مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۲، شماره ۴، سال ۱۳۸۰(۸۷۴-۸۵۷)

بررسی تاثیر تراکم بوته و سطوح مختلف نیتروژن بر فنولوژی دو هیبرید متوسط رس ذرت

آیدین حمیدی[۱] و عادل دباغ محمدی نسب[۲]
۱- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران
۲- دانشجوی دوره دکتری زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
تاریخ پذیرش مقاله ۸۰/۳/۲

خلاصه

به منظور بررسی اثرات تراکم‌های بوته و مقادیر مختلف نیتروژن بر فنولوژی دو هیبرید ذرت متوسط رس، آزمایشی با استفاده از کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۷٤ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران (کرج) به اجرا در آمد. دو هیبرید سینگل کراس ٦۰٤ و سینگل کراس ٦۰۱ به عنوان کرت‌های اصلی، تراکم‌های ٦، ۷ و ۸ بوته در متر مربع به عنوان کرت‌های فرعی و مقادیر مختلف نیتروژن در چهار سطح صفر، ۱۳۸، ۱۸٤ و ۲۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (به صورت کود اوره) به عنوان کرت‌های فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. زمان وقوع برخی از مهم‌ترین وقایع فنولوژیک مرتبط با عملکرد دانه و اجزای آن نظیر تاریخ ظهور گل تاجی، دانه گرده، کاکل و رسیدگی فیزیولوژیک تعیین و طول دوره رشد رویشی، رشد زایشی، گرده افشانی، کاکل دهی، گلدهی، تطابق گلدهی و نیز طول دوره پر شدن دانه بر اساس تعداد روزها از زمان کاشت (DAP) و درجه روزهای رشد (GDD) لازم برای طی دوره‌های مزبور تعیین و مورد بررسی قرار گرفت. همچنین عملکرد دانه در هکتار و عملکرد دانه هر بوته و اجزای عملکرد دانه شامل تعداد بلال هر بوته، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه پس از برداشت اندازه‌گیری شدند. طول دوره رشد رویشی و زایشی تحت تاثیر هیبرید، تراکم بوته و نیتروژن واقع گردیدند و با افزایش تراکم بوته و نیتروژن طول دوره رشد رویشی افزایش یافت. تراکم بوته بر طول دوره گرده‌افشانی، گلدهی و تطابق گلدهی تاثیر معنی‌داری داشت. طول دوره و درجه روزهای تطابق گلدهی با افزایش تراکم بوته کاهش و با افزایش میزان نیتروژن افزایش یافت و طول و درجه روزهای دوره گرده‌افشانی تحت تاثیر اثرات متقابل هیبرید × تراکم بوته و هیبرید × نیتروژن قرار گرفت. سینگل کراس ٦۰٤ نسبت به سینگل کراس ٦۰۱ از طول دوره رشد رویشی و زایشی بیشتر، دوره پر شدن دانه طولانی‌تر و دوره گرده‌افشانی کوتاه‌تری برخوردار بود. با افزایش میزان نیتروژن مصرفی درجه روزهای لازم برای رشد رویشی افزایش یافت. همچنین با افزایش تراکم بوته درجه روزهای لازم برای رشد زایشی افزایش یافت. عملکرد دانه در هکتار با طول دوره رشد رویشی همبستگی منفی و با طول دوره رشد زایشی همبستگی مثبت نشان داد. تحت شرایط اجرای آزمایش سینگل کراس ٦۰۱ از عملکرد دانه در هکتار بیشتر نسبت به سینگل کراس ٦۰٤ برخوردار بوده و عملکرد دانه هر بوته دو هیبرید با یکدیگراختلاف معنی‌داری نشان نداد.

واژه‌های کلیدی: هیبریدهای سینگل کراس متوسط رس ذرت، تراکم بوته، نیتروژن، فنولوژی، عملکرد دانه و اجزای آن، درجه روزهای رشد.

مکاتبه کننده: آیدین حمیدی

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از مهمترین گیاهان زراعی بوده و به صورت غذا، علوفه و نیز مصارف صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و از لحاظ تولید جهانی بعد از گندم رتبه دوم را حائز است. در ایران نیز ذرت طی سال‌های اخیر به عنوان یکی از گیاهان زراعی مهم مطرح گردیده است، به طوریکه در طی سال زراعی ۷۸-۷۷ میزان تولید آن به ۱۱۵۵۶۵۱ تن با سطح کشت معادل ۱۸۶۳۸۷ هکتار بالغ گردیده است (۲).

استفاده از ارقام پرمحصول توام با تراکم کاشت مناسب و تامین مقادیر کافی عناصر غذایی به ویژه نیتروژن، از مهمترین عوامل دستیابی به عملکردهای مطلوب ذرت به شمار می‌روند. لذا اجرای پژوهش در زمینه‌های فوق از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار می‌باشد.

تحول پیوسته شکل و فعالیت گیاه در اصطلاح نمو[1] نامیده می‌شود. تحلیل نمو گیاه زراعی بر اساس بررسی رخدادهای نموی متمایز، یعنی مراحل نموی[2]، نظیر ظهور گیاهچه، گل آغازی[3]، و ظهور گل ساده‌تر می‌گردد. میزان توسعه و نمو گیاه در هر یک از مراحل فنولوژیک (فنوفازها[4]) میزان نمو را مشخص ساخته و بررسی میزان نمو گیاه زراعی در ارتباط با شرایط محیطی فنولوژی[5] نامیده می‌شود (۲۲). تاریخ ظهور گیاهچه‌ها (سبز شدن)، ظهور گل تاجی[6]، دانه گرده، کاکل[7] و رسیدگی فیزیولوژیک دانه[8] از مهمترین مراحل فنولوژیک نمو ذرت محسوب می‌گردند و از اهمیت ویژه‌ای در رشد و نمو ذرت برخوردار بوده، به طوریکه عملکرد دانه ذرت به طور قابل توجهی تحت‌تاثیرفنولوژی‌هیبریدهای‌ذرت واقع‌می‌گردد (۱۶، ۲۹ و ۳۰).

بررسی وقوع مراحل نموی مختلف بر مبنای تقویم زمانی[9] و واحدهای حرارتی[10]، امکان تجزیه و تحلیل ساده‌تر فنولوژی گیاه، بویژه تحت شرایط دشوار را فراهم می‌سازد (۲۲)و شاخص حرارتی درجه روز رشد تجمعی[11] (GDD) یکی از مهم‌ترین شاخص‌های واحد حرارتی مورد استفاده جهت بررسی و توصیف کمی فنولوژی رشد و نمو ذرت محسوب می‌شود (۱۲ و ۱۵). راسل و همکاران (۲۷) نیز گزارش نمودند که سرعت رسیدن هر مرحله از رشد و نمو ذرت صریحاً تحت تاثیر مستقیم درجه حرارت بوده و بین درجه حرارت و رشد محصول ارتباط نزدیکی وجود دارد.

کمبود تشعشع و عناصر غذایی به ویژه نیتروژن که در یک پوشش متراکم حادث می‌شود سبب نقصان فعالیت‌های متابولیسمی (فتوسنتز و متابولیسم نیتروژن) و اختلال در حمل مواد فتوسنتزی به بلال (مقصد فیزیولوژیک[12] اصلی) و کاهش جبران ناپذیر عملکرد دانه می‌گردد (۸ و ۲۱). تراکم بوته تاثیر شدیدی بر طول مراحل فنولوژیک مختلف ذرت دارد (۱۳) و همبستگی منفی مابین درصد عقیمی بوته‌ها و طول دوره ریزش گرده و کاکل‌دهی ملاحظه گردیده است (۷). همچنین با افزایش تراکم بوته، تاخیر در ظهور گل تاجی، کاکل‌دهی و عدم تطابق کافی گلدهی و متعاقباً کاهش عملکرد دانه ملاحظه می‌گردد (۹).

پونلیت و اگلی (۲۴) نیز کاهش تلقیح توام با افزایش تراکم بوته و افزایش رقابت برای جذب تابش فعال فتوسنتزی[13] (PAR) و در نتیجه طولانی شدن فاصله گرده‌افشانی تا ظهور کاکل و کاهش دوره پر شدن موثر دانه[14] (EGFP) علت اصلی کاهش عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مختلف ذرت اعلام داشتند.

لانگ و همکاران (۲۰) کاهش درصد بوته‌های عقیم به تبع افزایش مصرف نیتروژن و کاهش تراکم بوته را ملاحظه نمودند. همچنین با افزایش مصرف نیتروژن کاهش معنی‌دار دوره لازم برای ظهور گل تاجی و کاکل‌دهی و افزایش وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در بلال مشاهده می‌گردد (۴).

1 . Development
2 . Phenostage
3 . Flower initiation
4 . Phenophases
5 . Phenology
6 . Tassel
7 . Silk
8 . Physiological ripening
9 . Calender time
10 . Thermal unites
11 . Accumulative Growing Degree Days
12 . Physiological sink
13 . Photosynthetically active radiation
14 . Effective grain filling period

این پژوهش به منظور بررسی تاثیر تراکم‌های بوته و مقادیر مختلف نیتروژن بر فنولوژی دو هیبرید متوسط رس ذرت، در ارتباط باعملکرد دانه و اجزای آن و تعیین هیبرید برتر تحت شرایط محل آزمایش اجرا گردید.

