

اثر مصرف کود پلیت شده نیتروژن بر عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در ذرت دانه ای

سینگل کراس (۷۰۴)

رضا باقری^{۱*}، غلامعلی اکبری^۲، محمدحسین کیانمهر^۳ و زین العابدین طهماسبی سروسستانی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، ورامین، ایران

۲- استادیار زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، ورامین، ایران

۳- دانشیار مکانیک ماشینهای کشاورزی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، ورامین، ایران

۴- دانشیار زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ وصول: ۸۹/۷/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۸

چکیده

آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، به منظور ارزیابی مصرف کود به صورت پلیت بر عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن ذرت (*Zea mays L.*) انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عوامل مورد مطالعه شامل نحوه مصرف کود: به صورت پخش در سطح زمین و مصرف کود به صورت پلیت و عامل دوم تلفیق چهار سطح کود نیتروژن (اوره ۴۶ درصد) و کود دامی (گاوی) به ترتیب، $۶۰۰ + ۴۶$ و $۶۰۰ + ۹۲$ و $۶۰۰ + ۱۳۸$ و $۶۰۰ + ۱۸۴$ کیلوگرم در هکتار بود. کرت شاهد بدون مصرف کود نیتروژن به منظور محاسبه کارایی مصرف نیتروژن در نظر گرفته شد که در محاسبات آماری وارد نگردد. افزایش کود نیتروژن از ۴۶ به ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه و اجزای آن به استثنای تعداد ردیف دانه در بلال شد. بیشترین عملکرد دانه به تیمار پلیت اختصاص داشت. بیشترین میزان عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه به ترتیب ۱۲ تن در هکتار و ۸/۱ درصد پروتئین از کاربرد ۱۸۴ کیلوگرم کود نیتروژن به صورت پلیت بدست آمد. افزایش مقدار نیتروژن باعث کاهش معنی دار ($P < 0.1$) کارایی مصرف نیتروژن و کارایی زراعی و افزایش معنی دار ($P < 0.1$) کارایی فیزیولوژیک شد. بیشترین کارایی مصرف نیتروژن، کارایی زراعی و کارایی فیزیولوژیک به ترتیب ۸۹، ۳۵، ۵۵ (کیلوگرم در کیلوگرم) متعلق به تیمار توزیع کود به صورت پلیت بود.

واژه های کلیدی: ذرت، پلیت، کارایی مصرف نیتروژن، عملکرد و اجزای عملکرد دانه

مقدمه

پیشرفت و توسعه کشاورزی تنها از طریق شناخت علمی و اصولی تاثیر عوامل محیطی در رشد بهینه گیاه امکان پذیر می‌باشد. به منظور بهبود محیط کشت، به کارگیری صحیح نهاده‌های کشاورزی نظیر کود، آب، سموم و بذر اصلاح شده الزامی است. در گیاهان زراعی دستیابی به عملکرد بالا نه تنها مستلزم تامین نهاده‌ها در زمان مناسب است بلکه روش استفاده صحیح از آن‌ها و همچنین اعمال مدیریت علمی در بکارگیری این روش‌ها در مقیاس وسیع ضروری به نظر می‌رسد (۴). مصرف مواد غذایی به ویژه نیتروژن به اندازه کافی و به روش مناسب با توجه به خصوصیات فیزیولوژیک رشد و نمو گیاه یکی از راهکارهای مدیریتی بهبود عملکرد اغلب گیاهان خصوصاً در گیاه ذرت می‌باشد.

هدف از به کارگیری روش مختلف توزیع کود، دستیابی به روش بهینه بهره برداری از آن می‌باشد. کودهای نیتروژن‌دار بخصوص اوره در مدت ۳ تا ۷ روز به آمونیاک تبدیل می‌شوند. بنابراین این کودها به سرعت تحت تاثیر شستشو و تصعید در خاک قرار گرفته و از دسترس گیاه خارج می‌گردند. شستشو و از دستروی، تثبیت، ایجاد مسمومیت و تصعید و از دستروی به صورت بخار از ۱۰ درصد حجم کود در بهترین شرایط تا ۷۵ درصد حجم کود در بدترین شرایط مزرعه‌ای ممکن است دیده شود که این امر کارایی کودها و در دسترس گیاه قرار گرفتن آن‌ها را در کودهای اوره، فسفات آمونیوم کاهش می‌دهد (۶). در دهه‌های اخیر کودهای با آزاد سازی تدریجی یا کندرها و با این هدف تولید شده اند که به نحوی قابلیت انحلال سریع کودهای نیتروژن‌دار را کنترل و کند نماید. این نوع کودها از طریق ساخت ترکیبات شیمیایی خاص با ویژگی حلالیت کم و یا از طریق پوشش دادن دانه‌های اوره ساخته می‌شوند (۱۴).

