



تأثیر آزادسازی تدریجی عنصر نیتروژن از کود پلیت شده دامی و نیتروژن بر روی عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک ذرت

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

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه تهران، آستادیار گروه زراعت، دانشگاه تهران،

^۲دانشیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تهران، ^۳دانشیار گروه زراعت، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، به منظور ارزیابی آزادسازی تدریجی نیتروژن از کود پلیت شده دامی و اوره بر خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد دانه ذرت (*Zea mays L.*) انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های 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 و دامی به ترتیب، (۶۰۰ + ۴۶، ۶۰۰ + ۹۲، ۶۰۰ + ۱۳۸، ۶۰۰ + ۱۸۴) کیلوگرم در هکتار بود. در این پژوهش یک ماشین پلیت‌کننده از نوع تک پیچ به منظور تهیه پلیت‌ها طراحی و ساخته شد. افزایش کود نیتروژن از ۴۶ به ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و اجزای آن به استثنای تعداد ردیف دانه در بلال شد. شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و منحنی سرعت جذب خالص نیز با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت پلیت حداکثر بود. نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف کود به صورت پلیت به واسطه کاهش میزان شستشو از سطح خاک و همچنین آزادسازی تدریجی باعث کاهش ۵۰ درصدی مصرف کود نیتروژن می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: کود، پلیت، نیتروژن، شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد دانه، ذرت

* مسئول مکاتبه: bagheri.reza64@gmil.com

مقدمه

مطالعه ۴۰ ساله فائو بیانگر آن است که ۳۳ تا ۶۰ درصد افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در کشورهای مختلف مرهون مصرف کود بوده و این سازمان از کود به عنوان کلید امنیت غذایی نام برده است (همدیل، ۲۰۰۰). در ایران نیز از ۴ میلیون تن کود مصرفی در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴، بیش از ۶۰ درصد را کودهای نیتروژنی تشکیل می‌داد (ملکوتی، ۲۰۰۵). لیکن، با توجه به تولید ۸۸ میلیون تن محصولات کشاورزی در همین سال، کارایی زراعی کودها در کشور به دلایل مختلفی از جمله شستشو از سطح خاک پایین بوده و لازم است با تمهیداتی از طریق تغییر نحوه مصرف و منابع زمان و مقدار کودهای نیتروژنی، افزایش یابد (ملکوتی و همکاران، ۲۰۰۸). از طرفی پیشرفت و توسعه کشاورزی تنها از طریق شناخت علمی و اصولی تأثیر عوامل محیطی در رشد بهینه گیاه امکان‌پذیر می‌باشد. به‌منظور بهبود محیط کشت، به‌کارگیری صحیح نهاده‌های کشاورزی نظیر کود، آب، سموم و بذر اصلاح‌شده 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 به‌کارگیری این روش‌ها در مقیاس وسیع ضروری به‌نظر می‌رسد (ملکوتی و نفیسی، ۱۹۹۵). مصرف مواد غذایی به‌ویژه 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 به‌خصوص در گیاه ذرت می‌باشد (ملکوتی و همکاران، ۲۰۰۸).

ذرت به‌عنوان یک گیاه سریع‌الرشد، در طول دوره رشد نسبتاً کوتاه خود می‌تواند اثرات مختلف مصرف کود نیتروژن را بر عملکرد نشان دهد. تعدادی از محققان 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 محققان اعلام کردند که نیتروژن روی تعداد ردیف دانه در بلال اثر معنی‌داری ندارد ولی باعث افزایش تعداد دانه در ردیف به‌طور معنی‌دار می‌گردد (موسچیلر و همکاران، ۱۹۹۸).

کودهای نیتروژنه به‌خصوص اوره در مدت ۳ تا ۷ روز به آمونیاک تبدیل می‌شوند. بنابراین این کودها به سرعت تحت تأثیر شستشو در خاک قرار گرفته و از دست‌روی به‌صورت بخار از ۱۰ درصد حجم کود در دست‌روی، تثبیت، ایجاد مسمومیت و تصعید و از دست‌روی به‌صورت 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 و... کاهش می‌دهد و یک راه کاهش این اثرات سوء استفاده از کودهای با آزادسازی تدریجی می‌باشد (آلن و همکاران،

۱۹۷۱). کودهای با آزادسازی تدریجی یا کندرها با این هدف تولید شده‌اند که به نحوی قابلیت انحلال سریع کودهای نیتروژنه 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 (فیشر و پامر، ۱۹۹۷).

رایان و هارینگتون (۲۰۰۳) گزارش کردند که کودهای با آزادسازی تدریجی کارایی استفاده از کود نیتروژن را به وسیله کاهش شستشو و از دست‌روی به صورت بخار کاهش می‌دهند. تفاوت بین منابع مختلف کودهای با آزادسازی تدریجی در کارایی نیتروژن به میزان آزادسازی نیتروژن و شکل نیتروژن موجود در این کودها بستگی دارد (منی و همکاران، ۲۰۰۶). گابریس و نوکویچ (۱۹۹۲) اعلام نمودند که استفاده از کودهای با آزادسازی تدریجی انتقال کاتیونی، به خصوص کاتیون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم را در خاک و جذب آن توسط گیاه را تسهیل کرده و باعث بهبود کارایی استفاده از این منابع در خاک می‌شود.

در تحقیقی اثرات 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 S.C 704 بررسی شد و مشخص گردید افزایش میزان نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار درصد پروتئین دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه می‌گردد. در این تحقیق نشان داده شد که با توجه به مسایل زیست‌محیطی و اقتصادی و همچنین کارایی مصرف نیتروژن میزان ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن کندرها در هکتار را برای این هیبرید پیشنهاد می‌شود (منی و همکاران، ۲۰۰۶).

