

تأثیر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد دانه، فیلوکرون و سرعت پیدایش برگ ذرت

علیرضا نعمتی^۱ و رئوف سیدشریفی^{۲*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۹)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مقدار و زمان مصرف نیتروژن بر عملکرد دانه، فیلوکرون و سرعت پیدایش برگ ذرت، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸ اجرا شد. کود نیتروژن با چهار سطح (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های اصلی، زمان مصرف کود نیتروژن در سه سطح (۱/۳ زمان کاشت + ۱/۳ در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی + ۱/۳ در زمان ظهور گل تاجی)، (۱/۲ زمان کاشت + ۱/۲ ظهور گل تاجی) و (۱/۲ کاشت + ۱/۴ در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی + ۱/۴ در زمان ظهور گل تاجی) به صورت‌های T_1 ، T_2 و T_3 در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد فیلوکرون تحت تأثیر مقدار، زمان مصرف و اثر متقابل این دو قرار دارد. افزایش مقدار نیتروژن منجر به کاهش فیلوکرون و افزایش سرعت ظهور برگ شد. سرعت ظهور برگ‌ها در صورت کاربرد نیتروژن به صورت T_1 بیشتر از دیگر زمان‌های مصرف بود. بالاترین سرعت ظهور برگ و نیز کوتاه‌ترین زمان برای فیلوکرون به ترکیب تیماری مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در تقسیط کود به صورت T_1 تعلق داشت. حداکثر عملکرد دانه (۷۹۲۸/۶ کیلوگرم در هکتار) به مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در تقسیط به صورت T_1 تعلق داشت. بنابراین، به نظر می‌رسد که به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و سرعت ظهور برگ ذرت از سطح کودی ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار در کاربرد کود به صورت T_1 در شرایط اقلیمی اردبیل استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: فیلوکرون، سرعت ظهور برگ، ذرت، مقدار و زمان مصرف نیتروژن، عملکرد

۱ و ۲. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

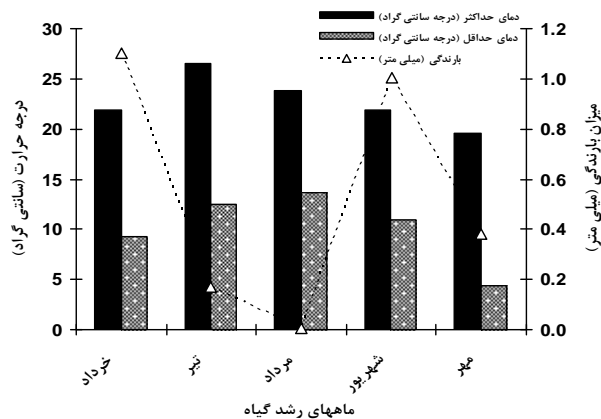
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Raouf_ssharifi@yahoo.com

مقدمه

دوره‌ی رشد رویشی در گیاهان رشد محدود از جمله مهم‌ترین مراحل فنولوژیکی محسوب می‌شود، چرا که رشد و توسعه برگ‌ها که از مهم‌ترین اندام‌های دخیل در عملکرد گیاهان می‌باشد در این مرحله اتفاق می‌افتد. برگ به‌خاطر داشتن ساختمان بخصوص، نقش بسیار مهمی در فتوسنتز گیاه بر عهده دارد. سرعت ظهور و توسعه برگ در گیاه تحت تأثیر عوامل مختلف قرار می‌گیرد. در غلات، سرعت ظهور برگ اغلب توسط فیلوکرون برآورد می‌شود (۳۲). فیلوکرون به فاصله زمانی بین ظهور دو برگ متوالی گفته می‌شود (۱۲). بررسی فیلوکرون روش مناسبی برای درک بهتر نمو رویشی گیاه است که به شبیه‌سازی رشد گیاه نیز کمک می‌کند (۳۰). علاوه بر آن، در پیش‌بینی تعداد کل برگ‌ها و تاریخ گل‌دهی گیاه یک پارامتر اساسی به حساب می‌آید (۲۰). کاهش فیلوکرون در گیاهان دو منظوره‌ای هم‌چون ذرت به دلیل تسریع در گسترش سطح برگ و انباشتگی بیشتر ماده خشک از اهمیت زیادی برخوردار است و در این راستا نیتروژن، از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر سرعت ظهور برگ‌های ذرت محسوب می‌شود، زیرا نیاز گیاهان به این عنصر به‌خصوص در کشور ما که در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته و بالتبع مقدار ماده آلی خاک‌های آن پایین می‌باشد، بیش از دیگر عناصر می‌باشد. بررسی‌ها نشان داده است که کمبود نیتروژن، به دلیل کاهش سرعت ظهور برگ، منجر به تأخیر در رسیدگی گیاه می‌شود (۹ و ۲۳). لانگ نیکر و همکاران (۲۳) نشان دادند که کمبود عناصری مانند نیتروژن به دلیل افزایش فیلوکرون، منجر به کاهش سرعت ظهور برگ و افزایش طول دوره رشد رویشی گیاه می‌شود. حکم علی پور و همکاران (۱۷) در آزمایشی بر ذرت، نشان دادند که با افزایش مقدار نیتروژن، سرعت ظهور برگ‌ها افزایش و فیلوکرون کاهش یافت. در آزمایش وس و همکاران (۴۰) سطوح مختلف نیتروژن بر سرعت ظهور برگ اثرگذار نبود ولی با افزایش میزان نیتروژن، تعداد برگ افزایش یافت. اسکار و تولنار (۲۷) گزارش کردند که کاربرد مقادیر بالاتر نیتروژن به دلیل تسریع در سرعت