ذرت به عنوان یک گیاه سریع‌الرشد، در طول دوره رشد نسبتاً کوتاه خود می‌تواند اثرات مختلف مصرف کود نیتروژن را بر عملکرد نشان دهد (۲). تعدادی از محققین

گزارش دادند افزایش میزان کود نیتروژن تا ۴۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار وزن خشک کل بوته، عملکرد دانه و شاخص برداشت را افزایش می‌دهد، این محققین اعلام کردند که نیتروژن روی تعداد ردیف دانه در بلال اثر معنی‌داری ندارد ولی باعث افزایش تعداد دانه در ردیف به طور معنی‌دار می‌گردد (۱۹).

در تحقیقی اثر پنج میزان کود نیتروژن کندرها (۱۰۰، ۱۴۰، ۱۸۰، ۲۲۰، ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص) را بر عملکرد دانه و اجزای آن و همچنین درصد پروتئین دانه ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بررسی شد و مشخص گردید افزایش میزان نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار درصد پروتئین دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه می‌گردد. طبق نتایج بدست آمده مشخص گردید میزان ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن کندرها در هکتار برای این هیبرید مناسب می‌باشد (۱۷).

طبق تحقیقات انجام شده کود پلیت شده اوره و دامی نوعی از کود نیتروژن‌دار با آزاد سازی تدریجی است که اثرات بلند مدتی مانند: کاهش خسارت آبشویی و افزایش جذب نیتروژن را دارد، همچنین روی سلامتی و سطوح تغذیه‌ای خاک اثر مثبت دارد و موجب کاهش مصرف کود اوره و همچنین موجب افزایش کارایی نیتروژن می‌گردد (۱ و ۵).

با توجه به افزایش هزینه‌های تولید کودهای شیمیایی، افزایش کارایی جذب و مصرف کود ضروری به نظر می‌رسد. کارایی زراعی به ازای هر واحد از عنصر نیتروژن مصرف شده توسط گیاه تعریف شده و بازدهی کل سیستم را تخمین می‌زند. بازیافت ظاهری بر اساس مقدار عنصر نیتروژن مصرف شده به ازای هر واحد عنصر غذایی مصرف شده تعریف می‌شود. میزان بازیافت ظاهری در واقع ارزیابی کننده کارایی گیاه را در جذب نیتروژن نشان می‌دهد. این پارامتر تحت تاثیر شرایط محیطی قرار دارد. بازدهی فیزیولوژیک توانایی گیاه در استفاده از نیتروژن به منظور تولید عملکرد اقتصادی را نشان می‌دهد و لذا تحت تاثیر تنش‌های محیطی و

درصد ارزیابی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل‌ها مورد مطالعه شامل: دو، روش توزیع کود: به صورت پخش در سطح (a_1) و مصرف به صورت پلیت (a_2) و چهار سطح کود نیتروژن (اوره) و دامی (گاوی) شامل: $b_4: (N_{184}P_{600})$, $b_3: (N_{138}P_{600})$, $b_1: (N_{46}P_{600})$, $b_2: (N_{92}P_{600})$ یلوگرم در هکتار بود. که در مجموع ۸ تیمار شامل تیمار ۱ (a_1b_1)، تیمار ۲ (a_1b_2)، تیمار ۳ (a_1b_3)، تیمار ۴ (a_1b_4)، تیمار ۵ (a_2b_1)، تیمار ۶ (a_2b_2)، تیمار ۷ (a_2b_3)، تیمار ۸ (a_2b_4) مورد بررسی قرار گرفت. رقم مورد آزمایش ذرت سینگل کراس ۷۰۴ بود. در تمام کرت‌ها ۶۰۰ کیلوگرم کود دامی به صورت پخش در سطح (عرف محل) (a_1) و پلیت شده (a_2) استفاده شد. کود پلیت شده بین ردیف‌های کشت پخش شد. علت استفاده از کود دامی در تیمارهای به صورت پلیت به عنوان یک متصل کننده^۱ بوده تا به واسطه آن از شستشوی سریع نیتروژن به وسیله، پوششی که اطراف کود اوره ایجاد می‌کند، جلوگیری شود. در جدول ۱ برخی از خصوصیات کود گاوی مورد آزمایش آورده شده است. در این تحقیق یک ماشین پلیت کننده از نوع اکسترودر ماریچ ساده (تک پیچ)^۲ به منظور تهیه پلیت‌ها با شرایط مورد نظر طراحی و ساخته شد. انواع اکسترودرها برحسب شیوه ساخت به دو نوع اکسترودرهای ساده (تک پیچ) و اکسترودرهای دو قلو تقسیم بندی می‌شوند. در اکسترودر تک پیچ انتقال مواد بر پایه اصطکاک بین مواد و دیواره بدنه و ماریچ صورت می‌گیرد (۵) که در این تحقیق از این نوع اکسترودر استفاده شد. مواد مورد نیاز برای تولید پلیت، کود دامی از نوع گاوی پوسیده و کود اوره (۶ درصد) به نسبت‌های فوق الذکر می‌باشد که برای درجه بندی کود دامی از الک با اندازه ۱۰ استفاده گردید. اندازه الک به عنوان یک فاکتور مهم و موثر در کیفیت پلیت‌ها از اهمیت بالایی