تریمن و آلن (۱۹۷۴) در آزمایشات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای جهت بررسی روند رشد ذرت و واکنش گیاه به منابع مختلف کودی، اعلام کردند که رابطه مستقیمی بین میزان آزاد سازی نیتروژن و رشد گیاه وجود دارد. به این صورت که کود اوره با پوشش گوگردی (SCU)^۱ (باید به نحوی مصرف شود که زمان حداکثر جذب نیتروژن به وسیله گیاه ذرت مصادف با حداکثر آزادسازی نیتروژن به وسیله کود (SCU) باشد.

طبق تحقیقات انجام شده کود پلیت شده اوره و دامی نوعی از کود نیتروژن‌دار با آزادسازی تدریجی است که اثرات بلندمدتی مانند: کاهش خسارت آب‌شویی و افزایش جذب نیتروژن را دارد، همچنین بر روی سلامتی و سطوح تغذیه‌ای خاک اثر مثبت دارد و موجب کاهش مصرف کود اوره و همچنین موجب افزایش کارایی نیتروژن می‌گردد (عیوضی و همکاران، ۲۰۰۸؛ عالمی و همکاران، ۲۰۱۰).

بنابراین هدف از انجام این آزمایش کاهش شستشو و از دست‌رویی نیتروژن و بررسی اثر کود پلیت شده و مخلوط با خاک بر روی عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیک رشد گیاه ذرت بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، انجام شد. منطقه آزمایشی در ۱۸ کیلومتری شمال‌غربی شهرستان ورامین و ۱۵ کیلومتری شرق تهران واقع شده است. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۰۵۰ متری 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. نتایج فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک محل آزمایش در (جدول ۱) نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک محل آزمایش

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدبته کل شیاع	درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌اکی‌والان بر ۱۰۰ گرم خاک)	کلسیم تبادل (میلی‌اکی‌والان بر ۱۰۰ گرم خاک)	سدیم تبادل (میلی‌اکی‌والان بر ۱۰۰ گرم خاک)	ظرفیت تبادل کاتیون (CEC) (میلی‌اکی‌والان بر ۱۰۰ گرم خاک)
۲/۵۳	۷/۷	۰/۰۷	۰/۹	۰/۷	۱۰/۹۸	۰/۵۸	۱۳/۵۸

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل‌های مورد مطالعه شامل: دو، نحوه مصرف کود: به‌صورت پخش در سطح (a₁) و مصرف به‌صورت پلیت (a₂) و چهار سطح کود نیتروژن و دامی شامل: (b₁: (N₄₆P₆₀₀), (b₂: (N₉₂P₆₀₀), (b₃: (N₁₃₈P₆₀₀) و (b₄: (N₁₈₄P₆₀₀) کیلوگرم در هکتار بود. که در مجموع ۸ تیمار مورد بررسی قرار گرفت. در تمام کرت‌ها ۶۰۰ کیلوگرم کود دامی به‌صورت پخش در سطح (a₁) و پلیت شده (a₂) استفاده شد. رقم مورد آزمایش ذرت سینگل کراس ۷۰۴ بود. علت استفاده از کود دامی در تیمارهای به‌صورت پلیت به‌عنوان یک متصل‌کننده^۱ بوده تا به واسطه آن از شستشوی سریع نیتروژن به‌وسیله، پوششی که اطراف کود اوره ایجاد می‌کند، جلوگیری شود. در جدول ۲ برخی از خصوصیات کود

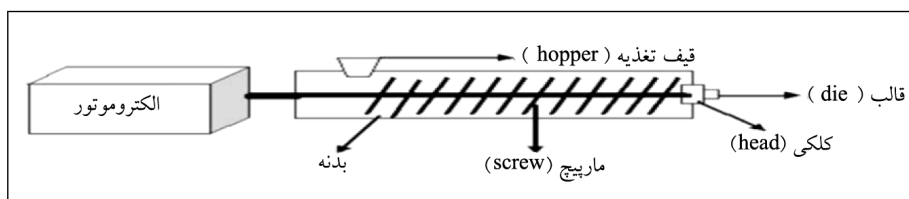
دامی مورد آزمایش آورده شده است. در این تحقیق یک ماشین پلیت‌کننده از نوع ماریپچ ساده (تک‌پیچ)^۱ به‌منظور تهیه پلیت‌ها با شرایط موردنظر طراحی و ساخته شد. انواع پلیت‌کننده‌ها بر حسب شیوه ساخت به دو نوع پلیت‌کننده ساده (تک‌پیچ) و پلیت‌کننده‌های دوقلو تقسیم‌بندی می‌شوند. در پلیت‌کننده تک‌پیچ انتقال مواد بر پایه اصطکاک بین مواد و دیواره بدنه و ماریپچ صورت می‌گیرد (عالمی و همکاران، ۲۰۱۰) که در این تحقیق از این نوع پلیت‌کننده استفاده شد (شکل ۱). مواد مورد نیاز برای تولید پلیت، کود دامی از نوع گاوی پوسیده و کود اوره (۴۶ درصد) می‌باشد که برای درجه‌بندی کود دامی از الک با اندازه ۱۰ استفاده گردید. اندازه الک به‌عنوان یک فاکتور مهم و مؤثر در کیفیت پلیت‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است (عالمی و همکاران، ۲۰۱۰).

