسند (۲۵). دانیارد و همکاران (۱۱) دریافتند که ۷۰ تا ۸۰ درصد اختلاف عملکرد بین سه هیبرید ذرت به دلیل تفاوت دوره پر شدن دانه آنها می‌باشد. داویر (۱۲) در یک مطالعه سه ساله، غلظت کربوهیدرات‌های ساقه و برگ را در دو هیبرید پربزرگ با برگ‌های زیادی در بالای بلال و یک هیبرید معمولی (Pioneer3790) مقایسه نمودند و نتیجه گرفتند که هیبرید پربزرگ دارای کربوهیدرات بیشتری در بخش فوقانی کانوپی و ساقه خود بوده و توانست در مراحل اولیه پر شدن دانه، مواد بیشتری را به دانه منتقل نماید. هدف از انجام تحقیق حاضر شناسایی و انتخاب هیبرید برتر از نظر مورفولوژی، عملکرد و امکان توصیه کشت آن در منطقه تهران است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در ۱۷ کیلومتری اتوبان کرج با موقعیت طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۲۱۵ متر از

سطح دریا در سال زراعی ۸۴-۸۵ انجام شد. از لحاظ آب و هوایی محل اجرای آزمایش در منطقه خشک معتدل قرار داشته و میانگین بارندگی سالانه آن ۲۴۷/۴ میلی‌متر است. برای تعیین خصوصیات خاک ۸ نمونه تصادفی از اعماق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک تهیه و پس از مخلوط کردن آنها یک نمونه ترکیبی جهت تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه آب و خاک ارسال گردید. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۱ گزارش شده است.

ژن پربرگی توسط شرکت سهامی خاص پارتنرز و در محل اوکلند واقع در ایالات متحده آمریکا روی توده‌های بومی ذرت مشاهده شد و طی ۶ نسل خودگشنی در دو اینبردلاین A619 و A632 تثبیت گردید. مراحل انجام آزمایش شامل ۴ مرحله بوده که عبارت بودند از ۱- انتخاب لاین‌های وارداتی در سال اول ۲- تولید بذر لاین‌های انتخابی ۳- انجام تلاقی‌های دوگانه ۴- کاشت هیبریدها و سینگل کراس‌های حاصله. پس از انجام آزمایش‌های مربوط به سازگاری و شناسایی اینبرد لاین‌های وارداتی پربزرگ و لاین‌های تجارتمی موجود در کشور از طریق مطالعه صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در سال ۸۴-۸۵، بهترین اینبرد لاین‌ها انتخاب گردیدند و نتایج به‌دست آمده نشان داد که اینبرد لاین‌های پربزرگ از نظر صفات مورد مطالعه نسبت به اینبرد لاین‌های معمولی برتری داشتند، به طوری که دارای سطح برگ، تعداد برگ بالای بلال، تعداد کل برگ، ارتفاع بوته، فاصله بلال تا برگ پرچم، دوره پر شدن دانه، شاخص سطح برگ، شاخص برداشت، وزن چوب بلال و در نهایت عملکرد دانه بیشتر و نیز دارای برگ پایین بلال، ارتفاع بلال از سطح زمین، طول دوره رشد رویشی کمتری نسبت به اینبرد لاین‌های تجارتمی موجود در کشور (a1-a4) بودند. در این تحقیق، اینبرد لاین‌های پربزرگ (L7)، (L5)، (L9)، (L2) و (L10) از نظر صفات مذکور نسبت به سایر اینبرد لاین‌های مورد بررسی برتری نشان دادند.

پس از تکثیر و تولید بذر اینبرد لاین‌ها، هیبریدها (سینگل کراس‌ها) از تلاقی اینبردهای وارداتی انتخابی و هم‌چنین از

جدول ۱. خصوصیات خاک مزرعه تحقیقاتی

هدایت الکتریکی	pH	روی	آهن	منگنز	مس	پتاسیم	فسفر	ازت کل %	کربن آلی %	درصد رس	درصد لای	درصد بافت خاک
		جذب p.p.m	جذب p.p.m	جذب p.p.m	جذب p.p.m	جذب p.p.m	جذب p.p.m	جذب	جذب	جذب	جذب	جذب
۱/۴۶	۷/۸۵	۱/۰۷	۱/۹۹	۳/۷۲	۰/۸۱	۲۱۵/۵	۲/۲	۰/۰۵	۰/۲۲	۹/۷	۱۳/۳۵	۷۶/۹۵ شنی

تلاقی اینبردهای وارداتی با اینبردهای تجارتنی ایرانی به‌دست آمدند. به‌طور کلی ۳۴ سینگل کراس و هیبرید در این آزمایش مقایسه شدند (جدول ۲). جهت بررسی صفات مورفولوژیک سینگل کراس‌های تولیدی آزمایشی با ۳ تکرار و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. عملیات تهیه زمین شامل شخم عمیق پاییزه، پخش علف‌کش ارادیکان به مقدار ۵ لیتر در هکتار قبل از شخم مجدد بهاره، پخش معادل ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و زدن دیسک به‌منظور مخلوط نمودن کود با خاک و تهیه جوی و پشته‌ها بود. هر واحد آزمایش (کرت) را ۴ ردیف کاشت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر و طول ۱۰ متر تشکیل می‌دادند. بین بلوک‌های آزمایشی ۲ متر فاصله منظور گردید. کاشت بذر سینگل کراس‌های ذرت با دست و در عمق ۵ سانتی‌متری در لبه پشته‌ها انجام شد. فاصله کاشت بوته‌ها روی ردیف ۱۹ سانتی‌متر بود به‌طوری که تراکم نهایی حدود ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار برای هر کرت به‌دست آمد. در هر حفره دو بذر به‌صورت کپه‌ای کاشته شد تا بتوان پس از استقرار گیاهچه‌ها و رفع خطرات احتمالی با تنک نمودن بوته‌ها به تراکم‌های مورد نظر رسید. در مرحله چهار برگه شدن، بوته‌ها تنک شده و در هر حفره فقط یک بوته باقی گذاشته شد. بذر ذرت قبل از کاشت با سم کاربوکسین به نسبت یک در هزار ضد عفونی شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت بذر انجام شد و آبیاری‌های بعدی بر حسب نیاز گیاه و به‌طور تقریبی به فاصله ۳ روز یک‌بار (به‌علت شنی بودن خاک محل آزمایش، جدول ۱) صورت گرفت. عملیات داشت

