تأثیر منابع و مقادیر کود نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤

علی فرامرزی[۱]، سلیمان جمشیدی[۲]، کوروش صیامی[۳]

چکیده

به منظور بررسی اثر منابع و مقادیر کودهای نیتروژنه بر عملکرد دانه و اجزای آن در ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۲ در اراضی مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه انجام شد. در این مطالعه دو سطح کود نیتروژنه شامل نیترات آمونیوم و اوره با سه سطح میزان کود شامل ۱۶۰،۱۰۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بصورت یک طرح فاکتوریل و در قالب آزمایش بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام گردید و در هر تکرار یک کرت نیز به عنوان شاهد بدون دریافت کود نیتروژنه در نظر گرفته شد. کاشت در تاریخ ۲۳ اردیبهشت ماه و به صورت جوی و پشته با دست و بر روی ردیف‌هایی به فواصل ۷۵ سانتی متر و تراکم ۶۷ هزار بوته در هکتار انجام شد. کودهای نیتروژنه در سه زمان شامل کاربرد همزمان با کاشت، مرحله چهار برگی و مرحله ۸ برگی به صورت سرک در اختیار گیاه قرار گرفت. برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی، بوته‌ها از ۵ متر مربع سه ردیف میانی و برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد، ۱۵ بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و تعداد بلال در بوته، تعداد بلال در ردیف و تعداد دانه در ردیف شمارش و وزن هزار دانه مشخص گردید. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که کود نیترات آمونیوم عملکردی بالاتر از کود اوره دارد و میزان ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، عملکرد مساوی و بیشتر از تیمار شاهد و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تولید می‌کند. عملکرد بالای تیمار نیترات آمونیوم به کارایی ذرت در جذب بالای آن و عملکرد پایین‌تر کود اوره به اتلاف نیتروژن در اثر تصعید و شستشو نسبت داده شد.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، ذرت سینگل کراس ۷۰۴، عملکرد، *Zea mays*

۱ـ عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه، دانشجوی دکتری اکولوژی کشاورزی دانشگاه علوم و تحقیقات Faramarzi@M-iau.ac.ir

۲- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه، دانشجوی دکتری بیماری شناسی گیاهی دانشگاه علوم و تحقیقات

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

مقدمه و بررسی منابع

تغذیه معدنی یکی از مهمترین عوامل تعیین کننده عملکرد نهایی گیاهان زراعی می‌باشد (۱۲). پیشرفت‌های علمی در تغذیه گیاهی، انقلابی در تولید محصولات زراعی بوجود آورده است. به طوری که ۵۰٪ عملکرد ذرت و سایر غلات، بدون در نظر گرفتن بهبود در کیفیت و ارزش غذایی محصولات بواسطه کاربرد کودهای تجاری شیمیایی است (۸). در حالی که در سال‌های اخیر مصرف کودهای شیمیایی به عنوان یکی از مهمترین نهاده‌های کشاورزی اجتناب ناپذیر بوده، لذا در هنگام اعمال عمل کودپاشی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بایستی در انتخاب نوع، مقدار و زمان و روش مصرف کود بایستی بر مبنای خصوصیات عمده خاک‌های زراعی از جمله میزان آهک، درجه شوری و اسیدیته و مقدار مواد آلی توجه کافی صورت گیرد (١٦). عنصر نیتروژن جهت رشد طبیعی گیاهان به مقدار کافی مورد احتیاج می‌باشد (۱و۲). در ذرت جذب نیتروژن تا نزدیکی رسیدگی دانه انجام می‌گیرد و قسمت عمده نیتروژن جذب شده توسط گیاه به دانه‌ها انتقال می‌یابد. بنابراین در کشت ذرت، نیتروژن در خاک به تدریج رو به نقصان می‌گذارد (۲۱).

ظاهراً ارقام جدید ذرت به نحوی انتخاب شده‌اند که انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در آنها زیاد می‌باشد (۲۳). مقدار نیتروژن در دانه ذرت از سایر عناصر غذایی که از خاک جذب می‌شوند بیشتر است و اساساً نسبت به دیگر عناصر غذایی پر مصرف به میزان بیشتری در جهت افزایش عملکرد بکار گرفته می‌شود (۲۳). کودهای نیتروژنه به میزان قابل ملاحظه‌ای وزن گیاه، طول ریشه، محتوای نیتروژن و عملکرد دانه را افزایش می‌دهند (۵، ۱۷).