جدول ۲- بعضی از خصوصیات کود دامی (گاوی) مورد آزمایش

pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نیترژن درصد	فسفر درصد	پتاسیم درصد	کربن کل	منگنز آهن	روی	مس
۷/۴۶	۲۶۲	۲/۰۶	۰/۸۱	۳/۷۸	۴۲	۱/۵۴	۴۲۰۳	۵۰۸۷
میلی‌گرم در کیلوگرم								
								۱۳۲۱

فسفر به‌میزان ۱۲۵ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار قبل از کشت استفاده گردید. ابعاد کرت‌ها شامل پنج ردیف ۸ متری با فاصله ۷۵ سانتی‌متری بود. کاشت با فاصله ۲۰ سانتی‌متری در هر ردیف در نظر گرفته شد. و هر کرت توسط دو ردیف نکاشت از کرت کناری جدا شد. اعمال تیمارها در چهار مرحله براساس مقادیر در نظر گرفته شده، به‌صورت ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار قبل از کاشت و مابقی آن به‌طور مساوی در سه مرحله ۸ برگی شدن، ظهور کامل گل نر، و ابتدای پر شدن دانه مصرف گردید (کوچکی و همکاران، ۱۹۹۰).

تاریخ کاشت اول خردادماه ۱۳۸۸ بود و در مرحله ۲ تا ۳ برگی تنک کردن انجام شد. قبل از کاشت با علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی مبارزه شد و هیچ‌گونه آفت و بیماری در طی دوره رشد مشاهده نشد.



شکل ۱- دستگاه پلیت کننده (تک پیچ)

برداشت نهایی به هنگام رسیدن فیزیولوژیک دانه‌های ذرت که با تشکیل لایه سیاه رنگ در قاعده هر دانه مشخص می‌شود، صورت گرفت. در برداشت نهایی ۱۵ بوته از وسط هر کرت از سطح خاک بریده شد. طول بلال، تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در هر ردیف برای کلیه بلال‌ها اندازه‌گیری شده و میانگین آن محاسبه گردید. شاخص برداشت از طریق تقسیم میزان عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک محاسبه شد. دانه‌های هر بلال جدا شده، پس از خشک کردن و انتخاب نمونه‌های ۱۰۰ تایی توزیع شده و از این طریق وزن هزاردانه محاسبه شد. جهت محاسبه شاخص‌های رشد در طول آزمایش در مجموع ۷ بار با فاصله زمانی هر دو هفته نمونه‌برداری از خطوط ۲ و ۳ انجام گردید و در هر بار نمونه‌برداری مساحت ۰/۶۶ مترمربع برداشت شد. جهت محاسبه شاخص سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج مدل T. Area Meter HVN₁₂₂₃ استفاده شد. در کلیه برداشت‌ها وزن ماده خشک اندام‌های هوایی اندازه‌گیری شد برای این منظور نمونه‌ها ۲۴ تا ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شد و وزن خشک آن‌ها محاسبه گردید. با اندازه‌گیری دو عامل سطح برگ و وزن خشک، مقادیر شاخص‌های فیزیولوژیک رشد مانند شاخص سطح برگ (LAI)^۱، سرعت رشد محصول (CGR)^۲، سرعت جذب خالص (NAR)^۳ به کمک محاسبات عددی با استفاده از معادلات زیر به دست آمد (گاردنر و همکاران، ۱۹۹۰).

$$LAI = \frac{LA_1 + LA_2}{2} \times \frac{1}{GA}$$

$$CGR = \frac{W_2 - W_1}{GA(t_2 - t_1)}$$

$$NAR = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \times \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{A_2 - A_1}$$

1- Leaf Area Index

2- Crop Growth Rate

3- Net Assimilation Rate

در معادلات فوق A_1 ، LA_1 ، A_2 و LA_2 به ترتیب سطح برگ اولیه و ثانویه بر حسب مترمربع، GA سطح زمینی که توسط گیاه اشغال می‌شود بر حسب مترمربع، W_1 : وزن خشک اولیه، W_2 : وزن خشک ثانویه بر حسب گرم در مترمربع، t_1 : زمان نمونه‌برداری اولیه، t_2 : زمان نمونه‌برداری ثانویه بر حسب روز می‌باشد. کلیه شاخص‌های فیزیولوژیک رشد براساس شاخص حرارتی درجه روز رشد (GDD) بیان شد. محاسبه GDD نیز با استفاده از میانگین درجه حرارت‌های حداقل و حداکثر روزانه و با احتساب عدد ۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان صفر پایه برای ذرت محاسبه شد (تولینار و اجودیر، ۱۹۹۲). درجه حرارت روزانه هوا از زمان کاشت تا پایان برداشت از ایستگاه هواشناسی ورامین استخراج شد. داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس شد و میانگین‌ها به‌وسیله آزمون چنددامنه‌ای LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند در این پژوهش برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه: نتایج مربوط به تجزیه واریانس عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در جدول (۳) ارایه شده است. نتایج نشان داد نحوه مصرف کود و میزان کود نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل نحوه مصرف کود و میزان کود نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است (جدول ۳). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه در مقادیر مختلف کود به‌ترتیب به تیمار ۱۸۴ و ۴۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعلق داشت (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های محققانی که بیان داشتند افزایش عملکرد دانه در اثر افزایش مقدار کود نیتروژن به‌دست می‌آید، مطابق داشت (هوبر و همکاران، ۱۹۹۷؛ تویتنس و مکفیلیس، ۲۰۰۳). بیش‌ترین و کم‌ترین میزان عملکرد دانه در تیمارهای نحوه مصرف به‌ترتیب به روش پلیت (۹۹۰/۸ کیلوگرم در هکتار) و پخش در سطح (۸۱۸/۵ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد کاربرد کودهای کندرها کارایی مصرف کود را افزایش داده و عملکرد بیش‌تر دانه در واحد سطح را موجب گردیده است (کودهای و کودون، ۱۹۹۷). بررسی اثرات متقابل نحوه مصرف و مقدار کود نشان داد بیش‌ترین میزان عملکرد دانه به تیمار هشتم، ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن به‌صورت پلیت اختصاص داشت (شکل الف-۲). همچنین تفاوت معنی‌داری بین تیمار چهارم، ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن به‌صورت پخش در سطح زمین و تیمار ششم، ۹۲ کیلوگرم نیتروژن به‌صورت پلیت وجود نداشت. مصرف کود کندرها و افزایش سطوح نیتروژن، به‌دلیل ایجاد مخزن قوی منجر به افزایش تعداد دانه در بلال می‌شود و به دنبال آن باعث افزایش عملکرد بیش‌تر می‌شود (منی و همکاران، ۲۰۰۶).