ظهور برگ، منجر به افزایش شاخص سطح برگ گردید. امان اله و همکاران (۴) بیان داشتند که مصرف بالاتر کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد گیاه ذرت، به افزایش معنی‌دار تعداد برگ، شاخص سطح برگ و ماده خشک بیشتر گیاه منجر شد. گراس‌های دائمی مناطق سردسیری و غلات دانه ریز، در صورت قرار گرفتن در شرایط مطلوب هر ۶ تا ۱۰ روز یک برگ کامل تولید می‌کنند، درحالی‌که در ذرت و دیگر غلات گرمسیری هر ۴ تا ۶ روز یک برگ کامل تولید می‌شود (۲۰). دوبر و استوارت (۱۱) معتقدند به‌منظور اندازه‌گیری فیلوکرون، میزان ظهور یقه‌های برگ در مقایسه با نوک آنها، باید ملاک اندازه‌گیری باشد. در مقابل مولدون و همکاران (۲۶)؛ کینیری و بوهمن (۱۹) بر این اعتقاد هستند که سرعت ظهور یقه‌های برگ در طول فاز رشد برگگی از اهمیت کمتری برخوردار است. از آنجایی که تعیین دقیق زمان تشکیل آغاز برگ و یا نقطه‌ای که از آن به بعد به برجستگی می‌رسد انتهای به‌جای آغاز برگ گفته می‌شود مشکل است، بنابراین زمانی که طول آغاز برگ به ۱۰ میلی‌متر (یک سانتی‌متر) می‌رسد به‌عنوان ظهور نخستین برگ در نظر گرفته می‌شود. رفیعی و کریمی (۳۰) در بررسی فیلوکرون چغندر قند چنین روشی را به‌کار گرفته‌اند.

نیتروژن علاوه بر فیلوکرون و سرعت ظهور برگ ذرت، بر عملکرد و اجزای عملکرد آن نیز تأثیرگذار است. کگب و اددیوان (۲۱) افزایش عملکرد دانه ارقام ذرت را به واسطه افزایش سطوح کود نیتروژن گزارش کردند. کاستا و همکاران (۶) با اعمال سطوح مختلف کود نیتروژن بر ذرت گزارش کردند که مصرف کود نیتروژن تا ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار منجر به افزایش عملکرد دانه گردید. تربرت و همکاران (۳۹) گزارش کردند که با افزایش سطوح کود نیتروژن تا ۱۶۸ کیلوگرم در هکتار، پروتئین و عملکرد دانه افزایش یافت. کاستا و همکاران (۶) و تاکرو و مالهوترا (۳۷) دریافتند که وزن هزار دانه به‌طور معنی‌داری با افزایش میزان نیتروژن در مقایسه با شاهد افزایش یافت. صابر و همکاران (۳۴)؛ محمود و همکاران (۲۵) اعلام کردند که با افزایش مقادیر نیتروژن در تقسیط کودی بیشتر،



شکل ۱. درجه حرارت حداقل، حداکثر و میزان بارندگی در طول دوره رشدی ذرت در فصل زراعی ۱۳۸۸

جدول ۱. تجزیه برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش

مشخصه	شوری (dS/m)	pH	عصاره اشباع (%)	آهک (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت -	کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
میزان	۳/۷۴	۷/۸۳	۴۹	۱۴/۴۵	۲۳	۴۲	۳۵	سیلتی لومی	۰/۶۲۶	۰/۰۶۲۶	۲۹/۰۸۲	۲۱۲

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. مختصات جغرافیایی محل آزمایش، ۲۰° ۴۸' طول شرقی و ۵° ۳۸' عرض شمالی با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا بود. میانگین دمای حداقل، حداکثر و میزان بارندگی در فصل زراعی در شکل ۱ و مشخصات اقلیمی خاک مزرعه آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

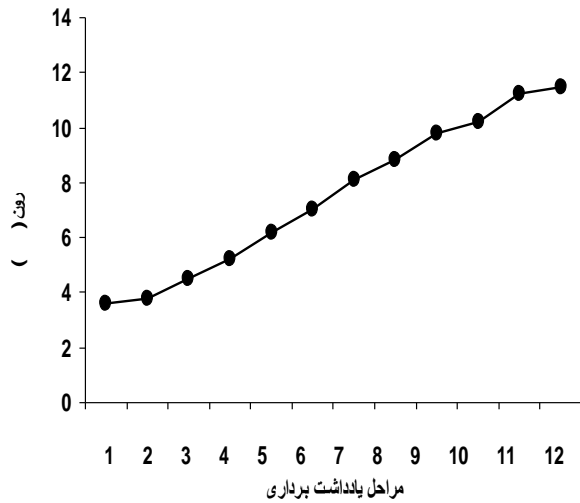
آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سطوح نیتروژن با چهار سطح (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره در کرت‌های اصلی، زمان مصرف نیتروژن در سه سطح (۱/۳ زمان کاشت + ۱/۳ در مرحله ۸ تا ۱۰ برگگی + ۱/۳ در مرحله ظهور گل تاجی)، (۱/۲ زمان کاشت + ۱/۲ در مرحله ظهور گل تاجی) و (۱/۲ کاشت + ۱/۴ در مرحله ۸ تا ۱۰ برگگی + ۱/۴ در مرحله ظهور گل تاجی) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. کشت در ۱۲ اردیبهشت ماه به روش کپه‌ای انجام شد. در هر کپه دو

تعداد دانه در بلال به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. کوکس (۸) معتقد است که کمبود نیتروژن به دلیل کاهش فعالیت‌های متابولیکی (فتوستنز و متابولیسم نیتروژن) و اختلال در حمل مواد فتوستنزی به بلال (مقصد فیزیولوژیک اصلی)، منجر به کاهش جبران ناپذیر عملکرد دانه ذرت می‌گردد. کسکین و همکاران (۱۸) طی آزمایشی دو ساله با سطوح مختلف کودی (صفر، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بر ارقام ذرت اظهار داشتند که بالاترین سطح نیتروژن (۲۴۰ کیلوگرم در هکتار)، بیشترین مقدار پروتئین خام و نسبت بلال به ماده خشک را به همراه داشت. بر اساس بررسی‌های سابادی و همکاران (۳۶) عملکرد دانه ذرت با افزایش مقدار نیتروژن در سطوح تقسیتی بیشتر آن، به‌طور نمایی افزایش یافت و حداکثر عملکرد دانه با مقدار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در چهار شیوه تقسیت برآورد گردید. هدف از این بررسی شناخت تأثیر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد دانه، فیلوکرون و سرعت ظهور برگ ذرت رقم کوردونا در شرایط اقلیمی اردبیل بود.

