

تأثیر کاربرد اوره کند رها بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت علوفه‌ای

مسعود ترابی^{۱*}، علی نادری عارف^۲، سمانه عبدوسی^۳، نجمه کمالی اندانی^۴

۱. دانشیار پژوهش بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
۲. استادیار، بخش تحقیقات پنبه، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳. بخش تحقیقات آبخیزداری و بهره‌وری آب و خاک، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۴. بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

*. نویسنده مسئول: masoud.agro.ir@gmail.com

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۹/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۵/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۰

ترابی، م.، نادری عرف، ع.، عبدوسی، س.، کمالی اندانی، ن. ۱۴۰۴. تأثیر کاربرد اوره کند رها بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت علوفه‌ای. مجله ترویجی علوفه و خوراک دام. ۶ (۱): ۲۱-۱۰

چکیده

با توجه به آلودگی‌های منابع آب و خاک ناشی از مصرف بالای کود نیتروژنه، قابلیت شستشوی آسان این کود؛ از طرفی افزایش قیمت کود اوره، توصیه و کاربرد کودهای کند رها و پوشش‌دار با هدف اینکه عنصر نیتروژن را به تدریج و منطبق بر نیاز گیاه در اختیار بوته‌ها قرار دهند بایستی در دستور کار قرار گیرد. با هدف حفظ و افزایش عملکرد ذرت علوفه‌ای از طریق کاربرد کود کند رها، این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ در ایستگاه مرکزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران اجرا شد. تیمارها شش گانه شامل مصرف اوره با پوشش پلیمری سوراس به میزان ۷۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار، مصرف کود اوره معمولی به میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و شاهد بدون مصرف هیچگونه کود نیتروژنه انتخاب شد. نتایج نشان داد که تأثیر کود کند رها بر کلیه صفات مورد بررسی از جمله میزان ماده خشک، وزن بلال و عملکرد علوفه تر معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که اثر تیمار مصرف ۱۸۰ کیلو اوره معمولی، بر روی صفات مورد بررسی با کمترین سطح اوره کند رها یعنی ۵۰ کیلوگرم در هکتار برابر بود. کاربرد سطوح بالاتر، منجر به بهبود کلیه صفات مورد بررسی شد، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد علوفه تر به میزان ۶۹۱/۵۹ تن در هکتار و عملکرد علوفه خشک به میزان ۳۹۸/۱۱ تن در هکتار از مصرف ۱۲۵ کیلو کود اوره کند رها سوراس حاصل شد. این در حالی است که تیمار شاهد کمترین عملکرد علوفه تر به میزان ۳۴/۳۲۵ تن در هکتار و کمترین علوفه خشک به میزان ۶۷۰/۷۵ تن در هکتار به خود اختصاص داد. بدین ترتیب، به نظر می‌رسد که در شرایط مشابه، با مصرف این مقدار از کود کند رها، هم عملکرد افزایش خواهد یافت و هم در مصرف کود اوره، به میزان قابل توجهی صرفه‌جویی خواهد شد.

واژه‌گان کلیدی: کند رها، ذرت، علوفه، عملکرد، نیتروژن

بیان مسئله

برنامه اصلاح الگوی کشت کشور با هدف افزایش بهره‌وری آب و انرژی؛ همچنین افزایش راندمان تولید گیاهان زراعی، پژوهش در خصوص جنبه‌های گوناگون تولید با در نظر داشتن مصرف بهینه آب و انرژی (کود، بذر، آفت‌کش‌ها و ...) را کاملاً ضروری می‌سازد (۱۴). ذرت علوفه‌ای در مناطق مستعد جغرافیایی و بدون محدودیت آب، به‌علت داشتن عملکرد بیولوژیک بالا در واحد سطح، سرعت رشد زیاد و سطح برگ بالا، داشتن راندمان بالای مصرف آب به‌علت سیستم فتوسنتزی چهار کربنه، داشتن مواد قندی، نشاسته‌ای و عملکرد زیاد یکی از مهمترین گیاهان جهت تولید علوفه سبز، دانه و سیلاژ محسوب می‌شود. یکی از دلایل خلا عملکرد بین پتانسیل بالقوه و بالفعل این محصول ناشی از حاصلخیزی پایین یا تغذیه گیاهی نامطلوب است (۱).

در سال ۱۴۰۰، حدود ۹/۷۳۵ میلیون تن ذرت دامی به ایران وارد شده است، که ارزش آن ۳/۳۶۴ میلیارد دلار بوده است. با توجه به نیاز بالا به خوراک دام در ایران و محدودیت واردات خوراک‌های صنعتی، تولید ذرت علوفه‌ای در داخل کشور می‌تواند وابستگی به واردات را کاهش داده و امنیت غذایی دامداری را تضمین کند. ذرت علوفه‌ای یکی از منابع مهم و غنی انرژی در تغذیه دام‌ها است. کاهش هزینه‌های تولید، سازگاری با شرایط اقلیمی، بهبود کیفیت خوراک، تأمین پایدار خوراک برای دام‌های صنعتی و سنتی از دیگر مزایای کاربرد این گیاهان است (۷).