شامل وجین علف‌های هرز در زمان ضرورت، و کاربرد سم اکامت به غلظت ۱/۵ در هزار بر علیه حشرات مکنده در مرحله قبل از ظهور اندام‌های نر و پخش کود اوره به مقدار ۲۵۰ (معادل ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن) کیلوگرم در هکتار به‌صورت سرک در سه مرحله ۸ برگه شدن، ظهور کامل گل‌آذین و ابتدای پر شدن دانه بود.

تعداد برگ‌ها با علامت‌گذاری روی ۵ بوته در هر کرت و برگ‌های پایین و بالای بلال در هنگام ظهور هر برگ مشخص شد و سپس روی میانگین تعداد برگ‌های ۵ بوته تجزیه آماری صورت گرفت. تعیین سطح برگ‌های پایین و بالای بلال با دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل Delta-T Deviges بعد از ظهور اندام نر انجام شد. عملکرد دانه در زمان رسیدن کامل بلال، با برداشت دستی بلال‌ها در دو ردیف میانی هر کرت، پس از حذف حاشیه از طرفین آنها و جدا کردن دانه از بلال، بر حسب کیلوگرم در هکتار با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. هم‌چنین ارتفاع بوته از سطح زمین تا ابتدای محور گل‌آذین بر حسب سانتی‌متر در زمان برداشت، ثبت شد. فاصله بین تاسل و بلال، ارتفاع بلال، طول میانگره‌ها و هم‌چنین طول بلال بر حسب سانتی‌متر روی ۱۰ بوته ثبت و تعیین گردید. در زمان برداشت، میزان عملکرد بیولوژیک از طریق برداشت اندام‌های هوایی و خشک کردن آن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت سه روز محاسبه گردید. کلیه صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و سپس میانگین تیمارها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۲. سینگل کراس‌ها و هیبریدهای تجارتي به‌دست آمده حاصل از تلاقی اینبردهای انتخاب شده

هیبریدهای تجارتي	سینگل کراس‌ها					
Sc108	b5xb1	b5xb9	b5xa4	b5xa1	b5xa2	b5xa3
Sc301	b7xb5	b9xb10	b9xa4	b9xa1	b9xa2	b9xa3
Sc604	b7xb1	b7xb2	b7xa4	b7xa1	b7xa2	b7xa3
Sc704	b2xa3	b10xa4	b10xa	b10xa	b10xa	b7xb9
	b2xb1	b2xb9	b2xb5	b2xa4	b2xa1	b2xa2

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین تمام هیبریدها از نظر صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۳). تعداد برگ‌های بالا و پایین بلال و عملکرد بیولوژیک در بین هیبریدها تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ داشتند (جدول ۴). سینگل کراس b7xa4 بالاترین و سینگل کراس‌های تجارتي پایین‌ترین تعداد برگ‌های بالای بلال را دارا بودند. همان‌طوری که قبلاً گفته شد سینگل کراس‌های به‌دست آمده در این پروژه به‌علت دارا بودن ژن تعداد برگ‌های بالای خوشه بیشتری نسبت به هیبریدهای تجارتي داشتند. شاور (۲۵) بیان کرد که اثر اصلی ژن پربریگی تولید برگ‌های اضافی در بالای بلال است و توصیه کرده است که اصلاح‌گران نبات به هر دو صفت در تعداد برگ و اندازه آن، توجه داشته باشند تا سطح برگ ذرت افزایش یابد.

تعداد برگ‌های بالای بلال در بین سینگل کراس‌های مورد آزمایش نیز متفاوت بود. به‌طوری که میانگین حداکثر و حداقل تعداد برگ‌های بالای بلال در این سینگل کراس‌ها ۱۴ و ۸/۳۳ به‌دست آمد. شاور (۲۵) گزارش کرد که ژن‌های مختلف برای تعداد برگ‌ها می‌توانند روی بروز صفت پربریگی اثر بگذارند که این اثر می‌تواند افزایشی و غیرآلی باشد. تعداد برگ‌های پایین بلال نیز در بیشتر سینگل کراس‌های به‌دست آمده بیشتر از هیبریدهای تجارتي بود. سینگل کراس b7xa4 (۹/۶۷) بیشترین تعداد برگ‌های پایین بلال و سینگل کراس‌های b10xa3 (۶/۳۳)، b10xa1 (۶/۳۳)، و هیبریدهای تجارتي (۵/۶۷) کمترین برگ‌های پایین بلال را دارا بودند.