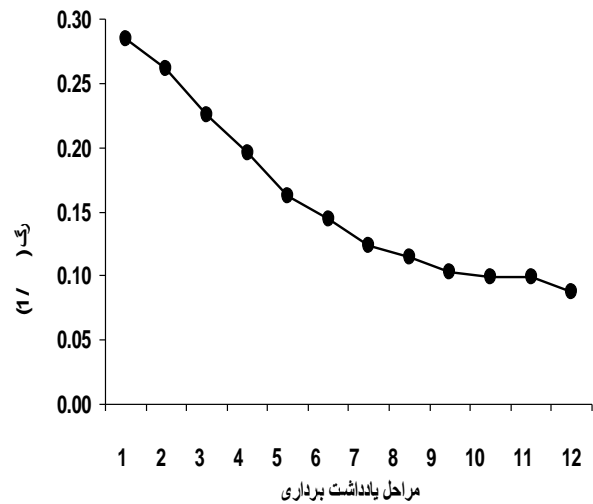
نتایج و بحث

فیلوکرون و سرعت ظهور برگ: بر اساس مقایسه میانگین‌ها مشخص گردید که با افزایش سطح کود نیتروژنی، فیلوکرون یا فاصله زمانی بین ظهور دو برگ متوالی کاهش یافت، به طوری که حداکثر و حداقل میزان آن (۸/۰۶ و ۶/۹۹ روز) متعلق به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) و مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (جدول ۲)، با این حال بیشترین سرعت ظهور برگ (۰/۱۶۶ در روز) در سطح کودی ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برآورد گردید، هر چند با سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری مقدار در زمان مصرف نیتروژن بر فیلوکرون ذرت نشان داد که بیشترین فاصله زمانی برای ظهور دو برگ متوالی در حالت عدم مصرف نیتروژن و کمترین آن در بالاترین سطح از مصرف کود نیتروژن به صورت تقسیم مساوی در سه مرحله (۱/۳ زمان کاشت + ۱/۳ در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی + ۱/۳ در زمان ظهور گل تاجی) برآورد گردید (شکل ۵). هم‌چنین بررسی تأثیر زمان مصرف در مراحل مختلف یادداشت برداری بر روند تغییرات سرعت ظهور برگ ذرت نشان داد که بیشترین سرعت ظهور برگ در مراحل اولیه نمونه برداری و در صورت تقسیم مساوی نیتروژن در سه مرحله و کمترین آن در مراحل انتهایی نمونه برداری و بدون مصرف کود نیتروژن برآورد گردید (شکل ۴). لانگ نیکرو همکاران (۲۳)، لانگ نیکر و رابرسون (۲۲) طی بررسی‌های جداگانه گزارش نمودند که کمبود نیتروژن سرعت ظهور برگ را کاهش می‌دهد. در بررسی‌های حکم‌علی‌پور و همکاران (۱۷) بر ذرت، افزایش نیتروژن فیلوکرون را کاهش ولی سرعت ظهور برگ را افزایش داد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. پنگلی و همکاران (۲۸) معتقدند سرعت ظهور برگ و گسترش آن یکی از حساس‌ترین فرآیندهای رشدی است که وابستگی شدیدی به شرایط محیطی دارد، بنابراین تأمین به موقع نیتروژن در زمان مناسب می‌تواند در افزایش سرعت ظهور برگ‌ها موثر واقع شود. روند تغییرات فیلوکرون در مراحل مختلف

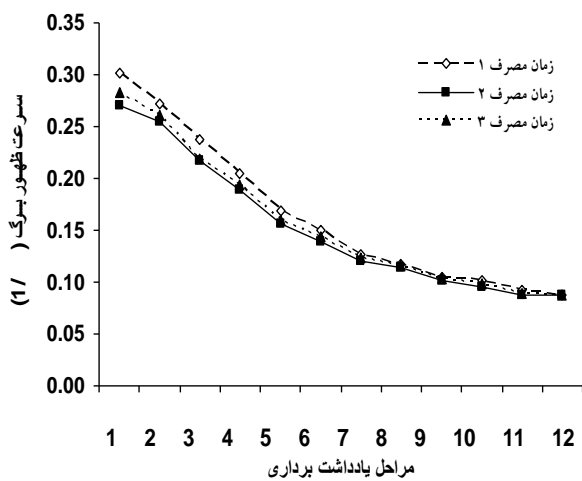
بذر کشت و بعد از مرحله ۶ - ۴ برگی نسبت به تنک کردن بوته‌ها در هر کپه اقدام گردید. هر کرت فرعی را ۵ ردیف کاشت به طول ۴ متر و فاصله بین ردیفی ۷۵ سانتی‌متر و بین بوته‌ای ۱۵ سانتی‌متر تشکیل می‌داد. تراکم کاشت ۸/۸ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. بذر ذرت مورد استفاده رقم کوردونا بود که از سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل تهیه گردید. اولین آبیاری بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی بسته به شرایط محیطی، نیاز گیاه زراعی و عرف متداول زارعین محلی انجام شد. در طول دوره رشد، کنترل علف‌های هرز به روش دستی انجام گرفت. برای اندازه‌گیری فیلوکرون، در طول فصل رشد هر ۳ روز یک بار تعداد برگ‌های موجود در ۳ بوته از خطوط اصلی هر کرت فرعی شمارش و هر برگ زمانی در شمارش منظور می‌گردید که حداقل یک سانتی‌متر طول داشت (۲۰ و ۳۰). لازم به ذکر است که سه بوته انتخابی هر کرت فرعی در مرحله چهارم برگی با نخ رنگی علامت گذاری شد (زیرا تا مرحله چهارم برگی ظهور برگ‌ها بیشتر تابع دمای خاک است) و برگ‌های هر بوته بعد از شمارش با ماژیک رنگی علامت گذاری می‌شد تا دوباره مورد شمارش واقع نگردد (۳۰). وارینگتون و کانموزو (۴۱) سرعت ظهور برگ را عکس فیلوکرون یا مدت زمان لازم بین ظهور نوک برگ‌های متوالی و یا زیانک‌های آنها تعیین کرده‌اند که در این بررسی نیز، سرعت ظهور برگ به صورت عکس فیلوکرون در نظر گرفته شد. قبل از برداشت از خطوط اصلی هر کرت تعداد ده بوته به تصادف و از بین بوته‌های رقابت‌کننده، انتخاب و میانگین داده‌های حاصل از آنها برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد به‌کار گرفته شد. عملکرد دانه از سطحی معادل یک مترمربع برداشت گردید. مقدار پروتئین دانه از حاصل ضرب نیتروژن به‌دست آمده به روش کجلدال در ضریب ۶/۲۵ برآورد گردید (۷). برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها از نرم افزارهای SAS و Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.