خصوصیات ژنتیکی گیاه (نوع رقم) قرار می‌گیرد. این رابطه، بر اساس تولید بیولوژیک حاصله به ازای هر واحد عنصر نیتروژن جذب شده تعریف می‌شود. کارایی زراعی، بازده کل سیستم را نشان داده و از حاصل ضرب بازده زیاده زراعی و کارایی فیزیولوژیک بدست می‌آید. در شرایط مزرعه راندمان زراعی معیار بهتری برای تعیین کارایی نیتروژن است. تحقیقات نشان داد، افزایش میزان نیتروژن باعث کاهش بازده زراعی، بازده زیاده زراعی و افزایش بازده فیزیولوژیک کود نیتروژن در هیبریدهای ذرت می‌شود (۱۳). با افزایش میزان نیتروژن در هیبریدهای ذرت عملکرد دانه و اجزای آن افزایش می‌یابد در حالی که کارایی مصرف نیتروژن و کارایی زراعی نیتروژن در مقادیر پایین‌تر کود نیتروژن نسبت به مقادیر بالاتر آن بیشتر است (۱۸).

با توجه به مطالعات انجام شده ارزیابی نحوه مصرف کود اوره در ذرت در شرایط محیطی مختلف ضروری به نظر می‌رسد، لذا هدف از این تحقیق، بررسی کنترل میزان آبشویی و کاهش تلفات و افزایش عملکرد دانه و کارایی کود اوره در ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط آب و هوایی ورامین بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها در سال ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابریحان دانشگاه تهران، انجام شد. منطقه آزمایشی در ۱۸ کیلومتری شمال غربی شهرستان ورامین و ۱۵ کیلومتری شرق تهران واقع شده است. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۲۰۵۰ متر و دارای زمستانی ملایم و تابستان گرم و خشک می‌باشد. متوسط میزان بارندگی سالیانه در منطقه، پایین‌تر از ۱۰۰ میلی‌متر و میزان تبخیر سالانه ۲۰۰۰ میلی‌متر می‌باشد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی، با میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب ۶/۳ و ۷ و ۲۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در لایه صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک بود. با توجه به نتایج آزمون خاک نیازی به مصرف پتاس نبود. مقدار مواد آلی کمتر از یک

^۱ .bender

^۲ . Screw Extruder

کاشت و همچنین در طی فصل رشد ذرت با علف های هرز به صورت مکانیکی مبارزه شد و هیچ گونه آفت و بیماری مشاهده نشد. کرت شاهد بدون مصرف کود نیتروژن به منظور محاسبه کارایی مصرف نیتروژن در نظر گرفته شد که در محاسبات آماری وارد نگردید. به منظور تعیین میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی، برداشت نهایی پس از رسیدگی فیزیولوژیک از خطوط چهار و پنج هر کرت و پس از حذف نیم متر بالا و پایین خطوط انجام شد. تعداد ۱۵ بوته معادل دو متر مربع از سطح خاک برداشت گردیدند.

برخوردار است (۵). پس از انجام عملیات تهیه زمین از جمله شخم، دیسک و ماله، کود فسفر به میزان ۲۰۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل در مزرعه توزیع شد. میزان کود طی سه مرحله به طور مساوی قبل از کاشت مرحله ۶ برگی و مرحله ظهور گل نر در سطح مزرعه پخش شد. کاشت در اول خرداد ماه به صورت ردیفی و با فاصله کاشت بین ردیف ۷۵ سانتی متر و فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی متری انجام شد. تعداد خطوط کشت در هر کرت هشت و طول هر خط شش متر بود. تراکم بوته براساس توصیه های تحقیقاتی، ۶۶ هزار بوته در هر هکتار در نظر گرفته شد. قبل از

جدول ۱- بعضی از خصوصیات کود دامی (گاوی) مورد آزمایش

pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	نیتروژن درصد	فسفر کل	پتاسیم درصد	کربن کل	منگنز آهن	روی	مس	
									میلی گرم در کیلوگرم
۷/۴۶	۲۶/۲	۲/۰۶	۰/۸۱	۳/۷۸	۴۲	۱/۵۴	۴۲۰۳	۵۰۸۷	۱۳۲۱