سینگل کراس b2xa4 و هیبرید تجارتي SC108 به‌ترتیب بیشترین (۱۸/۲۲ t/ha) و کمترین (۱۲/۳۷ t/ha) عملکرد بیولوژیک را تولید نمودند. LAI اضافی ممکن است بر روی عملکرد اثر نامطلوبی داشته باشد (۳۳). میانگین تعداد برگ‌های بالا و پایین بلال در سینگل کراس b2xa4 که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۸/۲۲ t/ha) و دانه (۱۰/۲۲ t/ha) را داشت بترتیب ۱۱/۶۷ و ۸/۳۳ بود. در صورتی که سینگل کراس b7xa4 با داشتن ۱۴ و ۹/۶۷ برگ به‌ترتیب در بالا و پایین بلال، عملکرد بیولوژیک و دانه را با مفادیر ۱۷/۱۴ و ۹/۱۴ تن در هکتار تولید نمود. افزایش تراکم گیاهی یکی از راه‌های رسیدن به حداکثر جذب نور خورشیدی ورودی به کانوپی ذرت است (۳ و ۲۱). هم‌چنین زیاد کردن تراکم گیاهی باعث افزایش تمرکز LAI و جذب نور در قسمت بالای کانوپی به‌ویژه در سطح بلال می‌شود که احتمال دارد در روابط بین مبداء و مقصد نقش مفیدی داشته باشد (۱۵ و ۲۷). کانوپی‌های محصولات زراعی در طول فصل رشد کمتر از ۵٪ از انرژی خورشیدی جذب شده را به انرژی شیمیایی تبدیل می‌کنند (۸). تراکم‌های زیاد می‌توانند بهره‌مندی کانوپی‌های ذرت از نور خورشید را افزایش دهند (۲۱). تمرکز برگ‌های سالم در سطح بلال به‌عنوان پاسخ ذرت به افزایش تراکم گیاهی قابل توضیح است. به هر حال کارایی تبدیل و تغییر انرژی خورشیدی جذب شده به عملکرد اقتصادی در ذرت، با افزایش تراکم گیاهی، کاهش خواهد یافت که دلیل آن سایه‌اندازی می‌باشد (۶). در کل، فتوسنتز تا زمانی افزایش می‌یابد که تقریباً ۹۵٪ تشعشع خورشیدی توسط سطوح فتوسنتزکننده جذب شود و هر گونه افزایش سطح برگ بیشتر

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مختلف سینگل کراس‌ها

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد برگ های بالای بلال	تعداد برگ های پایین بلال	عملکرد بیولوژیک (t/h)	طول بلال	ارتفاع گیاه	فاصله بین تاسل و بلال
تکرار	۲	۰/۰۴	۰/۳۸	۰/۰۵	۰/۰۱	۸/۷۲	۸/۹۸
هیبرید	۳۳	۱۴/۲۶ **	۴/۰۲ **	۴/۵۶ **	۱۷/۵۵ **	۴۵۸/۷۶**	۳۳۷/۶۳ **
خطا	۶۶	۰/۲۷	۰/۵۷	۰/۰۲	۰/۹۴	۱۰/۲۶	۴/۰۹
ضریب تغییرات		۵/۰۷	۷/۲۸	۰/۹۲	۵/۳۲	۱/۴۸	۱/۷۸

منابع تغییر	درجه آزادی	طول میانگره	ارتفاع بلال	سطح برگ‌های بالای بلال	سطح برگ‌های پایین بلال	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰/۳۵	۳۲/۱۹	۹۷۴/۵۹	۸۳۳۳۰/۱۵	۰/۰۵۱
هیبرید	۳۳	۱۲/۵۸ **	۱۶۷/۰۵ **	۱۹۷۱۴۵۴/۷۲**	۷۲۷۹۸۱/۰۳ **	۳/۵۹**
خطا	۶۶	۰/۶۲	۱۳/۶۶	۴۰۰۸۶/۸۹	۴۶۴۷۶/۳۳	۰/۰۲
ضریب تغییرات		۶/۸۸	۳/۵۸	۷/۸۹	۱۱/۳۰	۱/۸۲

** : معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

نداشت.

ارتفاع گیاه در سینگل کراس b7xa4 (۲۳۳/۳۳ cm) بالاترین مقدار را داشت که از نظر آماری با سینگل کراس‌های b5xa2 (۲۲۷/۶۷ cm)، b5xa4 (۲۳۲/۳۳ cm) هیچ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). کمترین ارتفاع گیاه مربوط به هیبریدهای تجارتي SC108 و SC301 بود. ارتفاع گیاه در دو هیبرید تجارتي دیگر از نظر آماری مشابه بسیاری از سینگل کراس‌های مورد استفاده در این آزمایش بود.

حداکثر فاصله تاسل تا بلال مربوط به سینگل کراس b7xb10 (۱۲۸ cm) بود که با سینگل کراس‌های b7xa3 (۱۲۴/۶۷ cm)، b7xa1 (۱۲۶ cm)، b7xa4 (۱۲۵ cm)، b5xa4 (۱۲۵ cm) از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). کمترین فاصله تاسل تا بلال متعلق به هیبریدهای تجارتي SC108 (۸۶ cm) و SC301 (۹۱ cm) بود. فاصله تاسل تا بلال در کلیه سینگل کراس‌های تولیدی بیش از هیبریدهای تجارتي بودند.

به‌علت افزایش تعداد برگ‌ها در سینگل کراس‌های تولیدی و افزایش نیافتن ارتفاع گیاه به ازای افزایش هر برگ، فاصله

از حد مطلوب فقط سایه‌اندازی بر روی برگ‌های پایینی را زیاد می‌کند و سود خیلی اندکی برای گیاه دارد (۱۳). تعدادی از سینگل کراس‌های تولیدی عملکردی مشابه هیبریدهای تجارتي داشتند و تعدادی نیز عملکرد بالاتری تولید نمودند. تعداد برگ‌ها و توزیع آنها در ذرت‌های دارای زمینه‌های مختلف ژنتیکی تغییر می‌کند اگر چه در داده‌های اولیه موارد نسبتاً زیادی از هم‌پوشانی بین هیبریدهای پربزرگ و معمولی وجود داشت، مانند گیاهانی که در بالای بلال ۸ برگ داشتند. افزایش قابل ملاحظه پتانسیل عملکرد در ذرت پربزرگ به آسانی قابل توجیه است زیرا ژن پربزرگی به‌راحتی تولید سطح برگ را در ذرت تقریباً به دو برابر افزایش می‌دهد (۲۵).