شکل ۳. روند تغییرات فیلوکرون در طی مراحل مختلف یادداشت برداری



شکل ۲. روند تغییرات سرعت ظهور برگ در طول مراحل مختلف یادداشت برداری

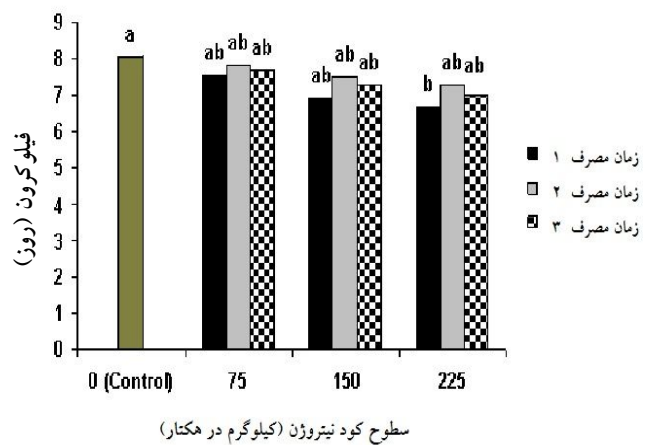


شکل ۵. اثر متقابل مقدار و زمان مصرف نیتروژن بر فیلوکرون ذرت

زمان مصرف ۱: $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ تا ۸ برگگی + $\frac{1}{3}$ ظهور گل تاجی

زمان مصرف ۲: $\frac{1}{2}$ زمان کاشت + $\frac{1}{2}$ ظهور گل تاجی

زمان مصرف ۳: $\frac{1}{2}$ کاشت + $\frac{1}{4}$ تا ۸ برگگی + $\frac{1}{4}$ ظهور گل تاجی

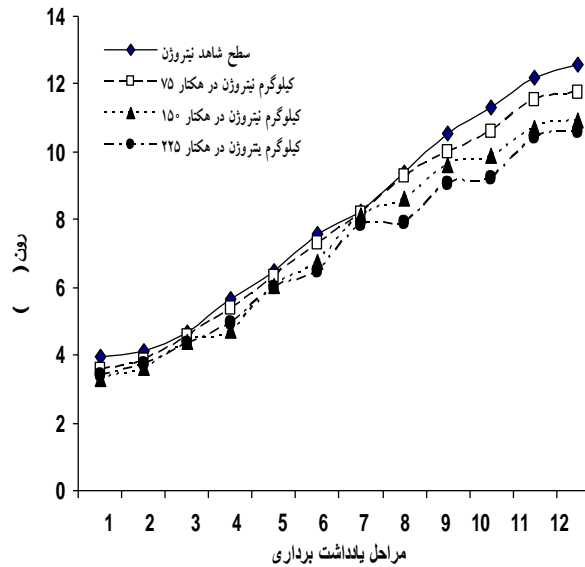


شکل ۴. بررسی تأثیر زمان مصرف نیتروژن در مراحل مختلف یادداشت برداری بر روند تغییرات سرعت ظهور برگ ذرت. حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد

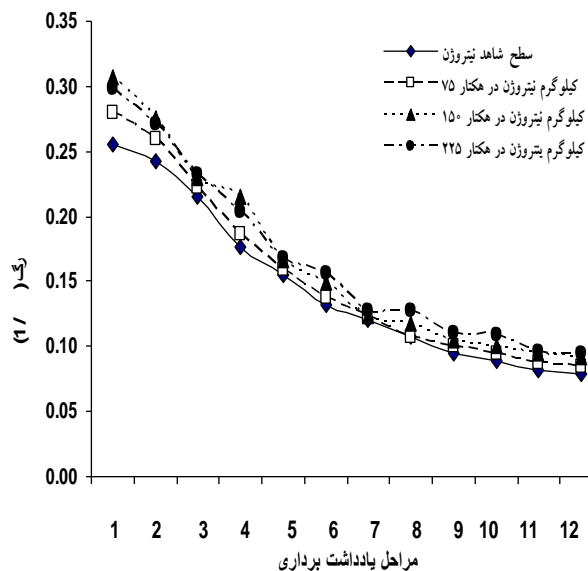
زمان مصرف ۱: $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ تا ۸ برگگی + $\frac{1}{3}$ ظهور گل تاجی

زمان مصرف ۲: $\frac{1}{2}$ زمان کاشت + $\frac{1}{2}$ ظهور گل تاجی

زمان مصرف ۳: $\frac{1}{2}$ کاشت + $\frac{1}{4}$ تا ۸ برگگی + $\frac{1}{4}$ ظهور گل تاجی



شکل ۶. تغییرات سرعت ظهور برگ متأثر از اثر ترکیب تیماری مقادیر نیتروژن در مراحل یادداشت برداری



شکل ۷. تغییرات سرعت ظهور برگ متأثر از اثر ترکیب تیماری مقادیر نیتروژن در مراحل یادداشت برداری

یافت. افزایش فیلوکرون و کاهش در سرعت ظهور برگ در تیمار عدم مصرف کود به ویژه در اواخر دوره رشد مشهودتر بود (شکل های ۶ و ۷).

نتایج مشابهی نیز توسط حکم علی پور و همکاران (۱۷) گزارش شده است. به نظر می رسد در مراحل اولیه نمونه برداری، هنوز رشد و توسعه برگ و اندام های هوایی در حدی نیست که میزان نور رسیده را تحت تأثیر قرار دهد ولی با

یادداشت برداری در طی دوره رشد گیاه، نشان داد که با گذشت زمان فیلوکرون سیر صعودی داشت، درحالی که در خصوص سرعت ظهور برگ ها عکس این حالت مشاهده گردید (شکل های ۲ و ۳). بررسی روند تغییرات اثر ترکیب تیماری مقادیر نیتروژن در مراحل مختلف یادداشت برداری بر فیلوکرون و سرعت ظهور برگ ذرت نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن، فیلوکرون کاهش و سرعت ظهور برگ ها افزایش

جدول ۲. مقایسه میانگین تاثیر مقدار و زمان مصرف نیتروژن بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی ذرت

