مجله کشاورزی و عمران روستایی، جلد ٤، شماره ١، سال ١٣٨١، صص ٨٤-٦٧

تأثیر ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی بر مراحل رویشی و زایشی و عملکرد دانه ارقام ذرت

غلام‌علی اکبری * ، سید ابوالحسن هاشمی دزفولی** ، سید علی محمد مدرس ثانوی*** ، بهروز فوقی**** و ناهید حریری****

چکیده

به‌منظور تعیین اثرات ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی ارقام ذرت بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه‌ی ذرت، آزمایش‌هایی طی سال‌های ١٣٧٦ و ١٣٧٧ در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی ابوریحان، دانشگاه تهران به اجرا درآمد. طرح آماری مورد استفاده بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت کرت‌های خرد شده با چهار تکرار بود که کرت‌های اصلی آن در سه سطح (تاریخ کاشت ١٤ ، ٢٤ خرداد و ٤ تیر) و کرت‌های فرعی در چهار سطح شامل ارقام مختلف ذرت (سینگل کراس‌های ١٠٨ ، ٣٠١ ، ٦٠٤ و ٧٠٤) بود. نتایج حاصل از آزمایش‌ها نشان داد که ارقام مختلف ذرت از نظر ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و وزن خشک کل اندام هوایی در تمام مراحل نمونه‌گیری، طول مراحل فنولوژیکی، ویژگی‌های مرفولوژیکی (فاصله بلال تا گل‌آذین نر- طول ابریشم و طول ابریشم خارج از غلاف)، درصد کچلی، شاخص برداشت و عملکرد دانه ذرت دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند. گرچه سینگل کراس ٧٠٤ بالاترین شاخص سطح برگ و وزن خشک کل اندام هوایی را داشت ولی بالاترین مقدار عملکرد دانه و شاخص برداشت، حداقل درصد کچلی، حداکثر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه به رقم سینگل کراس ٦٠٤ تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی: ارقام ذرت ، رشد رویشی و زایشی ، عملکرد دانه ، ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی

* ـ استادیار گروه زارعت و اصلاح نباتات، مجتمع آموزش عالی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران ـ ایران
** - دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده‌ی علوم کشاورزی، دانشگاه ملاثانی اهواز، اهواز ـ ایران
*** - استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده‌ی علوم کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران ـ ایران
**** - مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات، مجتمع آموزشی عالی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران ـ ایران

مقدمه

افزایش عملکرد گیاهان زراعی به‌منظور رفع نیازهای متنوع و روزافزون بشر از دیرباز موردنظر متخصصان علوم زراعی بوده است. در این مورد نقش به‌نژادی و ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی گیاه درارتباط با شناخت ویژگی‌های مؤثر بر عملکرد دانه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است. بنابراین شناخت بهتر ویژگی‌های مرفولوژیکی گیاه و اجزاء تشکیل‌دهنده‌ی عملکرد گونه‌ها و ارقام مختلف ضروری می‌باشد (۷). کشور ایران با شرایط اقلیمی مناسب و متنوع، زمینه‌ی کشت و کار ارقام مختلف ذرت از جمله تشکیل گل و گلدهی، گرده‌افشانی و پرشدن دانه را شدیداً تحت تأثیر قرار داده است. به‌طوری‌که آمار بالایی از عقیمی، نازایی گل و کچلی بلال ذرت که ناشی از مناسب نبودن تاریخ کشت یا رقم (که گاهی باعث کاهش ۲۵ –۲۰ درصد در عملکرد دانه‌ی ذرت می‌شود) گزارش شده است (۱ ، ۲ و ۲۵). همچنین کچلی و عقیمی بلال ذرت همبستگی بالایی با نوع رقم داشت، در بوته‌هایی که عقیمی بالایی را داشته است، تقسیم و تخصیص کربن به بلال در آنها بسیارضعیف و مقدار کلروفیل برگ‌ها نیز پایین بوده است (۲٦). عامل اصلی کاهش عملکرد، اختلاف در تعداد نهایی دانه در هر بلال که ناشی از کچلی و عقیمی بلال ذرت بوده ذکر شده است. همچنین کاهش در میزان سرعت رشد گیاه ذرت (crop growth rate) بعد از مرحله‌ی ظهور کاکل، مهمترین عامل تعیین‌کننده در تعداد دانه در هر بلال بود و هرچه میزان تنفس نگهداری و رشد اعضاء رویشی و ساختمانی ارقام بیشتر بود باعث ایجاد عقیمی بالاتری در بلال ذرت گردید (۱۵). همچنین در شاخص‌های بالای سطح برگ (حدود ۸) عقیمی و کچلی بلال ذرت به‌صورت عدم تشکیل بلال یا بلال بدون دانه ظاهر شد و در زمانی‌که شاخص سطح برگ معادل هشت بود (با کافی بودن رطوبت) عقیمی و کچلی بلال حدود چهار تا ده درصد اتفاق افتاد. در بررسی درصد کچلی باتوجه به شاخص برداشت همبستگی منفی بسیار بالایی را نشان داد (۱۰). ارقام دیررس ذرت بعد از شروع دانه‌بندی، برگ‌های سبز خود را برای مدت طولانی‌تری نگهداری می‌نمایند و بنابراین برگ‌های ارقام دیررس، دیرتر از ارقام زودرس خشک می‌شوند که این از دلایل عمده‌ی فتوسنتز بالاتر و عملکرد بیشتر ارقام دیررس می‌باشد (۸ ، ۲۵ و ۳٤).

به‌طورکلی ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی بوته‌ی ذرت مثل سرعت رشد برگ، تعداد برگ، تیپ دانه و سرعت نمو و توسعه‌ی دانه از اساسی‌ترین عوامل تعیین‌کننده‌ی میزان عملکرد دانه‌ی ذرت می‌باشند (٤۰). لذا ارقامی که وزن خشک آنها در مرحله‌ی بعد از ظهور کاکل افزایش بیشتری را داشته باشند، درصد عملکرد دانه، پرشدن دانه و وزن صددانه‌ی بالاتری داشته و میزان کچلی و پوک شدن دانه در آنها کاهش می‌یابد. کاهش نازایی ارقام جدیدتر ذرت نیز به‌دلیل سرعت زیادتر تجمع ماده‌ی خشک در مرحله‌ی پرشدن دانه است. بنابراین بهبود سرعت تجمع ماده‌ی خشک ارقام جدید به‌دلیل افزایش جذب نور خورشید یعنی حداکثر شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ، توزیع بهتر نور در درون کانوپی و سرعت فتوسنتز بالاتر برگ است (۳ و ۳۸).

از طرفی سرعت پرشدن دانه و طول مدت پرشدن دانه تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی رقم

ذرت است. افزایش مدت زمانی‌که پوشش گیاهی از نظر فتوسنتز درحالت فعال است ممکن است باعث افزایش عملکرد اقتصادی محصول شود. علت این افزایش به طولانی‌تر شدن دوره‌ی پرشدن دانه و سرعت تجمع ماده‌ی خشک در دانه مربوط می‌شود که در اثر تغییرات کلروفیل، سرعت تبادل گاز Co_2 و میزان فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی در طول دوره‌ی پرشدن دانه به‌وجود می‌آید. همچنین کاهش سطح برگ در زمان پرشدن دانه (رشد دانه وابستگی زیادی به فتوسنتز جاری دارد) باعث کاهش شدید عملکرد دانه می‌شود (١٦). علاوه بر این عملکرد دانه‌ی ذرت همبستگی بسیار بالایی را با سطح برگ داشته، هر عاملی که باعث کاهش سطح برگ شود عملکرد دانه را نیز کاهش می‌دهد. همچنین عواملی مثل رطوبت، حرارت، ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی ارقام ذرت که باعث غیرهم‌زمانی و یا تأخیر در ظهور اندام نر یا ظهور کاکل می‌شوند موجب عقیمی بلال‌ها و کاهش عملکرد دانه می‌گردند و زیاد شدن فاصله‌ی زمانی این مراحل باعث عقیمی گل‌های ماده، اتمام دانه‌های گرده و کاهش طول مرحله پرشدن دانه می‌شوند (١٩ ، ٣٠ ، ٣٤ ، ٣٦ و ٣٧). قابلیت زنده ماندن دانه‌ی گرده و پذیرش کلاله‌ی ذرت تحت تأثیر تنش‌های حرارتی و خشکی قرار دارد. گرمای محیط به‌ترتیب باعث کاهش ٥٣ ، ٧٣ و ٨٧ درصدی تعداد دانه، ارقام تجارتی، پرمحصول و حساس به حرارت گردید که افزایش گل‌های عقیم و نازا در بلال علت این کاهش، گزارش شده است (٩ ، ١٨ ، ٣١ و ٣٥). همچنین در بوته‌ی سورگوم حرارت‌های شدید مراحل اولیه‌ی نمو خوشه، سبب سقط گلچه‌های نارس و کاهش تعداد دانه در هر خوشه گردید (١٩ و ٤٢).

افزایش درصد کچلی بلال ذرت در سال‌های اخیر موجب شد تا با بررسی اثرات ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی ارقام ذرت که با عملکرد دانه‌ی ذرت ارتباط و همبستگی بسیار بالایی دارند، اقدام شود. هدف از این تحقیق بررسی ویژگی‌های مهم فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی ارقام ذرت که موجب عقیمی و نازایی دانه‌ی ذرت می‌گردند بود.