کجلاال تعیین گردید به منظور ارزیابی میزان کارایی مصرف نیتروژن، کارایی زراعی و کارایی فیزیولوژیک از روابط زیر استفاده شد (۱۳). داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه واریانس شد و میانگین ها به وسیله آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند در این تحقیق برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد

طول بلال، تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در هر ردیف برای کلیه بلال ها اندازه گیری شده و میانگین آن محاسبه گردید. شاخص برداشت از طریق تقسیم میزان عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک محاسبه شد. دانه های هر بلال جدا شده، پس از خشک کردن و انتخاب نمونه های ۱۰۰ تایی توزیع شده و از طریق وزن هزار دانه محاسبه شد. درصد نیتروژن دانه و کاه و کلش در مرحله رسیدگی نهایی به طور جداگانه و با استفاده از روش

$$\text{کارایی زراعی} = \frac{\text{عملکرد دانه بدون مصرف کود} - \text{عملکرد دانه با مصرف کود}}{\text{میزان نیتروژن مصرفی}}$$

$$\text{کارایی مصرف نیتروژن} = \frac{\text{عملکرد بیولوژیک}}{\text{میزان کود مصرفی}}$$

$$\text{کارایی فیزیولوژیک} = \frac{\text{جذب نیتروژن توسط گیاه کود نخورده} - \text{جذب نیتروژن توسط گیاه کود خورده}}{\text{نیتروژن مصرفی}}$$

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج مربوط به تجزیه واریانس عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج نشان داد روش توزیع کود و میزان کود نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل نحوه مصرف کود و میزان کود نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ بر عملکرد دانه معنی دار است (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد دانه در مقادیر مختلف کود به ترتیب به تیمار ۱۸۴ و ۴۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعلق داشت (جدول ۳). این نتایج با یافته های محققینی که بیان داشتند افزایش عملکرد دانه در اثر افزایش مقدار کود نیتروژن حاصل می شود، مطابقت داشت (۱۵ و ۲۱). بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه در تیمارهای نحوه مصرف به ترتیب به روش پلیت (۹۹۰۸ کیلوگرم در هکتار) و پخش در سطح (۸۱۸۵ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت (جدول ۴). به نظر می رسد کاربرد کود به صورت پلیت کارایی مصرف کود را افزایش داده و عملکرد بیشتر دانه در واحد سطح را موجب گردیده است (۲۱). بررسی اثرات متقابل روش توزیع و مقدار کود نشان داد بیشترین میزان عملکرد دانه به تیمار هشتم، ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن به صورت پلیت اختصاص داشت. همچنین تفاوت معنی داری بین تیمار چهارم، ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن به صورت پخش در سطح زمین و تیمار ششم، ۹۲ کیلوگرم نیتروژن به صورت پلیت وجود نداشت. مصرف کود به صورت پلیت و افزایش سطوح نیتروژن، به دلیل ایجاد مخزن قوی منجر به افزایش تعداد دانه در بلال و به دنبال آن باعث افزایش عملکرد بیشتر می شود. گزارش های مختلف نشان داده است که سرعت رشد گیاه در طول مدت ابریشم دهی که ارتباط زیادی با تعداد دانه در بلال و در نهایت عملکرد دانه دارد به طور موثری تحت تأثیر مصرف نیتروژن قرار می گیرد که این نتایج با نتایج محققینی که بیان داشتند، عملکرد ذرت به طور معنی داری از افزایش سطوح کود

نیتروژن با آزاد سازی تدریجی تأثیر می پذیرد، مطابقت داشت (۱۷).

عملکرد بیولوژیک

تفاوت صفت عملکرد بیولوژیک برای تیمارهای روش توزیع نیتروژن و سطوح کود و اثر متقابل روش توزیع و سطوح نیتروژن در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب به تیمار ۱۸۴ و ۴۶ کیلوگرم نیتروژن تعلق داشت (جدول ۳). این نتایج با یافته های دیگر محققین مطابقت داشت (۱۶ و ۱۹). توزیع کود به صورت پلیت (a2) منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک بطور معنی دار شد (جدول ۳). به نظر می رسد بهره گیری بیشتر گیاه از شرایط تغذیه ای با نیتروژن کافی، افزایش عملکرد ماده خشک کل در این تیمار را به همراه داشت (۱۲). این نتایج با یافته های پژوهشگرانی که گزارش دادند کود نیتروژن با آزاد سازی تدریجی در مقایسه با کودهای نیترات آمونیوم، سولفات آمونیوم و اوره به طور معنی داری باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و افزایش کارایی مصرف نیتروژن در ذرت می گردد، مطابقت داشت (۷ و ۸).