صفات تیمارها	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (گرم)	فیلوکرون (روز)	سرعت ظهور برگ (روز ^{-۱})	محتوی پروتئین (درصد)
مقدار نیتروژن (کیلوگرم بر هکتار)								
صفر	۴۷۴۴/۸ ^c	۱۴/۳ ^b	۲۴/۷ ^c	۳۴۸/۴ ^c	۱۵۱/۳ ^b	۸/۰۶ ^a	۰/۱۴۶ ^b	۹/۹۲ ^c
۷۵	۵۵۳۵/۲ ^b	۱۵/۰ ^a	۲۵/۹ ^b	۳۹۲/۶ ^b	۱۵۸/۲ ^b	۷/۶۹ ^{ab}	۰/۱۵۴ ^{ab}	۱۲/۳ ^b
۱۵۰	۷۱۶۰/۹ ^a	۱۵/۷ ^a	۲۹/۶ ^a	۴۶۴/۸ ^a	۱۷۳/۵ ^a	۷/۲۳ ^{bc}	۰/۱۶۵ ^a	۱۴/۲ ^a
۲۲۵	۷۳۵۵/۵ ^a	۱۵/۸ ^a	۳۰/۰ ^a	۴۷۲/۹ ^a	۱۷۴/۶ ^a	۶/۹۹ ^c	۰/۱۶۶ ^a	۱۴/۶ ^a
زمان مصرف								
زمان اول	۶۵۹۸/۳ ^a	۱۵/۳ ^a	۲۸/۵ ^a	۴۳۸/۹ ^a	۱۶۶/۷ ^a	۷/۳۰ ^c	۰/۱۶۴ ^a	۱۲/۹ ^a
زمان دوم	۵۸۸۴/۴ ^c	۱۵/۰ ^b	۲۶/۹ ^b	۴۰۵/۴ ^c	۱۶۲/۷ ^b	۷/۶۷ ^a	۰/۱۵۳ ^c	۱۲/۵ ^c
زمان سوم	۶۱۱۴/۷ ^b	۱۵/۲ ^{ab}	۲۷/۲ ^b	۴۱۴/۷ ^b	۱۶۳/۸ ^{ab}	۷/۵۲ ^b	۰/۱۵۶ ^b	۱۲/۷ ^b

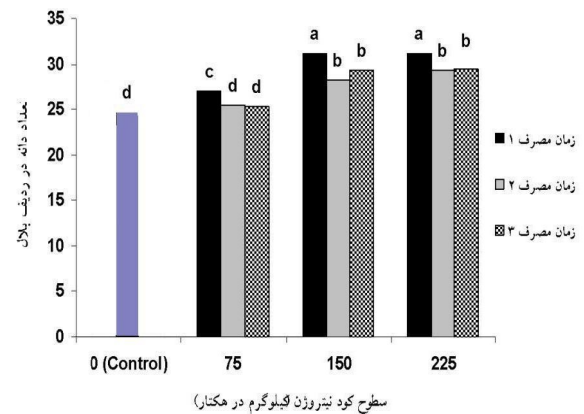
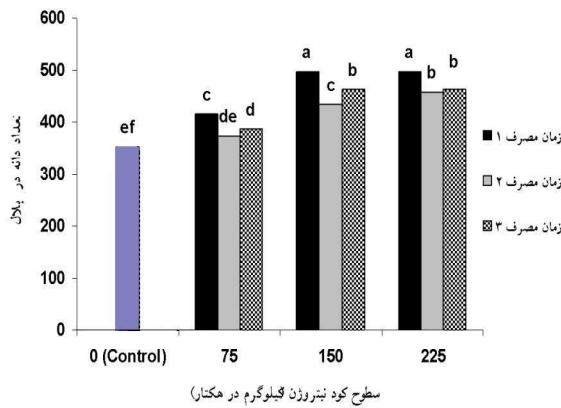
برای هر عامل آزمایشی میانگین‌های با حروف غیرمشترک در هر ستون، اختلاف آماری معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با هم دارند.

زمان اول = $\frac{1}{2}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ تا ۸ برگگی + $\frac{1}{2}$ ظهور گل تاجی، زمان دوم = $\frac{1}{2}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ تا ۱۰ برگگی + $\frac{1}{2}$ ظهور گل تاجی
 زمان سوم = $\frac{1}{2}$ کاشت + $\frac{1}{4}$ تا ۸ برگگی + $\frac{1}{4}$ ظهور گل تاجی

عملکرد و اجزای عملکرد

تعداد دانه در ردیف: مقدار، زمان مصرف کود نیتروژن و اثر متقابل بین این دو عامل تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در ردیف داشت، به طوری که عدم مصرف کود نیتروژن کمترین (۲۴/۷ دانه در ردیف) و مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال (۳۰ دانه در ردیف) را تولید نمود (جدول ۲). مصرف ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن به صورت $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ تا ۸ برگگی + $\frac{1}{3}$ ظهور گل تاجی، بهترین ترکیب تیماری برای افزایش مقدار این صفت بودند (شکل ۸). علیزاده و همکاران (۲) با مصرف کود نیتروژن، افزایش تعداد دانه در ردیف بلال را گزارش نمودند. زمان مصرف نیتروژن به صورت $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ تا ۸ برگگی + $\frac{1}{3}$ ظهور گل تاجی بیشترین تعداد دانه در ردیف را در مقایسه با شکل‌های دیگر مصرف به خود اختصاص داد (جدول ۲). ال-رودها و ال-یونس (۳)

گذشت زمان و گسترش سطح برگ و اندام‌های هوایی، میزان نور رسیده به ازای تک بوته در مزرعه کاهش می‌یابد ضمن آنکه مبنای اندازه‌گیری و برآورد سرعت ظهور برگ بر مبنای تک بوته‌های انتخاب شده قبلی است، در نتیجه به دلیل کاهش میزان نور رسیده به ازای تک بوته، فیلوکرون افزایش یافته است. به طوری که در شکل‌های ترسیمی نیز میزان فیلوکرون با گذشت زمان و در مراحل نمونه‌برداری انتهایی افزایش یافته است. بررسی روند تغییرات سرعت ظهور برگ متأثر از اثر نیتروژن در مراحل مختلف یادداشت برداری نشان داد که زمان مصرف کود به صورت تقسیم مساوی در سه مرحله ($\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ در مرحله ۸ تا ۱۰ برگگی + $\frac{1}{3}$ در زمان ظهور گل تاجی) مناسب‌ترین ترکیب تیماری در افزایش سرعت ظهور برگ محسوب می‌شد (شکل ۶).