گزارش‌های مختلف نشان داده است که سرعت رشد گیاه در طول مدت ابریشم‌دهی که ارتباط زیادی با تعداد دانه در بلال و در نهایت عملکرد دانه دارد به‌طور مؤثری تحت تأثیر مصرف نیتروژن قرار می‌گیرد که این نتایج با نتایج محققانی که بیان داشتند، عملکرد ذرت به‌طور معنی‌داری از افزایش سطوح کود نیتروژن با آزادسازی تدریجی تأثیر می‌پذیرد، مطابقت داشت (منی و همکاران، ۲۰۰۶)

جدول ۳- تجزیه واریانس داده‌های عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در ذرت

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

* و ** معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد، ^{ns} غیرمعنی‌داری.

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 درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب به تیمار ۱۸۴ و ۴۶ کیلوگرم نیتروژن تعلق داشت (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های دیگر محققان مطابقت داشت (موسچیلر و همکاران، ۱۹۹۸). توزیع کود به‌صورت پلیت (a₂) منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌دار شد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد بهره‌گیری بیش‌تر گیاه از شرایط تغذیه‌ای با نیتروژن کافی، افزایش عملکرد ماده خشک کل در این تیمار را به همراه داشت که موجب افزایش عملکرد گردیده است (کودهای و کودون، ۱۹۹۷). این نتایج با یافته‌های پژوهش‌گرانی که گزارش دادند کود نیتروژن با آزادسازی تدریجی در مقایسه با کودهای نترات آمونیوم، سولفات آمونیوم و اوره به‌طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و افزایش کارایی مصرف نیتروژن در ذرت می‌گردد، مطابقت داشت (امال و همکاران، ۲۰۰۷).

شاخص برداشت: افزایش کود نیتروژن تا ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار، افزایش معنی دار شاخص برداشت را به همراه داشت (جدول ۴). همچنین اثر متقابل روش توزیع و سطوح نیتروژن در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳). تیمار کودی ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن با شاخص برداشت ۵۳/۴۷ درصد بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۴). 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 (d₂) باعث افزایش کارایی استفاده از کود و افزایش محصول اقتصادی شد، به طوری که در این روش بیشترین شاخص برداشت به دست آمد (جدول ۵). در بین تیمارها بیشترین میزان شاخص برداشت در توزیع ۱۸۴ کیلوگرم کود به روش پلیت به دست آمد (شکل ۲-ج).

درصد پروتئین دانه: اثرات روش مصرف و مقدار کود نیتروژن بر درصد پروتئین دانه در سطح ۱ درصد و اثرات متقابل آن‌ها در سطح ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۳). مقدار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و مصرف به صورت پلیت بیشترین درصد پروتئین دانه را ایجاد نمودند (جدول‌های ۴ و ۵). تفاوت هر چهار تیمار کود نیتروژن از نظر درصد پروتئین معنی دار بود. افزایش درصد پروتئین در تیمارهای پلیت نسبت به پخش در سطح زمین محسوس تر بود. برخی محققان نتیجه گرفتند میزان کود نیتروژن و به کارگیری روش مناسب در افزایش کارایی استفاده از کود نیتروژن، افزایش درصد پروتئین دانه را به دنبال دارد (کریتو و بلاکمر، ۲۰۰۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در فاکتور مقادیر مختلف کود در ذرت

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

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

اجزای عملکرد دانه: اثرات نحوه مصرف و سطوح نیتروژن و اثرات متقابل نحوه مصرف و میزان کود نیتروژن بر تعداد ردیف دانه در بلال معنی‌دار نبود (جدول ۳). برخی از محققان گزارش دادند اثر افزایش کود نیتروژن بر تعداد ردیف دانه در بلال معنی‌دار نمی‌باشد این نتایج با نتایج سایر محققان یکسان بود (موسچیلر و همکاران، ۱۹۹۸). تفاوت تعداد دانه در ردیف برای نحوه مصرف و میزان کود نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد در حالی که این صفت برای اثر متقابل نحوه مصرف و مقدار کود در سطح ۵ درصد درصد معنی‌دار شد.