مواد و روشها

این آزمایش در سال ۱۳۷۴ در محل مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در کرج (طول جغرافیایی ۱۰° و ´۵ شرقی، عرض جغرافیایی ۴۸° و ´۳۵ با ارتفاع متوسط از سطح دریا ۱۳۲۱ متر) با متوسط میزان بارندگی و دما به ترتیب ۵/۴۴ میلی‌متر و ۲۳/۳۶ درجه سانتی‌گراد در طول دوره کشت اجرا گردید. زمین محل اجرای آزمایش در سال قبل تحت آیش قرار داشته، بافت خاک آن رسی با pH حدود ۷/۴ و میزان نیتروژن ۰/۱۴ گرم در یکصد گرم خاک بود (۳).

برای اجرا از آزمایش کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار استفاده گردید. کرت‌های اصلی به دو هیبرید ذرت (۶۰۱ V_2=KSC و ۶۰۴ V_1=KSC)، کرت‌های فرعی به تراکم‌های بوته (۶=D_1 ، ۷ =D_2 و ۸=D_3 بوته در متر مربع) و کرت‌های فرعی فرعی به میزان کاربرد کود اوره (صفر = N_1 ، ۳۰۰=N_2 ، ۴۰۰=N_3 و ۵۰۰=N_4 کیلوگرم کود اوره در هکتار به ترتیب معادل صفر، ۱۳۸، ۱۸۴ و ۲۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) اختصاص داده شدند.

هیبریدهای سینگل کراس ۶۰۴ و سینگل کراس ۶۰۱ هر دو از گروه متوسط رس (با طول دوره رشد معادل ۱۲۵-۱۱۵ روز)، دو منظوره و از تیپ دندان اسبی بوده و توسط بخش تحقیقات ذرت موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر اصلاح گردیده‌اند. تراکم‌های بوته مورد بررسی با کشت دو بذر در هر کپه روی پشته‌های با فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر و با فواصل روی ردیف ۲۲، ۱۹ و ۱۷ سانتی‌متر و تنک کردن بوته‌ها در مرحله ۴-۳ برگی و نگهداری یک بوته در هر کپه ایجاد گردیدند. مقادیر مختلف کود نیتروژنی (اوره) در دو نوبت، نیمی قبل از کاشت و نیمی در مرحله ۹-۷ برگی (با قرار دادن میزان کود مورد نظر در شیار ایجاد شده روی پشته در کنار بوته‌ها) به کار برده شد. فسفر مورد نیاز نیز به میزان ۱۳۸ کیلوگرم P در هکتار به صورت کود سوپرفسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم قبل از کاشت مصرف گردید. اولین آبیاری مزرعه در تاریخ ۷۴/۳/۱۰ اجرا و سپس به فواصل ۷ روزه انجام گردید.

علفهای هرز با استفاده از مصرف علف‌کش ارادیکان[1] (بمیزان ۱/۸ کیلوگرم ماده موثره در هکتار) قبل از رویش و دو مرتبه وجین دستی کنترل گردید (۳).

به منظور بررسی مراحل نموی از هنگام کاشت (۷۴/۳/۱۰) تا برداشت (۷۴/۷/۱۰) تاریخ بروز برخی از مهمترین مراحل نموی تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به شرح زیر یادداشت گردید.

- تاریخ ظهور گل تاجی (اندام نر)، هنگامی که گل‌های تاجی ۵۰ درصد بوته‌ها به اندازه ۱۵-۱۰ سانتی‌متر از بین برگ‌ها بیرون آمده باشند (معیار پایان دوره نمو رویشی)،
- ظهور دانه گرده، هنگامی که در ۵۰ درصد بوته‌ها گرده روی محور اصلی گل تاجی ظاهر شده باشد،
- ظهور کاکل (کاکل‌دهی)، هنگامی که در ۵۰ درصد بوته‌ها طول کاکل (تارهای ابریشمی) به ۵ سانتی‌متر رسیده باشد (معیار آغاز دوره پر شدن دانه)،
- تمام شدن دانه‌های گرده، زمانی که در تمامی بوته‌ها دانه‌های گرده تمام شده و گل تاجی خشک شده باشد (پایان گرده‌افشانی)،
- خشک شدن کاکل، هنگامی که در تمام بوته‌ها کاکل‌ها خشک شده باشند (پایان تلقیح) و رسیدگی فیزیولوژیک هنگامی که حداکثر ۷۵ درصد دانه‌های مرکزی بلال دارای لایه سیاهرنگ[2] باشند (معیار پایان دوره پر شدن دانه)، ثبت و یادداشت برداری گردیده و طول دوره برخی از مهمترین وقایع فنولوژیک (بر اساس تعداد روزها از کاشت[3]) شامل موارد زیر محاسبه و تعیین گردید:
  - طول دوره رشد رویشی (از کاشت تا ظهور گل تاجی)
  - طول دوره رشد زایشی (از ظهور گل تاجی تا تمام شدن دانه گرده)

---

1 . Eradican (EPTC, S-ethyl dipropyl carbamothioate plus R-25788)
2 . Black layer
3 . Days After Planting (DAP)

- طول دوره کاکل‌دهی (از ظهور کاکل تا خشک شدن کاکل)
- طول دوره تطابق گلدهی[1] (از ظهور کاکل تا تمام شدن دانه گرده)،
- طول دوره پر شدن دانه (از ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک)

به منظور محاسبه شاخص حرارتی درجه – روز رشد تجمعی (GDD) لازم برای طی دوره‌های فنولوژیک فوق‌الذکر از داده‌های مربوط به حداقل و حداکثر دمای روزانه در طی دوره رشد و نمو ثبت شده توسط ایستگاه هواشناسی محل اجرای آزمایش و رابطه [۱] استفاده گردید.

رابطه [۱]:

$$GDD = \sum_{t_1}^{t_2}[\frac{(T_{max} + T_{min})}{2} - 10]$$

در این رابطه T_{max} و T_{min} به ترتیب حداکثر و حداقل دمای روزانه t_1 و t_2 تعداد روزهای مرحله نموی مورد بررسی بوده و $[(T_{max}+T_{min})/2-10]>0$ می‌باشد (۱۲ و ۱۵).

برای تعیین عملکرد دانه در هکتار و عملکرد دانه هر بوته (بر مبنای ۱۴ درصد رطوبت دانه)، کلیه بوته‌های دور ردیف مرکزی هر کرت فرعی فرعی با حذف حاشیه‌ها، با دست برداشت گردید. همچنین جهت تعیین اجزای عملکرد دانه، شامل تعداد بلال هر بوته، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف روی بلال، تعداد دانه در بلال (تعداد ردیف دانه × تعداد دانه در ردیف) و وزن هزار دانه تعداد ۲۰ بوته از دو ردیف مرکزی هر کرت فرعی فرعی به طور تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند.

آنالیز واریانس، مقایسه میانگین‌ها (با استفاده از آزمون دانکن[2]) و محاسبه ضرایب همبستگی ساده داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C(ver.1.42) انجام و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Harvard Graphics (HG3) رسم گردیدند.

نتایج و بحث

هیبرید، تراکم بوته و نیتروژن طول مدت و درجه روزهای لازم برای طی دوره‌های رشد رویشی، زایشی، گرده‌افشانی، گلدهی، تطابق گلدهی و پر شدن دانه را تحت تاثیر قرار داد ولی طول مدت و درجه روزهای لازم برای طی دوره کاکل‌دهی تحت تاثیر عوامل مورد بررسی واقع نگردید. همچنین اثر متقابل هیبرید × تراکم بوته و اثر متقابل هیبرید × نیتروژن طول مدت و درجه روزهای لازم برای طی دوره گرده‌افشانی را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱ و ۲).

دوره رشد رویشی

دو هیبرید از لحاظ طول مدت و درجه روزهای لازم برای دوره رشد رویشی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشته (جدول‌های ۱ و ۲) و سینگل کراس ۶۰۴ از دوره رشد رویشی طولانی‌تری نسبت به سینگل کراس ۶۰۱ برخوردار بوده و برای طی این دوره به درجه روزهای بیشتری نیاز داشت (جدول‌های ۳ و ۴).

اثر تراکم بوته بر طول دوره رشد رویشی نیز معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های طول این دوره برای تراکم‌های مورد بررسی روشن می‌سازد که با افزایش تراکم بوته طول دوره رشد رویشی افزایش یافته، در حالیکه تراکم‌های ۷ و ۸ بوته در متر مربع از لحاظ طول دوره رشد رویشی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند (جدول ۳). با افزایش تراکم بوته و ایجاد رقابت بیشتر برای استفاده از نور و سایر عوامل رشد مابین بوته‌ها میزان رشد رویشی و طول دوره آن افزایش می‌یابد (۲۰). ارلی و همکاران (۱۳) با ایجاد سایه اندازی مصنوعی روی بوته‌ها به تاخیر افتادن ظهور گل تاجی را مشاهده کردند. هاشمی دزفولی و هربرت (۱۷) نیز تاخیر خروج گل تاجی در تراکم‌های بوته زیاد را گزارش کردند.