شکل ۹. اثر ترکیب تیماری مقدار و زمان مصرف نیتروژن بر تعداد دانه در بلال ذرت. میانگین‌های با حروف غیرمشابه، دارای اختلاف آماری معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

شکل ۸. اثر ترکیب تیماری مقدار و زمان مصرف نیتروژن بر تعداد دانه در ردیف ذرت. میانگین‌های با حروف غیرمشابه، دارای اختلاف آماری معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

مقادیر نیتروژن در زمان‌های مختلف رشدی گیاه، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال افزایش می‌یابد. مصرف سه مرحله‌ای نیتروژن به صورت تقسیط مساوی در زمان کاشت، مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و ظهور گل تاجی در مقایسه با روش‌های دیگر مصرف آن بهترین نتیجه را بر تعداد دانه در بلال داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف مقدار ۱۵۰ یا ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (بدون اختلاف معنی‌دار) به شکل $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ تا ۸ برگی + $\frac{1}{3}$ ظهور گل تاجی، بهترین ترکیب تیماری برای این صفت بود (شکل ۹).

گزارش کردند که مصرف مقادیر بالاتر نیتروژن در مراحل مختلف رشدی ذرت، تعداد دانه در ردیف را افزایش می‌دهد. عزیزاده و همکاران (۲) با مصرف کود نیتروژن، افزایش تعداد دانه در ردیف بلال ذرت را گزارش نمودند.

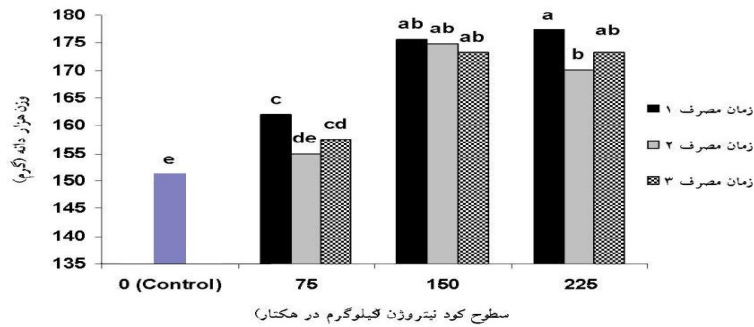
تعداد ردیف دانه

تعداد ردیف دانه تحت تأثیر مقدار و زمان مصرف نیتروژن واقع نشد، به نظر می‌رسد این صفت بیشتر تابع عوامل ژنتیکی و کمتر تحت کنترل عوامل محیطی قرار می‌گیرد. پراساد و سینگ (۲۹)، تاکر و مالهورترا (۳۷) طی بررسی‌های جداگانه نتایج مشابهی را گزارش نمودند.

تعداد دانه در بلال

وزن هزار دانه: با افزایش کود مصرفی، بر میزان وزن هزار دانه افزوده شد، هر چند بین دو سطح کود نیتروژن ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). مارشنر (۲۴) معتقد است که مصرف نیتروژن دوره رشد گیاه را افزایش داده و در اواخر فصل رشد با طولانی‌تر کردن دوره پر شدن دانه به افزایش وزن هزار دانه کمک می‌کند. حمیدی و همکاران (۱۶)؛ دجان وایلر و همکاران (۱۰) به افزایش وزن هزار دانه در نتیجه مصرف نیتروژن اشاره کرده‌اند. مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به شکل $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ تا ۸ برگی + $\frac{1}{3}$ ظهور گل تاجی مناسب‌ترین

بیشترین تعداد دانه در بلال متعلق به بالاترین سطح کودی بود که در مقایسه با عدم مصرف نیتروژن، ۲۶/۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲)، البته به کارگیری ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت آماری معنی‌داری با هم در این صفت نشان ندادند (جدول ۲). کاستا و همکاران (۶)، حمیدی و همکاران (۱۶) در گزارش‌های مجزا اظهار داشتند که با افزایش



شکل ۱۰. اثر ترکیب تیماری مقدار و زمان مصرف نیتروژن بر وزن هزار دانه ذرت. میانگین‌های با حروف غیرمشابه، دارای اختلاف آماری معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

همکاران (۱۸) نیز با مصرف کود نیتروژن به نتایج مشابهی دست یافتند، آنان بیشترین عملکرد پروتئین دانه ذرت را با مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش نمودند. به عقیده بائومینگ و همکاران (۵) جذب عناصری مانند نیتروژن و الگوی توزیع و پراکنش آن در قسمت‌های مختلف گیاه اهمیت زیادی در کیفیت دانه دارد.

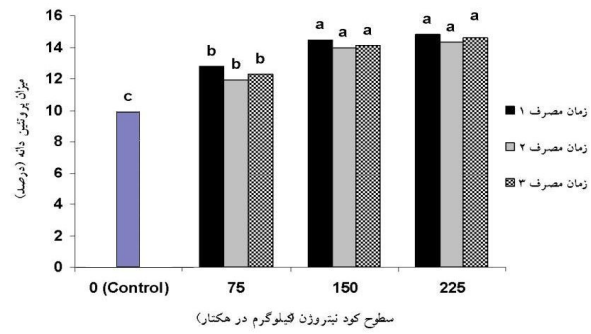
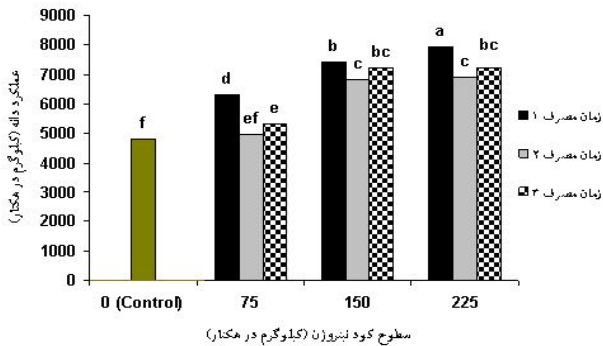
عملکرد دانه

براساس مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مقدار، زمان مصرف کود نیتروژن و اثر متقابل این دو عامل قرار گرفت (جدول ۲ و شکل ۱۲). بیشترین عملکرد دانه (۷۳۵۵/۵ کیلوگرم در هکتار) متعلق به بالاترین سطح کودی بود. سابدی و همکاران (۳۶)؛ قیصری و همکاران (۱۵) با در نظر گرفتن میزان نیتروژن موجود در خاک، بالاترین عملکرد دانه را با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آوردند. کاربرد نیتروژن به‌صورت تقسیط مساوی در زمان‌های کاشت، مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و ظهور گل تاجی منجر به تولید ۶۵۹۸/۳ کیلوگرم دانه در هکتار شد (جدول ۲). رندال و همکاران (۳۱) گزارش کردند عملکرد دانه در تیمارهای کودی در حالت تقسیط، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج مشابهی توسط رضوان و همکاران (۳۳) نیز گزارش گردید. ساینز روزاس و همکاران (۳۵) با کاربرد کود نیتروژن در مرحله کاشت و مرحله شش برگی، عملکرد دانه ذرت

شیوه تقسیط کود برای افزایش وزن هزار دانه محسوب شد (شکل ۱۰).