مواد و روشها

آزمایش‌ها درطی سال‌های ١٣٧٦ و ١٣٧٧ در مزرعه‌ی تحقیقاتی مجتمع آموزشی عالی ابوریحان دانشگاه تهران انجام شد. منطقه‌ی آزمایش در ١٨ کیلومتری شمال غربی شهرستان ورامین و ٢٥ کیلومتری شرق تهران واقع شده است. ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ٢٠٥٠ متر و دارای زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم و خشک است. متوسط بارندگی سالیانه در منطقه کمتر از ١٠٠ میلی‌متر و میزان تبخیر سالیانه بیش از ٢٠٠٠ میلی‌متر است (٤). بافت خاک محل آزمایش لومی بود. آزمایش درقالب بلوک‌های کامل تصادفی و به‌صورت کرت‌های خرد شده در چهار تکرار پیاده شد. سه تاریخ کاشت ١٤ خرداد، ٢٤ خرداد و چهار تیرماه فاکتور اصلی را تشکیل دادند و فاکتور فرعی شامل چهار رقم ذرت از ارقام اصلاح شده‌ی کشور به‌نام‌های سینگل کراس ١٠٨ ، سینگل کراس ٣٠١ ، سینگل کراس ٦٠٤ و سینگل کراس ٧٠٤ بود.

عملیات تهیه‌ی زمین شامل شخم عمیق پاییزه، پخش علف‌کش ارادیکان بعد از شخم مجدد بهاره و قبل از دیسک آخر، پخش معادل ٣٠٠ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ١٠٠ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم، زدن دیسک

بـه‌منظور مخلوط نمودن کود و علف‌کش با خاک و تهیـه‌ی جـوی و پشـته‌هـا بوده است. هر واحد آزمایشـی (کـرت) را هشـت ردیـف کاشـت بـا فاصـله‌ی ٧٥ سـانتی‌مـتر و طـول ده مـتر تشـکیل مـی‌داد. بین کرت‌های اصلی و بلوک‌های آزمایشی بـه‌تـرتیب ١/٥ و سـه مـتر فاصـله مـنظور گردید. کاشـت بـذر ذرت بـا دسـت و در عمـق پـنج سـانتی‌مـتری در لـبه‌ی پشته‌ها انجام شد. فاصله‌ی کاشـت بوتـه‌هـا روی ردیف پنج سانتی‌متر درنظر گرفته شد تا بتوان پس از استقرار گیاهچه‌ها و رفع خطـرات احـتمالی (از جملـه آگـروتیس) با تنک نمـودن بوتـه‌هـا بـه تـراکم موردنظـر یعنی حدود ٧٠٠٠٠ بوتـه در هکـتار رسـید. بنابراین در مرحله چهاربـرگه شـدن بوتـه‌هـا بـه فاصـله حـدود ١٩ سـانتی‌مـتر روی ردیف تنک شدند. بذر ذرت قبل از کاشـت با سم کاربوکسین به نسبت دو در هزار ضـدعفونی شد. اولین آبیاری در هر تاریخ کاشت بلافاصـله پـس از کاشـت بذرهـا انجـام شـد و آبیـاری‌هـای بعـدی برحسب نیاز گیاه و تقریباً به فاصـله‌ی هـر هفـت روز یک بار صورت گرفت. عمـلیات داشـت شـامل وجیـن علف‌های هرز در زمـان ضـرورت، تـنک کـردن بوته‌ها در مرحله‌ی چهاربـرگه شـدن و سـم اکـامت بـه غـلظت ١/٥ در هـزار بـر عـلیه حشـرات مکـنده در سـه مـرحله، هشـت بـرگه شدن، ظهور کامل گل نر و ابتدای پرشدن دانه بود (٥ و ٦). در پنج مرحله که مـرحله‌ی اول ٤٠ روز و مراحل بعدی به فاصله‌ی ١٥ روز پس از کاشت بود، برای اندازه‌گیری سطح بـرگ و وزن خشـک انـدام هوایـی نمونـه‌برداری انجـام شـد. بـنابراین در هر مرحله‌ی نمونه‌برداری چهـار بوتـه از دو ردیـف دوم (ردیـف‌هـای دوم کـناری) کـرت‌هـای فـرعی بـا رعـایت حاشـیه، برداشت شد و سطح برگ‌ها با دستگاه اندازه‌گیری سـطح بـرگ در تمام مراحل نمونه‌برداری محاسبه گردید.

عمـلکرد دانه در زمان رسیدن کامل بلال، با برداشت دستی بلال‌های دو ردیف میانی هر کرت پـس از حـذف حاشـیه از طـرفین آنهـا و خشک نمـودن بلال‌ها و جدا کردن دانه از بلال، برحسب کیـلوگرم در هکـتار بـا رطوبت ١٤ درصد براورد گـردید. همچـنین ارتفـاع بوتـه از سـطح زمین تا ابـتدای محـور گـل‌آذین نر برحسب سانتی‌متر در زمان برداشت، ثبت گردید. فاصله‌ی زمانی کاشت بـذر تـا هـر یـک از مـراحل ظهـور انـدام نـر، ظهـور کـاکل، گرده‌افشانی و فاصله‌ی بلال اول تا سـطح زمیـن و تـا ابتدای محور گل‌آذین نر، طول کـل کـاکل و کـاکل خـارج شـده از غـلاف برای تـک‌تـک تیمارها ثبت گردید. طول بلال برحسب سـانتی‌متر، متوسط تعداد بلال در هر بوته، متوسط تعداد ردیف در هر بلال، متوسط تعداد دانه در هر بـلال، متوسـط تعداد دانه در هر ردیف، وزن هزار دانـه، نسـبت دانـه بـه چوب بلال و درصد کچلی (تعـداد بذرهـا تشکیل نشده به پتانسیل بذر در هر بـلال ضـرب در ١٠٠) و نهایـتاً شاخص برداشت بـرای تـاریخ‌هـای مختلف کاشت و ارقام مختلف ذرت از میـانگین ده بوتـه ثـبت و تعییـن گردید. کـلیه‌ی ویژگـی‌های اندازه‌گیری شده مورد تجزیه واریـانس و تحـلیل آمـاری قـرار گرفتند و سپس میـانگین‌هـا بـا نـرم‌افـزارهای کامپیوتـری SAS و Statgraf از طـریق مقایسـه دانکن مورد مقایسه و ارزیـابی قـرار گـرفت و نمودارهـای لازم رسـم گردید.

نتایج و بحث

١- بررسی اثرات ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی ارقـام مختلف، بر رشد رویشی و زایشی بوته ذرت طی سال‌های ١٣٧٦ و ١٣٧٧

ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی بوته‌ی ذرت مثل سرعت رشد برگ، تعداد برگ، تیپ دانه و سرعت نمو و توسعه‌ی دانه از اساسی‌ترین عوامل تعیین‌کننده عملکرد دانه‌ی ذرت محسوب می‌شوند (۲٤ و ٤۱). از آنجایی‌که ویژگی‌های رویشی و زایشی ارقام مختلف ذرت عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهند بنابراین این ویژگی‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند.

ارقام مختلف از نظر شاخص سطح برگ (در تمام مراحل نمونه‌گیری)، سطح برگ متصل به بلال، ارتفاع بوته و وزن خشک دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۱). بالاترین و پایین‌ترین مقدار شاخص سطح برگ (در تمام مراحل نمونه‌گیری)، سطح برگ بلال، ارتفاع بوته (۲۲۹/۱ و ۱٦۸/۸ سانتی‌متر) و وزن خشک به‌ترتیب به دیررس‌ترین (سینگل کراس ۷۰٤) و زودرس‌ترین رقم (سینگل کراس ۱۰۸) تعلق داشت (جدول ۲). بین دیررس‌ترین و زودرس‌ترین رقم آزمایش از نظر طول دوره‌ی رشد رویشی و آغاز مرحله زایشی حدود دو هفته اختلاف وجود داشته است (جدول ۳). به‌عبارتی ارقام دیررس دو هفته فرصت بیشتری برای رشد رویشی و تولید وزن خشک و گسترش برگ‌ها نسبت به ارقام زودرس داشته‌اند و به‌همین دلیل تعداد برگ، سطح برگ و وزن خشک تولیدی بیشتری نسبت به ارقام زودرس داشته‌اند. از نظر شاخص سطح برگ مرحله‌ی پنجم، نیز دیررس‌ترین رقم (سینگل کراس ۷۰٤) شاخص سطح برگی حدود ۱/۵ برابر زودرس‌ترین رقم (سینگل کراس ۱۰۸) داشت (جدول۲). به‌نظر می‌رسد تمام ویژگی‌های رشد رویشی ارقام ذرت متناسب با دیررسی ارقام افزایش یافته است و دوره طولانی رشد (دیررسی) ارقام دیررس، فرصت بیشتری را برای رشد رویشی و افزایش وزن خشک نسبت به ارقام زودرس فراهم نموده است. از طرفی شاخص سطح برگ ارقام با طول مدت زمان تا آغاز مراحل زایشی (ظهور اندام نر، ابریشم‌دهی و گلدهی) نیز همبستگی مثبت بالایی (R = ۰/۹۸) را نشان داد (جدول‌های ۸ و ۹). وزن خشک بوته با طول دوره‌ی رشدی ارقام متناسب بود به‌طوری‌که هرچه از درجه‌ی دیررسی رقم کاسته می‌شد و رقم زودرس‌تر می‌گردید، مقدار ماده‌ی خشک تولیدی نیز کاهش می‌یافت. در بیشترین تفاوت وزن خشک (سینگل‌کراس‌های ۷۰٤ و ۱۰۸)، تفاوتی حدود سه تن وجود داشت (جدول ۲). تفاوت طول دوره‌ی کاشت تا ظهور گل‌آذین نر بین زودرس‌ترین و دیررس‌ترین ارقام، بیش از دو هفته بود (جدول ۳). به احتمال، این فرصت امکان تجمع و ساخت مواد فتوسنتزی بیشتری را نسبت به ارقام دیررس فراهم نموده است و درنتیجه ارقام دیررس سطح برگ، سطح فتوسنتزکننده و وزن خشک بیشتری را ارقام زودرس داشته‌اند. سایر محققان (۱۱ ، ۱۲ ، ۱٦ ، ۲۷ ، ۳٦ و ۳۹) اظهار داشته‌اند که داشتن شاخص سطح برگ بالاتر، توزیع و جذب بهتر نور، موجب افزایش سرعت فتوسنتز و بهبود سرعت تجمع ماده‌ی خشک در بوته می‌گردد. گزارش‌های سایر محققان (۳ ، ۸ ، ۱۳ ، ۱٤ ، ۱۷ ، ۲۰ ، ۲۱ و ۳۹) نیز اشاره می‌کنند که هرچه دوره‌ی رشدی ارقام ذرت طولانی‌تر (دیررس‌تر) می‌گردد، دوام و شاخص سطح برگ، میزان فتوسنتز و مواد فتوسنتزی ساخته شده (آسیمیلات‌ها) افزایش می‌یابند.