سیمپسون و همکاران (۱۹۸۱) گزارش کردند که کمبود نیتروژن از طریق پایین آوردن شاخص سطح برگ و نیز بهم زدن ساخت و ساز و تخریب پروتئین‌ها پیری زودرس برگ‌ها را باعث می‌شود و مخصوصاً با اثر روی ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز بر روی فرایند فتوسنتز گیاه تأثیر منفی می‌گذارد (۲۷). عامل عمده دیگری که به میزان پیری برگ‌ها اثر می‌گذارد، وضعیت معدنی برگ است که در صورت محدود بودن عناصر، این مواد بین برگهای جوان توزیع شده و لذا شدت فتوسنتز در برگهای پایین کاهش می‌یابد. حداقل میزان فتوسنتز برای برگهای پایینی ذرت محاسبه گردیده و مشاهده شده است که میزان کاهش فتوسنتز با کمبود عناصر نیتروژن، پتاسیم و منگنز ارتباط دارد (۲۲).

طبق مطالعات سیمپسون و همکاران (۱۹۸۹) کمبود نیتروژن در مرحله جوانه زنی ذرت تعداد ردیف‌های دانه در بلال را کاهش می‌دهد (۲۲). به طوری که جبران آن با استعمال نیتروژن کافی در مرحله بعدی امکان‌پذیر نیست. بلال‌ها در گیاهانی که با کمبود نیتروژن مواجه هستند وضع معمولی و عادی داشته ولی انتهای آنها فاقد دانه بوده و دانه‌ها به آسانی جدا می‌شوند (۱۱).

ولف (۱۹۹۵) در شرایط عدم آبیاری و بدون مصرف کود نیتروژنه مشاهده کرد که علاوه بر کاهش طول کاکل، تأخیر زیادی در کاکل‌دهی صورت گرفت

که در اثر آن بسیاری از تخمک‌ها غیر بارور مانده و یا دانه‌های تشکیل دهنده کوچک بودند (٢٤).

آزمایشی که در یک خاک سیلتی لومی بر روی ذرت شیرین توسط رابرت و همکاران (۱۹۹۰) انجام گردید حکایت از آن دارد که حداکثر عملکرد با مصرف ۳۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمده و با مصرف ٥٠٤ کیلوگرم نیتروژن خالص، عملکرد با کاهش مواجه شد. ایشان گزارش نمودند هنگامی که مقدار نیتروژن نیتراته خاک ٤٠ تا ٥٠ قسمت در میلیون باشد ۹۸ تا ۹۹ درصد پتانسیل عملکرد ذرت به دست می آید، در حالی که اگر موجودی نیتروژن نیتراته خاک ۱۰ قسمت در میلیون باشد، حداکثر ٦٢ درصد از عملکرد حداکثر حاصل می‌گردد (۲۱).

نتیجه آزمایش فردریک و همکاران (۱۹۹۹) با استفاده از دو تیمار ٢١٤ و ٢٨٦ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و توزیع با نسبت‌های متفاوت نشان داد که مصرف کود نیتروژنه بیشتر باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد برگ فعال بوته، وزن خشک ساقه و غلاف برگ، ماده خشک کل بوته و سطح برگ و شاخص سطح برگ می‌گردد (١٦). سپهری و همکاران (۱۳۷۳) اثرات تاریخ کاشت و میزان کود نیتروژن بر روی رشد و عملکرد ذرت میان رس رقم SC-٦٤٠ در شرایط آب و هوایی همدان را بررسی کرده و نتیجه گرفتند که ماده خشک با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود برای مدت ۱۱۵ روز با دریافت ١٢٦٣ درجه سانتیگراد در مقیاس درجه روز رشد بدست آمد و بلندترین دوره رشد و بیشترین عملکرد ماده خشک با مصرف کود ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار برای مدت ۱۲۵ روز با دریافت ۱۳۳۰ درجه سانتیگراد در این مقیاس به دست آمد (٦).

کوک و همکاران (۱۹۹۵ و ۱۹۹٦) با آزمایش روی دو رقم ذرت هیبرید و ٤ سطح کود نیتروژنه ۰، ٥٦، ١٤٠ و ٢٢٥ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و سه روش توزیع کود مشاهده کردند که میانگین ماده خشک به ترتیب در سالهای ۱۹۹۵ و ۱۹۹٦ به میزان ١٦/٩ و ١٢/٣ تن در هکتار بوده و عملکرد ماده خشک به صورت خطی نسبت به کود نیتروژنه عکس العمل نشان داد و حداکثر عملکرد دانه از تیمار ١٤٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار حاصل شد (۱۲).