بیشترین طول بلال از سینگل کراس‌های b7xb2 و b7xb5 به‌طول (۲۴ cm) به‌دست آمد (جدول ۴). البته طول بلال در سینگل کراس‌های مذکور و سینگل کراس‌های b7xa4 (۲۲/۶۷cm)، b2xa4 (۲۳ cm)، b2xb5 (۲۲/۶۷ cm) از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین طول بلال مربوط به هیبرید تجارتي SC108 (۱۵/۶۷ cm) بود که با بسیاری از سینگل کراس‌های دیگر از نظر آماری تفاوت معنی‌داری

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و عملکرد بیولوژیک سینگل کراس‌ها

فاصله بین تاسل و بلال (سانتی‌متر)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	طول بلال (سانتی‌متر)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	تعداد برگ‌های پایین بلال	تعداد برگ‌های بالای بلال	سینگل کراس‌ها
۱۲۴/۶ ^{abcd}	۲۲۴ ^{cdefg}	۱۸/۶ ^{cde}	۱۶/۷ ^{ef}	۸/۳ ^{bcd}	۱۲/۳ ^c	b7xa3
۱۱۹ ^f	۲۲۷ ^{bcde}	۱۹/۶ ^{bc}	۱۶/۸ ^{ef}	۹/۰ ^{abc}	۱۲/۶ ^{bc}	b7xa2
۱۲۶ ^{ab}	۲۲۸ ^{abc}	۲۱ ^b	۱۶/۹ ^{de}	۹/۳ ^{ab}	۱۳/۳ ^{ab}	b7xa1
۱۲۵ ^{abc}	۲۳۳/۳ ^a	۲۲/۶ ^a	۱۷/۱ ^{bcd}	۹/۶ ^a	۱۴ ^a	b7xa4
۱۲۱/۶ ^{cdef}	۲۱۹/۳ ^{efghij}	۲۴ ^a	۱۷/۰ ^{cde}	۷/۶ ^{def}	۱۱/۶ ^{cd}	b7xb2
۱۲۳ ^{bcde}	۲۱۶ ^{ijkl}	۲۴ ^a	۱۷/۲ ^{bc}	۸/۶ ^{abcd}	۱۲/۶ ^{bc}	b7xb5
۱۱۹ ^f	۲۱۴ ^{klm}	۱۹/۳ ^{cd}	۱۶/۶ ^{fg}	۹/۳ ^{ab}	۱۲/۳ ^c	b7xb9
۱۲۸ ^a	۲۱۴ ^{klm}	۱۸ ^{cdef}	۱۶/۳ ^h	۸/۶ ^{abcd}	۱۱/۳ ^{de}	b7xb10
۱۱۰/۶ ^g	۲۱۳ ^{klmn}	۱۸ ^{cdef}	۱۵/۱ ^{ml}	۸/۳ ^{bcd}	۱۰/۳ ^f	b2xa3
۱۱۳ ^g	۲۱۶/۳ ^{hijkl}	۱۷/۳ ^{efgh}	۱۵/۳ ^{kl}	۷/۶ ^{def}	۱۰/۶ ^{ef}	b2xa2
۱۲۱ ^{def}	۲۲۵/۳ ^{cdef}	۱۶/۶ ^{gh}	۱۵/۴ ^{jk}	۸/۰ ^{cdef}	۱۱/۳ ^{de}	b2xa1
۱۲۱ ^{def}	۲۲۶/۶ ^{bcde}	۲۳ ^a	۱۸/۲ ^a	۸/۳ ^{bcd}	۱۱/۶ ^{dc}	b2xa4
۱۲۲/۳ ^{bcdef}	۲۲۱/۶ ^{defghi}	۲۲/۶ ^a	۱۷/۳ ^b	۸/۳ ^{bcd}	۱۱/۶ ^{dc}	b2xb5
۱۰۵/۶ ⁱ	۲۱۳ ^{klmn}	۱۷/۶ ^{defg}	۱۶/۴ ^{gh}	۷/۳ ^{efg}	۱۰/۶ ^{ef}	b2xb9
۱۱۳/۶ ^g	۲۲۲/۳ ^{cdefgh}	۱۷/۶ ^{defg}	۱۶/۰ ^l	۷/۶ ^{def}	۱۰/۰ ^{fg}	b2xb10
۱۱۰/۳	۲۱۹ ^{ghijk}	۱۵/۶ ^h	۱۰/۵ ^r	۷/۶ ^{def}	۹/۶ ^{fgh}	b5xa3
۱۲۳ ^{cdef}	۲۲۷/۶ ^{abcd}	۱۶ ^{gh}	۱۴/۷ ^{nopqr}	۹/۰ ^{abc}	۱۱/۶ ^{dc}	b5xa2
۱۲۲/۶ ^{cdef}	۲۲۷/۳ ^{bcde}	۱۷/۳ ^{efgh}	۱۰/۸ ^{nopq}	۹/۰ ^{abc}	۱۲/۰ ^{dc}	b5xa1
۱۲۵ ^{abc}	۲۳۲/۳ ^{ab}	۱۷ ^{efgh}	۱۵/۷ ^j	۹/۳ ^{ab}	۱۲/۶ ^{bc}	b5xa4
۱۱۱ ^g	۲۱۳ ^{klmn}	۱۶ ^{gh}	۱۴/۷ ^{opqr}	۸/۰ ^{cdef}	۱۰/۶ ^{ef}	b5xb9
۱۰۶ ⁱ	۲۱۲/۳ ^{lmn}	۱۶ ^{gh}	۱۴/۶ ^{qr}	۷/۳ ^{efg}	۹/۶ ^{fgh}	b5xb10
۱۰۱ ^j	۲۰۵ ^o	۱۶/۶ ^{fgh}	۱۴/۸ ^{nopq}	۷/۰ ^{fg}	۹/۰ ^{hij}	b9xa3
۱۰۷ ^{hi}	۲۱۴ ^{klm}	۱۶/۳ ^{fgh}	۱۴/۹ ^{mno}	۷/۶ ^{def}	۹/۶ ^{fgh}	b9xa2
۱۱۳/۳ ^g	۲۱۹ ^{ghijk}	۱۷/۶ ^{defg}	۱۵/۰ ^{mn}	۸/۰ ^{cdef}	۱۰/۰ ^{fg}	b9xa1
۱۱۳ ^g	۲۲۱/۳ ^{efghi}	۱۶/۶ ^{fgh}	۱۵/۴ ^{jk}	۹/۰ ^{abc}	۱۰/۳ ^f	b9xa4
۱۱۰/۳ ^{gh}	۲۱۷/۶۷ ^{hijkl}	۱۸ ^{cdef}	۱۵/۴ ^k	۷/۳ ^{efg}	۹/۳ ^{ghi}	b9xb10
۱۰۷ ^{hi}	۲۰۸ ^{mno}	۱۷/۳ ^{efgh}	۱۴/۶ ^{qr}	۶/۳ ^{gh}	۸/۳ ^j	b10xa3
۱۱۲/۶۷ ^g	۲۱۸/۶ ^{ghijk}	۱۶/۶ ^{fgh}	۱۴/۶ ^{qr}	۷/۰ ^{fg}	۹/۰ ^{hij}	b10xa2
۱۲۰/۳ ^{ef}	۲۲۰ ^{fghij}	۱۷ ^{efgh}	۱۴/۷ ^{opqr}	۶/۳ ^{gh}	۸/۶۷ ^{ij}	b10xa1
۱۲۱ ^{def}	۲۲۴ ^{cdefg}	۱۷/۳ ^{efgh}	۱۴/۹ ^{mnop}	۷/۰ ^{fg}	۹/۳۳ ^{ghi}	b10xa4
۸۶ ^m	۱۶۶ ^q	۱۵/۶۷ ^h	۱۲/۳ ^u	۵/۶ ^h	۵/۶ ^k	Sc108
۹۱ ^l	۱۹۰ ^d	۱۶/۳ ^{fgh}	۱۳/۶ ^t	۵/۶ ^h	۶/۰ ^K	Sc301
۹۴ ^k	۲۰۷/۶ ^{no}	۱۷/۳ ^{efgh}	۱۴/۶ ^{qr}	۵/۶ ^h	۵/۶ ^K	Sc604
۹۷ ^k	۲۱۹/۶ ^{fghij}	۱۸ ^{cdef}	۱۴/۱ ^s	۵/۶ ^h	۵/۶ ^K	Sc704