روند تغییرات تمام ویژگی‌های رشد رویشی بوته‌ی ذرت (شاخص سطح برگ، وزن خشک و ارتفاع بوته) در هر دو سال یکسان بود

جدول ۱ – تجزیه واریانس ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و وزن خشک ارقام ذرت در سال‌های ۱۳۷٦ و ۱۳۷۷

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)									
		ارتفاع بوته	شاخص سطح برگ (LAI)					وزن خشک کل اندام هوایی(kg/ha)			
			مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۳	مرحله ٤	مرحله ٥	مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۳	مرحله ٤	مرحله ٥
			سال ۱۳۷٦									
بلوک	۳	٦/٥۲^{ns}	۰/۰۲۸*	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۳٦^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۱۹۲/۹۲^{ns}	٦٦۰٦^{ns}	۳۱۷۰^{ns}	٤۷٦٥^{ns}	۱۹۸٤٤^{ns}
تاریخ کاشت	۲	۱۱۸**	۰/۸۹**	۳/۹۰**	۱/۸۲**	۲/۹٥**	۳/۱۰**	۷۰۱۷۰٥**	۱۱٥۰٤۳**	۲٥٤۳۸۳۲**	۲۹٦٦۸٦٤۷**	۳٤۸٦۰٥٦۱**
خطای a	٦	۹/۲۳	۰/۰۰٥	۰/۰۰٤٤	۰/۰۷۳	۰/۰۰۳۳	۰/۰۱٥	۱۰۱۸**	۱۸۱۹	۱۹۸٤	۲۱۰۸۷	٥۰۷۰
رقم	۳	۸۱٤۹**	۳/۱۳**	۱/۸۰**	۳/۸۷**	٥/۳۲**	٤/۸۷**	۷۰۰۳۲٥۰**	۲۱۸۹۱۹٥**	۱٤۱٤۰٤٦۹**	۳۰٦۸۰۹۸۰**	۲۸٥۷۰٥۸۹**
تاریخ × رقم	٦	٤۲/۹۰**	۰/۰٤۷**	۰/۱۳**	۰/۱٥۳^{ns}	۰/۱٦۲**	۰/۱۰٤**	۱۲۳۰۲**	۲٦٥٤۷**	۱٤۱۳۷۱**	۹۹۲٥۳٤**	۳٤۷۱۳۸**
خطای b	۲۷	۱٥/۳۱	۰/۰۰٤۸	۰/۰۰٤۹	۰/۰۸۸	۰/۰۰٦	۰/۰۱۹	٤٤۹/۳	۱۳۰۲	۳۳۱۲	۹۹۲۷	٥۷۸٥
			سال ۱۳۷۷									
بلوک	۳	۱۷/٦۳^{ns}	۰/۰۰٤^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۲۱۱۱^{ns}	٥٥٤۰^{ns}	٤۰۹۷۰^{ns}	۱۳۸٦۰^{ns}	۱٤۰۲^{ns}
تاریخ کاشت	۲	۳٥۲۷**	۰/٦٦**	۲/۸**	۰/٥۹**	۰/٤**	۰/۹**	٤۲۳۹۷۱**	۱٤۲۹۰٦۹۱**	٤۰٤٦۳٤۷**	۳۱۳۸۲۷۸۲**	۳۲٥۹۱۰۲۲**
خطای a	٦	۲۷۲	۰/۰۰٥	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۲۷۱٦	۲۷٥٤٤	۷٥۳۸۳	٥٤۰۷۱	٤۳۳۱٤
رقم	۳	۸۰٥*	۱/۹**	۱/۲٥**	۲/٦**	٤/٤۷**	٤/۲**	۳۲۸۷٦۲**	۱۲۰٦۹٦٤**	۳٥٤٥٤۲۷**	۸۲٦٦۳٥٥**	۱٤۰۲٥۳۳٦**
تاریخ × رقم	٦	۲۱۰۹**	۰/۰۷٤**	۰/۱۳**	۰/۰٦**	۰/۷**	۰/۱۱**	۹۳٤٤**	۷۷۱۱۱**	۱۷۱۸۳۱**	۲۲٤۳۷۸**	۱٤۰۳۹٥**
خطای b	۲۷	۲٥۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰٤	۰/۰۱	۰/۰۲	٦۰٦/٤	۸٦۰٥	۱٥۷۹۹	۱٤٥۳۲	۱۹۹۸۳

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ٥ و ۱ درصد. ^{ns} بدون اختلاف معنی‌دار.

جدول ۲ – مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و وزن خشک کل بوته ارقام ذرت در سال‌های ۱۳۷٦ و ۱۳۷۷

ارقام ذرت	ارتفاع بوته(cm)	شاخص سطح برگ (LAI)					وزن خشک کل اندام هوایی (kg/ha)				
		مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۳	مرحله ٤	مرحله ٥	مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۳	مرحله ٤	مرحله ٥
					سال ۱۳۷٦						
S.C.۱۰۸	۱٦۸/۸d	۱/٦٦d	۲/۳۳d	۲/۷۹c	۳/٦۸d	۳/۸۳d	۱۱۸٥d	۲۸۳٤d	٦۰٦۳d	۱٤۰۱٤d	۱۹۹۳/۸d
S.C.۳۰۱	۱۹۰/۸c	۲/۲٤c	۲/۷۰c	۳/۲۰c	٤/۱۰c	٤/۲٤c	۱٤٤۰c	۳۱۷۳c	٦۲۸۹c	۱٥۰٥۸c	۱۸٤۹٥c
S.C.٦۰٤	۲۱۱/۷b	۲/٥۸b	۲/۹۰b	۳/۳۲b	٤/٦۳b	٤/٦۸b	۱٦۰۸b	۳٤٥۹b	۷۱۱۷b	۱٦۲۸۷b	۱۹۲۷۸b
S.C.۷۰٤	۲۲۹/۱a	۲/۸٥a	۳/۲٦a	٤/۱٥a	٥/۲۲a	٥/۳۱a	۱۷٤٦a	۳۸٤۰a	۸٤٦۳a	۱۷۷۲۳a	۱۹۸٥٦a
					سال ۱۳۷۷						
S.C.۱۰۸	۱۳۳/۱b	۱/٥۰d	۲/۱٤d	۲/٦٤d	۳/٤٤d	۳/۷۲d	۷۱۰d	۱٦٦۰d	۳٦٥٤d	۸۱۰٤d	۹۹٦۰d
S.C.۳۰۱	۱٤۹/٥a	۱/۹۲c	۲/۳۸c	۲/۹۲c	۳/۸٦c	۳/۹۹c	۸٦٥c	۱۸٤٤c	۳۷۹٦c	۸۷۷۸c	۱۰۷۲۲c
S.C.٦۰٤	۱٤۱/۲ab	۲/۱۸b	۲/٦۳b	۳/۱٤b	٤/۲٤b	٤/٤٥b	۹٦۹b	۱۹٤۸b	٤۱۸٦b	۹٥٥۳b	۱۱٥۳۰b
S.C.۷۰٤	۱٥۰/۷a	۲/٤۳a	۲/۸۹a	۳/۷۳a	٤/۸۸a	٥/۰۷a	۱۱۰۱a	۲٤۰٥a	٤۸٦۸a	۹۹۷٥a	۱۲٤۷۹a

جدول ۳ – مقایسه میانگین‌های سطح برگ بلال، فاصله بلال تا گل‌آذین، زمان ظهور گل‌آذین، کاکل‌دهی و گرده‌افشانی ارقام مختلف در سال‌های ۱۳۷٦ و ۱۳۷۷