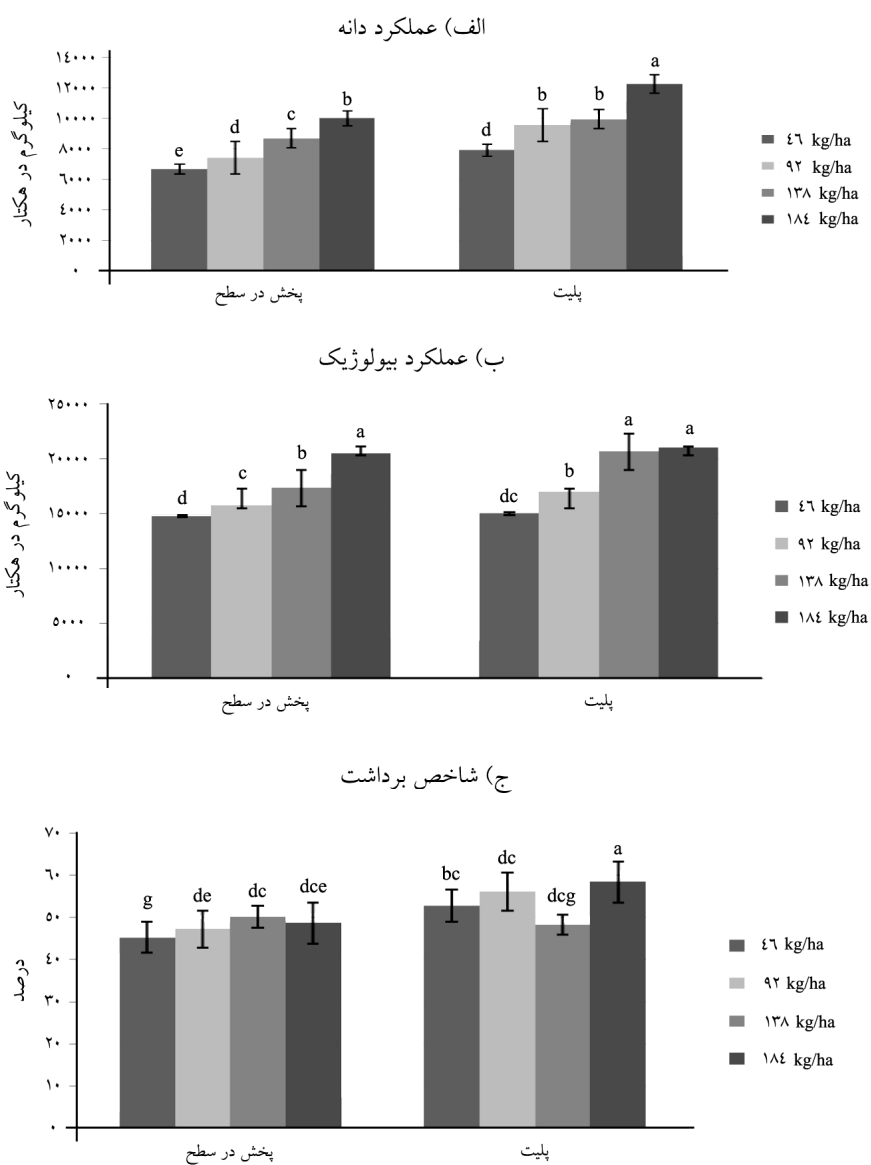
مطالعات مختلف نشان داد که وجود نیتروژن کافی باعث افزایش تعداد دانه‌ها به دلیل کاهش عقیمی گلچه‌ها می‌شود، اثرات مثبت نحوه مصرف کود و میزان کود نیتروژن توسط دیگر محققان گزارش شده است (باجوا و همکاران، ۱۹۸۷؛ هوبر و همکاران، ۱۹۹۷). اثرات نحوه مصرف و میزان کود در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و اثرات متقابل روش مصرف و میزان کود نیتروژن بر وزن هزاردانه معنی‌دار نبود (جدول ۳).

بیش‌ترین و کم‌ترین وزن هزاردانه به ترتیب به تیمارهای کودی ۱۸۴ و ۴۶ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار اختصاص داشت (جدول ۴). همچنین اثرات متقابل نحوه مصرف و میزان کود نیتروژن بر روی وزن هزاردانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). تیمار ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با ۲۷۰/۳۳ گرم بیش‌ترین وزن هزاردانه را دارا بود (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های دیگر محققان مبنی بر افزایش وزن هزاردانه به‌زای افزایش میزان نیتروژن مطابقت داشت (هوبر و همکاران، ۱۹۹۷). استفاده از روش پلیت منجر به افزایش معنی‌دار وزن هزاردانه نسبت به روش پخش در سطح شد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در فاکتور الگوی توزیع کود در ذرت

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

میانگین‌های هر ستون که دارای حرف مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد به روش LSD معنی‌دار نمی‌باشد.



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ذرت (میانگین هر ستون که دارای حرف مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد به روش LSD معنی‌دار نمی‌باشد)

خصوصیات فیزیولوژیک: با توجه به شکل ۳ حداکثر شاخص سطح برگ (LAI) برای روش مصرف کود به صورت پخش در سطح زمین برابر با $3/9$ و مربوط به تیمار ۴ (مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن) و کمترین LAI برابر با $2/9$ از تیمار ۱ (۴۵ کیلوگرم نیتروژن به صورت پخش در سطح) در حدود ۱۲۰۰ درجه روز رشد به دست آمد و در روش مصرف کود به صورت پلیت با توجه به شکل ۳ حداکثر LAI به مقدار $4/5$ در تیمار ۸ (۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت پلیت) به دست آمد که $0/6$ بیش تر از همین مقدار کود مصرفی نسبت به روش مصرف به صورت پخش در سطح زمین بود. و کمترین LAI برابر با $3/5$ مربوط به تیمار ۵ (۴۵ کیلوگرم نیتروژن به صورت پلیت) به دست آمد. افزایش مقدار کود نیتروژنه شاخص سطح برگ را افزایش داده است همچنین در تمام سطوح کود نیتروژن به صورت پلیت شاخص سطح برگ نسبت به مصرف کود به صورت پخش در سطح زمین افزایش بیشتری نشان داده است که بیانگر این مطلب است که گیاه در روش مصرف کود به صورت پلیت مقدار بیشتری نیتروژن جذب نموده است تا به صورت پخش در سطح زمین، در نتیجه شاخص سطح برگ افزایش یافته و همان طور که می دانیم افزایش شاخص سطح برگ به عنوان یکی از عوامل مهم در انجام فتوسنتز جامعه گیاهی، موجب افزایش عملکرد گیاه نیز شده است. در شکل (۲- الف) به وضوح می توان مشاهده کرد با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به صورت پلیت، به طور میانگین ۱۲۱۲۰ کیلوگرم دانه در هکتار می توان داشته باشیم.