فردریچ و همکاران (۱۹۹۹) اعتقاد داشتند که ذرت، ٦٠ تا ٧٥ درصد نیتروژن کل را بعد از مرحله ظهور گل آذین نر جذب می‌کند. هانوی (۱۹۹۲) نیز اظهار نمود که ذرت به ترتیب در مرحله ١٤ برگی و ظهور گل آذین نر و ظهور گل آذین ماده به ترتیب ۳۷ و۵۰ و ٦٠ درصد نیتروژن کل را جذب می‌کند (۱۸). هدف از اجرای این پژوهش بدست آوردن مقدار مناسب کود نیتروژنه در هر یک از منابع کودی و هم چنین تعیین بهترین زمان مصرف کود نیتروژنه از دو منبع مختلف برای بدست آوردن حداکثر محصول در منطقه میانه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه اجرا گردید. این طرح در قالب فاکتوریل و بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد.

فاکتورهای مورد مطالعه شامل منابع کود نیتروژنه (نیترات آمونیوم و اوره) و میزان آنها (۱۰۰و ۱٦۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) بود. در هر کدام از تکرارهای این آزمایش یک کرت بدون دریافت کود نیتروژنه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

خاک محل آزمایش با ۳۸ درصد شن، ۲۸ درصد سیلت و ۳٤ درصد رس دارای بافت رس لومی بوده و وزن مخصوص ظاهری آن ۱/٤٦ گرم بر سانتی متر مکعب برآورد گردید. زمین محل آزمایش در سال قبل از کشت به صورت آیش بود. عملیات تهیه زمین در پاییز ۱۳۸۱ با انجام یک شخم نسبتاً عمیق آغاز و در بهار پس از دیسک زدن زمین به تسطیح مزرعه اقدام گردید.

جهت تقویت و تأمین عناصر مورد نیاز، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به ازای هر هکتار قبل از کاشت به خاک اضافه گردید و به کمک دیسک با خاک مخلوط شد. پس از تسطیح زمین با استفاده از دستگاه جوی و پشته ساز، ردیف‌هایی به فواصل ۷۵ سانتیمتر تهیه شد. هر کرت شامل ٦ ردیف ۸ متری بود. تیمارهای کودی در سه زمان شامل همزمان با کاشت، مراحل ۵ برگی و ۸ برگی گیاه به صورت سرک در کلیه تیمارها اعمال شدند.

کاشت بذور با فاصله ۱۰ سانتیمتر با دست و بر روی پشته‌ها انجام و پس از رویش گیاهان موقعی که دمای متوسط روزانه خاک به حدود ۱۰ درجه سانتیگراد رسید اقدام به تنک کردن مزرعه تا تراکم متداول ٦۷۰۰۰ بوته در هکتار گردید.

عملکرد دانه بر اساس ۱٤ درصد رطوبت دانه بدست آمد و نیز جهت تعیین اجزای عملکرد، از هر کرت به صورت تصادفی ۱۵ بوته از سه ردیف میانی انتخاب و از سطح خاک قطع گردید و عملکرد بیولوژیکی، تعداد بلال در بوته، تعداد ردیف در بلال و طول بلال و تعداد دانه در ردیف شمارش و اندازه‌گیری شد و وزن هزاردانه نیز با رطوبت ۱٤ درصد با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۱ درصد بدست آمد. برای تعیین عملکرد علاوه بر روش ذکر شده، از معادله Y =K(E.R.G.W) نیز استفاده و همگونی نتایج به دست آمده در این زمینه بررسی شد. در این معادله Y، K، R، G، W، به ترتیب علایم مربوط به عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)، تعداد بوته در هکتار، تعداد بلال در بوته، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه (گرم) می‌باشد.

میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ مقایسه شدند و به منظور محاسبات آماری و ترسیم نمودارها به ترتیب با استفاده از نرم‌افزارهای SAS، MSTAT-C و Excell استفاده گردید.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج حاصله از تجزیه واریانس و مقایسه عملکرد، حاکی از معنی‌دار بودن اثر نوع کود و میزان مصرف آن در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد. مقایسه میانگین‌های مربوط نشان داد که نیترات آمونیوم بیش از مصرف اوره بوده است.