ارقام ذرت	سطح برگ متصل به بلال	فاصله بلال اول تا زمین	فاصله بلال اول تا گل‌آذین نر	زمان ظهور گل‌آذین نر (روز)	کاکل‌دهی (روز)	گرده‌افشانی (روز)	طول ابریشم (سانتی متر)	ابریشم خارج شده (سانتی متر)
				سال ۱۳۷٦				
S.C.۱۰۸	۳٤۹c	۹۸/٤۸b	۸٥/۹۱d	٦۳/٥۸d	٦۷/۲٥d	۷۱/۲٥d	۱۷/۱٤d	٥/۹۹a
S.C.۳۰۱	۳٥۳c	۹۸/٤۰b	۹۰/۲٥c	٦۷/۲٥c	۷۱/٦۷c	۷٥/۰۸c	۱۸/۲۹c	٥/۹۰a
S.C.٦۰٤	٤۱٤b	۱۲۱/۲۰a	۹۳/٦۲b	۷۱/۰۸b	۷٦/۸۳b	۷۹/۳۳b	۱۹/۲۷b	٥/٤۳a
S.C.۷۰٤	٤٥۳a	۱۱٦/۷۰ab	۹٦/۸۷a	۷۷/٤۲a	۸۲/۰۰a	۸٤/۱۷a	۲۱/٥۸a	٥/٦۷a
				سال ۱۳۷۷				
S.C.۱۰۸	۳۱۷/۲d	۸٥/۲a	٦۳/۱a	٦۱/۸d	٦٦/٤d	٦۹/۹d	۷/۱۷c	٤/٥۰b
S.C.۳۰۱	۳۳۰/۹c	۷۷/۹a	٦٤/۷a	٦٤/۱c	٦۹/٥c	۷۲/۸c	۷/۲۰c	٤/٤۸b
S.C.٦۰٤	۳۹۰/٦b	۸۸/۲a	٦٥/۳a	٦۷/٥b	۷۳/۰b	۷٦/٦b	۸/٥۹b	٤/٦۲b
S.C.۷۰٤	٤۲۱/۰a	۸۱/۸a	٦۸/٤a	۷۳/۸a	۷۹/۳a	۸۳/۸a	۱٤/۳٤a	٤/۹۳a

* میانگین‌ها توسط آزمون چنددامنه دانکن در سطح احتمال ٥ درصد مقایسه شده‌اند و در هر ستون تفاوت بین هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

جدول ٤ – تجزیه واریانس سطح برگ متصل به بلال (برگ پرچم)، فاصله بلال اول تا زمین و تا گل‌آذین، زمان ظهور گل‌آذین، ابریشم‌دهی و گرده‌افشانی، طول کل ابریشم و ابریشم خارج شده از غلاف بلال ارقام ذرت در سال‌های ١٣٧٦ و ١٣٧٧

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		سطح برگ متصل به بلال	فاصله بلال اول تا زمین	فاصله بلال اول تا گل‌آذین نر	ظهور گل‌آذین نر	کاکل‌دهی	گرده‌افشانی	طول کل ابریشم بلال	طول ابریشم خارج شده از غلاف
		سال ١٣٧٦							
بلوک	٣	١٤/٢٥^{ns}	١٥١/٦^{ns}	٤/٦٧*	٢/٣٩^{ns}	٢/٠٨^{ns}	٠/٨١^{ns}	٠/٦٤^{ns}	٠/٥٢^{ns}
تاریخ کاشت	٢	٢٢٤٦٣**	٣٤٤/٤^{ns}	٧١/١٦**	١٤٣/٨**	١٠٠/٨**	٥٤/٣**	١٤/٩٢^{ns}	٢/٢٠^{ns}
خطای a	٦	٩/٢٣	٤٢٦/١	٠/٩٥٤	٠/٩٩	١/٣١	٥/٢٢	٣/٢٩	٠/٥٨
رقم	٣	٨١٤٩**	١٧١٢*	٢٦٤**	٤١٩**	٤٨٩**	٣٧١**	٤٢/٧*	١٧/٤٤**
رقم × تاریخ	٦	٤٢/٩٠*	٥٣٢/٦^{ns}	٧/٩٥*	٣/٥٨*	١٧/٧٢*	٣٨/٢**	١/٨١*	٠/٧٢**
خطای b	٢٧	١٥/٣١	٥٠٠	٢/٢٨	١/٣٧	٤/٩٩	٤/٧٣	٠/٦٠	٠/١٢
		سال ١٣٧٧							
بلوک	٣	٨٩/٤*	٧٤/٦^{ns}	١٤/٢^{ns}	٥/٠٢^{ns}	٧/٨^{ns}	١٢/٩٨^{ns}	٢/٣^{ns}	٠/١٢^{ns}
تاریخ کاشت	٢	٢٣٣٠٣**	٤٥٤٣**	٣٧١**	٧٧/٨٩**	٥٨/٦**	٧٢/٣**	٩٢/٣**	٣/٨**
خطای a	٦	١٥/٤	٢٥٠	٩/٤	١/٨٤	٣/٤	٣/٦٩	٠/٧٦	٠/٠٦
رقم	٣	٢٨٩٢٣**	٢٣٦^{ns}	٦١/١^{ns}	٣٢٣/٤**	٣٦٩**	٤٢٨**	١٣٩**	٠/٥٢**
رقم × تاریخ	٦	٧٢**	١٢٦١**	٢٢١*	٥/٩٢**	٦/٩٥**	١٣/٢**	٥/٧٤^{ns}	٠/٣٧**
خطای b	٢٧	٨/٢	١٩٠/٣	٦٣/٦	٠/٥٣	٠/٣٦	٠/٧٧	٢/٥٩	٠/٠٦

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ٥ و ١ درصد. ^{ns} بدون اختلاف معنی‌دار.

جدول ۵ – مقایسه میانگین‌های سطح برگ بلال، فاصله بلال تا گل‌آذین، زمان ظهور گل‌آذین، کاکل‌دهی و گرده‌افشانی ارقام ذرت در سال‌های ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷

ارقام ذرت	سطح برگ متصل به بلال	فاصله بلال اول تا زمین	فاصله بلال اول تا گل آذین نر	زمان ظهور گل‌آذین نر (روز)	کاکل‌دهی (روز)	گرده‌افشانی (روز)	طول ابریشم (سانتی‌متر)	ابریشم خارج شده (سانتی‌متر)
				سال ۱۳۷۶				
S.C.۱۰۸	۳۴۹c	۹۸/۴۸b	۸۵/۹۱d	۶۳/۵۸d	۶۷/۲۵d	۷۱/۲۵d	۱۷/۱۴d	۵/۹۹a
S.C.۳۰۱	۳۵۳c	۹۸/۴۰b	۹۰/۲۵c	۶۷/۲۵c	۷۱/۶۷c	۷۵/۰۸c	۱۸/۲۹c	۵/۹۰a
S.C.۶۰۴	۴۱۴b	۱۲۱/۲۰a	۹۳/۶۲b	۷۱/۰۸b	۷۶/۸۳b	۷۹/۳۳b	۱۹/۲۷b	۵/۴۳a
S.C.۷۰۴	۴۵۳a	۱۱۶/۷۰ab	۹۶/۸۷a	۷۷/۴۲a	۸۲/۰۰a	۸۴/۱۷a	۲۱/۵۸a	۵/۶۷a
				سال ۱۳۷۷				
S.C.۱۰۸	۳۱۷/۲d	۸۵/۲a	۶۳/۱a	۶۱/۸d	۶۶/۴d	۶۹/۹d	۱۴/۳۴a	۴/۵۰b
S.C.۳۰۱	۳۳۰/۹c	۷۷/۹a	۶۴/۷a	۶۴/۱c	۶۹/۵c	۷۲/۸c	۸/۵۹b	۴/۴۸b
S.C.۶۰۴	۳۹۰/۶b	۸۸/۲a	۶۵/۳a	۶۷/۵b	۷۳/۰b	۷۶/۶b	۷/۲۰c	۴/۶۲b
S.C.۷۰۴	۴۲۱/۰a	۸۱/۸a	۶۸/۴a	۷۳/۸a	۷۹/۳a	۸۳/۸a	۷/۱۷c	۴/۹۳a

جدول ۶ – مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در هر دریف و هر بلال، درصد کچلی، عملکرد و وزن هزار دانه و شاخص برداشت ارقام ذرت در سال‌های ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷

ارقام ذرت	تعداد دانه در ردیف	طول بلال	دانه در هر بلال	وزن هزار دانه (گرم)	دانه به کل بلال	درصد کچلی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
				سال ۱۳۷۶				
S.C.۱۰۸	۳۱/۸b	۱۵/۱۷d	۲۹۵/۹d	۳۵۶/۳a	۸۹/۴a	۱۵/۰۳a	۸۳۶۵d	۵۰/۰۱c
S.C.۳۰۱	۳۵/۳ab	۱۶/۷۳c	۳۶۵/۴c	۳۱۸/۵b	۸۵/۳b	۱۳/۴۳b	۹۵۵۹c	۵۲/۱۴c
S.C.۶۰۴	۳۸/۷a	۱۷/۷۸b	۵۰۸a	۲۵۸/۵b	۷۷/۷c	۸/۰۴d	۱۱۳۸۶a	۵۹/۴۷a
S.C.۷۰۴	۳۴/۹ab	۱۸/۸۸a	۲۴۵/۶b	۲۹۲/۶c	۶۳/۳d	۱۱/۰۳c	۱۰۳۲۵b	۵۲/۳۴b
				سال ۱۳۷۷				
S.C.۱۰۸	۹/۲۸b	۱۴/۷a	۳۲۲d	۳۳۴a	۸۵/۶a	۱۵/۷۹a	۵۰۶۴d	۵۱/۸d
S.C.۳۰۱	۹/۹۴b	۱۴/۶a	۳۷۶c	۳۰۴b	۸۲/۱b	۱۵/۹۹a	۵۷۴۹c	۵۵/۰b
S.C.۶۰۴	۱۰/۳۳b	۱۴/۲a	۴۴۱a	۲۵۲d	۷۸/۶c	۱۲/۸۷b	۷۳۰۵a	۶۴/۳a
S.C.۷۰۴	۱۱/۹۲a	۱۵/۵a	۴۰۱b	۲۹۳c	۶۹/۴d	۱۲/۹۳b	۶۴۹۴b	۵۲/۶c

* میانگین‌ها توسط آزمون چنددامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده‌اند و در هر ستون تفاوت بین هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری معنی‌دار نیست.