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

میانگره‌ها در این هیبریدهای سینتتیک نسبت به هیبریدهای تجارتي کاهش یافت، بیشترین فاصله میانگره‌ها متعلق به هیبریدهای SC604 (۱۶/۷۲ cm) و SC704 (۱۷/۲۶ cm) و کمترین فاصله مربوط به سینگل کراس b7×a4 بودند (جدول ۵). هیبرید تجارتي SC108 (۸۰ cm) حداقل و هیبرید تجارتي SC704 (۱۲۲/۶۷ cm) حداکثر ارتفاع بلال را داشتند.

با توجه به این که ارتفاع گیاه در سینگل کراس‌های مورد استفاده بیشتر از هیبریدهای تجارتي بود لذا استنباط می‌گردد که در این سینگل کراس‌ها بلال به طرف سطح زمین رانده شده به طوری که فاصله‌اش از سطح زمین کاهش یافته است (جدول ۳). بنابراین احتمال ورس در این سینگل کراس‌ها کمتر از هیبریدهای تجارتي دیررس است.

کمترین و بیشترین سطح برگ بالای بلال به ترتیب متعلق به سینگل کراس b7×a4 (۴۵۳۰ cm^۲) و هیبریدهای تجارتي بودند. البته برخی از سینگل کراس‌های مورد استفاده در آزمایش دارای سطح برگ بالای بلال مشابهی با هیبریدهای تجارتي از نظر آماری بودند. از این موضوع استنباط می‌گردد که اگر چه تعداد برگ در سینگل کراس‌های پربرگ افزایش یافت ولی در بعضی موارد به علت کم شدن عرض و یا طول برگ‌ها در این گونه سینگل کراس‌ها تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین سطح برگ بالای خوشه آنها و هیبریدهای تجارتي دیده نشد. سطح برگ پایین بلال در سینگل کراس b7×a4 (۳۰۲۰ cm^۲) بیشترین و کمترین آن مربوط به سینگل کراس b10×a3 (۱۱۶۳/۳ cm^۲) بودند (جدول ۵). تمایز قابل ملاحظه‌ای بین سینگل کراس‌های مورد آزمایش و هیبریدهای تجارتي مشاهده نشد. سینگل کراس b2×a4 و هیبرید تجارتي SC108 به ترتیب بیشترین (۱۰/۲۲ t/ha) و کمترین (۶/۳۷ t/ha) عملکرد دانه را تولید نمودند. بیشترین عملکرد دانه از سینگل کراس‌هایی حاصل شد که تعداد برگ‌های بالا و پایین بلال آنها در حد متوسط بود و سینگل کراس‌هایی که تعداد برگ‌های بالا و پایین زیادی داشتند همانند b7×a4 به علت رشد رویشی زیاد نتوانستند حداکثر عملکرد دانه را داشته باشند. میانگین تعداد برگ‌های بالا و پایین

بلال در سینگل کراس b2×a4 که بیشترین عملکرد دانه (۱۰/۲۲ t/ha) را تولید نمودند به ترتیب ۱۱/۶۷ و ۸/۳۳ بود. در صورتی که سینگل کراس b7×a4 با داشتن ۱۴ و ۹/۶۷ برگ به ترتیب در بالا و پایین بلال ۹/۱۴ تن در هکتار عملکرد دانه را تولید نمود. تعدادی از سینگل کراس‌های تولیدی، عملکردی مشابه هیبریدهای تجارتي داشتند و تعدادی نیز عملکرد بالاتری تولید نمودند. عملکرد دانه در ذرت (*Zea mays* L.) با شاخص سطح برگ و بنابراین ساختمان کانوپی ارتباط اساسی دارد (۲۹).