پروتئین دانه

حداقل و حداکثر محتوی پروتئین دانه (۹/۹۲ و ۱۴/۶ درصد) در تیمار عدم مصرف کود و کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد (جدول ۲). اگر چه میزان پروتئین دانه با مصرف نیتروژن افزایش یافت ولی در سطوح بالاتر کودی این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌داری نبود. فلاح و تدین (۱۳) حداکثر پروتئین دانه را (۱۴ درصد) با مصرف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش نمودند. آنان عنوان داشتند که واکنش پروتئین دانه به مصرف کود نیتروژن به‌صورت مستقیم بوده و با افزایش هر کیلوگرم نیتروژن غلظت پروتئین دانه حدود ۰/۲۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک افزایش می‌یابد. مصرف نیتروژن به‌صورت ۱/۳ زمان کاشت + ۸ تا ۱۰ برگی + ۱/۳ ظهور گل تاجی محتوی پروتئین را در مقایسه با دیگر روش‌ها بهبود بخشید (جدول ۲). بالاترین مقدار پروتئین دانه زمانی به دست آمد که ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن به شکل ۱/۳ زمان کاشت + ۸ تا ۱۰ برگی + ۱/۳ ظهور گل تاجی اعمال شد، اگرچه این ترکیب تیماری تفاوت آماری معنی‌داری با مصرف این سطح کودی و سطح کودی پایین‌تر در زمان‌های مختلف رشد گیاه نشان نداد (شکل ۱۱). در این بررسی با افزایش هر کیلوگرم نیتروژن درصد پروتئین دانه ۰/۰۲ درصد افزایش یافت. کسکین و



شکل ۱۲. اثر ترکیب تیماری مقدار و زمان مصرف نیتروژن بر عملکرد دانه ذرت. میانگین‌های با حروف غیرمشابه، دارای اختلاف آماری معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

شکل ۱۱. اثر ترکیب تیماری مقدار و زمان مصرف نیتروژن بر میزان پروتئین دانه ذرت. میانگین‌های با حروف غیرمشابه، دارای اختلاف آماری معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

نتیجه‌گیری کلی

به نظر می‌رسد تقسیط بیشتر کود در مقادیر بالاتر برای دستیابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی دانه و سرعت ظهور برگ ذرت مناسب باشد. به طوری‌که در این بررسی نیز استفاده از سطح کودی ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و به صورت تقسیط مساوی در سه مرحله ۱/۳ زمان کاشت + ۱/۳ در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی + ۱/۳ ظهور گل تاجی در شرایط اقلیمی اردبیل مناسب‌تر از دیگر ترکیبات تیماری بود.

را به ترتیب با ۱۰/۵ و ۱۱/۲ تن بر هکتار برآورد نمودند. مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن به صورت ۱/۳ زمان کاشت + ۱/۳ تا ۱۰ برگی + ۱/۳ ظهور گل تاجی، مناسب‌ترین ترکیب تیماری برای تولید حداکثر عملکرد دانه (۷۹۲۸/۶ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۱۲). نتایج مشابهی نیز توسط آکیتوی و همکاران (۱) گزارش شده است.

منابع مورد استفاده

- Akintoye, H. A., E. O. Lucas and J. G. Kling. 1997. Effects of density of planting and time of nitrogen application on maize varieties in different ecological zones of West Africa communications in soil. *Crop Science* 28: 1163-1175.
- Alizadeh, A., A. Majidu, H. A. Nadian, Gh. Normohammadi and M. R. Amirian. 2007. Effects of droghut stress and nitrogen fertilizer on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). *Pajohesh and Sazandegi Journal* 2: 427-437. (In Farsi).
- Al-Rudha, M. S. and A. H. Al-Younis. 1978. The effect of row spacing and nitrogen levels on yield, yield components and quality of maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural Science* 13: 235-252.
- Amanullah, A., K. B. Marwat, P. Shah, N. Maula and S. Arifullah. 2009. Nitrogen levels and its time of application influence leaf area, height and biomass of maize planted at low and high density, *Pakistan Journal of Botany* 41(2): 761-768.
- Bao-ming, C., W. Zhao-Hui., L. Sheng-Xiu and G. Xuan. 2004. Effect of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation, metabolic nitrate concentration and nitrate reductase activity in three leafy vegetables, *Plant Science* 67: 635-643.
- Costa, C., L. M. Dwyer, D. W. Stewart and D. L. Smith. 2002. Nitrogen effects on grain yield and yield components of leafy and non leafy maize genotypes. *Crop Science* 42:1556- 1563.
- Cox, W. J. and D. J. R. Cherney. 2001. Row spacing, plant density and nitrogen effects on corn silage. *Agronomy Journal* 93:597-602.