جدول ٧ – تجزیه واریانس تعداد بلال در بوته، طول بلال، تعداد ردیف و تعداد دانه در هر بلال، وزن هزار دانه، نسبت وزن دانه به چوب بلال، درصد کچلی بلال، عملکرد و شاخص برداشت ارقام ذرت در سال‌های ١٣٧٦ و ١٣٧٧

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		طول بلال	تعداد دانه هر در ردیف	تعداد دانه در هر بلال	وزن هزار دانه	نسبت دانه به چوب	درصد کچلی	عملکرد دانه	شاخص برداشت
		سال ١٣٧٦							
بلوک	٣	١/٥٩^{ns}	٦/٥٤^{ns}	٣٣٠٦^{ns}	٢٠٢٨^{ns}	٠/٣٣^{ns}	٥/٠١*	٥١١٤١٩^{ns}	١٢/٢٣^{ns}
تاریخ کاشت	٢	٨/٣٩^{ns}	١٩٨/٦*	١٢٩٦٧*	٨٠٣٠*	٠/١٥٣^{ns}	٩٣/٩٥**	٩٣٨٩٦٥٦**	١١١٩**
خطای a	٦	٦/٧٦	٢٩/٤٦	١٣٢٩	٦٤٨	٠/٧٢٦	٠/٧١	٤٤٨٣٧	١٥/٠٣
رقم	٣	٢٩/٩٨**	٩٤/٩^{ns}	٩٦٥٩٣**	٢٠٥٠٠**	١٦/٠٥**	١٣٥/٩٨**	١٩٤٣٣٠٣٧**	٢٠٤/٣**
رقم × تاریخ کاشت	٩	٠/٨٨^{ns}	١٦/١٩^{ns}	١١٢٥^{ns}	٥٢٥^{ns}	٢٠٨^{ns}	٠/٦٧٢^{ns}	٢٧٢٤١٩^{ns}	٧/٨٣^{ns}
خطای b	٢٧	٠/٥٥	٥٠/٤٣	٢٠٠٤	٥٧٢	٠/١٩٢	٠/٨١	٢٢٥٦٩٤	٧/٠٢
		سال ١٣٧٧							
بلوک	٣	١١/٧^{ns}	٦/١^{ns}	٣٨/٣^{ns}	٥٩/٨^{ns}	٧/١^{ns}	١/٥٤^{ns}	٢١٨٤٤٥٩*	١٧٤**
تاریخ کاشت	٢	٢٨/٤^{ns}	١٩/٠*	٢٥١٢٥**	٨٧٦٦**	٢١/٠**	٦٤/٠**	٤٧٧٠١٢٢**	٢١٥٠**
خطای a	٦	١١/٤	٢/٢	٣١٧	٢٠٤	١/٤٥	١/٣٤	٢٣٢٧٥٥	١٣/٣
رقم	٣	١٥/١*	٢/٨^{ns}	٢٩٦٥٠**	١٣٦٠٩**	٦٠٢/٤**	٣٥/٨**	١١١٧٠٨١٢**	٤٠٠**
رقم × تاریخ کاشت	٦	٦/٩^{ns}	١٢/٠^{ns}	٢٥٢/٦**	١٤٩٩**	٢٤/٣*	٣/٦^{ns}	٩٩٣٤٤^{ns}	١٦/٧^{ns}
خطای b	٢٧	٤/٧	٦/٠	٥٣/٢	١٨٨	٢/٤	٧/٣	١٠٧٨٥٣	٨/٣

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ٥ و ١ درصد. ns بدون اختلاف معنی‌دار.

جدول ۸- ضرایب همبستگی زمان ظهور اندام نر، ابریشم‌دهی و گلدهی، سطح برگ پرچم، تعداد دانه در ردیف، شاخص برداشت و طول بلال ارقام ذرت طی سال‌های ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷

زمان ظهور اندام نر	زمان ابریشم‌دهی	زمان گلدهی	سطح برگ پرچم	تعداد دانه در ردیف	شاخص برداشت	طول بلال	صفات اندازه‌گیری شده
۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۶۱	۰/۲۶	۱/۰۰	طول بلال
۰/۲۸	۰/۳۵	۰/۲۷	۰/۴۴	۰/۹۱	۱/۰۰	۰/۲۶	شاخص برداشت
۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۶۷	۱/۰۰	۰/۹۱	۰/۶۱	تعداد دانه در ردیف
۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۸	۱/۰۰	۰/۶۷	۰/۴۴	۰/۹۱	سطح برگ پرچم
۰/۹۹	۰/۹۹	۱/۰۰	۰/۹۸	۰/۵۵	۰/۲۷	۰/۹۵	زمان گلدهی
۰/۹۹	۱/۰۰	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۶۴	۰/۳۵	۰/۹۸	زمان ابریشم‌دهی
۱/۰۰	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۵۸	۰/۲۸	۰/۹۸	زمان ظهور اندام نر

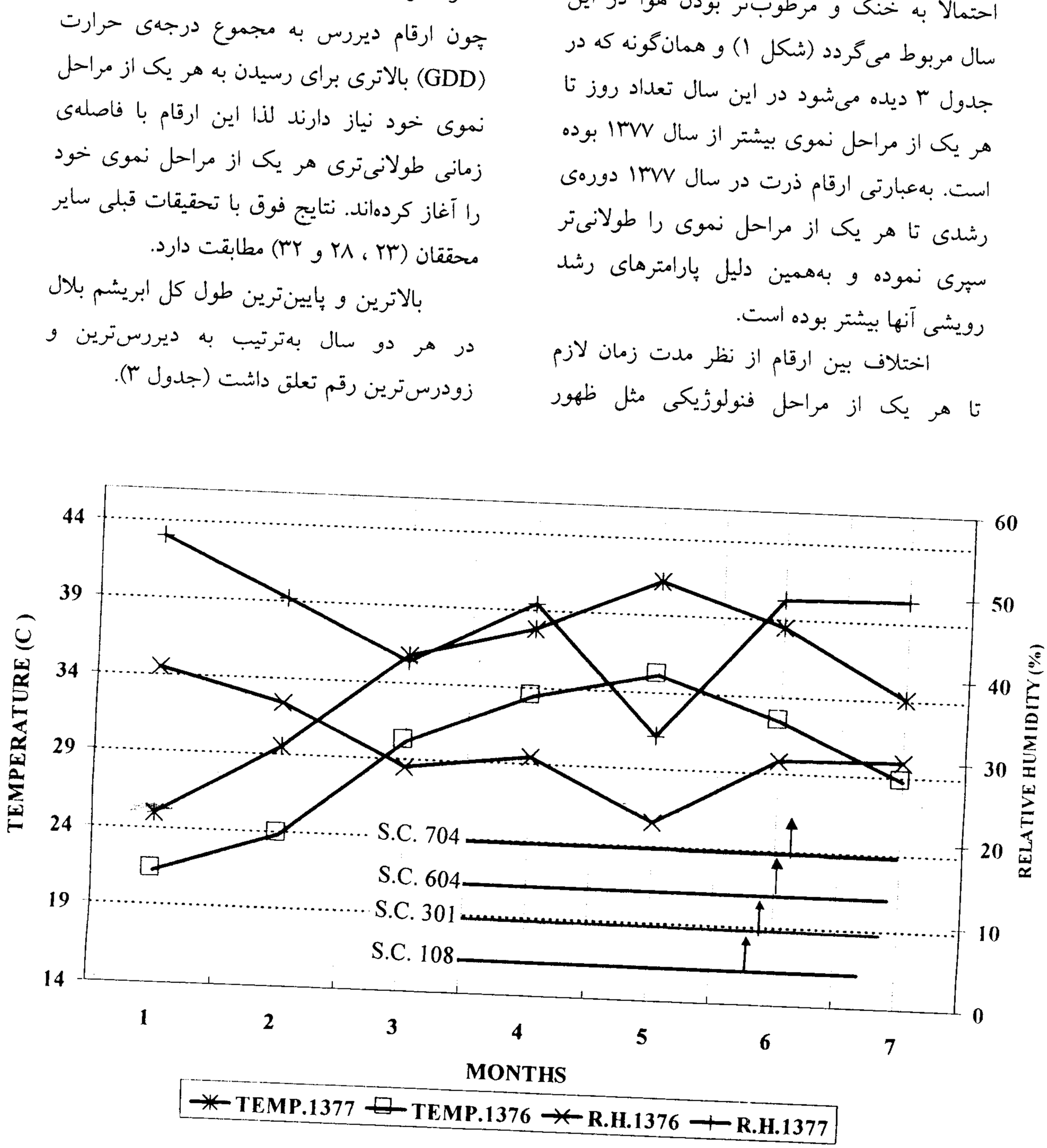
جدول ۹ – ضرایب همبستگی فاصله بلال تا گل‌آذین نر و زمین، عملکرد دانه، وزن خشک نهایی، شاخص نهایی سطح برگ، طول ابریشم و ابریشم خارج شده از غلاف و درصد کچلی بلال ارقام ذرت طی سال‌های ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷

فاصله بلال تا گل‌آذین نر	فاصله بلال تا زمین	عملکرد دانه	وزن خشک نهایی بوته	شاخص نهایی سطح برگ	ابریشم خارج از غلاف	طول کل ابریشم	درصد کچلی	صفات اندازه‌گیری شده
- ۰/۵۴	- ۰/۸۴	- ۰/۹۲	- ۰/۵۷	-۰/۵۱	۰/۳۸	۰/۷۵	۱/۰۰	درصد کچلی
- ۰/۴۸	- ۰/۳۲	- ۰/۹۱	- ۰/۴۵	۰/۳۷	۰/۳۱	۱/۰۰	۰/۷۵	طول کل ابریشم
۰/۵۶	- ۰/۰۷	- ۰/۱۷	۰/۵۴	۰/۶۰	۱/۰۰	۰/۳۱	۰/۷۵	ابریشم خارج از غلاف
۰/۹۹	۰/۶۶	۰/۶۴	۰/۹۹	۱/۰۰	۰/۶۵	- ۰/۳۷	- ۰/۵۱	شاخص نهایی سطح برگ
۰/۹۹	۰/۶۸	۰/۷۱	۱/۰۰	۰/۹۹	۰/۵۳	- ۰/۴۵	- ۰/۵۷	وزن خشک نهایی بوته
۰/۷۱	۰/۶۷	۱/۰۰	۰/۷۱	۰/۶۴	- ۰/۱۷	- ۰/۹۱	- ۰/۹۲	عملکرد دانه
۰/۶۲	۱/۰۰	۰/۶۷	۰/۶۹	۰/۶۶	- ۰/۰۷	- ۰/۳۲	- ۰/۸۴	فاصله بلال تا زمین
۱/۰۰	۰/۶۲	۰/۷۱	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۵۶	- ۰/۴۸	- ۰/۵۴	فاصله بلال تا گل‌آذین نر

و متناسب با دیررس شدن رقم افزایش می‌یافت ولی مقادیر شاخص سطح برگ، وزن خشک و ارتفاع بوته‌ی ذرت در سال ١٣٧٦ بین ده تا نود درصد بیشتر از سال ١٣٧٧ بود. اختلاف ارقام طی دو سال و بیشتر بودن میانگین‌های سال ١٣٧٦ احتمالاً به خنک و مرطوب‌تر بودن هوا در این سال مربوط می‌گردد (شکل ١) و همان‌گونه که در جدول ٣ دیده می‌شود در این سال تعداد روز تا هر یک از مراحل نموی بیشتر از سال ١٣٧٧ بوده است. به‌عبارتی ارقام ذرت در سال ١٣٧٧ دوره‌ی رشدی تا هر یک از مراحل نموی را طولانی‌تر سپری نموده و به‌همین دلیل پارامترهای رشد رویشی آنها بیشتر بوده است.

اختلاف بین ارقام از نظر مدت زمان لازم تا هر یک از مراحل فنولوژیکی مثل ظهور گل‌آذین نر، ظهور کاکل و گرده‌افشانی، طول کل ابریشم، طول ابریشم خارج شده از غلاف بلال و طول بلال، دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ٤) بین زودرس‌ترین و دیررس‌ترین رقم ذرت از زمان کاشت تا هر یک از مراحل فنولوژیکی فوق حدود دو هفته تفاوت وجود داشت (جدول ٣). چون ارقام دیررس به مجموع درجه‌ی حرارت (GDD) بالاتری برای رسیدن به هر یک از مراحل نموی خود نیاز دارند لذا این ارقام با فاصله‌ی زمانی طولانی‌تری هر یک از مراحل نموی خود را آغاز کرده‌اند. نتایج فوق با تحقیقات قبلی سایر محققان (٢٣ ، ٢٨ و ٣٢) مطابقت دارد.

بالاترین و پایین‌ترین طول کل ابریشم بلال در هر دو سال به‌ترتیب به دیررس‌ترین و زودرس‌ترین رقم تعلق داشت (جدول ٣).



شکل ١ – مراحل گرده‌افشانی ارقام مختلف ذرت (V1 تا V4) در سال‌های ١٣٧٦ و ١٣٧٧

درحالی‌که طول ابریشم خارج شده از غلاف بلال، برعکس بود. یعنی ارقامی که بیشترین طول کل ابریشم بلال را داشتند کمترین مقدار طول ابریشم خارج شده از غلاف بلال را دارا بودند. بنابراین بیشترین طول ابریشم خارج شده از غلاف بلال به زودرس‌ترین رقم و کمترین آن به دیررس‌ترین رقم تعلق داشت (جدول ۳). این نتایج به‌وضوح نشان می‌دهد که طول کل ابریشم بلال با دیررسی ارقام افزایش و طول ابریشم خارج شده از غلاف کاهش می‌یابد.

طول بلال نیز به‌عنوان یک بعد رویشی بوته‌ی ذرت، متناسب با دیررسی ارقام افزایش یافت (جدول ٦) و با طول دوره مراحل نموی ذرت همبستگی بالایی (R = ۰/۹۸) را نشان داد (جدول ۸). سایر محققان (۱۰ و ۳۳) گزارش کرده‌اند که بین سطح برگ، میزان و سرعت فتوسنتز و میزان رشد بلال همبستگی مثبت بالایی وجود دارد. بنابراین ارقام دیررس به‌دلیل شاخص سطح برگ بالاتر و درنتیجه توان بیشتر در رشد و افزایش تجمع ماده‌ی خشک نسبت به ارقام زودرس، دارای طول بلال بیشتری بوده‌اند.

۲ - بررسی اثرات ویژگی‌های رویشی و زایشی ارقام مختلف بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه و درصد کچلی ذرت طی سال‌های ۱۳۷٦ و ۱۳۷۷

اختلاف بین ارقام از نظر تعداد دانه در هر بلال، وزن هزار دانه، نسبت دانه به چوب بلال و درصد کچلی (Abortion) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۷) بیشترین تعداد دانه در هر بلال (۵۰۸ عدد) به سینگل کراس ٦۰٤ و کمترین آن به سینگل کراس ۱۰۸ تعلق داشت ولی درمورد وزن هزار دانه درست برعکس بود (جدول ٦). به‌عبارتی ارقام دیررس و زودرس به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین تعداد دانه در هر بلال را تولید نمودند، درصورتی‌که وزن هزار دانه‌ی ارقام زودرس بیشتر از ارقام دیررس بوده است. گرچه ارقام دیررس میزان آسیمیلاسیون و تجمع مواد فتوسنتزی و وزن خشک بالاتری درمقایسه با ارقام زودرس داشتند (جدول‌های ۱ و ۲) ولی به‌نظر می‌رسد که این ارقام با داشتن تعداد زیاد دانه در هر بلال در عمل قادر به ذخیره‌ی کافی مواد فتوسنتزی در داخل دانه‌ها نبوده‌اند. به‌عبارتی شاید بتوان گفت که در ارقام دیررس اندکی محدودیت منبع (Source) وجود داشته و اعضاء رویشی آنها بزرگتر و فعال‌تر از ارقام زودرس بوده است و با تنفس شدید نگهداری و رشد خود به‌عنوان یک رقیب در زمان پرشدن دانه، باعث کاهش وزن هزار دانه‌ی ارقام دیررس شده است. نتایج تحقیقات دیگران (۱۵) نشان می‌دهد تنفس نگهداری و رشد اعضاء رویشی و ساختمانی در ارقام دیررس که رشد رویشی بالاتری داشته‌اند باعث کاهش تعداد دانه در هر بلال و وزن هزار دانه شده است. در بررسی دیگری (۱۰) گزارش شده است که در شاخص سطح برگ بالا (بیشتر از پنج)، تعداد بلال تشکیل شده و تعداد دانه در هر بلال کاهش یافته است. بیشترین نسبت دانه به چوب بلال به زودرس‌ترین و کمترین آن به دیررس‌ترین رقم تعلق داشت (جدول ٦). احتمالاً بالاتر بودن وزن هزار دانه و طول بلال ارقام زودرس، موجب افزایش نسبت دانه به چوب بلال آنها درمقایسه با ارقام دیررس‌تر شده است.