به جز در برخی از آزمایش‌ها کودهای نیترات آمونیوم در مقایسه با اوره موجب افزایش معنی‌دار عملکرد شده‌اند (١٦). کارایی تأثیر نیترات آمونیوم نسبت به اوره را می‌توان به تصعید مقادیر بالایی اوره از سطح خاک و توانایی بالای تثبیت فرم آمونیومی نیتروژن در خاک نسبت داد (۹ و ۱۰).

سطوح مقدار نیتروژن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد با شاهد نشان می‌دهد (جدول۲). مصرف ١٦٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار تفاوت معنی‌داری با ١٦٠ کیلوگرم به ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص تغییر محسوسی در افزایش حاصل نشد و بین این دو سطح نیتروژن از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود ندارد (جدول ۲).

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر نوع و مقدار کود قرار گرفت. همانند دو جزء دیگر عملکرد، اثر مقدار کود و نوع کود روی وزن هزاردانه در مقایسه شاهد معنی‌دار شد. ولی اثر متقابل بین نوع کود و میزان کود روی وزن هزاردانه معنی‌دار نشد (جدول۱) اختلاف وزن هزاردانه بین سطوح ١٦٠ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص معنی‌دار نبود. اما اثر کود نیترات آمونیوم در افزایش وزن هزاردانه در مقایسه با کود اوره در کلیه سطوح کاملاً مشخص بود. هر چند که محققین وراثت را تعیین کننده پتانسیل نهایی عملکرد می‌دانند اما نتایج گزارش‌های موجود مؤید این موضوع است که کود نیتروژن می‌تواند بر اجزای عملکرد تأثیرگذار باشد (٦ و ۷). نتایج به دست آمده از این تحقیق با گزارش محققینی مثل سپهری و شریف زاده و توکلی (۳ و ٦ و ۷) مطابقت دارد. با توجه به جدول شماره ۲ میزان ١٦٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نقطه کفایت نیتروژن برای ذرت تحت این شرایط آزمایشی می‌باشد و افزایش بیش از حد کود از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست و علاوه بر آن مصرف بیش از لزوم کود موجب آلودگی منابع آبهای زیر زمینی بواسطه آبشویی نیتروژن خواهد شد. معنی‌دار نشدن اثر متقابل نوع کود و میزان کود حاکی از آن است که روند تفاوت عملکرد انواع مختلف کود در کلیه سطوح آن مشابه بوده است (جدول ۱). جدول ۲ نشان می‌دهد که کارایی کود اوره در مقایسه با کود نیترات آمونیوم برای گیاه ذرت پایین‌تر می‌باشد. ولی بین سطوح ۲۲۰ و ١٦٠ کیلوگرم کود در هر دو نوع نیترات آمونیوم و اوره تفاوت معنی‌داری دیده نشد ولی مقایسه این سطوح با عملکرد بدست آمده از کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم کود در هر دو نوع کود و نیز شاهد افزایش بسیار معنی‌داری را در عملکرد نشان داد.

بنابراین مناسبترین و قابل توصیه‌ترین تیمار افزایش دهنده عملکرد با مصرف بهینه کود نیتروژنه مخصوصاً از دیدگاه اقتصادی به کار بردن مقدار ۱۶۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم می‌باشد.

تعداد ردیف در بلال

نوع کود بر تعداد ردیف در بلال تأثیر معنی‌داری نداشته ولی میزان کود در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری بر آن داشت (جدول۱). مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت در جدول ۲ نشان می‌دهد که با افزایش سطوح نیتروژن نسبت به شاهد، تفاوت محسوسی بین میانگین‌ها دیده می‌شود. همچنین با افزایش میزان کود از ۱۰۰ به ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بین میانگین‌های مربوط تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ولی تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار دیده نشد. بعلت روند یکسان تفاوت عملکرد کودهای نیتروژن در سطوح آنها اثر متقابل بین کود و میزان کود بوجود نیامد.

عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت

افزودن کود نسبت به شاهد از نظر عملکرد بیولوژیکی و همچنین شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهند (جدول ۱). اما در هر صورت بین تیمار کودی ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. ولی هر دو سطح کودی نسبت به کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار افزایش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد بیولوژیکی نشان داد (جدول۲). جوکلا و همکاران (به نقل از منبع ٦) طی آزمایشی به این نتیجه رسیدند که با افزایش کود نیتروژنه به میزان ۱۱۲ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بر عملکرد بیولوژیکی ذرت افزوده می‌شود. شاخص برداشت سهم مواد ذخیره‌ای و اختصاص یافته به تولید محصول اقتصادی را نشان می‌دهد. بدیهی است ارقامی که دارای شاخص برداشت بیشتری هستند، می‌توانند کربوهیدرات‌های بیشتری را از اندام‌های سبز گیاه به دانه فرستاده و باعث افزایش عملکرد دانه گردند. جدول (۱) نشان می‌دهد که اثر کود و میزان آن به ترتیب بر عملکرد و اجزای عملکرد در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار شده است و افزودن کود در همه سطوح موجب افزایش معنی‌دار شاخص برداشت نسبت به شاهد گردید و در این رابطه کارایی کود نیترات آمونیوم بهتر از اوره بوده است ولی شاخص برداشت در دو سطح کودی ۱٦۰ و ۲۲۰ کیلوگرم در هیچ یک از انواع کودها اختلاف معنی‌داری با هم نشان نداد. از نظر فیزیولوژیکی می‌توان افزایش شاخص برداشت در اثر افزودن کودهای نیتروژنه به گیاه ذرت را به افزایش دوام سطح برگ نسبت داد که موجب افزایش طول عمر اندام‌های فتوسنتز کننده می‌گردد (۹).

جدول۱- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ با مصرف مقادیر مختلف منابع کودهای نیتروژنه

		میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن هزاردانه	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت
تکرار**R**	۲	۳۱۵۲۳/۰۲ ns	۰/٤۳۵ ns	۸/٤۰۳ns	۱/۲۲۰ ns	۲۳۱۳٦۵/۳۹۳ ns	۳/۲٤۹ ns
نوع کود**A**	۱	۲۵٤۳۱۵۰/۲۱**	۱/۲٤۹ ns	۵۲/۳۲٤**	۸/۹۸۷**	۳۲۹۹۳۰۹/۵۵۵**	۱۲/۵۰۵*
میزان کود**B**	۳	۵۲۸۱٦٤۷/۲۷٦**	۳/۸٤۵**	۱۳۱/٦۲۲**	۵۸/۵۳۵**	۸۹۸۱۷۲٦۳/۵۵۷**	۱۷۵/۸۲۷**
B*A	۳	۲۷۸۱۹/۸۲۳	۰/۳٦۰ ns	۳/۲٤۱ ns	۱/۲۵۹ ns	۱۱۹۰۵٤/۸٦۳ns	۳/۹٤۸ ns
اشتباه آزمایشی	۱٤	۲۱۵۰۲۳۱۱/۹۲۷	۰/۷۷۸	۸/٤۲۱	۱/۵۳۱	۲۷۳۵۲۹/۲۱۳	۳/۵۰۳

ns و **: به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف بسیار معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ با مصرف مقادیر مختلف منابع کودهای نیتروژنه

منابع تغییرات	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن هزاردانه	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت
نوع کود نیتروژنه						
نیترات آمونیوم	۱٤۳٤٦/٦A	۱۹/۳A	۳٤/۷A	۲٦۹/۸A	۲۵۲۵۲/٤A	۵۳/ A
اوره	۱۳۹٦۵/۰B	۱۸/۷A	۳۰/۳B	۲٤۳/۲B	۲۳۳۱۸/۰B	۵۱/۸B
میزان مصرف کود						
شاهد۰ کیلوگرم در هکتار	۸٤۷۹/۲ C	۱٦/۷ C	۲۲/۷C	۲۰۵/۷C	۱٦۹۸۹/۸ C	٤٤/٤C
۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۱۱۷۵۹/۱ B	۱۸/۹B	۳۲/۹B	۲۳۱/۷B	۲۰۷۷۵/۹ B	٤۸/۵B
۱٦۰ کیلوگرم در هکتار	۱٤۷۱۲/۱ A	۲۰/٤A	۳۹/٤A	۲۷۳/٤A	۲۵٤۰٤/٦ A	۵۵/۵A
۲۲۰ کیلوگرم در هکتار	**۱٤۹۲٤/۱۷ A**	**۲۰/٦A**	**٤۱/۱A**	**۲۷۱/۸A**	**۲۵٦۱۷/۱ A**	**۵٤/۸ A**

ns و **: به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف بسیار معنی‌دار

منابع

۱. ابراهیم زاده، ح. ۱۳٦۹. فیزیولوژی گیاهی (۱). (مبحث تغذیه و جذب) انتشارات دانشگاه تهران. ۵۸٦ صفحه.