در بین عناصر غذایی مورد استفاده در گیاهان، به‌ویژه گیاهان علوفه‌ای و از جمله ذرت علوفه‌ای، نیتروژن اهمیت

زیادی در افزایش تولید زیست‌توده و رسیدن به عملکردهای بالا دارد. نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر موجود در ساختمان سبزینه گیاه و ساخت پروتئین‌ها می‌باشد. گزارش شده است که با کاربرد کود نیتروژن، مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی و همچنین شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول ذرت علوفه‌ای در سطوح بالاتر مصرف کود نیتروژن افزایش یافت. کود نیتروژن با تأثیر بر گسترش و نگهداشت سطح سبز برگ و افزایش کارایی فتوسنتزی آن، تولید ماده خشک ذرت را افزایش می‌دهد. افزایش کاربرد نیتروژن منجر به بهبود جوانه‌زنی و استقرار، افزایش ارتفاع و عملکرد ذرت می‌شود (۱۵).

خروج حجم بالای بیوماس از مزرعه ذرت منجر به برداشت حجم زیادی نیتروژن از خاک زراعی می‌شود. عمده کشاورزان برای جبران کمبود عناصر غذایی به استفاده گسترده از کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای نیتروژنه (کود اوره) در حجم انبوه و تقسیط بی‌رویه روی می‌آورند. تغییر شکل میکروبی نیتروژن شامل دریافت آن از جو، معدنی شدن از مواد آلی خاک، نیتریفیکاسیون به فرم‌های با احتمال اتلاف و دنیتریفیکاسیون به شکل‌هایی است که ممکن است به جو بازگردانده شوند (۱۶). فرم‌های نیترا به‌علت حلالیت بالا، به آسانی آبشویی می‌شوند و از محیط ریشه خارج می‌گردند. از مضرات دیگر آبشویی، امکان تبدیل نیترات به نیتريت در عمق خاک است که نیتريت تولیدی به‌عنوان یک ماده سمی، جمعیت میکروبی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد و بر فعالیت‌های زیستی خاک تأثیر منفی خواهد داشت.

از این رو ایجاد فرم‌هایی از کود اوره که به سرعت در آب آبیاری حل نشود و توان انحلال تدریجی را داشته

باشد، می‌تواند هم به کاهش تلفات کود اوره کمک کند که هزینه بالایی برای کشاورزان دارد و هم با رهش تدریجی در ریزوسفر، ریشه گیاه به‌طور مداوم به نیتروژن مورد نیاز دسترسی خواهد داشت. با توجه به برآورد بیلان منفی حدود ۱۴۶/۶ هزار تنی نیتروژن در سال برای خاک‌های ایران (۵)، اهمیت مدیریت نیتروژن موجود بیش از پیش نمایان می‌شود. در ایران مدیریت بهینه کودی بین ۱۱ تا ۱۳ درصد در افزایش عملکرد محصولات مختلف نسبت به مدیریت کودی زارعین مؤثر بوده است. در فاصله سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۹۲ کارایی زراعی نیتروژن در تولید غلات بین ۱۱/۶ تا ۴۸/۳ متغیر و در بیشتر سال‌ها کمتر از ۲۰ کیلوگرم محصول بر کیلوگرم کود بوده است. کارایی کم در استفاده از کودها یکی از چالش‌های اساسی در ایران است. (۶).

به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای اوره کند رها می‌تواند در راستای افزایش بهره‌وری انرژی در مزارع مؤثر واقع شود. اوره کند رها با پوشش پلیمری می‌تواند در مقایسه با اوره معمولی باعث افزایش بهره‌وری نیتروژن (افزایش بهره‌وری انرژی) و عملکرد و اجزای عملکرد را بهبود بخشد. کودهای نیتروژن کندرها به دلیل دارا بودن پوشش‌هایی از جنس لعاب موم، پارافین، رزین و یا گوگرد قابلیت انحلال سریع اوره معمولی را ندارد و در شرایط محیطی، نیتروژن مؤثر آنها به تدریج آزاد می‌شود و در اختیار ریشه گیاه قرار می‌گیرد. با مصرف این کودها تلفات ناشی از آبشویی نیترات و یا دیگر اشکال نیتروژن به حداقل می‌رسد و منبع با ثبات‌تری از نیتروژن قابل جذب فراهم می‌گردد (۱۵۲۰۲۴). خان محمدی و محمدی-راد (۶) با بررسی دو ماده صمغ زانتان و پودر آلژینات قالب‌سازی به‌عنوان پوشش‌های یک لایه و دولایه، نتیجه گرفتند که

پوشش دولایه صمغ زانتان و آلژینات برتری نشان داد. ارزیابی درصد اوره آزاد شده به کل اوره موجود در نمونه‌های ساخته شده توسط ایشان، نشان می‌دهد که این روش فرموله کردن اوره باعث افزایش زمان انحلال به بیش از ۱۲ روز گردید. براساس بررسی‌های انجام شده، در بین انواع کودهای نیتروژن، اوره کندرها با پوشش گوگردی به‌عنوان یکی از بهترین انواع آن معرفی شده است (۱۲).