شاخص برداشت

افزایش کود نیتروژن تا ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار، افزایش شاخص برداشت را به همراه داشت (جدول ۳). تیمار کودی ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با شاخص برداشت ۵۳/۴۷ درصد بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۳). به نظر می رسد افزایش عملکرد دانه در مقادیر بالای نیتروژن در اثر افزایش عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت صورت گرفته است. توزیع کود نیتروژن به صورت پلیت (a2) باعث افزایش کارایی استفاده از کود و افزایش محصول اقتصادی شد، بطوریکه در این روش بیشترین شاخص برداشت بدست آمد (جدول ۴). در بین تیمارها بیشترین میزان شاخص برداشت در توزیع ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار کود به روش پلیت بدست آمد.

اجزای عملکرد دانه

اثرات روش توزیع کود و سطوح نیتروژن و اثرات متقابل آن‌ها بر تعداد ردیف دانه در بلال معنی‌دار نبود (جدول ۲). برخی از محققین گزارش دادند اثر افزایش کود نیتروژن بر تعداد ردیف دانه در بلال معنی‌دار نمی‌باشد این نتایج با نتایج سایر محققین یکسان بود (۱۹). روش توزیع کود و میزان کود نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۵٪ بر تعداد دانه در ردیف معنی‌دار بود. مطالعات مختلف نشان داد که وجود نیتروژن کافی باعث افزایش تعداد دانه‌ها به دلیل کاهش عقیمی گلچه‌ها می‌شود، اثرات مثبت روش توزیع کود و میزان کود نیتروژن توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (۹ و ۱۵).

وزن هزار دانه

اثرات روش توزیع و میزان کود در سطح ۱٪ معنی‌دار شد ولی اثرات متقابل آن‌ها بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب به تیمارهای کودی ۱۸۴ و ۴۶ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار اختصاص داشت (جدول ۳). تیمار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با ۲۷۰/۳۳ گرم بیشترین وزن هزار دانه را دارا بود (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های دیگر محققین مبنی بر افزایش وزن هزار دانه به ازای افزایش میزان نیتروژن مطابقت داشت (۱۵). استفاده از روش پلیت منجر به افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه نسبت به روش پخش در سطح شد (جدول ۴). با توجه به این نتایج به نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه در روش پلیت به دلیل افزایش تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه بوده است. به عبارتی استفاده از این روش از طریق افزایش هر دو مولفه اصلی عملکرد دانه، افزایش عملکرد دانه را به دنبال داشت.

درصد پروتئین دانه

اثر روش توزیع و مقدار کود نیتروژن بر درصد پروتئین دانه در سطح ۱٪ و اثرات متقابل آن‌ها در سطح ۵٪

معنی‌دار بود (جدول ۲). مقدار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و مصرف به صورت پلیت بیشترین درصد پروتئین دانه را ایجاد نمودند. تفاوت هر چهار تیمار کود نیتروژن از نظر درصد پروتئین معنی‌دار بود. افزایش درصد پروتئین در تیمارهای پلیت نسبت به پخش در سطح زمین محسوس‌تر بود. برخی محققین نتیجه گرفتند میزان کود نیتروژن و بکارگیری روش مناسب در افزایش کارایی استفاده از کود نیتروژن، افزایش درصد پروتئین دانه را به دنبال دارد (۱۱).

کارایی مصرف نیتروژن

(Nitrogen use efficiency)

بیشترین و کمترین کارایی مصرف نیتروژن در سطوح مختلف کود به ترتیب به تیمارهای ۴۶ و ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختصاص داشت که این افزایش کارایی در سطوح ۴۶ کیلوگرم نیتروژن بسیار بالاتر بود (جدول ۶). بنابراین با افزایش میزان نیتروژن کارایی کم می‌شود یافت. پژوهشگران گزارش کردند که بالاترین کارایی استفاده از کود معمولاً با جذب اولین واحد کود بدست می‌آید و با افزایش مقدار کود کارایی آن کاهش می‌یابد (۱۰). این نتایج با گزارش‌های سایر دیگر محققین نیز مطابقت داشت (۱۸). مصرف کود به صورت پلیت (a2) در مقابل مصرف به صورت پخش در سطح از کارایی مصرف نیتروژن بالاتری برخوردار بود (جدول ۷). بطور کلی بیشترین کارایی مصرف نیتروژن در توزیع ۴۶ کیلوگرم کود به صورت پلیت اختصاص داشت. بعلاوه اثر متقابل روش توزیع و میزان کود در سطح ۱٪ معنی‌دار شد.

کارایی فیزیولوژیک

(Physiological efficiency)

تفاوت کارایی فیزیولوژیک برای میزان و روش توزیع کود و اثر متقابل آن‌ها در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین و

مصرف کود نیتروژن می شود. این نتایج با گزارشات مبنی بر به کارگیری روش مناسب کاربرد کودها و تاثیر بر عوامل فوق مطابقت داشت (۲۰ و ۲۲).