سرعت رشد محصول تقریباً تا مراحل گرده افشانی مرتباً افزایش یافته و سپس روند نزولی به خود می گیرد و در مرحله رسیدگی به صفر نزدیک می شود. افزایش CGR در ابتدای فصل رشد به طور عمده به زیاد شدن سطح برگ نسبت داده می شود (قاسمی و همکاران، ۲۰۰۱). از آنجایی که برگ ها عامل اصلی فتوسنتز و افزایش ماده خشک در واحد سطح می باشند، می توان انتظار داشت که تیماری که LAI بالاتری داشته، CGR بالاتر نیز داشته باشد و کاهش سرعت رشد محصول در اواخر دوره رشد به علت کاهش فتوسنتز خالص و همچنین مصرف بیش تر کربوهیدرات ها در مسیر تنفس نسبت داد (قاسمی و همکاران، ۲۰۰۱).

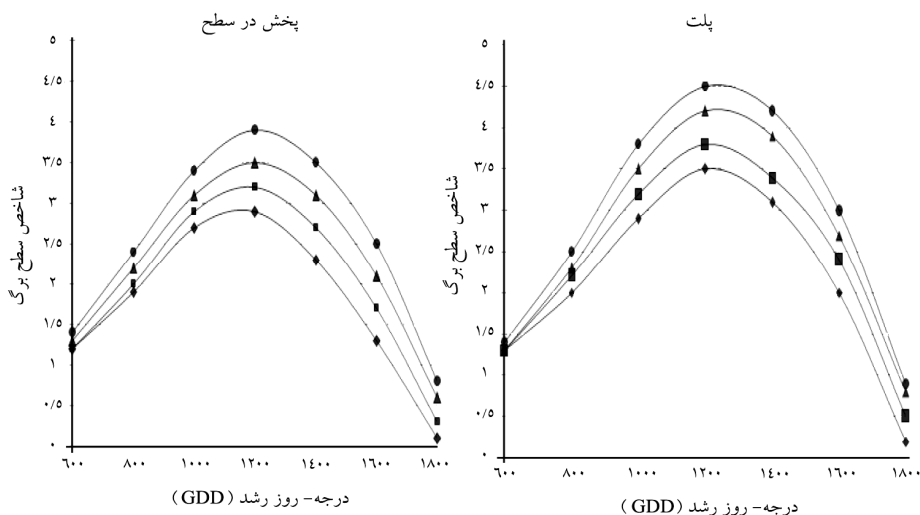
این روند را در شکل ۴ می توان به وضوح مشاهده نمود به طوری که با مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت پلیت مقدار CGR حداکثر و با مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن به صورت پخش در سطح زمین مقدار CGR حداقل می باشد. به این ترتیب می توان نتیجه گرفت که مقدار CGR رابطه مستقیمی با نحوه مصرف کود نیتروژن برای گیاه داشته است. از آنجا که کود پلیت شده،

نیتروزن را به تدریج رها نموده و در اختیار گیاه قرار داده است گیاه توانسته که رشد مناسب تری داشته و سطح برگ بیشتری جهت انجام فتوسنتز تولید نماید و این ویژگی در روش پخش در سطح کم تر مشاهده می شود.

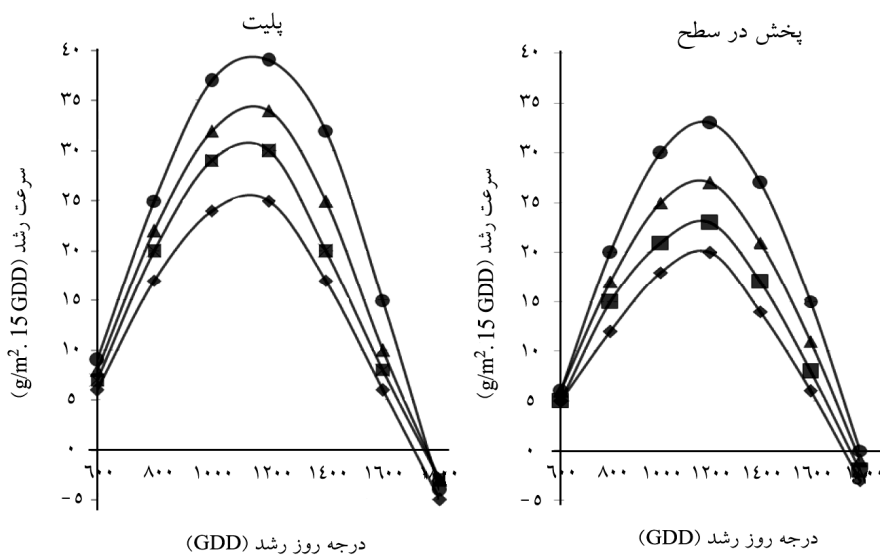
در هر دو روش مصرف کود، بیشترین سرعت جذب خالص مربوط مصرف ۱۸۴ کیلوگرم نیتروزن خالص در هکتار است ولی این افزایش سرعت جذب خالص در تیمارهای مصرف به صورت پلیت محسوس تر می باشد. این امر با توجه به شکل ۵ که نشان دهنده شاخص سطح برگ به دنبال استفاده از تیمارهای مختلف روش مصرف کود است، کاملاً مطابقت دارد. از آنجا که گیاه با مصرف کود نیتروزن به صورت پلیت به منبع با ثبات تری از نیتروزن دست یافته است در نتیجه توانسته است سطح برگ خود را بیش تر افزایش دهد. در نتیجه مواد فتوسنتزی بیش تری ساخته که موجب افزایش NAR گردیده است.