بر این اساس، هدف از اجرای این پژوهش کاربرد کودهای نیتروژنه کند رها در راستای افزایش بهره‌وری انرژی از طریق جلوگیری از آبشویی کودهای نیتروژنه، آزاد سازی تدریجی و بهنگام نیتروژن در منطقه ریزوسفر و در نتیجه افزایش راندمان تولید در مزارع ذرت علوفه‌ای است، به‌طوری‌که نتیجه این پژوهش از سه جنبه اقتصادی، محیط‌زیستی و افزایش بهره‌وری انرژی در مزارع ذرت علوفه‌ای قابل توجه می‌باشد.

معرفی دستاورد یا راهکار: دستورالعمل پیاده‌سازی:

محل اجرای پروژه

محل اجرای پروژه ایستگاه تحقیقات مرکزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران واقع در ورامین بود. شهرستان ورامین به‌عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی استان، در جنوب شرق استان تهران در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه در ارتفاع تقریبی ۱۰۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. ارتفاع دشت ورامین در بخش شمالی آن ۱۰۰۰ متر از سطح دریاست که با شیب ملایم به طرف کویر و در سمت جنوب تدریجاً از ارتفاع آن کاسته شده است. در انتهای دشت ارتفاع از سطح دریا به ۸۰۰ متر

می‌رسد. وضعیت اقلیمی این دشت در اقلیم خشک تا نیمه خشک قرار دارد. میانگین سالانه دما در این حوضه ۱۹/۶ درجه سانتیگراد بوده و گرم‌ترین ماه سال تیر با میانگین دمای ۱۶/۱ درجه سانتیگراد و سردترین ماه سال بهمن با میانگین دمای ۴/۴ درجه سانتیگراد است. همچنین میانگین بارش بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیمتر در سال است. خشک‌ترین ماه سال مرداد با متوسط بارش صفر میلی‌متر می‌باشد،

همچنین بیشترین بارش مربوط به ماه اسفند و فروردین به میزان ۴۱ میلیمتر است (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۹). خاک زراعی محل اجرای آزمایش دارای بافت لوم رسی، اسیدیته برابر با ۷/۲ و شوری ۱۲۰۰ دسی زیمنس بر متر است که میزان ماده آلی آن ۰/۷۶ درصد می‌باشد (جدول ۱). حد بهینه نیتروژن خاک ۰/۱ تا ۰/۲ درصد می‌باشد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک محل اجرای پروژه - ایستگاه مرکزی تهران

مشخصات	O.C %	N Total %	P(ava) mg.kg ⁻¹	K(ava) mg.kg ⁻¹	Zn mg.kg ⁻¹	Cu mg.kg ⁻¹	Mn mg.kg ⁻¹	Fe mg.kg ⁻¹
روش آزمایش	والکلی بلک	کجدال	اولسن	فلیم فتومتر	اتمیک	اتمیک	اتمیک	اتمیک
SS-03-56	۰/۷۶	۰/۰۷	۲۰/۷۶	۵۲۰/۵	۱/۴	۱/۰۸	۱۲/۵۱	۶/۲۲

روش اعمال تیمارها

با هدف افزایش کارایی عناصر غذایی، از طریق کاربرد کود کند رها، این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه مرکزی مرکز تحقیقات کشاورزی استان تهران در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ اجرا شد. بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) سطوح تیمارها تعیین و شامل عدم مصرف کود (شاهد)، مصرف اوره معمولی به میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد کود کند رها با پوشش پلیمری سوراس به میزان ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار تعیین شد. کود اوره به میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله چهاربرگی، ظهور کاکل، ابتدای مرحله شیری و سطوح کود کند رها سوراس همه در یک مرحله و در زمان کاشت اعمال شد. پس از اجرای عملیات تهیه زمین و پیش از کشت، کرت‌ها مشخص

گردید و مقادیر مورد نظر کود در سطح کرت‌ها به‌صورت دستی پخش و با خاک مخلوط شده و عملیات کاشت با دستگاه پنوماتیک انجام شد. برای کاهش اثرات احتمالی نفوذ کود از طریق آبشویی، هر کرت شامل نه خط کشت به طول هشت متر بود که دو خط طرفین به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. همچنین، در یادداشت‌برداری‌ها و برداشت نهایی ۱ متر از بالا و پایین هر کرت به‌عنوان حاشیه رها شد و ثبت داده‌ها از خطوط میانی انجام شد. فاصله بین تکرارها نیز دو متر لحاظ گردید. تاریخ کاشت ۲۱ تیر ۱۴۰۳ و کشت به‌صورت دستی و دو ردیفه در داغ آب جوی‌ها با فاصله ۲۰ سانتی‌متر انجام شد که بدین ترتیب تراکم نهایی بوته در هکتار ۱۰۰ هزار بوته در هکتار شد. رقم مورد استفاده هیبرید تری‌وی‌کراس ۶۴۷ از ذرت‌های گروه ۶۰۰ و زودرس بود. پس از کاشت، عملیات معمول زراعی از قبیل کنترل علف‌های هرز،