بررسی ها نشان داد هر چند کاربرد کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه می گردد، اما تفاوت معنی داری در عملکرد دانه بین تیمار چهارم (۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت پخش در سطح) و تیمار شش (۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت پلیت) وجود نداشت، پس با استفاده از کود پلیت می توان مصرف کود نیتروژن را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. همچنین به وضوح نمایان است که کود پلیت با خاصیت رها سازی تدریجی نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه و همچنین بهبود شاخص های مربوط به کارایی نیتروژن می گردد. اگر چه نمی توان خاصیت اصلاحی کود دامی را نادیده گرفت ولی با توجه به مصرف مقدار بسیار کم کود دامی (۶۰۰ کیلوگرم در هکتار) نمی توان افزایش عملکرد دانه حدود ۱۸/۴٪ کود پلیت نسبت به مصرف کود به صورت پخش در سطح زمین تنها به خاصیت اصلاحی کود دامی نسبت داد.

کمترین کارایی فیزیولوژیک در تیمار میزان کود به ترتیب ۱۸۴ و ۴۶ کیلوگرم در هکتار اختصاص داشت (جدول ۶). با افزایش کود کارایی فیزیولوژیک افزایش یافت که دلیل این عکس العمل را می توان به افزایش عملکرد اقتصادی در مقادیر بالاتر کود نسبت داد، این نتایج با تحقیق های دیگر محققین مطابقت داشت (۱۸). کارایی بهتر کود در روش پلیت منجر به افزایش کارایی فیزیولوژیک در این تیمار شد (جدول ۷).

نتایج آزمایشات نشان داد که افزایش میزان نیتروژن و نحوه مصرف کود بر کارایی نیتروژن موثر بوده، بطوریکه با افزایش سطح کود، کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافت، در حالیکه به دلیل افزایش عملکرد دانه در مصرف کود به صورت پلیت و مقادیر بالاتر کود، کارایی فیزیولوژیک افزایش نشان داد. این نتایج با گزارشات برخی از محققین مبنی بر کاهش کارایی مصرف نیتروژن در اثر افزایش کود نیتروژن بر اساس قانون بازده نزولی، مطابقت داشت (۱۰). در بررسی تیمارهای روش مصرف کود، مصرف به صورت پلیت بالاترین مقادیر پارامترهای فوق را به خود اختصاص داد، این روش مناسب تر و کارآمدتر از روش پخش در سطح بوده و موجب کاهش

جدول ۲ - تجزیه واریانس داده های عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در ذرت

میانگین مربعات								منابع تغییرات
درصد پروتئین دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	درجه آزادی	
۰/۱۲۱۶	۳۸/۹۸۴	۲۴/۵۴۱	۳/۱۶۶	۹۹۴/۴۱	۰/۲۶۵	۳۲/۷۹	۲	تکرار
۳/۴۹**	۵۷۴/۹**	۴۰/۰۴**	۲/۶۶۶ ^{ns}	۲۱۷/۱۹**	۱۱/۰۰۲**	۱۷/۸۱**	۱	(a) روش توزیع کود
۷/۷۶۵**	۳۰۰/۲۳**	۳۹/۷۰**	۱/۶۶۶ ^{ns}	۲۷/۴۲*	۴۰/۹۲**	۱۵/۶۱**	۳	(N) نیتروژن
۰/۱۷۳۷*	۴۱/۷۷۸ ^{ns}	۲/۳۷۵*	۱/۰۰۶ ^{ns}	۴۳/۰۵**	۲/۸۱۴**	۰/۴۳۷*	۳	روش توزیع * کود نیتروژن
۰/۰۴۴۱	۲۲/۶۵۵	۰/۵۴۱	۰/۸۵۷	۶/۳۵	۰/۲۴۹	۰/۱۱۴۶	۱۴	خطا
۳/۰۱	۱/۸۱۷	۱/۹۰	۶/۵۴	۲/۸۱	۴/۹۶	۳/۷۳	—	ضریب تغییرات

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۳- مقایسه میانگین های عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در فاکتور مقادیر مختلف کود در ذرت

میانگین صفات							
پروتئین دانه (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	مقدار نیتروژن در (کیلوگرم در هکتار)
۵/۴۱d	۲۵۵/۵b	۳۵/۵d	۱۳b	۴۸/۹۹b	۱۴/۸۷d	۷/۲۸d	۴۶
۶/۹۶c	۲۵۶/۵۱b	۳۸c	۱۴ab	۵۱/۶۴ab	۱۶/۳۵c	۸/۹۷c	۹۲
۷/۴۵b	۲۶۵a	۳۹/۸۳b	۱۴ab	۴۹/۱۸b	۱۸/۹۵b	۹/۳۰b	۱۳۸
۸/۰۷a	۲۷۰/۳۳a	۴۱/۵a	۱۵a	۵۳/۴۷a	۲۰/۷۱a	۱۱/۱۲a	۱۸۴