نیتروژن طول دوره رویشی و درجه روزهای لازم برای طی این دوره را به طور بسیار معنی‌داری تحت تاثیر قرار داده، به طوریکه با افزایش میزان نیتروژن طول دوره و درجه روزهای لازم کاهش نشان داد و حداقل طول دوره رشد رویشی و درجه روزهای لازم مربوط به تیمار N_4 بوده و حداکثر آن در تیمار N_1 مشاهده می‌شود. همچنین طول دوره رشد رویشی و درجه روزهای آن در دو سطح N_1 و N_2 تفاوت معنی‌داری با یکدیگر

1 . Coincidence of flowering

2 . DMRT (Duncan's new multiple range test)

نشان نمی‌دهند (جدول‌های ۳ و ۴). با فراهم‌تر شدن نیتروژن به عنوان یکی از عوامل ضروری رشد، سریعتر شدن آهنگ نموی مشهودی می‌باشد به طوریکه همگام با افزایش نیتروژن در دسترس بوته‌های ذرت، تعداد روزهای لازم برای ظهور گل تاجی کاهش نشان می‌دهد (۴ و ۲۵).

بررسی ضرایب همبستگی ساده برای درجه روزهای رشد رویشی و عملکرد دانه در هکتار و عملکرد دانه هر بوته، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه وجود رابطه منفی مابین آنها را مشخص می‌سازد (جدول ۳)، که بیانگر نقصان عملکرد دانه و اجزای آن در اثر افزایش رشد رویشی می‌باشد. افزایش تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه توام با کاهش مدت لازم برای خروج ۷۵ درصد گل‌های تاجی گزارش گردیده است (۴).

دوره رشد زایشی

دو هیبرید مورد بررسی از لحاظ طول دوره رشد زایشی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند (جدول ۱) ولی از نظر درجه روزهای لازم برای طی این دوره تفاوتی با یکدیگر نداشتند (جدول ۲). همچنین سینگل کراس ۶۰۴ از دوره رشد زایشی طولانی‌تری نسبت به سینگل کراس ۶۰۱ برخوردار بوده است (جدول‌های ۳ و ۴).

تراکم بوته طول دوره زایشی و درجه روزهای این دوره را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد (جدول‌های ۱ و ۲) و با افزایش تراکم بوته طول دوره رشد زایشی و درجه روزهای لازم برای آن افزایش نشان داد. تحت تراکم ۸ بوته در متر مربع این دوره طولانی‌تر بوده و طی آن نیاز به درجه روزهای بیشتری داشته است و این در حالی است که در تراکم‌های ۶ و ۷ بوته در متر مربع طول دوره رشد زایشی و درجه روزهای لازم آن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند (جدول‌های ۳ و ۴). افزایش تراکم بوته سبب دیررسی و افزایش طول دوره رشد و نمو می‌گردد. لذا همگام با افزایش تراکم بوته و افزایش طول دوره رشد و نمو طول مدت رشد زایشی نیز به تبع آن افزایش یافته است.

نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر طول دوره رشد زایشی داشته (جدول ۱) و با افزایش نیتروژن در سطوح N_2 ، N_3 و N_4 دوره رشد زایشی طولانی‌تر گردیده است (جدول ۳). افزایش میزان نیتروژن در دسترس سبب طولانی شدن مدت رشد و نمو زایشی می‌گردد (۲۵).

بررسی ضرایب همبستگی ساده مابین درجه روزهای دوره رشد زایشی با عملکرد دانه در هکتار، تعداد بلال هر بوته و درجه روزهای رشد رویشی رابطه مثبت و با عملکرد دانه هر بوته تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه همبستگی منفی نشان می‌دهد (جدول ۵).

دوره گرده‌افشانی

هیبرید، تراکم بوته، اثر متقابل هیبرید × تراکم بوته و اثر متقابل هیبرید × نیتروژن طول دوره گرده افشانی را به طور بسیار معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد و درجه روزهای رشد دوره گرده‌افشانی به طور بسیار معنی‌داری تحت تاثیر هیبرید، تراکم بوته، اثر متقابل هیبرید × تراکم بوته و هیبرید × نیتروژن واقع شده و به طور معنی‌داری تحت تاثیر میزان نیتروژن قرار گرفت (جدول‌های ۱ و ۲).

بررسی مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل هیبرید × تراکم بوته برای طول دوره گرده‌افشانی و درجه روزهای این دوره مشخص می‌سازد که سینگل کراس ۶۰۱ تحت تراکم ۸ بوته در متر مربع از دوره گرده‌افشانی طولانی‌تر و درجه روزهای بیشتری برای طی این دوره نسبت به سینگل کراس ۶۰۴ برخوردار بوده و این در حالی است که میانگین‌های طول دوره گرده‌افشانی و درجه روزهای آن در سینگل کراس ۶۰۱ تحت تراکم‌های ۶ و ۷ بوته در مربع از اختلاف معنی‌دار برخوردار نبوده‌اند (شکل‌های ۱ و ۳). ارلی و همکاران (۱۳) به تعویق افتادن ظهور و ریزش دانه گرده در اثر سایه‌اندازی مصنوعی را مشاهده نمودند.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل هیبرید × نیتروژن روند کاهش طول دوره گرده‌افشانی و درجه روزهای این دوره با افزایش میزان نیتروژن در سینگل کراس ۶۰۴ را مشخص می‌سازد. همچنین طول دوره گرده‌افشانی در سینگل کراس ۶۰۱ با افزایش نیتروژن افزایش نشان می‌دهد و حداکثر میزان آن با مصرف ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار مشاهده شد (شکل‌های ۲ و ۴).

بررسی ضرایب همبستگی ساده مابین درجه روزهای دوره گرده‌افشانی باعملکرد دانه در هکتار، تعداد بلال هر بوته، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه نشانگر وجود همبستگی منفی مابین آنها بوده در حالیکه مابین درجه روزهای دوره گرده‌افشانی عملکرد دانه هر بوته درجه روزهای دوره‌های رشد

جدول ۱ - خلاصه تجزیه واریانس (میانگین مربعات) طول دوره های مختلف فنولوژیک (تعداد روزهای پس از کاشت)

منابع تغییرات	درجات آزادی	میانگین مربعات					
		طول دوره رشد رویشی	طول دوره رشد زایشی	طول دوره گرده افشانی	طول دوره کاکل دهی	طول دوره گلدهی	طول دوره تطابق گلدهی	طول دوره پر شدن دانه
تکرار	۲	۲/۳۴۷	۵/۷۲۲	۴/۷۶۴**	۰/۸۷۵	۵/۸۴۷	۲/۰۴۲	۱/۷۲۲
هیبرید	۱	۱۱۰/۰۱۴*	۹۳/۳۸۹*	۸/۰۰۰**	۰/۰۱۴	۲/۰۰۰	۵۶/۸۸۹	۶۴/۲۲۲*
خطای a	۲	۱/۸۴۷	۱/۳۸۹	۰/۰۴۲	۵/۰۱۴	۰/۷۹۰	۵/۰۱۴	۳/۷۲۲
تراکم بوته	۲	۷/۷۶۴*	۶۶/۴۳۱**	۱۰/۹۳۱**	۱/۶۲۵	۹۸/۰۱۴**	۳۵/۳۷۵**	۷/۶۸۱
اثرمتقابل‌هیبریدو تراکم بوته	۲	۰/۳۴۷	۱/۷۶۴	۹/۰۴۲**	۱۱/۵۱۴	۲/۶۲۵	۳/۴۳۱	۸/۸۴۷
خطای b	۸	۱/۲۸۵	۳/۲۸۵	۱/۰۰۷	۳/۹۴۴	۳/۳۱۹	۲/۶۱۱	۵/۳۸۹
نیتروژن	۳	۲۱/۶۰۶*	۱/۲۲۲*	۰/۳۱۵	۰/۰۵۱	۰/۳۷۰	۱/۴۲۶*	۰/۱۱۱
اثرمتقابل هیبریدونیتروژن	۳	۰/۲۳۶	۰/۳۸۹	۱/۲۲۲**	۰/۳۸۴	۰/۵۹۳	۰/۸۵۲	۰/۱۸۵
اثرمتقابل تراکم بوته و نیتروژن	۶	۰/۴۱۲	۰/۲۶۴	۰/۱۳۴	۰/۰۵۱	۰/۲۱۸	۰/۳۰۱	۰/۳۴۷
اثرمتقابل هیبرید، تراکم بوته و نیتروژن	۶	۰/۰۶۹	۰/۲۶۴	۰/۳۰۸	۰/۱۶۲	۰/۰۵۱	۰/۰۶۰	۰/۲۵۵
خطای C	۳۶	۰/۲۵۹	۰/۳۱۹	۰/۲۳۱	۰/۲۹۶	۰/۳۱۹	۰/۳۶۱	۰/۳۳۳
کل	۷۱							
ضریب تغییرات (درصد)		۱/۵۱	۰/۸۴	۵/۵۷	۲/۶۸	۱/۹۶	۱۴/۱۴	۰/۹۸

* و ** -به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲ - خلاصه تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درجه روزهای لازم برای طی دوره های مختلف فنولوژیک