بوته شامل ارتفاع بوته (به سانتیمتر)، وزن تر بوته، وزن خشک بوته، درصد ماده خشک، وزن تر برگ‌های کل بوته، وزن تر ساقه، وزن تر بلال، تعداد بلال در بوته، تعداد برگ هر بوته میانگین‌گیری شد. از کل کرت نیز عملکرد تر و عملکرد خشک کل کرت تعیین شد. برای تعیین وزن خشک، پس از جداسازی اجزای بوته، برگ‌ها به مدت ۴۸ ساعت و ساقه و بلال به مدت ۷۲ ساعت در آون دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. پیش از قرار دادن بلال‌ها در آون، پوشش‌ها و دم بلال جدا شد. داده‌ها در نرم‌افزار اکسل ثبت شد و با استفاده از جدیدترین نسخه در دسترس نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

کودهای سرک توصیه شده توسط آزمون خاک، آبیاری و کنترل آفات و بیماری‌ها در طول فصل اجرا شد. برای کنترل آفت کرم ساقه‌خوار در دو مرحله شش برگی و هشت برگی از حشره‌کش سایپرمترین به میزان ۳۰۰ سی‌سی در هکتار استفاده شد.

اندازه‌گیری صفات و آنالیز داده‌ها

در زمان برداشت از هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب شدند و اندازه‌گیری‌های مرتبط با ویژگی‌های رویشی و اجزای عملکرد این بوته‌ها اندازه‌گیری شد. برای برداشت نهایی به‌منظور تعیین عملکرد تر و خشک علوفه، حاشیه‌ها نگه داشته شدند و کل کرت برداشت و محصول هر کرت به هکتار تعمیم داده شد. صفات مورد بررسی ده



شکل ۱- مراحل ابتدایی رشد و وجین علف‌های هرز



شکل ۲- جداسازی اجزای مختلف بوته برای میانگین‌گیری اجزای تشکیل دهنده بوته (چپ) و تعیین ارتفاع بوته (راست)



شکل ۳- تعیین وزن خشک ساقه

نتایج و بحث

نتایج حاصل از اجرای آزمایش نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته به میزان $232/33$ سانتیمتر در نتیجه کاربرد کود کند رها سوراس به میزان 125 کیلوگرم در هکتار حاصل شد، این در حالی است که با تیمار 100 کیلوگرم از مصرف این کود در یک گروه آماری قرار گرفت. کمترین ارتفاع بوته از تیمار شاهد بدون مصرف اوره اندازه گیری شد که به طور میانگین $208/7$ سانتی متر بود (جدول ۲). از نظر وزن تر بوته، اختلاف تیمارها کاملاً معنی دار بود و تیمار 125 کیلوگرم کود کند رها سوراس با $596/07$ گرم بهترین تیمار بود. کاربرد 180 کیلوگرم اوره معمولی و 50 کیلوگرم کود کند رها به ترتیب با $442/8$ و $453/33$ گرم در یک گروه تیماری قرار گرفتند که نشان می دهد، حتی کمترین مقدار کاربرد کود کند رها از نظر این صفت به کاربرد اوره معمولی برتری دارد. از نظر وزن خشک بوته، تیمار 125 کیلوگرم کود کند رها سوراس برتری نشان داد که با تیمار 100 کیلوگرم این کود در یک گروه آماری قرار گرفتند، به طوری که میانگین وزن خشک بوته حاصل از آنها به ترتیب $121/2$ و $104/87$ کیلوگرم بود (جدول ۲).

مصرف 125 کیلوگرم از کود کند رها باعث تولید بیشترین وزن تر برگ در بوته به میزان $72/7$ گرم شد که با تیمار 100 کیلوگرم کود کند رها تفاوت معنی داری را نشان

نداد (جدول ۲). کمترین وزن تر برگ به میزان $59/23$ گرم در شرایط عدم کاربرد کود اوره اندازه گیری شد که با توجه به تاثیر مستقیم این عنصر در فتوسنتز و توسعه سطح برگ دور از انتظار نبود. از نظر تعداد برگ تیمارهای کود کند رها در یک گروه آماری قرار گرفتند و دو تیمار شاهد و اوره معمولی به ترتیب با تولید $11/7$ و $10/33$ برگ کمترین تعداد برگ را داشتند، که این موضوع با توجه به همبستگی بالا و معنی دار تعداد برگ با ارتفاع بوته است.