تعداد برگ‌های بالای بلال با کلیه صفات اندازه‌گیری شده به جز طول میانگره و ارتفاع بلال رابطه هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری دارد (جدول ۶). رابطه منفی و معنی‌داری بین طول میانگره و سایر صفات اندازه‌گیری شده وجود دارد یعنی هر چه از طول میانگره کاسته شود (با افزایش تعداد برگ‌های بالای و پایین بلال) سایر صفات از جمله عملکرد دانه افزایش می‌یابد.

رابطه بین ارتفاع بلال و گیاه، معنی‌دار و مثبت است یعنی با افزایش ارتفاع گیاه طول بلال نیز افزایش می‌یابد. ارتفاع بلال با سایر صفات اندازه‌گیری شده رابطه‌ای نداشت (جدول ۶).

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که سینگل کراس‌های b7×a4 و b2×a4 هر دو از نظر تولید ماده خشک بهتر از سایر سینگل کراس‌ها بوده و سینگل کراس b2×a4 ماکزیمم عملکرد دانه را داشت.

نتیجه‌گیری

در هیبریدهای پربرگ نسبت به هیبریدهای غیر پربرگ سطح برگ بالای بلال بیشتر است و در نتیجه به‌طور مؤثرتری نور خورشید را جذب می‌کنند. میانگره‌ها در اینبرد و هیبریدهای پربرگ در مقایسه با هیبریدها و لاین‌های اینبرد غیر پربرگ کوتاه‌ترند.

ذرت‌های پربرگ نسبت به غیر پربرگ سرعت کاکل‌دهی بیشتر، توسعه سطح برگ مطلوب‌تر، سرعت رشد بلال بیشتر و واحد سطح برگ زیادتر داشتند. بیشتر هیبریدهای پربرگ بیش

جدول ۵. مقایسه میانگین طول میانگین طول میانگین، ارتفاع بلال، سطح برگ‌های بالا و پایین بلال و عملکرد دانه

عملکرد دانه (تن در هکتار)	سطح برگ‌های پایین بلال(سانتی متر مربع)	سطح برگ‌های بالای بلال(سانتی متر مربع)	ارتفاع بلال (سانتی متر)	طول میانگین (سانتی متر)	سینگل کراس‌ها
۸/۷ ^{fg}	۱۸۶۱/۳ ^{ghij}	۲۹۰۸/۳ ^{ef}	۹۹/۳ ^{efgh}	۱۰/۱ ^{ghijk}	b7xa3
۸/۸ ^{fg}	۲۱۱۸ ^{ghef}	۳۰۵۹ ^{de}	۱۰۸ ^{bcd}	۹/۴ ^{ijk}	b7xa2
۸/۹ ^{ef}	۲۶۲۲ ^{bc}	۳۸۶۴ ^b	۱۰۲ ^{cdefg}	۹/۴ ^{ijk}	b7xa1
۹/۱ ^{cde}	۳۰۲۰ ^a	۴۵۳۰ ^a	۱۰۸/۳ ^{bcd}	۸/۹ ^k	b7xa4
۹/۵ ^{def}	۱۶۴۷/۳ ^{ijklm}	۲۷۰۶/۳ ^{efg}	۹۷/۶ ^{fgh}	۱۰/۴ ^{fghijk}	b7xb2
۹/۲ ^{cd}	۲۵۶۷ ^{bcd}	۳۹۲۶ ^b	۹۳ ^h	۹/۷ ^{hijk}	b7xb5
۸/۶ ^{gh}	۲۲۱۰/۳ ^{defg}	۲۹۰۸/۳ ^{ef}	۹۵ ^{gh}	۹/۶ ^{hijk}	b7xb9
۸/۳ ⁱ	۱۹۷۷/۷ ^{ghi}	۲۵۵۹/۳ ^{fgh}	۸۶ ⁱ	۱۱/۳ ^{efg}	b7xb10
۷/۱ ^{mn}	۱۸۶۱/۳ ^{ghij}	۲۲۱۰/۳ ^{hijk}	۱۰۲/۳ ^{cdef}	۱۰/۷ ^{fghij}	b2xa3
۷/۳ ^{lm}	۱۶۴۷/۳ ^{ijklm}	۲۳۵۳/۳ ^{ghij}	۱۰۳/۳ ^{cdef}	۱۰/۶ ^{fghij}	b2xa2
۷/۴ ^{kl}	۲۰۷۰ ^{fgh}	۳۰۳۶ ^{de}	۱۰۴/۳ ^{cdef}	۱۰/۶ ^{fghij}	b2xa1
۱۰/۲ ^a	۲۴۱۶ ^{cdef}	۳۴۷۳ ^c	۱۰۵/۶ ^{cde}	۱۰/۳ ^{fghijk}	b2xa4
۹/۳ ^c	۲۴۱۶ ^{cdef}	۳۴۷۳ ^c	۹۹/۳ ^{efgh}	۱۰/۵ ^{fghij}	b2xb5
۸/۴ ^{hi}	۱۵۲۹/۷ ^{ijklmn}	۲۳۵۳/۳ ^{ghij}	۱۰۷/۳ ^{bcd}	۹/۹ ^{ghijk}	b2xb9
۸/۵ ^j	۱۶۲۸/۷ ^{ijklm}	۲۰۹۴ ^{ijkl}	۱۰۸/۶ ^{bc}	۱۱/۳ ^{efg}	b2xb10
۶/۵ st	۱۶۲۸/۷ ^{ijklm}	۱۹۷۷/۷ ^{ijklm}	۱۰۸/۶ ^{bc}	۱۱/۴ ^{efg}	b5xa3
۶/۷ ^{opqr}	۲۱۱۸ ^{ghef}	۲۷۰۶/۳ ^{efg}	۱۰۵/۶ ^{cde}	۱۰/۴ ^{fghij}	b5xa2
۶/۸ ^{opqr}	۲۴۸۴ ^{bcd}	۳۳۱۲ ^{cd}	۱۰۵/۶ ^{cde}	۱۰/۱ ^{ghijk}	b5xa1
۷/۷ ^k	۲۸۶۹ ^{ab}	۳۹۲۶ ^b	۱۰۷/۳ ^{bcd}	۹/۸ ^{ghijk}	b5xa4
۶/۷ ^{opqrs}	۱۷۶۵ ^{hijkl}	۲۳۵۳/۳ ^{ghij}	۱۰۲ ^{cdefg}	۱۰/۴ ^{fghijk}	b5xb9
۶/۶ ^{rst}	۱۵۱۲/۳ ^{ijklmn}	۱۹۷۷/۷ ^{ijklm}	۱۰۶/۳ ^{cde}	۱۱ ^{fghi}	b5xb10
۶/۸ ^{opqr}	۱۳۹۶ ^{klmn}	۱۷۴۵ ^{lmn}	۱۰۴ ^{cdef}	۱۱/۲ ^{efgh}	b9xa3
۶/۹ ^{nop}	۱۶۴۷/۳ ^{ijklm}	۲۰۰۰/۳ ^{ijklm}	۱۰۷ ^{bcd}	۱۱/۱ ^{efgh}	b9xa2
۷/۵ ^{no}	۲۰۷۰ ^{fgh}	۲۴۸۴ ^{gh}	۱۰۵/۶ ^{cde}	۱۱/۳ ^{efg}	b9xa1
۷/۴ ^{kl}	۲۷۱۸ ^{abc}	۲۸۶۹ ^{ef}	۱۰۸/۳ ^{bcd}	۱۰/۹ ^{fghij}	b9xa4
۷/۴ ^l	۱۵۲۹/۷ ^{ijklmn}	۱۸۸۲/۷ ^{klm}	۱۰۷/۳ ^{bcd}	۱۱/۸ ^{def}	b9xb10
۶/۶ ^{rst}	۱۱۶۳/۳ ⁿ	۱۵۱۲/۳ ⁿ	۱۰۱ ^{defg}	۱۲/۸ ^{cd}	b10xa3
۶/۶ ^{qrs}	۱۴۱۲ ^{klmn}	۱۷۶۵ ^{lmn}	۱۰۶ ^{cde}	۱۲/۵ ^{de}	b10xa2
۶/۷ ^{pqrs}	۱۳۸۰ ^{lmn}	۱۹۳۲ ^{klm}	۹۹/۶ ^{efgh}	۱۳/۹ ^{bc}	b10xa1
۶/۹ ^{nopq}	۱۸۱۲ ^{ghijk}	۲۴۱۶ ^{ghi}	۱۰۳ ^{cdef}	۱۳ ^{cd}	b10xa4
۶/۳ ^t	۱۲۷۹/۷ ^{mn}	۱۳۹۶ ⁿ	۸۰ ⁱ	۱۵/۲ ^b	Sc108
۷/۶ ^{kl}	۱۲۹۴/۳ ^{mn}	۱۴۱۲ ⁿ	۹۹ ^{efgh}	۱۵/۱ ^b	Sc301
۹/۶ ^b	۱۵۱۸ ^{ijklmn}	۱۵۱۸ ⁿ	۱۱۳/۶ ^b	۱۶/۷ ^a	Sc604
۹/۱ ^{cde}	۱۶۶۱ ^{ijklm}	۱۶۶۱ ^{mn}	۱۲۲/۶ ^a	۱۷/۲ ^a	Sc704