منابع تغییرات	درجات آزادی	میانگین مربعات					
		درجه روزهای دوره رشد رویشی	درجه روزهای دوره رشد زایشی	درجه روزهای دوره گرده افشانی	درجه روزهای دوره کاکل دهی	درجه روزهای دوره گلدهی	درجه روزهای دوره تطابق گلدهی	درجه روزهای دوره پر شدن دانه
تکرار	۲	۳۶۶/۰۷۷	۱۳۷/۴۲۴	۹۰۹/۸۵۳	۶۰۱/۹۱۷	۱۴۸۷/۰۸۸	۷۷۸/۶۷۴	۱۲۰۰/۰۱۲
هیبرید	۱	۲۴۰۳۵/۲۷۶*	۱۷۵۴۰/۶۱۶	۴۰۷/۷۸۷**	۲۰۱/۸۳۷	۶۲۶۵/۴۷۷*	۱۶۳۰۳/۶۶۴	۴۵۵۵/۳۴۲
خطای a	۲	۳۵۶/۰۳۲	۱۵۹۱/۱۸۳	۳/۱۹۲	۱۷۷۹/۰۴۸	۱۵۱/۱۶۸	۲۱۵۸/۹۶۱	۴۰۷/۷۶۷
تراکم بوته	۲	۱۵۲۲/۸۴۰	۱۵۸۶۸/۲۳۵*	۵۶۵۱/۰۸۷**	۱۳۰۴/۸۵۹	۴۳۶۱۲/۰۱۹**	۱۰۱۴۶/۹۲۴**	۲۷۳۷/۱۷۶
اثرمتقابل‌هیبریدو تراکم بوته	۲	۱۳/۳۲۵	۴۶۳/۲۸۲	۳۴۲۲/۴۵۱**	۳۸۴۰/۷۵۵	۸۹۸/۲۹۲	۱۱۶۳/۹۴۳	۵۶۵۴/۰۸۹
خطای b	۸	۳۷۲/۵۲۳	۲۱۲۵/۴۶۵	۳۴۰/۳۷۹	۱۶۷۱/۶۰۸	۱۰۶۶/۳۶۱	۱۰۳۷/۶۴۲	۴۳۳۱/۹۵۱
نیتروژن	۳	۴۶۳۹/۰۳۱**	۷۰۸/۲۰۶	۸۰۶/۱۰۵**	۱۳۶/۶۵۶	۵۷۹/۱۸۶**	۳۳۷/۵۸۶	۱۳۲۸/۶۹۹
اثرمتقابل هیبریدونیتروژن	۳	۹۴/۳۶۸	۱۵۵۶/۵۷۹	۳۲۸/۰۴۰*	۲۹/۵۰۳	۱۵۹/۳۷۰	۲۱۰/۱۸۶	۱۵۶۷/۲۵۷
اثرمتقابل تراکم بوته و نیتروژن	۶	۷۲/۰۶۷	۱۲۲۲/۹۹۴	۴۰/۷۴۷	۹۲/۰۰۱	۱۱/۹۵۷	۲۰۱/۵۱۴	۱۰۷۲/۸۷۸
اثرمتقابل هیبرید، تراکم بوته و نیتروژن	۶	۱۴/۰۱۹	۱۱۳۷/۳۶۶	۴۰/۵۹۷	۲۸/۳۰۷	۳۷/۸۳۹	۱۵/۴۰۵	۱۲۳۸/۶۰۹
خطای C	۳۶	۸۳/۰۰۸	۱۴۳۴/۷۵۸	۹۳/۷۶۱	۸۶/۱۴۶	۱۰۱/۸۵۸	۱۴۱/۳۵۰	۱۳۷۶/۹۶۴
کل	۷۱							
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۰۵	۳/۱۱	۶/۰۸	۲/۴۴	۱/۹۳	۱۴/۳۴	۳/۴۵

* و ** -به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳ - مقایسه میانگین طول دوره مراحل فنولوژیک (تعداد روز از هنگام کاشت)

تیمار[1]	طول دوره رشد رویشی	طول دوره رشد زایشی	طول دوره گرده افشانی	طول دوره گلدهی	طول دوره تطابق گلدهی	طول دوره پر شدن دانه
V_1	۳۵/۰۵۶*(a)	۶۸/۶۹۸(a)	۸/۹۷۲(a)	-	-	۵۹/۸۸۹(a)
V_2	۳۲/۵۸۳(b)	۶۶/۴۱۷(b)	۸/۳۰۶(b)	-	-	۵۸/۰۰۰(b)
D_1	۳۳/۱۶۷(b)	۶۶/۳۷۵(b)	۸/۲۹۲(b)	۲۶/۸۷۵(c)	۵/۵۸۳(a)	-
D_2	۳۴/۰۸۳(a)	۶۶/۸۳۳(b)	۸/۲۰۸(b)	۲۸/۸۷۵(b)	۳/۹۵۸(b)	-
D_3	۳۴/۲۰۸(a)	۶۹/۴۵۸(a)	۹/۴۱۷(a)	۳۰/۹۱۷(a)	۳/۲۰۸(b)	-
N_1	۳۴/۸۳۳(a)	۶۷/۷۲۲(ab)	-	-	۴/۰۵۶(b)	-
N_2	۳۴/۵۵۶(a)	۶۷/۳۳۳(b)	-	-	۴/۱۷۶(b)	-
N_3	۳۳/۴۴۴(b)	۶۷/۳۳۳(b)	-	-	۴/۱۱۱(b)	-
N_4	۳۲/۴۴۴(c)	۴۷/۸۳۳(a)	-	-	۴/۶۶۷(a)	-

* میانگین هایی که حداقل در یک حرف یکسان باشند اختلاف معنی داری ندارند (آزمون دانکن)

(۱) V_1 سینگل کراس ۶۰۴، V_2 سینگل کراس ۶۰۱، D_1 و D_2 و D به ترتیب تراکمهای ۷،۶ و ۸ بوته در متر مربع و N_1، N_2، N_3 و N_4 به ترتیب صفر، ۱۳۸، ۱۸۴ و ۲۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار.

جدول ۴ - مقایسه میانگین درجه روزهای (GDD) مراحل فنولوژیک مورد بررسی

تیمار[1]	درجه روزهای دوره رشد رویشی	درجه روزهای دوره رشد زایشی	درجه روزهای دوره گرده افشانی	درجه روزهای دوره گلدهی	درجه روزهای دوره تطابق گلدهی
V_1	۴۶۲/۰۳۹*(a)	-	۱۵۶/۸۳۹(b)	۵۳۲/۸۰۷(a)	-
V_2	۴۲۵/۴۹۷(b)	-	۱۶۱/۵۹۹(a)	۵۱۴/۱۵۰(b)	-
D_1	-	۱۱۹۴/۹۹۴(b)	۱۴۹/۱۴۶(b)	۴۸۰/۹۰۸(c)	۶۵/۲۲۹(b)
D_2	-	۱۲۱۴/۴۶۰(b)	۱۵۱/۶۳۱(b)	۵۲۲/۳۶۲(b)	۷۷/۹۶۵(b)
D_3	-	۱۲۴۵/۹۵۰(a)	۱۷۶/۸۷۹(a)	۵۶۶/۱۶۵(a)	۱۰۵/۴۵۸(a)
N_1	۴۵۹/۷۲۲(a)	-	۱۶۵/۹۹۴(a)	۵۳۰/۵۸۶(a)	-
N_2	۴۵۳/۰۲۲(a)	-	۱۶۳/۷۰۳(ab)	۵۲۵/۳۱۷(ab)	-
N_3	۴۳۸/۷۵۶(b)	-	۱۵۵/۱۶۱(bc)	۵۲۰/۱۵۰(b)	-
N_4	۴۲۳/۵۷۲(c)	-	۱۵۲/۰۱۷(c)	۵۱۷/۸۶۱(b)	-

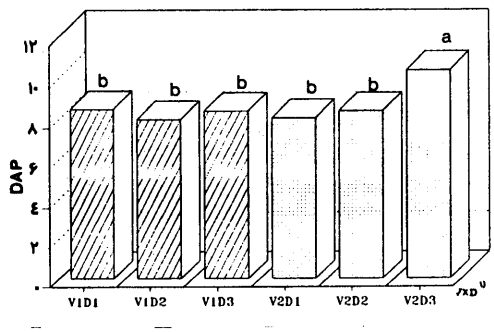
* میانگین هایی که حداقل در یک حرف یکسان باشند اختلاف معنی داری ندارند (آزمون دانکن)

(۱) V_1 سینگل کراس ۶۰۴، V_2 سینگل کراس ۶۰۱، D_1 و D_2 و D_3 به ترتیب تراکمهای ۷،۶ و ۸ بوته در متر مربع و N_1، N_2، N_3 و N_4 به ترتیب صفر، ۱۳۸، ۱۸۴ و ۲۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار.