با کاربرد 125 کیلوگرم در هکتار کود کند رها سوراس، بیشترین وزن تر ساقه به میزان $304/87$ گرم حاصل شد. که نسبت به اوره معمولی $41/54$ گرم و عدم مصرف اوره $99/27$ گرم بیشتر است بطوریکه وزن تر ساقه این دو تیمار به ترتیب $263/33$ و $205/6$ گرم بود. عزیزی و همکاران (۹) با بررسی دو نوع کود اوره معمولی و اوره نیتروژن بر کشت تابستانه ذرت در خوزستان نتیجه گرفتند که استفاده از کود کندها موجب افزایش عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، بهره وری مصرف آب، کارایی بازیافت نیتروژن و کارایی زراعی به ترتیب $17/1$ ، $25/5$ ، $16/7$ ، $75/4$ ، $16/8$ درصد در مقایسه با تیمار شاهد شد. بیشترین بهره وری آب از تیمار اوره کندها به همراه بیوپچار (زغال زیستی) و به میزان $1/26$ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین ویژگی‌های رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت علوفه‌ای

تیمار	میانگین ارتفاع بوته (cm)	میانگین وزن تر بوته (g)	میانگین خشک تکیوته (g)	ماده خشک (%)	میانگین وزن تر برگ هر بوته (g)	میانگین وزن تر ساقه هر بوته (g)	میانگین وزن تر بلال در بوته (g)	تعداد بلال در بوته	تعداد برگ در بوته	وزن کل علوفه تر در هکتار (kg.ha ⁻¹)	وزن خشک کل علوفه (kg.ha ⁻¹)
سوراس ۱۲۵	۲۳۲/۳ a	۵۹۶/۰۷ a	۱۲۱/۲ a	۲۰	۷۲/۷ ab	۳۰۴/۸۷ a	۲۲۰ a	۱/۴۴ a	۱۳/۳ a	۵۹۶۹۱ a	۱۱۳۹۸
سوراس ۱۰۰	۲۳۰ a	۵۴۲/۷ b	۱۰۴/۸۷ a	۱۹/۴	۷۱/۹ a	۲۶۹/۳۳ b	۱۹۷/۷ b	۱/۴۱ a	۱۳ a	۵۴۳۵۷ b	۱۰۵۴۵
سوراس ۷۵	۲۲۶/۷ b	۴۷۹/۳ c	۹۶/۶ b	۱۹/۳	۶۴ cd	۲۶۴/۱۷ b	۱۵۰/۶ c	۱/۳۸ a	۱۲/۷ a	۴۸۰۹۷ c	۹۲۸۲
سوراس ۵۰	۲۲۴ b	۴۵۳/۳۳ d	۸۹/۴ bc	۱۹/۶	۶۵/۶ bc	۲۴۵/۳۳ c	۱۴۴ c	۱/۲۴ b	۱۲/۷ a	۴۵۴۴۰ d	۸۹۰۶
اوره ۱۸۰	۲۱۹/۷ c	۴۴۲/۸ d	۸۵/۶۳ cd	۱۹/۴	۶۰/۹۳ cd	۲۶۳/۳۳ d	۱۴۱/۸۷ c	۱/۰۹ b	۱۱/۷ b	۴۴۷۲۲ d	۸۶۷۶
شاهد	۲۰۸/۷ d	۴۱۱/۲ e	۷۲/۶۴ e	۱۷/۷	۵۹/۲۳ d	۲۰۵/۶ e	۱۰۶/۷ e	۰/۹۲ c	۱۰/۳۳ c	۳۴۳۲۵ e	۶۰۷۵

میانگین‌های واقع در یک ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

سانتی‌متر است که باعث افزایش تراکم، تا ۳۰ درصد، کاهش مصرف آب و توزیع بهتر نور بین بوته‌ها می‌شود. با توجه به هزینه حدود ۵ میلیون ریالی هر کیسه کود و فایده حدود ۷۰ میلیون ریالی افزایش تولید محصول، از نظر اقتصادی، همین یک صفت، پروژه را توجیه‌پذیر می‌سازد.