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۶. ضرایب هم‌بستگی بین صفات رویشی و عملکرد دانه

صفات	تعداد برگ‌های پایین بلال	عملکرد دانه	طول بلال	ارتفاع گیاه	فاصله تاسل و بلال	طول میانگره	ارتفاع بلال	سطح برگ بالای بلال
عملکرد دانه	۰/۶۲**							
طول بلال	۰/۳۷**	۰/۷۸**						
ارتفاع گیاه	۰/۶۱**	۰/۶۱**	۰/۳۲**					
فاصله تاسل و بلال	۰/۷۲**	۰/۷۲**	۰/۴۸**	۰/۷۷**				
طول میانگره	-۰/۸۱**	-۰/۶۵**	-۰/۳۵**	-۰/۵۲**	-۰/۶۷**			
ارتفاع بلال	۰/۰۰۳ns	-۰/۰۰۲ns	-۰/۱۴ns	۰/۵۴**	-۰/۱۲ns	۰/۰۷ns		
سطح برگ بالای بلال	۰/۷۹**	۰/۷۴**	۰/۶۱**	۰/۶۳**	۰/۷۶**	-۰/۷۳**	-۰/۰۲ns	
سطح برگ پایین بلال	۰/۸۶**	۰/۵۷**	۰/۴۷**	۰/۵۹**	۰/۶۱**	-۰/۵۷**	۰/۱۰ns	۰/۸۷**

** و ns: به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

میزان فتوسنتز آنها نسبت به ذرت‌های غیر پربرگ بیشتر است. اینبردها و هیبریدهای پربرگ ذرت دارای سرعت رشد برگ بیشتر، دوره پر شدن دانه طولانی‌تر، محتوای رطوبتی پایین در برداشت و شاخص برداشت بیشتری بودند. بنابراین هیبریدهای پربرگ می‌توانند در منطقه تهران تولید مؤفقی داشته باشند.