مطالعه حاضر نشان داد که عملکرد دانه تحت تأثیر نحوه مصرف کود و سطوح مختلف کود نیتروزن قرار گرفت (جدول ۳). همان طور که در شکل (۲- الف) نشان داده شده است، افزایش سطوح نیتروزن و مصرف کود به صورت کندها، به دلیل ایجاد مخزن قوی منجر به افزایش تعداد دانه در ردیف می شود و به دنبال آن باعث افزایش عملکرد می شود (منی و همکاران، ۲۰۰۶). 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 مؤثری تحت تأثیر مصرف نیتروزن قرار می گیرد که این نتایج با نتایج منی و همکاران (۲۰۰۶) که بیان داشتند، عملکرد ذرت به طور معنی داری از افزایش سطوح کود نیتروزن با آزادسازی تدریجی تأثیر می پذیرد، مطابقت داشت.

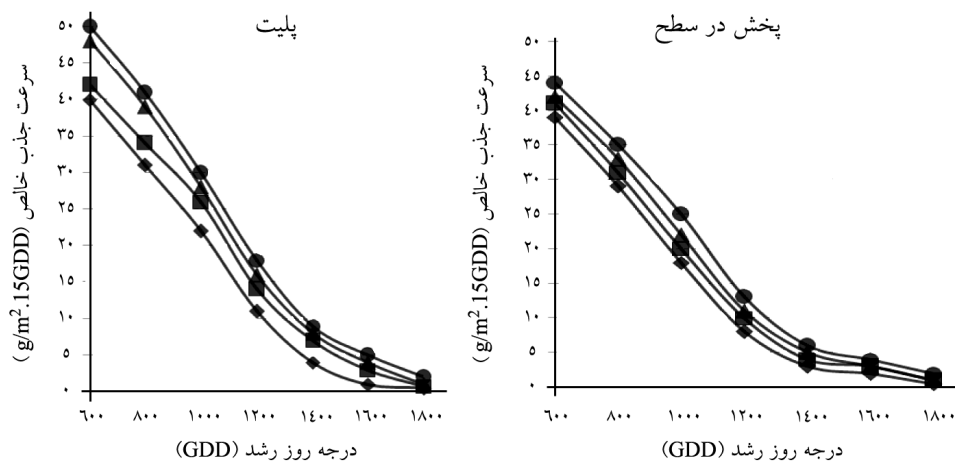
به طور کلی می توان نتیجه گرفت هر چند کاربرد کود نیتروزن باعث افزایش عملکرد دانه می گردد، اما تفاوت معنی داری در عملکرد دانه بین تیمار ۴ (۱۸۴ کیلوگرم نیتروزن در هکتار به صورت پخش در سطح زمین) و تیمار ۶ (۹۲ کیلوگرم نیتروزن در هکتار به صورت پلیت) به دلیل کاهش شستشو نیتروزن و آزادسازی تدریجی نیتروزن در کود پلیت، وجود نداشت (شکل ۲- الف)، پس با استفاده از کود پلیت می توان مصرف کود نیتروزن را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. اگرچه 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 درصد کود پلیت نسبت به مصرف کود به صورت پخش در سطح زمین تنها به خاصیت اصلاحی کود دامی نسبت داد.



شکل ۳- منحنی تغییرات سطح برگ براساس درجه-روز رشد در تیمار نحوه مصرف کود، تیمار ۴۶ (◆)، تیمار ۹۲ (■)، تیمار ۱۳۸ (▲)، تیمار ۱۸۴ (●)



شکل ۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول براساس درجه-روز رشد در تیمار نحوه مصرف کود، تیمار ۴۶ (◆)، تیمار ۹۲ (■)، تیمار ۱۳۸ (▲)، تیمار ۱۸۴ (●)



شکل ۵- روند تغییرات سرعت جذب خالص براساس درجه- روز رشد در تیمار نحوه مصرف کود، تیمار ۴۶ (◆)، تیمار ۹۲ (■)، تیمار ۱۳۸ (▲)، تیمار ۱۸۴ (●)

منابع

- Alemi, H., Kianmehr, M.H., and Borghae, A.M. 2010. Effect of pellet processing of fertilizer on slow-release nitrogen in soil. *Asian J. Plant Sci.* 9: 2. 74-80.
- Allen, S.E., Hunt, C.M., and Terman, G.L. 1971. Nitrogen release from sulfur coated urea, as affected by coating weight, placement. *Agron. J.* 63: 529-533.
- Amal, G.A., Zaki, N.M., and Hassanein, M.S. 2007. Response of grain sorghum to different nitrogen sources. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 3:6. 1002-1008.
- 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 J. Agron. Res.* 31: 325-329.
- Cerato, M.E., and Blackmer, A.M. 1990. Relationships between grain nitrogen concentrations and the nitrogen status of corn. *Agron J.* 82: 744-749.
- Chudhary, M.R., and Prihar, S.S. 1974. Comparison of banded and broadcast fertilizer applications in relation to compaction and irrigation in maize and wheat. *Agron. J.* 66: 560-564.
- Eyvazi, J., Iran Nejad, H., and Kianmehr, M.H. 2008. Effect of slow-release from mixed pellet fertilizer of urea and dry cow manure in wheat yield and its components M.Sc. Thesis, Department of Agronomy, College of Aboureihan, University of Tehran, Iran (In Persian).
- Fisher, K.S., and Pamer, F.E. 1997. *Tropical maize in physiology of tropical field crop.* Johan Willy and Sons, Toronto, Singapore, 664p.