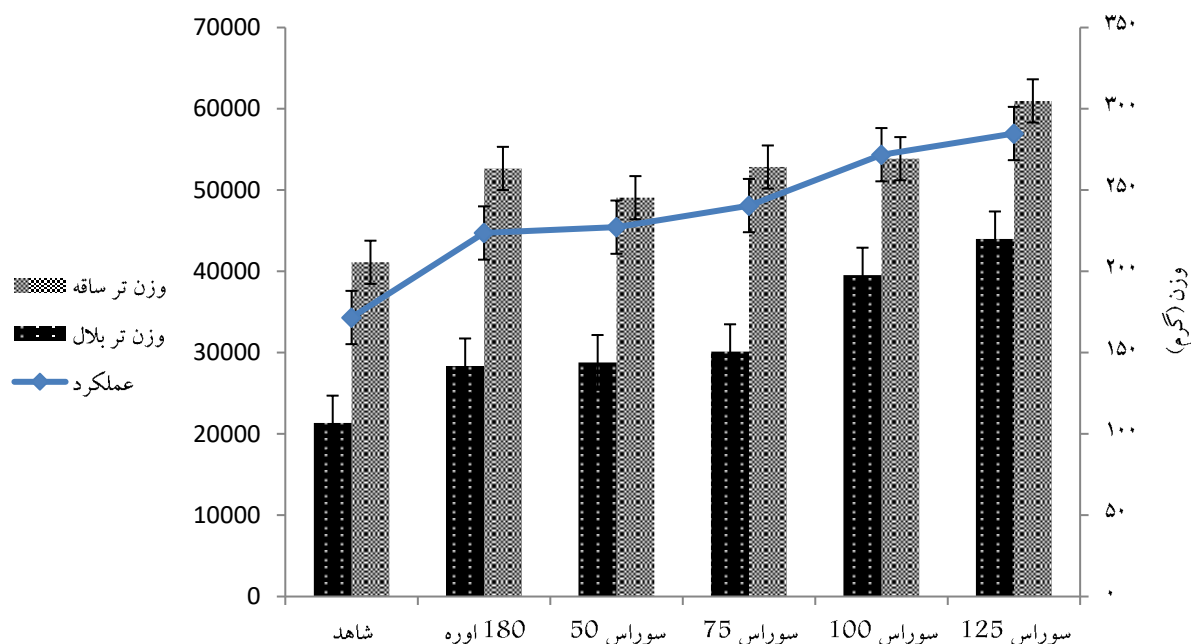
تیمارهای کاربرد ۱۲۵، ۱۰۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود کند رها از نظر تعداد بلال به سایر تیمارها برتری نشان دادند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). تیمار عدم مصرف اوره با ۰/۹۷ بلال در هر بوته، ضعیف‌ترین تیمار از نظر این صفت بود. دستگاه فتوسنتزی مهم‌ترین نقش را در حمایت از اندام‌های زایشی دارد. ۲

اثرات تیمارها بر عملکرد علوفه تر در مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد به میزان ۵۹۶۹۱ کیلوگرم در هکتار از کاربرد ۱۲۵ کیلوگرم اوره کند رها حاصل شد. کمترین عملکرد به میزان ۳۴۳۲۵ کیلوگرم در هکتار از شاهد بدون کاربرد اوره حاصل شد. کمترین

تیمارهای کاربرد ۱۲۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود کند رها از نظر وزن تر بلال به ترتیب با ۲۲۰ و ۱۹۷/۷ گرم به سایر تیمارها برتری نشان دادند و در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین میانگین وزن تر بلال از تیمار شاهد بدون مصرف اوره به میزان ۱۰۶/۷ گرم حاصل شد (جدول ۲). بنابراین، برای ارتقای کارایی مصرف کود و افزایش عملکرد، کاربرد کود کند رها، حتی کمترین سطح آن یعنی ۵۰ کیلوگرم منجر به افزایش وزن تر بلال (۱۴۴ گرم) می‌شود که نسبت به تیمار شاهد حدود ۱۹ گرم برتری دارد. به عبارت دیگر، با احتساب ۱/۲۴ بلال در بوته (کمترین تعداد بلال تیمار کند رها) و ۱۰۰ هزار بوته در هکتار در روش کشت ۱۰۰۳۰، انتظار افزایش عملکردی در حدود ۳۵۲۶ کیلوگرم در هکتار وجود دارد. در روش ۱۰۰۳۰ که تغییر یافته روش معمول دو ردیفه است، فاصله بین پشته‌ها ۱۰۰ سانتی‌متر و فاصله دو ردیف کشت در طرفین جوی‌ها ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۲۰

تفاوت معنی‌داری نشان نداد و در یک گروه آماری قرار گرفتند.

عملکرد در بین تیمارهای کند رها از مصرف ۵۰ کیلوگرم از این نوع کود به میزان ۴۵۴۴۰ کیلوگرم حاصل شد که با ۱۸۰ کیلوگرم اوره معمولی (۴۴۷۲۲ کیلوگرم در هکتار)



شکل ۴- تغییرات وزن تر ساقه، بلال و منحنی روند تغییرات عملکرد در سطوح مختلف تیمارهای کودی

شهرستان ورامین بررسی کردند. نتایج نشان داد که اثر نوع کود نیتروژن بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، تعداد پنجه در بوته و تعداد سنبله در متر مربع از تیمار کود اوره به دست آمد، اما بیشترین وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و شاخص برداشت در تیمار اوره با پوشش گوگردی تولید شد و مصرف کود اوره با پوشش گوگردی نسبت به اوره و سولفات آمونیوم به ترتیب ۱۰ و ۲۰۳ درصد عملکرد دانه را افزایش داد.