جدول ۵ - ضرایب همبستگی ساده برای عملکرد دانه در هکتار و هر بوته، اجزای آن و درجه روزهای لازم برای طی دوره های فنولوژیک مورد بررسی

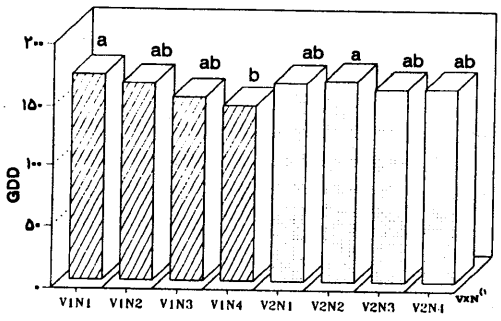
ویژگی های مورد بررسی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱ - عملکرد دانه در هکتار	۱											
۲ - عملکرد دانه هربوته	۰/۸۵۰**	۱										
۳ - تعداد بلال هر بوته	۰/۰۲۷	۰/۰۹۷	۱									
۴ - تعداد دانه در بلال	۰/۲۵۳*	۰/۴۳۴**	۰/۴۷۱**	۱								
۵ - وزن هزار دانه	۰/۳۵۵**	۰/۵۳۰**	۰/۳۶۱**	۰/۴۷۳**	۱							
۶ - درجه روزهای دوره رشد رویشی	-۰/۵۰۳**	-۰/۵۹۹**	۰/۱۳۰	-۰/۱۵۴	-۰/۳۹۶**	۱						
۷ - درجه روزهای دوره رشد زایشی	۰/۱۱۷	-۰/۱۲۲	۰/۰۳۶	-۰/۱۳۰	-۰/۲۴۵*	۰/۲۳۵*	۱					
۸ - درجه روزهای دوره گرده افشانی	-۰/۰۶۳	۰/۰۷۲**	-۰/۱۰۹	-۰/۳۵۰**	-۰/۳۳۰**	۰/۲۳۵*	۰/۱۳۹	۱				
۹ - درجه روزهای دوره کاکل دهی	-۰/۰۱۴	-۰/۱۴۵	۰/۱۳۹	۰/۰۷۱	-۰/۰۲۶	۰/۲۸۲*	۰/۰۹۹	۰/۱۲۳	۱			
۱۰- درجه روزهای دوره گلدهی	۰/۱۴۸	-۰/۲۹۴*	۰/۰۰۹	-۰/۲۵۶*	-۰/۳۴۳**	۰/۳۵۳**	۰/۴۷۳**	۰/۵۵۲**	۰/۴۱۹**	۱		
۱۱- درجه روزهای دوره تطابق گلدهی	۰/۰۴۶	۰/۰۲۰۳	-۰/۱۲۹	۰/۱۵۷	۰/۲۲۹	۰/۵۰۵**	۰/۰۸۷	۰/۴۳۱**	۰/۰۹۹	-۰/۶۷۲**	۱	
۱۲- درجه روزهای دوره پر شدن دانه	۰/۰۲۲	۰/۰۷۳	۰/۱۰۰	۰/۱۳۸	۰/۰۵۰	۰/۰۵۹	۰/۶۵۵**	-۰/۲۱۰	۰/۲۱۵	-۰/۲۲۵	۰/۲۲۳	۱

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد



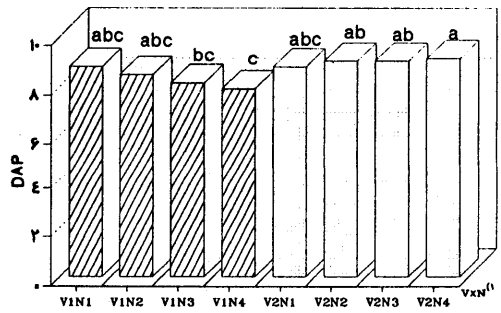
شکل ۱ - میانگین های* طول دوره گرده افشانی هیبریدهای سینگل کراس ۶۰۴ (V_1) و سینگل کراس ۶۰۱ (V_2) در تراکمهای بوته مورد بررسی (D_1=۶، D_2=۷ و D_3=۸ بوته در متر مربع)

* - میانگین هایی که حداقل در یک حرف یکسان باشند بروش آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.
۱- اثر متقابل هیبرید × تراکم بوته



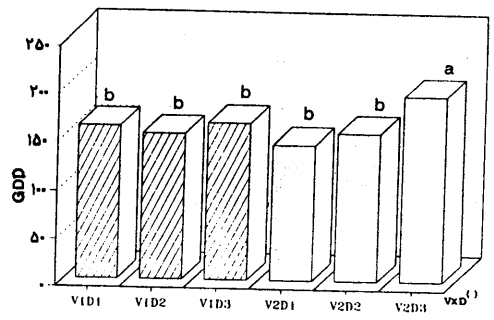
شکل ۴ - میانگین های* درجه روزهای گرده افشانی هیبریدهای سینگل کراس ۶۰۴ (V_1) و سینگل کراس ۶۰۱ (V_2) در مقادیر مختلف مصرف نیتروژن (N_1=۰، N_2=۱۳۸ و N_3=۲۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار)

* - میانگین هایی که حداقل در یک حرف یکسان باشند بروش آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.
۱- اثر متقابل هیبرید × نیتروژن



شکل ۲ - میانگین های* طول دوره گرده افشانی هیبریدهای سینگل کراس ۶۰۴ (V_1) و سینگل کراس ۶۰۱ (V_2) در مقادیر مختلف مصرف نیتروژن (N_1=۰، N_2=۱۳۸ و N_3=۲۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار)

* - میانگین هایی که حداقل در یک حرف یکسان باشند بروش آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.
۱- اثر متقابل هیبرید × نیتروژن



شکل ۳ - میانگین های* درجه روزهای گرده افشانی هیبریدهای سینگل کراس ۶۰۴ (V_1) و سینگل کراس ۶۰۱ (V_2) در تراکمهای بوته مورد بررسی (D_1=۶، D_2=۷ و D_3=۸ بوته در متر مربع)

* - میانگین هایی که حداقل در یک حرف یکسان باشند بروش آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.
۱- اثر متقابل هیبرید × تراکم بوته

رویشی و زایشی رابطه مثبت مشاهده می‌گردد (جدول ۵) که نشانگر اختصاص بخش بیشتری از دوره رشد ونمو به دوره گرده‌افشانی می‌باشد. همچنین با افزایش درجه روزهای دوره گرده‌افشانی عملکرد دانه تک بوته افزایش می‌یابد.

دوره گلدهی

طول دوره گلدهی تنها تحت تاثیر تراکم بوته واقع گردیده (جدول ۱) و این در حالی است که درجه روزهای این دوره تحت تاثیر هیبرید، تراکم بوته و نیتروژن واقع شده‌اند (جدول۲). با افزایش تراکم بوته طول دوره گلدهی افزایش یافته بطوریکه حداکثر طول دوره گلدهی مربوط به تراکم ۸ بوته در متر مربع می‌باشد (جدول ۳).

هیبرید سینگل کراس ۶۰۴ از درجه روزهای دوره گلدهی بیشتری نسبت به سینگل کراس ۶۰۱ برخوردار بوده است (جدول ۴). بالاترین درجه روزهای دوره گلدهی تحت تراکم‌های بوته مورد بررسی مربوط به تراکم ۸ بوته در متر مربع بوده واین در حالی است که تراکم‌های ۷ و ۸ بوته در متر مربع از لحاظ درجه روزهای دوره گلدهی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان نمی‌دهد (جدول ۴). با افزایش میزان نیتروژن درجه روزهای دوره گلدهی کاهش نشان داده و حداقل درجه روزهای دوره گلدهی مربوط به تیمار N_4 بوده است.

بررسی ضرایب همبستگی درجه روزهای دوره گلدهی با عملکرد دانه در هکتار تعداد بلال هر بوته ودرجه روزهای دوره رشد رویشی، رشد زایشی، گرده افشانی و کاکل‌دهی وجود

همبستگی مثبت بین آنها را نشان می‌دهد (جدول ۵) که بیانگر همبستگی مثبت دوره گلدهی یا دوره رشد رویشی و زایشی می‌باشد.

دوره تطابق گلدهی

طول دوره تطابق گلدهی تحت تاثیر تراکم بوته و نیتروژن واقع گردید (جدول ۱) و درجه روزهای این دوره تنها تحت تاثیر تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های طول دوره تطابق گلدهی تحت تراکم‌های بوته مورد بررسی نشان می‌دهد که با افزایش تراکم بوته طول دوره مزبور کاهش یافته است (جدول ۳). همچنین با افزایش میزان مصرف نیتروژن در سطوح N_2، N_3 و N_4 طول دوره تطابق گلدهی افزایش نشان می‌دهد. مقایسه میانگین‌های درجه روزهای دوره تطابق گلدهی نیز کاهش توام با افزایش تراکم بوته را مشخص می‌سازد (جدول ۴).

بررسی ضرایب همبستگی درجه روزهای دوره تطابق گلدهی با عملکرد دانه در هکتار، عملکرد دانه هر بوته، تعداد بلال هر بوته، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه با درجه روزهای دوره‌های رشد رویشی، زایشی، کاکل دهی و گلدهی وجود رابطه مثبت مابین آنها را مشخص می‌سازد (جدول ۵). به طور کلی طول دوره تطابق گلدهی از اهمیت ویژه‌ای در رابطه با عملکرد دانه ذرت برخوردار می‌باشد (۵). دوره‌ایکه شامل فاصله زمانی مابین گرده‌افشانی و کاکل‌دهی می‌باشد، به عنوان بحرانی‌ترین دوره رشد و نمو دانه ذرت شناخته شده بطوریکه وقوع هر نوع تنش در این دوره با به تعویق انداختن کاکل‌دهی و عدم جذب کامل گرده، درجات مختلفی از عدم تشکیل بلال کامل را موجب می‌گردد (۵ و ۱۱). افزایش تراکم بوته معمولاً سبب طولانی شدن فاصله مابین گرده‌افشانی و کاکل‌دهی و در نتیجه کاهش دوره تطابق گلدهی می‌گردد (۷، ۹ و ۱۴).