بالاترین درصد کچلی در هر دو سال به زودرس‌ترین رقم (سینگل کراس ۱۰۸) و کمترین آن به رقم کمی دیررس (سینگل کراس ٦۰٤) تعلق داشت (جدول ٦). به احتمال بخشی

از درصد کچلی بالا در ارقام زودرس را می‌توان به طویل بودن طول ابریشم خارج شده از غلاف نسبت داد زیرا زمانی‌که گلدهی ذرت مصادف با گرمای بالای منطقه می‌شود به احتمال رشته‌های ابریشم خارج شده طویل‌تر ارقام زودرس، به‌دلیل تأثیرپذیری بیشتر از محیط، صدمه‌ی بیشتری در مقایسه با ابریشم کوتاه ارقام دیررس می‌بینند. بخش دیگری از بالا بودن درصد کچلی ارقام زودرس را می‌توان در ارتباط با پایین بودن شاخص سطح برگ و میزان تجمع ماده‌ی خشک قبل از آغاز گلدهی در این ارقام ذکر کرد (جدول‌های ١ و ٢). در یک تحقیق دیگر (٢٦) گزارش شده است که بوته‌هایی که عقیمی بالایی را نشان دادند، تقسیم کربن به بلال در آنها بسیار ضعیف و مقدار کلروفیل برگ‌ها نیز پایین بود. همچنین در تحقیق دیگری (٣٩) اظهار شده است ارقامی که وزن خشک آنها در زمان ظهور ابریشم بالاتر بوده است، میزان کچلی و پوک شدن دانه در آنها کاهش یافته است. در این تحقیق پایین بودن نازایی و کچلی ارقام جدید ذرت را به‌خاطر تجمع سریع‌تر و بیشتر ماده‌ی خشک در قبل زمان پرشدن دانه ذکر کرده‌اند. نتایج سایر محققان (١٨ ، ١٩ ، ٣٠ و ٤٣) نیز گویای افزایش گل‌های نازا و عقیم، تحت تأثیر گرما و حرارت‌های بالا در مرحله‌ی ظهور کاکل و گرده‌افشانی ذرت است.

ارقام مختلف ذرت از نظر عملکرد دانه و شاخص برداشت در هر دو سال آزمایش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ٧). بالاترین و پایین‌ترین عملکرد دانه در هر دو سال به‌ترتیب به سینگل کراس‌های ٦٠٤ و ١٠٨ تعلق داشت (جدول ٦). بالاتر بودن عملکرد دانه در سینگل کراس ٦٠٤ را به احتمال می‌توان به بالاتر بودن نسبی وزن خشک نهایی بوته (١٩٢٧٨ کیلوگرم در هکتار)، شاخص سطح برگ نسبتاً بالا در مرحله‌ی پنجم (٤/٦٨) نسبت داد (جدول‌های ٢ و ٥). همچنین این رقم بالاترین تعداد دانه در بلال (٥٠٨ عدد)، بالاترین شاخص برداشت (٥٩/٤٧) و کمترین درصد کچلی (٨/٠٤ درصد) را در بین سایر ارقام داشت (جدول ٦). به‌نظر می‌رسد که گرچه سینگل کراس ٦٠٤ شاخص سطح برگ، وزن خشک و اجزاء عملکرد به نسبت بالایی را داشت ولی علت اصلی افزایش عملکرد دانه‌ی آن به‌دلیل پایین بودن درصد کچلی، بالا بودن تعداد دانه در بلال و شاخص برداشت آن بوده است و ضمناً قادر بوده است که درمقایسه با سینگل کراس ٧٠٤ (با شاخص سطح برگ و وزن خشک بالاتر) سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی و وزن خشک تجمع‌یافته قبل از ظهور کاکل خود را به بخش‌های اقتصادی (بلال و دانه) منتقل نماید (جدول ٦). همبستگی مثبت و بالای عملکرد نهایی دانه با شاخص سطح برگ نهایی ($R = ٠/٦٤$) مؤید این مطلب است (جدول ٩). محققان دیگر (٧ و ١٥) گزارش کرده‌اند که عامل اصلی کاهش عملکرد، اختلاف در تعداد نهایی دانه در هر بلال در اثر کچلی و عقیمی دانه‌های بلال است. همچنین کاهش در سرعت رشد گیاه (crop growth rate) بعد از مرحله کاکل‌دهی، مهمترین عامل تعیین‌کننده در تعداد دانه در هر بلال بوده است. در تحقیقات اخیر (٨ ، ٢٥ و ٣٣) نیز گزارش شده است که ارقام دیررس ذرت، بعد از شروع دانه‌بندی، برگ‌های سبز خود را برای مدت طولانی‌تری حفظ می‌نمایند و لذا برگ‌های ارقام زودرس سریعاً ولی ارقام دیررس دیرتر خشک می‌گردند که این از دلایل عمده‌ی فتوسنتزی بالاتر و عملکرد بیشتر دانه در ارقام

دیررس می‌باشد. علاوه بر این، تحقیقات دیگری (۳ ، ۳۹ و ٤۱) نیز به اهمیت ماده‌ی خشک تجمع‌یافته برای پرکردن دانه‌ها اشاره می‌کنند و گزارش کرده‌اند ارقامی که وزن خشک آنها قبل از گلدهی بالاتر بوده عملکرد دانه و وزن هزار دانه بالاتری را تولید نموده‌اند. بنابراین بهبود سرعت تجمع ماده‌ی خشک ارقام جدید به‌دلیل سرعت فتوسنتز بالاتر در اثر افزایش جذب نور خورشید یعنی حداکثر شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و توزیع بهتر نور در درون تاج پوشش است.

بیشترین و کمترین مقدار شاخص برداشت در هر دو سال به‌ترتیب به سینگل کراس‌های ٦۰٤ و ۱۰۸ تعلق داشت (جدول ٦). به احتمال رقم دیررس با داشتن وزن خشک زیادتر و سطح برگ به نسبت بالاتر، بیشترین تعداد دانه در هر بلال و کمترین درصد کچلی (جدول‌های ۲ و ٦)، دارای منبع و مخزن قوی‌تر و فعال‌تر و درنتیجه سرعت پرشدن دانه بالاتر بوده است. محققان دیگر (۱۷) گزارش کرده‌اند که سرعت و طول مدت پرشدن دانه تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی رقم می‌باشد. افزایش مدت زمانی‌که پوشش گیاهی به‌حالت فعال از نظر فتوسنتز می‌باشد می‌تواند باعث افزایش عملکرد اقتصادی محصول می‌گردد. علت این افزایش به طولانی‌تر شدن دوره‌ی پرشدن دانه و سرعت تجمع ماده‌ی خشک در دانه مربوط می‌شود که در اثر تغییرات کلروفیل، سرعت تبادل گازکربنیک Co_2، میزان فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی در طول پرشدن دانه حاصل می‌شوند. همچنین کاهش سطح برگ در زمان پرشدن دانه (که رشد دانه وابستگی زیادی به فتوسنتز جاری دارد) باعث کاهش شدید عملکرد دانه می‌گردد.

گرچه روند تغییرات عملکرد و اجزاء عملکرد دانه درطی سال‌های ۱۳۷٦ و ۱۳۷۷ مشابه بود ولی بیشترین تفاوت مربوط به تعداد دانه در ردیف (در سال‌های ۱۳۷٦، ۳ تا ۳/۵ برابر بیشتر از سال ۱۳۷۷) و کمترین تفاوت به وزن هزار دانه ارقام مربوط می‌گردید (جدول ٦). به‌نظر می‌رسد که تعداد دانه در ردیف شدیداً تحت تأثیر شرایط محیطی سال‌های آزمایش قرار گرفته است ولی وزن هزار دانه بیشتر تحت تأثیر پتانسیل‌های ژنتیکی ارقام واقع شده است (جدول ٦). درصد کچلی سال ۱۳۷٦ حداقل ده درصد کمتر و عملکرد دانه ۱/۵ برابر بیشتر از سال ۱۳۷۷ بود. همان‌گونه که در شکل ۱ دیده می‌شود زمان گلدهی و حساس زایشی بوته‌ی ذرت در سال ۱۳۷۷ با درجه حرارت‌های بالاتر و رطوبت نسبی پایین‌تر نسبت به سال ۱۳۷٦ برخورد و تلاقی نموده است و به‌همین دلیل عملکرد و اجزاء عملکرد این سال کاهش و درصد کچلی آن افزایش یافته است و احتمالاً اثر توام گرما و خشکی بر تداوم گرده‌افشانی، حیات دانه گرده، زنده، ماندن و بقاء رشته‌های ابریشمی در سال ۱۳۷۷ موجب افزایش ۱۰ تا ۵۰ درصدی کچلی و افت عملکرد به مقدار ۵۰ درصد گردیده است.

نتیجه‌گیری

۱ – سطح برگ پرچم (برگ متصل به بلال) و شاخص سطح برگ نهایی ارقام مختلف ذرت، با طول بلال و عمکرد نهایی دانه ارتباط بسیار زیادی ($R = ۰/۹۱$ ، $R = ۰/٦٤$) را نشان دادند که برتری ارقام دیررس‌تر نسبت به زودرس در تولید عملکرد بالای دانه را نشان می‌دهند.

۲ – ضریب همبستگی بالا بین وزن خشک نهایی و عملکرد دانه‌ی ذرت ($R = ۰/۷۱$) و همبستگی منفی وزن خشک نهایی با درصد کچلی بلال را بیان می‌کنند. بنابراین چنانچه

محدودیت فصل رشد وجود نداشته باشد، ارقام دیررس‌تر عملکرد دانه بالاتری را تولید می‌نمایند.

٣ - ارقام با ابریشم طویل‌تر، درصد کچلی بالاتری را نشان دادند. ضریب همبستگی بین طول کل ابریشم و عملکرد دانه به‌صورت منفی و بسیار بالا (R = -٠/٩١) بود. به احتمال می‌توان گفت که طول بیشتر ابریشم، علاوه بر تأثیرپذیری شدید از محیط، خطرات بیشتری را بر مسیر تولید لوله توسط دانه‌ی گرده داشته و منجر به افزایش درصد کچلی می‌شود.