با این حال، نسبت به تیمار عدم مصرف اوره، ۱۱۱۱۵ کیلوگرم برتری نشان داد (جدول ۲). افزایش عملکرد، بهبود خصوصیات مورفولوژیک و برخی شاخص‌های فیزیولوژیک از جمله میزان کلروفیل و سبزمانی با کاربرد این نوع از کودهای نیتروژنه در پژوهش‌های گوناگون به اثبات رسیده است (۱۳، ۱۴). عباسی و حمزه ای (۶) اثر منابع مختلف کودهای نیتروژن پایه (اوره، سولفات آمونیوم، اوره با پوشش گوگردی و عدم مصرف کود نیتروژن پایه) و اسید هیومیک (مصرف و عدم مصرف) بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن گندم را در شرایط



رقیب اندام‌های زایشی و مخزن عمل کنند نه منبع آسمیلات. با توجه به زمان برداشت که رشد بوته‌ها ادامه داشت، می‌توان گفت که برخی از برگ‌ها به رشد کافی و مرحله صدور مواد فتوسنتزی نرسیده بودند.

بررسی‌های نشان می‌دهد که عامل تعیین کننده در توان فتوسنتزی گیاه، سطح برگ و میزان فعالیت فتوسنتزی این سطح است و تعداد برگ چندان تعیین کننده نیست، چون ممکن است تعدادی از برگ‌ها کوچک بوده و به عنوان

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در پاسخ به کاربرد مقادیر مختلف کود اوره کند رها سوراخ

عملکرد (kg.ha ⁻¹)	تعداد برگ در بوته	تعداد بلال در بوته	وزن تر بلال (g)	وزن تر ساقه (g)	وزن تر برگ (g)	وزن خشک بوته (g)	وزن تر بوته	ارتفاع بوته (cm)	
								۱	ارتفاع بوته (cm)
							۱	۰/۷۶۷ **	وزن تر بوته
						۱	۰/۹۴ **	۰/۷۳*	وزن خشک بوته (g)
					۱	۰/۷۵ *	۰/۸۲ **	۰/۷۹ **	وزن تر برگ (g)
				۱	۰/۷۶**	۰/۸۹ **	۰/۹۵ **	۰/۸۳**	وزن تر ساقه (g)
			۱	۰/۸۴**	۰/۷۵*	۰/۹۰**	۰/۹۷ **	۰/۶۲ *	وزن تر بلال (g)
		۱	۰/۶۶ *	۰/۸۳ **	۰/۷۵*	۰/۷۶ *	۰/۷۸**	۰/۹۶**	تعداد بلال
	۱	۰/۹۳ **	۰/۶۳ *	۰/۷۹ **	۰/۷۸ **	۰/۷۲ *	۰/۷۴۷ *	۰/۹۱ **	تعداد برگ
۱	۰/۷۵**	۰/۷۹ **	۰/۹۶ **	۰/۹۵ **	۰/۸۲ **	۰/۹۴ **	۰/۹۹ **	۰/۷۷ *	عملکرد (kg.ha ⁻¹)

کیلوگرمی سه میلیون و ۹۵۰ هزار ریال، برابر با دومیلیون و ۱۷۵ هزار تومان خواهد شد که این موضوع کمترین سود ملموس حاصل از اجرای پروژه است.

توصیه‌های ترویجی

مصرف کودهای حاوی نیتروژن به‌ویژه اوره نقش مهمی در رشد و نمو و افزایش عملکرد گیاهان زراعی دارد. با توجه به اهمیت نیتروژن در رشد و تولید بافت سبز و فتوسنتز کننده گیاهان و حجم بالای زیست‌توده تولیدی ذرت علوفه‌ای، مدیریت مصرف این کود منجر به افزایش بهره‌وری از کود، آب و سایر منابع پایه خواهد شد. کودهای کند رها با آزاد کردن تدریجی اوره از پوشش‌های مختلف، تقسیط طبیعی این عنصر را در ریزوسفر امکان‌پذیر می‌سازند. بدین ترتیب، با کاربرد این نوع از اوره، کارایی مصرف نیتروژن افزایش می‌یابد. عدم اتلاف منابع، کاهش آلودگی خاک و آب و بهبود تدریجی شرایط تغذیه‌ای محیط ریشه نیز از مزایای ناملموس این مدیریت است.

یکی از شاخص‌های موثر در بهره‌وری تغذیه‌ای علوفه سیلویی، میزان ماده خشک است.

در جمع‌بندی نیز بایستی گفت، نتایج این آزمایش نشان داد که با توجه به کمبود نیتروژن و کربن آلی خاک، کاربرد کلیه سطوح کودی منجر به بهبود صفات مورد بررسی شد. تیمار مصرف ۱۸۰ کیلو اوره معمولی، در بیشتر صفات مورد بررسی موثر بود، اما تاثیر آن با کمترین سطح اوره کند رها یعنی ۵۰ کیلوگرم در هکتار برابر بود.