8. Cox, W. J. 1996. Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density, *Agronomy Journal* 93:489-496.
9. Dale, J. E and R. G. Wilson. 1978. A comparison of leaf and ear development in barely cultivars as affected by nitrogen supply. *Agricultural Science* 90:503 – 508.
10. De Juan Valero, J. A, M. Maturano, A. Artigao Ramírez, J. Tarjuelo Martín-Benito and J. F. Ortega Álvarez. 2005. Growth and nitrogen use efficiency of irrigated maize in a semiarid region as affected by nitrogen fertilization. *Spanish Journal of Agricultural Research* 3(1): 134-144.
11. Dwyer, L. M and D. E. Stewart. 1986. Leaf area development in field- grown maize. *Agronomy Journal* 77: 334-343.
12. Emam, Y. and M. Nikneghad. 1994. Introduction on Crop Yield Physiology. Shiraz University Press. Shiraz. (In Farsi).
13. Falah, Y. and A. Tadayen. 2000. Effects of plant density and nitrogen rates on yield, nitrate and protein rates of corn. *Crop Production Journal* 2(1): 105-121. (In Farsi).
14. Garsid, A. 2004. Sowing time effects on the development, yield and oil of flaxseed in semi arid tropical. *Australian Journal of Production Agriculture* 23: 607-612.
15. Gheysari, M., S. M. Mirlatifi, M. Bannayan, M. Homae and G. Hoogenboom. 2009. Interaction of water and nitrogen on maize grown for silage. *Agricultural Water Management* 96: 809 – 821.
16. Hamidi, A., N. Khodabandeh and A. Dabag Mohammadi Nasab. 2000. Study of plant densities and various levels of nitrogen fertilizer on grain yield and morphophysiological traits in two corn (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural Science* 31(3): 567-579. (In Farsi).
17. Hokmalipour, S., R. Seyed Sharifi, M. Gadimzadeh and Sh. Jamaati Somarin. 1998. Effects of plant density and levels of nitrogen fertilizer on phylochron and leaf appearance rate of corn. *Soil and Plant* 2 (21): 159-169. (In Farsi).
18. Keskin, B., H. Akdeniz, I. H. Yilamz and N. Turan. 2005. Yield and quality of forage corn (*Zea mays* L.) as influenced by cultivar and nitrogen rate. *Agronomy Journal* 4(2): 138- 141.
19. Kiniry, J. R. and R. Bonhomme. 1991. Predicting maize phenology. PP: 115– 131. In: M. Hodges, (Ed.) *Physiological Aspects of Predicting Crop Phenology*. CRC Press. BoCa Raton, Florida.
20. Kochechi, A., M. H. Rashed Mohasel, M. Nasiri Mohalati and R. Sadr Abadi. 1998. Improvement Physiology of Crop Production. Astan Gods Razavi Press. Mashhad. (In Farsi).
21. Kogbe, J. O. S. and J. A. Adediran. 2003. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium application on the yield of maize in the savanna zone of Nigeria. *African Journal of Biotechnology* 2: 345- 349.
22. Longnecker, N. and A. Robson. 1994. Leaf emergence of spring wheat receiving varying nitrogen supply at different stage of development. *Annual of Botany* 74:1-7.
23. Longnecker, N., E. G. Kirby and A. Robson. 1993a. Leaf emergence, tiller growth, and apical development of nitrogen-deficient spring wheat. *Crop Science* 33:154-160.
24. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. Second Edition. London.
25. Mehmood, M. T., M. Maqsood, T. H. Awan, R. Sarwar and M. I. Hussain. 2001. Effect of different level of nitrogen and intra – row plant spacing on yield and yield components of maize. *Pakistan Journal of Agricultural Science* 38: 48.
26. Muldoon, T. B., B. Daynard, J. F. Van Duinen and M. Tollenaar. 1984. Comparisons among rates of appearance of leaf tips, collars, and leaf area in maize (*Zea mays* L.). *Maydica* 29:109 – 120.
27. Oscar, R. V and M. Tollenaar. 2006. Effect of genotype, nitrogen, plant density and row spacing on the area-per-leaf profile in maize. *Agronomy Journal* 98: 94-99.
28. Pengelly, B. C., R. C. Muchow and P. C. Blamey. 1999. Predicting leaf area development in response to temperature in three tropical annual forage legumes. *Australian Journal of Agricultural Research* 50: 253-259.
29. Prasad, K. and P. Singh. 1990. Response of promising raifed maize (*Zea mays* L.) varieties to nitrogen application in North Western Himalayan region. *Indian Journal of Agricultural Science* 60 (7): 475- 477.
30. Rafei, F. and M. Karimi. 1998. Effects of salinity on phylochron and leaf appearance rate of sugar beer (*Beta vulgaris* L.). In: Proceeding of 5th Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding. Isfahan. 3 - 6 Sep. (In Farsi).
31. Randall, G. W., J. A. Vetsch and J. R. Huffman. 2003. Corn production on a subsurface-drained mollisol as affected by time of nitrogen application. *American Society of Agronomy*. 95 (5):1213-1219.
32. Ritchie, J. T. and D. S. NeSmith. 1991. Temperature and crop development. PP: 5-28. In: R. J. Hanks, J. T. Ritchie (Eds.), *Modeling Plant and Soil Systems*. Kluwer Academic Publishers.
33. Rizwan, M., M. Maqsood, M. Rafiq and A. Zahid. 2003. Maize (*Zea mays* l.) response to split application of nitrogen. *International Journal of Agricultur and Biology* 1:19–21.

34. Sabir, M. R, I. Ahmad and M. A. Shahzad. 2000. Effect of nitrogen and phosphorus on yield and quality of two hybrids of maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural Research* 38: 339-346.
35. Sainz Rozas, H. R., H. E. Echeverria and P. A. Barbieri. 2004. Nitrogen balanced as affected by application time and nitrogen fertilizer rate in irrigated no-tillage maize. *Agronomy Journal* 96: 1622-1631.
36. Subedi, K. D., B. L. Ma and D. L. Smith. 2006. Response of a leafy and non-leafy maize hybrid to population densities and fertilizer nitrogen levels. *Crop Science* 46:1860-1869.
37. Thakur, D. R and V. V. Malhotra. 1991. Response of pop corn to row spacing and nitrogen. *Indian Journal of Agricultural Science* 61: 586.
38. Tollenaar, M. A. D., S. F. Weise and C. J. Swanton, 1994. Effect of crop density on weed interference in maize. *Agronomy Journal* 86: 591-595.
39. Torbert, H. A., K. N. Potter and J. E. Morrison. 2001. Tillage system, fertilizer nitrogen rate and timing effect on corn yields in the Texas Blackland prairie. *Agronomy Journal* 93:1119-1124.
40. Vos, J., P. E. L. Van Der Putten and C. J. Birch. 2005. Effect of nitrogen supply on leaf appearance, leaf growth, leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in maize (*Zea mays* L.), *Field Crops Research* 93: 64-73.
41. Warrington, I. J. and E. T. Kanemasu. 1983. Corn growth response to temperature and photoperiod. II: Leaf initiation and leaf appearance rates. *Agronomy Journal* 75:755 – 761.