۲. احمدی، م. ۱۳٦۳. فیزیولوژی گیاهی. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. ۲۱٦ صفحه.

۳. توکلی، ع. ۱۳۷۲. اثر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر رشد و عملکرد ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان. دانشکده کشاورزی.

٤. حاجی زاده، ا. ۱۳٦۹. خاکشناسی کشاورزی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی و نشر قومس. ۱۷٦ صفحه.

۵. حق نیا، خ. ۱۳۷۰. خاک شناخت. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ٦۳۰ صفحه.

٦. سپهری، ع و ع. کاشانی، ق. نور محمدی. ۱۳۷۳. بررسی اثرات تاریخ کاشت و کود نیتروژن بر روی رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای رقم 604-SC در همدان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز. صفحه ۱۵۷.

۷. شریف زاده، ف. ۱۳۷۰. اثرات تراکم بوته بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان. دانشکده کشاورزی.

۸. کاظمی، م. ۱۳۷۳. بررسی نیاز غذایی ذرت سینگل کراس ۷۰٤ به نیتروژن و فسفر. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی.

۹. کوچکی، ع. م، ح. راشد محصل. م. نصیری و ر. صدر آبادی ۱۳٦۷. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس. ٤۰٤ صفحه.

۱۰. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳٦٦. توصیه‌های کودی و آب مصرفی نباتات تا پایان سال ۱۳٦۵. موسسه تحقیقات خاک و آب تهران. بولتن فنی شماره ۵.

11. Anderson, E L. 1984. Corn root growth and distribution as influenced by tillage and nitrogen fertilization. Agron. J. 79: 554-549.

12. Cooke, G. Weld, 1967. The control of soil fertility. Crosby Lockweood and son LTD. London.

13. Endraws, J. H. and S.A. Baker. 1976. Nitrogen uptake characteristics of corn roots at low N concentration as influenced by plant age. Agron. J. 68: 17-19.

14. Fierd, M. F. Zsoldos, P. B. Vose, and I. L. Shatokhin. 1965. Characterization the nitrate and ammonium uptake process of rice root by use of N- labeled NH_4NO_3 – Physiol. Plantarum. 18: 313-320.

15. Fox. R. H. and J. M. Kerna and W. P. Dekielek. 1996. Nitrogen fertilizer source, method and time of application effect on no – till corn yield and nitrogen uptake. Agron. J. 78: 741 – 726.

16. Friedrich, J. W. , L. E. Schrader and E. V. Norghim. 1999. N derprivation in maize during grain – fitting. I. Accumulation of dry matter, nitrate – N and sulfate – S. Agron. J. 461-465.

17. Hanway, J. J. 1992. Corn growth and composition in relation to soil fertility: II. Uptake of N, P and K and their distribution in different plant parts during the growing season. Agron. J. 54: 217-222.

18. Hanway, J.J. 1984. How a corn plant develops. Iowa State University.

19. Harada, H. J., R. E. Corlson and R. H. Show. 1982. Corn grain yield and nutrition response to foliar fertilizer applied during grain fill. Agron. J. 74: 106 – 110.

20. Olson, R. A., A. F. Dreier, C. Thomson and P. H. Grabuski. 1964. Using Bull. SB 474.

21. Roberts, S., W. H. Wearer and J P. Phelps. 1990. Use of the nitrate soil test to predict sweet corn response to nitrogen fertilization. Soil. Sci. Am. J. 44: 306 – 308.
22. Simpson, E. R. J. Cooke, and D. D. Davies. 1989. Measurement of protein in leaves of *Zea mays* using (H3) acetic anhydride and tritiated water. Plant Physiol. 67: 1214 – 1219.
23. Stevenson, C. K. and J. K. R. Gasser. 1970. The effect of ammonium sulfate treated with a nitrification inhibitor and calcium nitrate and growth and N- uptake of spring wheat, rye grass and kale. J. Agr. Sci. Camb. 74: 111-117.
24. Wolfe, D. W. D. 1995 . Water and nitrogen effects on leaf senesen in maize (*Zea mays* L.) Dissertation abstracts international. B (Sciences and Engineering) 46: 3.