کاربرد سطوح بالاتر، منجر به بهبود کلیه صفات مورد بررسی شد. بیشترین عملکرد و وزن خشک بوته به‌ترتیب به میزان ۵۹۶۹۱ کیلوگرم در هکتار از مصرف ۱۲۵ کیلو کود اوره کند رها سوراخ حاصل شد. بدین ترتیب، به نظر می‌رسد که در شرایط مشابه، با مصرف این مقدار از کود کند رها، هم عملکرد افزایش خواهد یافت و هم در مصرف کود اوره، به میزان قابل توجهی صرفه‌جویی خواهد شد. در شرایط منطقه، کشاورزان در حدود ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره مصرف معمولی مصرف می‌کنند. با این روش مصرف اوره تا ۲۷۵ کیلوگرم در هکتار کاهش خواهد یافت که معادل ریالی کود یارانه‌دار آن با احتساب هر کیسه ۵۰

فهرست منابع:

۱. اسکندری، ز.، عشقی زاده، ح.، ر.، تاب، ع.، و خوروش، م. ۱۴۰۱. عملکرد علوفه و کیفیت سیلاژ هیبریدهای دو منظوره ذرت در دو سطح کود آبیاری اوره. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۱۲ (۴): ۱۵-۳۱.
۲. پرتوی، ز.، رضانی اعتدالی، ه.، و کاویانی، ع. ۱۳۹۹. تأثیر کاربرد بیوجار و کاه و کلش گندم بر غلظت آبشویی نیتروژن. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۴ (۲): ۳۵۵-۳۶۵.
۳. جونز، ر.، اوگهام، ه.، توماس، ه.، و والند، س. ۱۳۹۸. زندگی مولکولی گیاه. جلد اول، ترجمه علی احمدی و علی نادری عارفی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.
۴. خان محمدی، ی.، و موحدی راد، س. ۱۳۹۷. تولید آزمایشگاهی کود پوشش دار کند رها، با استفاده از مواد زیست تخریب پذیر در یک بستر سیال. نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران، ۳۷ (۳): ۱۱۹-۱۲۶.
۵. سیلپور، م. ۱۴۰۰. ارزیابی مزرعه‌ای کاربرد کمپوست پسماند شهری و نیتروژن بر عملکرد ذرت علوفه‌ای و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. به زراعی کشاورزی، ۲۳ (۳): ۴۸۴-۴۷۱.
۶. عزیزی، آ.، سلطانی محمدی، ا.، ناصری، ع.، و حسن اقلی، ع. ۱۴۰۱. بررسی اثر کود کندها، باگاس و بیوجار نیشکر بر عملکرد، بهره‌وری مصرف آب و آبشویی نیتروژن در کشت ذرت تابستانه در اهواز. آبیاری و زهکشی ایران، ۱۶ (۱): ۱۱۸-۱۰۹.
۷. عزیزی، ح.، ر.، ابراهیمی، ح.، سامانی، م.، و خاکی، م. ۱۳۹۹. ارزیابی شدت اثر تغییر اقلیم بر منابع آب زیرزمینی دشت ورامین با استفاده از شاخص NISTOR. تحقیقات منابع آب ایران، ۱۶ (۳): ۱۷۲-۱۸۷.
8. Afzal, I., Ahmad, N., Basra, S. M. A., Ahmad, R., & Iqbal, A. (2002). Effect of different seed vigour enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences (Pakistan)*, 39(2): 109-112.
9. Fan, M., Chen, P., Zhang, C., Liang, M., Xie, G., Zhao, L., & Wang, C. (2024). Effects of combined application of slow-release fertilizer and nitrogen fertilizer on nitrogen uptake, utilization and yield of maize under tillage modes. (In press).
10. Fan, M., Chen, P., Zhang, C., Liang, M., Xie, G., Zhao, L., & Wang, C. (2024). Effects of combined application of slow-release fertilizer and nitrogen fertilizer on nitrogen uptake, utilization and yield of maize under tillage modes.
11. Ghafoor, I., Habib-ur-Rahman, M., Ali, M., Afzal, M., Ahmed, W., Gaiser, T., & Ghaffar, A. (2021). Slow-release nitrogen fertilizers enhance growth, yield, NUE in wheat crop and reduce nitrogen losses under an arid environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(32), 43528-43543.
12. Ghafoor, I., Habib-ur-Rahman, M., Ali, M., Afzal, M., Ahmed, W., Gaiser, T., & Ghaffar, A. (2021). Slow-release nitrogen fertilizers enhance growth, yield, NUE in wheat crop and reduce nitrogen losses under an arid environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(32), 43528-43543.
13. Gheith, E. M. S., El-Badry, O. Z., Lamlom, S. F., Ali, H. M., Siddiqui, M. H., Ghareeb, R. Y., & Kandil, E. E. (2022). Maize (*Zea mays* L.) productivity and nitrogen use efficiency in response to nitrogen application levels and time. *Frontiers in Plant Science*, 13, 941343.
14. Gheith, E. M. S., El-Badry, O. Z., Lamlom, S. F., Ali, H. M., Siddiqui, M. H., Ghareeb, R. Y., ... & Kandil, E. E. (2022). Maize (*Zea mays* L.) productivity and nitrogen use efficiency in response to nitrogen application levels and time. *Frontiers in Plant Science*, 13, 941343.
15. Robertson, G. P., & Groffman, P. M. (2024). Nitrogen transformations. In *Soil microbiology, ecology and biochemistry* (pp. 407-438). Elsevier. S. 407-438.