در این پژوهش، طولانی شدن فاصله زمان ظهور کاکل تا تمام شدن دانه گرده (تطابق گلدهی) همگام با افزایش تراکم بوته مشاهده می‌شود که توام با کاهش عملکرد دانه هر بوته و افزایش عملکرد دانه در هکتار، می‌باشد. نظر به وجود همبستگی منفی مابین درجه روزهای دوره تطابق گلدهی با تعداد بلال هر بوته و با توجه به اینکه در تراکم بوته زیاد عملکرد دانه به وسیله افزایش تعداد بوته‌هایی که تولید بلال نکرده‌اند و یا در اثر کاهش تعداد دانه در بلال، محدود می‌گردد (۶) لذا کاهش تعداد دانه در بلال با افزایش تراکم بوته را می‌توان مرتبط با افزایش فاصله ظهور کاکل تا پایان ریزش دانه گرده محسوب داشت. نتایج حاصل بیانگر کاهش تعداد دانه در بلال با افزایش تراکم بوته از ۶ بوته در متر مربع تا ۸ بوته درمتر مربع می‌باشد (جدول ۷). کاکس (۸) با بررسی میزان عملکرد دانه ذرت در تراکم‌های مختلف بوته بیان داشت که با افزایش فاصله زمانی مابین کاکل‌دهی و گرده‌افشانی ذرت در تراکم‌های بوته بیشتر کاهش قابل ملاحظه‌ای در تعداد دانه‌های تلقیح شده و درحال نمو روی بلال بوجود آمد و بدین ترتیب تعداد دانه‌های پرشده بلال کاهش قابل ملاحظه‌ای نشان داده و سبب کاهش عملکرد دانه هر بوته گردید. بررسی میانگین‌های تعداد ردیف دانه روی بلال کاهش تعداد ردیف با افزایش تراکم بوته را منعکس می‌سازد و این در حالی است که سینگل کراس ۶۰۴ از تعداد دانه در ردیف بیشتری نسبت به سینگل کراس ۶۰۱ برخوردار بوده و با افزایش میزان نیتروژن تعداد دانه در ردیف نیز افزایش یافت (جدول ۷). شیبر و همکاران (۲۸) کمبود نیتروژن در مرحله تشکیل آغازه بلال و کاهش تعداد ردیف‌های دانه روی بلال را عامل کاهش عملکرد دانه معرفی نمودند. بنابراین کاهش تعداد دانه در بلال با افزایش تراکم بوته را می‌توان عمدتاً مربوط به کاهش تعداد ردیف‌های دانه روی بلال دانست. هاشمی دزفولی و هربرت (۱۷) علت کاهش تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در هر ردیف بلال در اثر افزایش تراکم بوته را مربوط به طولانی شدن فاصله بین گرده‌افشانی و کاکل‌دهی دانسته‌اند. به عقیده بورن و همکاران (۷) خروج سریع کاکل و انطباق ریزش دانه‌های گرده با خروج کاکل از جمله خصوصیات مهم ژنوتیپ‌های متحمل نسبت به تراکم‌های بوته بالای ذرت محسوب می‌گردند.

دوره پر شدن دانه

طول دوره پر شدن دانه در دو هیبرید اختلاف معنی‌دار نشان داده است (جدول ۱). سینگل کراس ۶۰۴ از دوره پر شدن دانه طولانی‌تری نسبت به سینگل کراس ۶۰۱ برخوردار بود (جدول ۳). طول دوره پر شدن دانه تحت تاثیر تراکم بوته و نیتروژن واقع نشد (جدول ۱). درجه روزهای دوره پر شدن دانه نیز تحت تاثیر هیچیک از عوامل مورد بررسی قرار نگرفت (جدول ۲).

جدول ۶ - خلاصه تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد دانه در هکتار و عملکرد دانه هر بوته و اجزای آن

منابع تغییرات	درجات آزادی	میانگین مربعات						
		عملکرد دانه در هکتار	عملکرد دانه هر بوته	تعداد بلال هر بوته	تعداد ردیف دانه روی بلال	تعداد دانه در ردیف روی بلال	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۲۷۵۲۵۸/۸۳۱	۸/۸۳۶	۰/۵۱۳	۰/۵۰۰	۳۷/۹۵۰**	۱۷۳۸۶/۰۳۴	۷۲۸۶/۸۸۳
هیبرید	۱	۵۵۲۶۵۶۵/۶۹۵*	۶۵۷/۳۷۶	۱/۰۲۷	۰/۲۱۷	۳۷/۸۴۵**	۱۰۴۳۲/۹۰۱	۱۴/۱۳۳
خطای a	۲	۱۳۳۵۷۹/۷۰۶	۷۱/۰۵۷	۰/۱۶۳	۰/۹۲۳	۰/۲۰۳	۱۰۷۸/۸۲۷	۹۱۱/۸۹۷
تراکم بوته	۲	۱۵۹۲۰۱۲۲/۰۰۳**	۱۴۸۰/۴۲۲**	۰/۱۴۴	۴/۴۳۰*	۲۷/۹۰۰	۲۳۳۳۶/۰۵۱*	۳۸۴۱/۰۹۲*
اثرمتقابل‌هیبریدو تراکم بوته	۲	۲۲۰۹۲۹۷/۵۰۳	۹۱/۸۲۶	۰/۲۴	۰/۳۷۷	۶/۲۲۰	۳۱۰۲/۵۹۲	۲۳۰۱/۱۲۱*
خطای b	۸	۸۴۵۷۷/۷۵۵	۴۶/۸۳۰	۰/۲۹۸	۰/۴۳۱	۷/۰۰۷	۳۸۲۵/۲۵۳	۴۶۲/۴۹۵
نیتروژن	۳	۱۰۰۷۵۲۸۹۳/۵۵۲**	۲۰۴۸۸/۴۱۸**	۰/۰۵۸	۰/۶۶۷	۳۷/۰۷۹**	۱۹۵۳۹/۳۹۴**	۴۱۴۰/۷۳۱**
اثرمتقابل هیبریدونیتروژن	۳	۱۲۳۱۱۲۳/۳۶۲**	۲۵۱/۷۰۲**	۰/۰۱۳	۰/۱۸۱	۲/۹۹۹	۸۳۱/۴۲۸	۶۸/۱۹۸
اثرمتقابل تراکم بوته و نیتروژن	۶	۱۵۳۲۴۸۴/۰۶۰**	۵۴۴/۸۰۴**	۰/۰۱۷	۰/۴۵۹	۵/۱۲۹	۳۶۸۰/۸۷۰	۱۶/۱۹۸
اثرمتقابل هیبرید، تراکم بوته و نیتروژن	۶	۵۳۵۰۲۰/۷۷۳**	۱۲۴/۰۰۶**	۰/۰۱۴	۰/۵۰۵	۳/۰۵۰	۲۹۶۵/۵۸۹	۴۵/۳۶۷
خطای C	۳۶	۷۹۷۷۰/۹۰۸	۳۸/۲۰۲	۰/۰۴۲	۰/۲۹۵	۶/۷۴۹	۳۰۱۴/۷۰۸	۶۱/۳۹
کل	۷۱							
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۹۴	۴/۴۷	۱۶/۱۲	۲/۹۱	۷/۶۳	۸/۶۴	۲/۸۳