میانگین های هر ستون که دارای حرف مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد به روش LSD معنی دار نمی باشند

جدول ۴- مقایسه میانگین های عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در فاکتور الگوی توزیع کود در ذرت

میانگین صفات							
پروتئین دانه (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	نحوه توزیع کود
۶/۵۹b	۲۵۶/۶۵b	۳۷b	۱۴b	۴۷/۸۱b	۱۷/۰۴b	۸/۱۸۵b	پخش در سطح زمین
۷/۳۵a	۲۶۶/۷۴a	۴۰a	۱۴/۵a	۵۳/۸۳a	۱۸/۴۰a	۹/۹۰۸a	پلیت

میانگین های هر ستون که دارای حرف مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد به روش LSD معنی دار نمی باشند

جدول ۵- تجزیه واریانس برخی از خصوصیات فیزیولوژیک ذرت تحت تاثیر روش توزیع کود و سطوح مختلف نیتروژن

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		کارایی مصرف نیتروژن	کارایی زراعی	کارایی فیزیولوژیک
تکرار	۲	۱/۴۸۵	۳۱۸۶/۴۳	۰/۰۰۵
(A) روش توزیع کود	۱	۱۷۲/۰۰۲**	۱۳۵۸/۹۹**	۴۷/۳۷۶**
(N) نیتروژن	۳	۱۱۲۹۳/۳۲**	۸۰/۱۳۵**	۲۹/۳۹۴**
روش توزیع * کود نیتروژن	۳	۹/۱۹**	۴۲/۶۰۴ ^{ns}	۵/۸۹۹**
خطا	۱۴	۳/۰۹۲۱	۹۷/۸۴	۰/۰۰۶
ضریب تغییرات		۲/۰۳۶	۳/۵۰	۰/۱۴۵

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۶- مقایسه میانگین برخی خصوصیات فیزیولوژیک مصرف کود در مقادیر مختلف کود نیتروژن

میانگین صفات		
مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف نیتروژن (kg.kg ⁻¹)	کارایی فیزیولوژیک (kg.kg ⁻¹)
۴۶	۱۴۸a	۵۱/۰۸d
۹۲	۸۱b	۵۳/۰۴c
۱۳۸	۶۳c	۵۴/۵۱b
۱۸۴	۵۱d	۵۶/۳۴a

میانگین‌های هر ستون که دارای حرف مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد به روش LSD معنی دار نمی باشند

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های برخی خصوصیات فیزیولوژیک ذرت در روش‌های مختلف توزیع کود

نحوه توزیع کود	میانگین صفات		
	کارایی مصرف نیتروژن (kg.kg ⁻¹)	کارایی زراعی (kg.kg ⁻¹)	کارایی فیزیولوژیک (kg.kg ⁻¹)
پخش در سطح زمین	۸۳/۶۸b	۲۰/۶۵b	۵۲/۳۳b
پلیت	۸۹/۰۴a	۳۵/۷۰a	۵۵/۱۴a

میانگین‌های هر ستون که دارای حرف مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد به روش LSD معنی دار نمی باشند