٤ - طول مراحل فنولوژیکی بوته‌ی ذرت (ظهور اندام نر، ابریشم‌دهی و گرده‌افشانی) با طول بلال ارتباط بسیار زیاد (R = ٠/٩٨ - ٠/٩٥) و شاخص برداشت ارتباط اندکی (٠/٣٥ - ٠/٢٧ = R) را نشان داد که می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تأخیر در مراحل فنولوژیکی ذرت با طولانی‌تر کردن دوره رشد رویشی ساخت و تولید ماده خشک و شاخص سطح برگ بالاتری را خواهد داشت که بر طول بلال، تعداد ردیف در هر بلال اثر مطلوبی خواهد داشت ولی به‌علت رقابت شدید بخش رویشی با بخش زایشی، در مرحله‌ی گلدهی، باعث کاهش تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه و درنهایت کاهش شاخص برداشت گردید.

٥ - سینگل کراس ٦٠٤ با برخورداری از میانگین نسبتاً بالای اغلب صفات مطلوب از جمله شاخص سطح برگ، وزن خشک، عملکرد و اجزاء عملکرد دانه بالاتر و درصد کچلی به نسبت پایین مطلوب‌ترین رقم است.

٦ - نتایج مقایسه میانگین‌های سال‌های ١٣٧٦ و ١٣٧٧ نشان داد که برای اغلب صفات اندازه‌گیری شده، مقادیر سال ١٣٧٦ به‌مراتب بالاتر از سال ١٣٧٧ بود. به‌نظر می‌رسد که رطوبت نسبی بسیار بالا و درجه نسبتاً پایین سال ١٣٧٦ نسبت به سال ١٣٧٧ دلیل اصلی این اختلاف کرد که این موضوع کمک می‌کند تا با تغییر تاریخ کاشت، از تلاقی گلدهی ذرت با اوج گرما و خشکی منطقه جلوگیری نماید (شکل ١).

سپاسگزاری

هزینه‌ی اجرایی این تحقیق را معاونت‌های محترم پژوهشی دانشگاه‌های تهران و تربیت مدرس تأمین کرده‌اند که بدین‌وسیله از بذل توجه آن بزرگواران صمیمانه تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع مورداستفاده

١ - احمدزاده، ا. ١٣٧٢. گزارش شرکت در دوره پنج‌ماهه اصلاح ذرت در مرکز تحقیقات بین‌المللی گندم و ذرت (سمیت). انتشارات مؤسسه‌ی اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج. ٧٦ صفحه.

٢ - آمارنامه کشاورزی ١٣٧٦. برنامه پنج‌ساله دوم. وزارت کشاورزی.

٣ - رحیمیان، ح و بنایان اول، م. ١٣٧٥. مبانی فیزیولوژیکی اصلاح نباتات. انتشارات جهاد دانشگاهی. ٣٤٤ صفحه.

٤ - مظاهری، د و اکبری، غ ع. ١٣٧٧. بررسی اثرات تراکم کاشت و مقادیر مختلف کودهای نیتروژن و پتاس بر رشد رویشی و عملکرد علوفه ذرت. مجله نهال و بذر. جلد ١٤: ٣٢.

٥- ملکوتی، ج و نفیسی م. ١٣٧٣. مصرف کود در اراضی زراعی انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ٣٤٢ صفحه.

٦ - نعیم، ع. ١٣٥٧. ذرت. انتشارات مؤسسه‌ی بررسی آفات و بیماری‌های گیاهی، ٢٣٠ صفحه.

٧ - هاشمی دزفولی، ا، کوچکی، ع و بنایان اول، م. ١٣٧٤. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاددانشگاهی مشهد، ٢٨٧ صفحه.

8. Albert HW (1991) Relation of time of planting corn to the time of silking, denting, denting and senescence. Agronomy Journal 18: 375-380.

9 . Asghari M and Hanson RG (1987) Nitrogen, climate and previous crop effect on corn yield and grain Agronomy Journal 76: 536-542 .

10 . Averbeke W and Marais JN (1994) Maize response to plant population and soil water supply. II. plant brenness and harvest index .South African Journal of Plant and Soil 11: 84-89.

11 . Bassetti P and Westgate ME (1993) Emergence, elongation and senescence of maize silks. Crops Science 33: 271-275.

12 . Bassetti P and Westgate ME (1993) Senescence and receptivity of maize silks. Crop Science 33: 275-278.

13 . Below WG and Genter LE (1992) Maize productivity as influenced by mixed nitrogen supplied before or after anthesis. Crop Science 32: 163 –168.

14 . Burrows WG and Larson WE (1962) Effect of amount of mulch on soil temperature and early growth of cron . Agronomy Journal 75: 19-24.

15 . Ciriol AG And Andrade FH (1994) Sowing date and maize productivity: II. Kernel number determination. Crop Science 34: 1044-1046.

16 . Crafts JS and Poneleit CG (1992) Selection for seed growth characteristics effect on leaf senescence in maize. Crop Science 32: 127-131.

17 . Crafts SJ and Poneleit CG (1987) Carbon dioxide exchange rates, ribulose bisphosphate carboxylase/oxygenase and phosphoenolpyrovate carboxylase activities and kernel growth characeristics of maize. Plant Physiology 84: 255-260.

18 . Cross HZ and Zuber MS (1972) Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. Agronomy Journal 64: 351 – 355.

19 . Downes RW (1927) Effect of temperature on the phenology and grain yield of *sorghum bicolor*. Australian Journal Research 23: 585-594.

20 . Eghball B and Maranbille JW (1993) Root development and nitrogen influx of corn genotypes grown under combined drought and nitrogen stresses. Agronomy Journal 85: 147-152.

21 . Ephroth JE and Hesketh (1991) The effects of drought steess on leaf elongation, photosynthetic and transpiration rates in maize leaves. Photosynthetica 25: 607-619.

22 . Fernando H, Androde HA, Sergio A and Frugone I (1993) Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: Shade versus plant density effects. Crop Science 33: 482-495.

23 . Genter CF and Jones GD (1970) Planting date and growing season effects and interactions on growth and yield of maize. Agronomy Journal 62: 760-761.

24 . Hanway JJ (1962) Growth of different plant parts and relation between leaf weight and grain yield. Agronomy Journal 58: 145-148.

25 . Hatfield AL, Benoit GR and Ragland K (1965) The growth and yield of corn. IV. Environment effects on grain yield components of mature ears. Agronomy Journal 57: 293-296.

26 . Hong CK (1995) The influences of cultural environment and artificial shading at silking stage on physiological and morphological traits associated with occurence of barren ear in corn RDA. Journal of Agricultural Science, Upland and Industrial Crops 35: 134-158.

27 . Kalju E and Hanway JJ (1965) Leaf area in relation to yield of corn grain. Agronomy Journal 57: 7-12.

28 . Lefitte HR and Edmeades GO (1995) Stress tolerance in tropical maize in linked to constitutive change in ear growth characteristics, Crop Science 35: 820-826.

29 . Lemcoff JH and Loomis RS (1994) Nitrogen and density influences on silk emergence, endosperm development and grain yield in maize. Field Crops Research 38: 63-72.

30 . Modarres AM (1998) Plant population density effects on maize inbred lines grown in short season environments. Crop Science 38: 104-108.

31. Moss GI and Dowmey LA (1971) Influence of drought stress on female gametophyte development in corn and subsequent grain yield. Crop Science 11: 365-372.

32 . Pendleton JW and Egil DBE (1969) Potential yield of corn as affected by planting date, Agronomy Journal 61: 70-72.

33 . Prakob JA (1996) Effect of plant densities and planting dates on some agronomic characteristics and grain yield of field corn varieties. Thesis (M.S. in Agriculture) Bangkok, pp 129.

34 . Ragland JL (1965) The growth and yield. I. Microclimatic effects on the growth rate. Agronomy Journal 57: 217-220.

35 . Schopper JB, Lambert RJ and Vaslas BL (1989) Maize pollen viability and ear receptivity under water and high temperature stress. Crop Science 26: 1029-1033.

36 . Shaw RH and Thom HCS (1951) On the phenology of field corn, silking to maturity. Agronomy Journal 48: 541-546.

37 . Shaw RH and Thoms HCS (1957) The phenology of field corn, the vegetative period. Agronomy Journal 78: 867-974.

38 . Simmons SR and Jones RJ (1985) Contributions of per-silking assimilate to grain yield in maize. Crop Science 25: 1004-1006.

39 . Singletary GW, Banisadr R and Keeling PL (1994) Heat stress during filling in maize: effects on carbohydrate storage and metabolism. Australian Journal of Plant Physiology 21: 829-841.

40 Stevens EJ (1986) Developmental morphology of dent corn and popcorn with respect to growth staying and crop growth models. Agronomy Journal 78: 867-874.

41. Supot F, Rungnapa T and Traisuda W (1988) Corn and sorghum agronomic research in 1987. CIMMYT, p. 47-51.

42 . Williams WT, Boundy CAP and Millington AJ (1977) The effect of sowing date on the growth and yield of three sorghum cultivars in the Odriver Valley. II: The components of growth and yield. Australian Journal Research 28: 381-387.

43 . Xia T and Liu JL (1994) Study of the relation between auxin, zeatin and cytoplasmic male sterility in maize. Acta Agronomical Sinical 20: 26-32.