- Gabbris, L., and Nokovic, J. 1992. Migration of basic cations in soil profile by effect of fertilization with industrial fertilizer. (1-2-3): 145-153.
- Gardner, F., Balle, P.R., and Mccloud, D.E. 1990. Yield characteristics of ancient races of maize compared to a modern hybrid. *Agron. J.* 82: 864-868.
- Ghasemi Pirbaloti, A., Akbari, Gh., and Nasiri, V.M. 2001. Effects of nitrogen fertilizer on dry matter allocation and corn growth parameters. Iran 7th Cong. Agron. and Plant Breed. Karaj. 34p (In Persian).
- Hamdallah, G. 2000. Soil fertility management: the need for new concepts in the region. Regional Workshop on Soil Fertility Management Through Farmer Field Schools in the Near East, Amman, Jordan.
- 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 Sci.* 24: 277-281.
- Koocheki, M., Malakouti, M.G., and Saffari, H. 1990. Sustainable agriculture. Jahad Daneshgahi Mashhad press, 56p.
- Malakouti, M.G., and Nafisi, V.M. 1995. Fertilizer on Agricultural Lands. Tarbiat Modarres University Press, 276p (In Persian).
- Malakouti, M.J. 2005. The trends in nitrogen fertilizer use and the necessity for increasing nitrogen use efficiency (NUE) in the calcareous soils of Iran. 1st International Iranian Urea/Ammonia Conference, Ministry of Oil, Tehran, Iran.
- Malakouti, M.J., Bybordi, A., Lotfollahi, M., Shahabi, A.A., Siavoshi, K., Vakil, R., Ghaderi, J., Shahabifar Majidi, J., Jafarnajadi, A.R., Dehghani, F., Keshavarz, M.H., Ghasemzadeh, M., Ghanbarpouri, R., Dashadi, M., Babaakbari, M., and Zaynalifard, N. 2008. Comparison of complete and sulfur coated urea fertilizers with pre-plant urea in increasing grain yield and nitrogen use efficiency in wheat. *J. Agric. Sci. Technol.* 10: 173-183 (in Persian).
- 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. Environ. Sci.* 1: 3. 239-242.
- Moscheler, W.W., Shear, G.M., and Martens, D.C. 1998. Comparative yield and fertilizer efficiency of no tillage and conventionally tilled corn. *Agron J.* 64: 229-231.
- Ryan, J.S., and Harington, N. 1986. Crop and laboratory evaluation of nitrogen release from sulfur-coated urea and osmocote. *Lebanese Sci. Bol.* 2: 1. 5-15.
- Terman, G.L., and Allen, S.E. 1974. Losses corn nitrogen and mineral nutrients from corn growth in greenhouse pot experiment. *Soil. Soc. Amer. Proc.* 38p.
- Tollenaar, M., and Aguidera, A. 1992. Radiation use efficiency of an old and a new maize hybrid. *Agron. J.* 84p.
- Tveitnes, S., and Mcphilips, J.K. 2003. Maize yield response to nitrogen and potassium, and sulphur in fertilizers under continuous cultivation in the southern province of Zambia. *J. Agric. Sci.* 3: 2. 181-189.



The effect of slow releasing nitrogen from pellet fertilizer of nitrogen and manure on grain yield and some physiological Characteristics of corn

***R. Bagheri¹, Gh.A. Akbari², M.H. Kianmehr³ and Z. Tahmasbi-Sarvastani⁴**

¹M.Sc. Student, Dept. of Agronomy, University of Tehran, ²Assistant Prof., Dept. of Agronomy, University of Tehran, ³Associate Prof., Dept. of Mechanic Agricultural Machinery, University of Tehran, ⁴Associate Prof., Dept. of Agronomy, Tarbiat Modares University

Abstract

A field study was conducted at Abourehan research farm of Tehran University in 2009 to find out the effects of slow releasing nitrogen from pellet fertilizer of nitrogen and manure on grain yield and some Physiological Characteristics of corn (Single Cross 704). The factorial design of the study comprised of randomized complete block with three replications. Factors this experiment involved: first factor was Two levels of application method fertilizer include (pellet and mixed with soil) and second factor was four levels of nitrogen fertilizer pulse manure include (46+600, 92+600, 138+600 and 184+600 kg ha⁻¹) In this research, a Screw Extruder setup was designed and manufactured. N fertilizer Increasing from 46 to 184 kg/ha had significant effect on all yield and yield components traits except number of rows per ear. Maximum grain yield was obtained with pellet and 184 N kg/ha treatment. Also LAI, CGR and NAR curve was maximum with applying pellet and 184 N kg/ha treatment. Results showed pellet method through decreasing of leaching and slow releasing of N, cause low consumption of N to 50%.

Keywords: Fertilizer; Pellet; Physiological characteristics; Grain yield; *Zea mays*

* Corresponding Author; Email: bagheri.reza64@gmail.com