منابع

- 10- Biswas, T. D. and Mukherejee, S. K. 1987. Text book of science. Publishing Co. LTD. New dehli. 297 pp.
- 11-Cerato, M. E., and Blackmer, A. M. 2004. Relationships between grain nitrogen concentrations and the nitrogen status of corn. American Society of Agronomy, 82: 744-749.
- 12-Chudhary, M. R. and Godwin, D. C. 1997. Comparison of banded and broadcast fertilizer applications in relation to compaction and irrigation in maize and wheat. American Society of Agronomy, 66:560-564.
- 13-Crawell, E. T. 1987. The efficiency of urea fertilizer under different environmental conditions. Soil Sci. Soc. Am. J., 62:930-937.
- 14- Fisher, K. S. and Pamer, F. E. 1997. Tropical maize in physiology of tropical filed crop. Johan Willy and Sons, Toronto, Singapore. 664 pp.
- 15- Huber, D. M., Tasi, C. Y. and Waren, H. L. 1997. Relationship of N deposition to grain yield and response of three maize hybrids. Crop Science, 24: 277-281.
- 16- Lonhard-Bory, E. and Nemeth, I. 2003. Leaf area as effected by K fertilizer application in maize. Leulfulutetenok alakulasara Novenytermani, 38(4): 317-324.
- 17- Many, A., Bahar, A., Zeridan, M. S. and Hazayn, M. 2006. Yield and quality of Maize (*Zea mays* L.) as affected by slow-release nitrogen in newly reclaimed sandy soil. American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci., 1(3): 239-242.
- 18- Moll, R. H., Kamprath, E. J. and Jackson, W. A. 2002. Analysis and interpretation of factors, which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agronomy Journal, 74: 262-264.
- 19- Moscheler, W. W., Shear, G. M. and Martens, D. C. 1998. Comparative yield and fertilizer efficiency of no tillage and conventionally tillrd corn. Agronomy Journal, 64: 229-231.
- ۱- عیوضی، ج. ۱۳۸۷. اثر آزاد سازی تدریجی نیتروژن از کود پلیت شده دامی و اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران. تهران.
- ۲- قاسمی پیر بلوطی، ع.، غ.، اکبری . و و ، م، نصیری. ۱۳۸۰. اثر نیتروژن بر وزن خشک و روند رشد در گیاه ذرت. هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، کرج.
- ۳- ملکوتی، م. ج.، نفیسی، و. م.، ۱۳۷۰. کاربرد کود در زمین‌های خشک. انتشارات مرکز نشر دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ۴- ملکوتی، م. ج.، پ. کشاورز و ن. کریمیان. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار . چاپ هفتم با بازنگری کامل، انتشارات مرکز دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- 5- Alemi, H., Kianmehr, M. H. and Borghaeae, A. M. 2010. Effect of pellet processing of fertilizer on slow-release nitrogen in soil. Asian J. Plant Sciences, 9(2): 74-80.
- 6- Allen, S. E., Hunt, C. M. and Terman, G. L. 1999. Nitrogen release from sulfur coated urea, as affected by coating weight, placement and temperature. Agronomy Journal, 63: 529-533.
- 7- Allievi, L., Marchesisni, A., Salardi, C., Piano, V. and Ferrari, A. 2003. Plant quality and soil residual fertility six years after a compost treatment. Bioresource Technol, 43:85-89.
- 8- Amal G. A., Zaki, N. M. and Hassanein, M. S. 2007. Response of grain sorghum to different nitrogen sources. Research Jornal of Agriculture and Biological Sciences, 3(6): 1002-1008.
- 9- Bajawa, M. S., Akhtar, M. R. and Raja, M. B. 1987. Effect of irrigation frequency and nitrogen rate on the yield and protein contents of maize. Pakistan Journal Agronomy. Res., 31: 325-329.

- continuous cultivation in the southern province of Zimbabue. *Journal of Agriculture. Sci.*, 3(2): 181-189.
- 22- Urban, W. L., Hargrove, B. R., Bock, R. and Rauniker, R. A. 1987. Evaluation of urea as a nitrogen source in no tillage production systems. *Soil Science Society of American*, 51: 242-246
- 20- Myersi, R. J. K. 1978. Nitrogen and phosphorus nutrition of dry land grain sorghum at Katherine Northern Territory. *Aust EXP Agric Anim. Husb.*, 18: 834-843.
- 21- Tveitnes, S., and Mcphilips, J. K. 2003. Mize yield response to nitrogen and potassium, and sulphur in fertilizers under

The effect of nitrogen pellet fertilizer on the grain yield and nitrogen use efficiency in corn (*Zea mays* L.), S.C 704

Reza Bagheri¹, Golam Ali Akbari², Mohammad Hossin Kianmehr³ & Zinol Abadin Tahmasbi Sarvastani⁴

1-M. Sc. Student, Department of Agronomy Aboureihan Campus, University of Tehran

2-Assistant Professor, Department of Agronomy, Aboureihan Campus, University of Tehran

3-Associate Professor, Department Mechanic of Agricultural Machinery Aboureihan Campus, University of Tehran

4-Associate Professor, Department of Agronomy College of Agriculture, Tarbiat Modares University

Received: 07/29/2012

Accepted: 01/23/2013

Abstract

A field study was conducted at Aboureihan research field of Tehran University in 2009 to find out the effect of nitrogen pellet fertilizer on the grain yield and nitrogen use efficiency of corn (Single Cross 704). The factorial design of the study comprised of randomized complete block with three replications. Factors of this experiment including: first factor was two levels of fertilizer application method (pellet and mixed with soil) and second factor was four levels of nitrogen fertilizer pulse manure (46+600, 92+600, 138+600 and 184+600 kg/ha). In this research, a screw extruder setup was designed and manufactured. Increasing N fertilizer from 46 to 184 kg/ha had significant effect on all yield and yield components traits except number of seed rows per ear. Maximum grain yield was obtained with pellet and 184 N kg/ha treatment. Statistical analysis indicated that NUE, as well as agronomic efficiency (AE) were reduced while physiological efficiency (PE) increased with increasing N (pellet) rates.

Keywords: *Zea mays*, Pellet, Nitrogen Use Efficiency, Grain yield and yield component