از یک بلال تولید نمودند، ولی هیبریدهای غیر پربرگ در بیشتر موارد یک بلال تولید کردند. اصولاً ذرت‌هایی که بیش از یک بلال تولید می‌کنند ثبات عملکرد بیشتری دارند. در لاین‌های اینبرد و هیبرید پربرگ نسبت به غیرلیفی، LAI کل بیشتر بود. در یک تراکم ثابت، ذرت‌های لیفی به دلیل آرایش مطلوب‌تر سایه‌اندازی کمتری بر روی برگ‌های پایینی داشته و در کل

منابع مورد استفاده

۱. راشد محصل، م. ح.، م. حسینی، م. عبدی و ع. ملافیلابی. ۱۳۷۶. زراعت غلات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۲. رحیمیان، ح.، ع. کوچکی و ا. زند. ۱۳۷۷. تکامل، سازگاری و عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات نشر آزمون کشاورزی، کرج.
۳. رحیمیان، ح. و م. بنایان. ۱۳۷۵. مبانی فیزیولوژیکی اصلاح نباتات. جهاد دانشگاهی مشهد.
4. Brotslaw, D. J., L. L. Darrah, M. S. Zuber and G. F. Krause. 1988. Effect of prolificacy on grain yields and root and stalk strength in maize. *Crop Sci.* 28:750-755.
5. Brown, R. H. 1984. Growth of the green plant. PP. 153-174. *In*: M.B. Tesar (Eds.), *Physiological Basis of Crop Growth and Development*. American Society of Agronomy, Madison, WI.
6. Buren, L. L. 1970. Plant characteristics associated with barrenness in maize. Ph.D. Thesis, Iowa state University, Ames, Iowa.
7. Choi, K. 1995. Inheritance of leaf angle, width and length in maize. *Korean J. Breed.* 27:13-22.
8. Dewit, C. T. 1967. Photosynthesis: Its relation to evaporation. PP. 315-320. *In*: A.S. Pietro, F.A. Greer and T.J. Army (Eds.), *Harvesting the Sun*. Academic Press, New York.
9. Dong, S. T. and C. K. Hu. 1993. Effect of plant population density on canopy net photosynthesis and their relation

- to grain yield in maize cultivars. *Photosynthetica* 29:25-32.
10. Duncan, W. G. 1972. Plant spacing density orientation and light relationship as related to different corn genotype. Reprinted from proc. 27th Annual Corn and Sorghum Research, Washington DC.
 11. Daynard, T. D. and W. A. Duncan. 1969. The black layer and grain maturity in corn. *Crop Sci.* 9:473-476.
 12. Dwyer, L. M., C. Y. Andrews, D. W. Stewart, B. L. Ma and J. A. Dugas. 1995. Carbohydrate levels in field grown leafy and normal maize genotypes. *Crop Sci.* 35:1020-1027.
 13. Gardner, F. P., R. B. Pearce and R. L. Mitchell. 1985. *Physiology of crop plants* Iowa State University Press, Ames, Iowa.
 14. Hameed, A., L. M. Pollak and P. N. Hinz. 1994. Evaluation of cateto maize accessions for grain yield and other agronomic traits in temperate and tropical environments. *Crop Sci.* 34:270-275.
 15. Loomis, R. S., W. A. Williams, W. G. Duncan, A. Dovrat and F. Nunez. 1968. Quantitative descriptions of foliage display and light absorption in field communities of corn plants. *Crop Sci.* 8:325-356.
 16. Malvar, R. A. 1990. Additive correlation between days to flowering and agronomic traits in two landrace of maize. *Anales-de-la-Estacion-Experimental-de-Aula-Dei* 20:59-64.
 17. Modarres, A. M., R. I. Hamilton L. M. Dwyer, D. W. Stewart, M. Dijak and D. L. Smith. 1997. Leafy reduced-stature maize for short-season environments: Yield and Yield components of inbred lines. *Euphytica* 97: 129-138.
 18. Modarres, A. M., R. I. Hamilton, L. M. Dwyer, D. W. Stewart, D. E. Mather, M. Dijak and D. L. Smith. 1997. Leafy reduced-stature maize for short-season environments: Morphological aspects of inbred lines. *Euphytica* 96: 301-309.
 19. Modarres, A. M., R. I. Hamilton. M. Dijak, L. M. Dwyer, D. W. Stewart, D. E. Mather and D. L. Smith. 1998. Plant population density effects on maize inbred lines grown in short-season environments. *Crop Sci.* 38:104-108.
 20. Passes, H. J. and S. Poethig. 1993. Vegetative and reproductive development in Leafy1 and early flowering plants. *Maize-Genetics-Cooperation-Newsletter* 67:91-92.
 21. Pepper, G. E. 1974. The effect of leaf orientation and plant density on the yield of maize (*Zea mays* L.). Ph.D. Thesis, Iowa State Univ., Ames (Diss, Abstract. 35/11-B p.5234).
 22. Peter, J., V. Verny and L. Hruska. 1988. *Yield Formation in the Main Crop*. Elsevier Science Pub. Co. Inc., USA.
 23. Russell, W. A. 1985. Evaluations for plant, ear and grain traits of maize cultural representing different eras of breeding. *Maydica* 30:85-96.
 24. Sangoi, L., M.A. Gracietti, C. Rampazzo and P. Bianchetti 2002. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. *Field Crops Res.* 79 : 39-51
 25. Shaver, D. L. 1983. Genetics and breeding of maize with extra leaves above the ear. *Proc. Ann. Corn and Sorghum Res. Conf.* 38:161-180.
 26. Stoskopf Neal, C. 1981. *Understanding Crop Production*. Reston Pub.Co., USA.
 27. Tetio-Kagho, F. and F. P. Gardner. 1988. Responses of maize to plant population density. I. Canopy development, light relationships, and vegetative growth. *Agron. J.* 80:935-940.
 28. Tokatlidis, I.S. and S.D. Koutroubas. 2004. A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. *Field Crops Res.* 88:103-114
 29. Williams, W. A., R. S. Loomis, W. G. Duncan, A. Doyert and F. Nunez. 1968. Canopy architecture at various population densities and the growth and grain of corn. *Crop Sci.* 8:303-308.