* و ** -به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

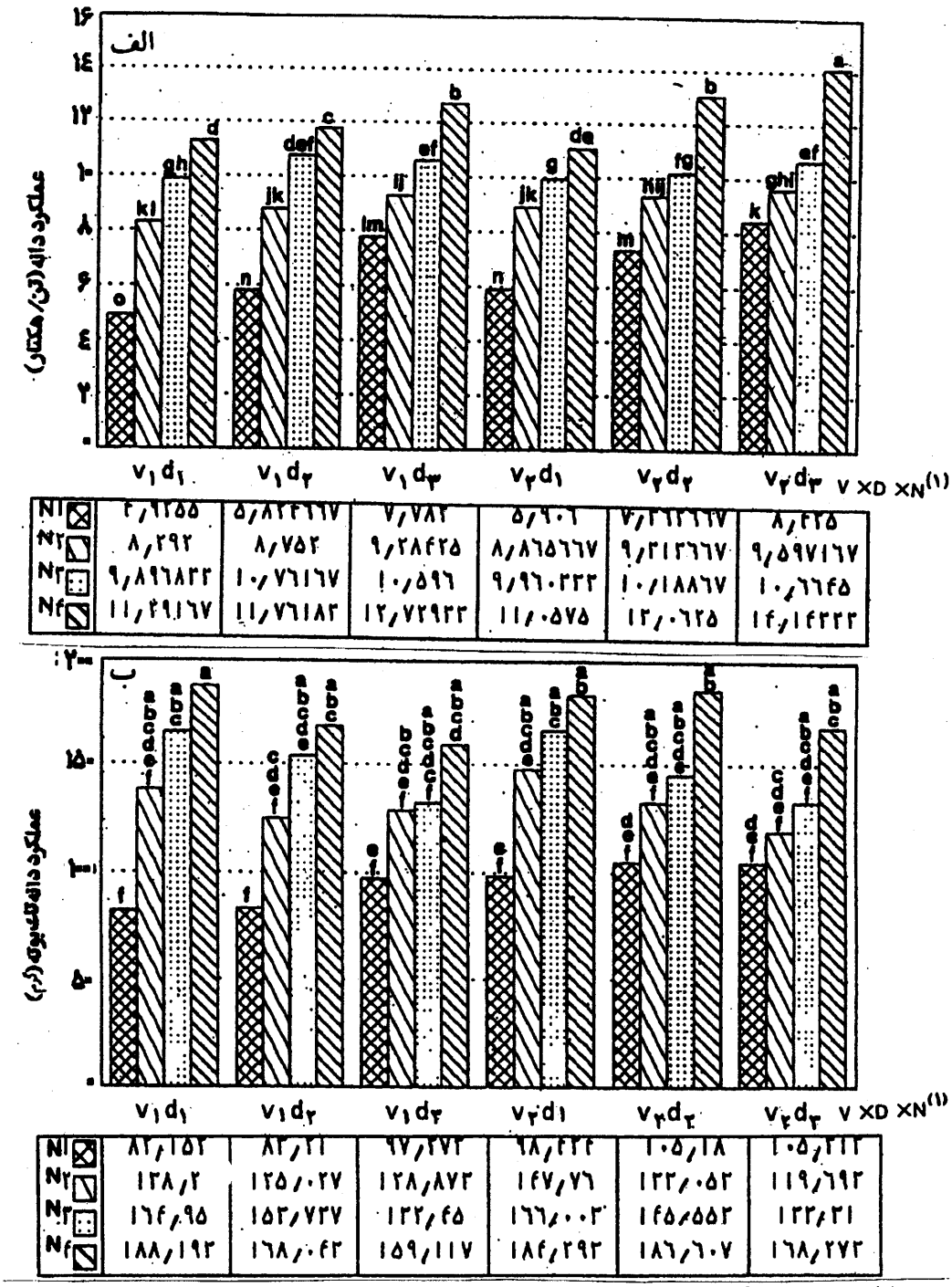
جدول ۷ - مقایسه میانگین های اجزای عملکرد دانه تحت تاثیر عوامل مورد بررسی بوسیله آزمون دانکن

تیمار	تعداد ردیف دانه روی بلال	تعداد دانه در ردیف روی بلال	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (گرم)
V_1	-	۳۴/۷۹(a)	-	-
V_2	-	۳۳/۳۴(b)	-	-
D_1	۱۸/۹۶۵(a)	-	۶۷۱/۴۷۷(a)	-
D_2	۱۸/۵۹۴(b)	-	۶۱۹/۷۱۳(b)	-
D_3	۱۸/۳۳۱(b)	-	۶۱۵/۴۷۳(b)	-
N_1	-	۳۳/۳۹۴(b)	۵۹۹/۶۵۰(b)	۲۵۹/۴۶۴(d)
N_2	-	۳۳/۴۱۹(ab)	۶۱۷/۷۸۳(ab)	۲۶۹/۳۷۶(c)
N_3	-	۳۴/۸۴۴(ab)	۶۵۲/۱۱۷(ab)	۲۸۱/۲۹۱(b)
N_4	-	۳۵/۶۰۳(a)	۶۷۲/۶۶۷(a)	۲۹۴/۷۰۳(a)
V_1D_1	-	-	-	۲۷۷/۸۹۵(ab)
V_1D_2	-	-	-	۲۸۹/۷۹۰(ab)
V_1D_3	-	-	-	۲۶۸/۳۶۰(ab)
V_2D_1	-	-	-	۳۰۰/۱۷۰(a)
V_2D_2	-	-	-	۲۷۰/۱۰۷(ab)
V_2D_3	-	-	-	۲۶۰/۲۹۰(b)

* میانگین هایی که حداقل در یک حرف یکسان باشند اختلاف معنی داری ندارند (آزمون دانکن)

(۱) V_1 سینگل کراس ۶۰۴، V_2 سینگل کراس ۶۰۱، D_1، D_2 و D_3 به ترتیب تراکمهای ۷،۶ و ۸ بوته در متر مربع و N_1، N_2، N_3 و N_4 به ترتیب صفر، ۱۸۴،۱۳۸ و ۲۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار.

عملکرد دانه در هکتار دو هیبرید تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشته (جدول ۶) و سینگل کراس ۶۰۱ از عملکرد دانه در هکتار بیشتری نسبت به سینگل کراس ۶۰۴ برخوردار بود (شکل ۵ – الف) و همچنین عملکرد دانه هر بوته دو هیبرید تفاوت معنی‌داری نداشته ولی تراکم بوته ونیتروژن عملکرد دانه در هکتار وعملکرد دانه هر بوته را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۶) و اثر متقابل هیبرید × تراکم بوته × نیتروژن برای این دو ویژگی بسیار معنی‌دار بوده است (شکل۵– ب).با توجه به همبستگی مثبت‌عملکرددانه درهکتار با طول دوره پر شدن دانه (r=۰/۲۶۳) و درجه روزهای دوره پر شدن دانه و وجود همبستگی مثبت بین عملکرد دانه هر بوته و اجزای عملکرد دانه با درجه روزهای دوره پر شدن دانه (جدول ۵) می‌توان انتظار داشت که عملکرد دانه تحت تاثیر طول دوره پر شدن واقع شده باشد.



شکل ۵[1]- الف - میانگین های* عملکرد دانه در واحد سطح (تن در هکتار) و ب - عملکرد دانه تک بوته (گرم) در دو هیبرید سینگل کراس ۶۰۴ (V_1) و سینگل کراس ۶۰۱ (V_2) در تراکمهای بوته مورد بررسی (D_1=۶ ، D_2=۷ و D_3=۸ بوته در متر مربع)و مقادیر مختلف مصرف نیتروژن (N_1=۰ ، N_2=۱۳۸ و N_3=۲۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار)

۱- اثر متقابل هیبرید× تراکم بوته × نیتروژن

*- میانگین هایی که حداقل در یک حرف یکسان باشند بروش آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

داینارد و همکاران (۱۰)، با استفاده از زمان تشکیل لایه سیاه در پایه دانه، به عنوان شاخص رسیدگی فیزیولوژیک، وجود تفاوت ۴ روزه در طول دوره پر شدن موثر دانه در میان ۳ هیبرید ذرت را گزارش نمودند. تعداد دانه در بلال (اندازه مقصد فیزیولوژیک) در طی دوره کاکل‌دهی و اوایل دوره پر شدن دانه و وزن دانه نیز در اوایل دوره پر شدن دانه (پس از کاکل‌دهی یعنی هنگام تعیین تعداد سلول‌های آندوسپرم) و نیز در طی دوره پر شدن دانه تعیین شده و تامین مواد فتوسنتزی کافی در این دوره عامل مهم و تعیین کننده‌ای برای تعداد و وزن دانه و در نهایت عملکرد دانه محسوب می‌شود (۲۶).

سای وهمکاران (۳۱) قابلیت جذب نیتروژن پس از ظهور کاکل و سرعت و طول دوره پر شدن دانه و سنتز پروتئین را که تحت تاثیر میزان نیتروژن در دسترس واقع می‌شود، در میزان عملکرد دانه مهم تلقی نمودند. به طور کلی ۷۵-۶۰ درصد جذب نیتروژن توسط ریشه ذرت پس از آغاز ظهور گل تاجی صورت می‌پذیرد (۲۳).

بر اساس مطالعات داینارد و همکاران (۱۱) میزان قندهای محلول و نیتروژن آلی در رشد ونمو دانه‌های در حال پر شدن نقش تعیین کننده‌ای به ویژه در همین دوره بحرانی مابین گرده‌افشانی و آغاز دوره پر شدن موثر دانه دارند. با طولانی شدن‌دوره‌پرشدن‌موثردانه در اثر افزایش سطح برگ در طی دوره گرده‌افشانی‌وکاکل‌دهی‌با مصرف نیتروژن، میزان مواد فتوسنتزی انتقال یافته به دانه‌های در حال پر شدن افزایش می‌یابد (۲۱).

به طور کلی و با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش مشخص گردید که تحت شرایط محل اجرای آزمایش بیشتر بودن عملکرد دانه هر بوته سینگل کراس ۶۰۴ تحت تراکم بوته و مقادیر مصرف نیتروژن بیشتر را می‌توان به برخورداری هیبرید مزبور از دوره رشد رویشی، زایشی، گرده‌افشانی و دوره پر شدن دانه طولانی‌تر و تعداد دانه در ردیف روی بلال بیشتر دانسته و با توجه به طولانی‌تر بودن دوره گرده افشانی سینگل کراس ۶۰۱ و بیشتر بودن وزن هزار دانه آن در تراکم‌های بوته و مقادیر مصرف نیتروژن بیشتر، از عملکرد دانه در هکتار زیادتری برخوردار می‌باشد.

سپاسگزاری

نگارندگان وظیفه خود می‌دانند تا مراتب سپاس و قدردانی خویش را نسبت به کلیه کارکنان و مسئولین محترم مزرعه آموزشی – پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران و دست‌اندرکاران گروه زراعت واصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، به ویژه آقای دکتر ناصر خدابنده، دکتر کاظم پوستینی و دکتر علیرضا طالعی ابراز دارند. همچنین بدینوسیله از آقای مهندس احمد بانکه‌ساز، محقق بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج) که از تجربیات و راهنمایی‌های ایشان بهره برده‌ایم و نیز از آقای مهندس علیرضا خانی‌زاده به جهت همکاری در تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها سپاسگزاری می‌گردد.

مراجع مورد استفاده REFERENCES

۱. بانکه‌ساز، الف. ۱۳۷۳. معرفی بذور ذرت هیبرید و دستورالعمل کاشت، داشت و برداشت ذرت دانه‌ای. بخش تحقیقات ذرت، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی.

۲. بی نام. ۱۳۷۹. آمار نامه کشاورزی سال زراعی (۷۸-۱۳۷۷) وزارت کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و پشتیبانی، اداره کل آمار و اطلاعات.

۳. حمیدی، آ. ۱۳۷۵. اثر تراکم بوته و سطوح مختلف ازت بر روی ارقام ذرت از نظر خصوصیات آگرونومیکی و مورفولوژیکی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

4 Al. Rudha, M. S. and A. H. Al-younis. 1978. The effect of row – spacings and nitrogen levels on yield, yield components and quality of maize (*Zea mays* L.) Iriaqi Journal of Agricultural Science, 13: 235-252. In: Field Crops Abstracts, 1981, 34(1): 51.

5 Berzy, T., T. Szundy, J. Pinter and C. Fcher, 1996, Effect of tassel damage at the beginning of female flowering on the yield and quality of maize (*Zea mays* L.) seed. Seed Scince and Technology, 25: 35-44.

6. Brown, R. H., E. R. Beaty, W. Y. Ethredge and D. D. Hayes. 1970. Influence of row width and plant population on yield of two variaties of corn (*Zea mays* L.). Agronomy Journal, 62: 767-770.
7. Buren, L. L., J. J. Mock and I. C. Anderson. 1974. Morphological and physiological traits in maize associated with tolrance to high plant density. Crop Science, 14: 426-492.
8. Cox, W. J., 1996. Whole plant physiological and yield response of maize to plant density. Agronomy Journal, 88: 489-496.
9. Daynard, T. B. and J. F. Muldoon. 1983. Plant to plant variability of maize plants grown at different densities. Canadian Journal of Plant Science, 63: 45-59.
10. Daynard, T. B., Tanner, J. W., and W. G. Duncan. 1971. Duration of the grain filling period and its relation to grain yield in corn (*Zea mays* L.) Crop Science, 11: 45-48.
11. Daynard, T. B., J. W. Tanner and D. J. Hume, 1969. Contribution of stalk soluble carbohydrates to grain yield. Crop Science, 9: 831-834.
12. Dwyer, L. M., and D. W. Stewart . 1986. Leaf area development in field – grown maize. Agronomy Journal. 77: 334-343.
13. Early, E. B., W. D. McIlrath, R. D. Seif and R. H. Hageman 1967. Effects of shade applied at different stages of plant development on corn (*Zea mays* L.) Production. Crop Science, 7: 151-156.
14. El-Lakany, M. A. and W. A. Russel. 1971. Relationships of maize characters with yield in test crosses of inbreds at different plant densities. Crop Science, 11: 698-701.
15. Gilmore, E. C., and J. S. Rogers. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. Agronomy Journal, 50: 611-615.
16. Hanway, J. J. 1963. Growth stage of corn . Agronomy Journal, 55: 485-492.
17. Hashemi – Dezfouli, a. and S. J. Herbert. 1992. Intensifying plant density response of corn with artifical shade. Agronomy Journal, 84: 547-551.
18. Iremiren, G. O. and G. M. Milbourn . 1980. Effects of Plant density on ear barrennes in maize. Experimental Agriculture, 16: 321-326.
19. Karlen, D. L., and C. R. Camp. 1985. Row spacing, plant population, and water management effects on corn in the atlantic coasta plain. Agronomy Journal. 77: 393-398.
20. Lang, Al. , J. W. Pendleton and G. H. Dungan. 1956. Influence of population and nitrogen levels on yield and protein and oil contents of nine corn hybrids. Agronomy Journal, 48: 284-289.
21. Lemcoff, J. H. and R. S. Loomis. 1986. Nitrogen influence on yield determination in maize. Crop Science 26: 1017-1022.
22. Loomis, R. S., and d. J. Connor. 1992. Crop Ecology (Productivity and Management in Agricultural systems). Cambridge University Press. New York, U. S. A.
23. Olson, R. A. and D. H. Sander. 1988. Corn Production. P: 639-679, In: Sprague, G. F. and J. W. Dudley (eds.), Corn and Corn Improvement (3rd. edn.) , madison, Wisconsin, ASA, (Monograph no.18).
24. Poneleit, C. G. and D. B. Egli. 1979. 1979. Kernel growth rate and duration in maize as affected by plant density and genotype. Crop Science, 19: 385-388.
25. Prsad, K. and P.Singh, 1990. Response of promising rainfed maize (*Zea mays* L.) varieties to nitrogen application in north western Himalayan region. Indian Journal of Agricultural Science, 60(7): 475-477.
26. Reed, a. J., G. W. Singletary, J. R., Schussler, D. R. Williamson and A. L. Christy. 1988. Shading effects on dry matter and nitrogen partitioning, Kernel number and yield of maize. Crop Science, 28: 819-825.

27. Russell, M. P., W. W. Wilhelm, R. A. Olson and J. F. Power. 1984, Growth analysis based on degree dry. Crop Science, 24: 28-32.
28. Scheiber, H. R., O. Stanberry and H. Tucher. 1962. Irrigation and nitrogen effects on sweet corn row numbers at various growth stage. Science, 135: 7132-7136.
29. Shaw, R. H. 1988. Climate requirment. P: 609-639, In: Sprague, G. F. and J. W. Dudley (eds.) Corn and Corn Improvement 3rd.edn.) Madison, Wiscon sin, ASA, (Monograph no.18).
30. Stevens, E. J., S. J. Stevense, A. D. Flowerday, C. O. Gardner and K. M. Eskridge. 1986. Developmental morphology of dent corn and popcorn with respect to growth staging and crop growth models. Agronomy Journal, 78: 867-874.
31. Tsai, C. Y., D. M. Huber and H. L. Warren. 1978, Relationship of the kernel sink N to maize productivity. Crop Science, 18: 399-404.

The Effect of Various Plant Density and Nitrogen Use Levels on Phenology of Two Medium – maturity Corn (*Zae mays* L.) Hybrids.

A. HAMIDI[1] AND A. DABBAGH MOHAMMADY NASAB[2]
1- Former Graduate Student, Faculty of Agriculture University of Tehran,
2- Ph.D Student, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
Accepted May. 23, 2001

SUMMARY

In order to study the effects of various plant densities and nitrogen rates on phenology of two medium – maturity corn (*Zae mays* L.) hybrids an experiment was conducted in 1995 at the experimental farm of College of Agriculture, University of Tehran (Karaj), using split – split plot design with three replicates. Main plots were, corn hybrids (KSC 604 & KSC 601), three plant densities 6, 7 and 8 plants/m^2 as subplots and urea fertilizer rates: 0, 300, 400 & 500 Kg/ha (respectively equal to 0, 138, 184 & 230 Kg/ha N) as sub – sub plots. Some important factors related to grain yield including phenological stages, such as tassel, pollen and silk emergence, physiological maturity dates, duration of grain filling on the basis of days after planting, cummulative growing degree days, thermal unit, were measured. Also grain yield per hectare, grain yield per plant and grain yield components such as ear number per plant, kernel row number, number of kernels in each row, kernel number per ear and one thousand kernel weight were found following ear harvest. Results showed that hybrid, plant densities and nitrogen levels significantly affected duration of vegetative and reproductive period. Duration of these stages were increased with increase in plant density and nitrogen rates. Plant density significantly affected duration of pollination, flowering and flowering concidence period. Flowering concidence period duration decreased with increase in plant density and increased with nitrogen rate increase. Pollination period duration and its GDD were affected by hybrid ×plant density and hybrid × nitrogen interactions. KSC 604 in comparison with KSC 601 had a longer vegetative, reproductive growth and grain filling period as well as a shorter pollination period. By increase in nitrogen rate and plant density, vegetative and reproductive growth period GDD's increased. Grain yield per hectare showed with vegetative and reproductive growth period duration respectively. Under the conditions of this experiment, KSC 604 grain yield per plant was higher than that in KSC 601 and grain yield per hectare in KSC 601 was higher than that in KSC 604.

Key words: Mid- season single cross hybrid corns, Plant density, Nitrogen, Phenology, Grain yield components, Growing degree days.