بهینه‌سازی کاربرد کودهای نیتروژنه برای رشد و عملکرد سورگوم علوفه‌ای در سیستم‌های زراعی کم‌نهاده و متداول

مرضیه پورعزیزی و سیف‌اله فلاح[1*]

(تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۱۲/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۶)

چکیده

در راستای توسعه کشاورزی پایدار و جلوگیری از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، تأمین بخشی از نیاز گیاه توسط کودهای آلی ضروری می‌باشد. بدین لحاظ، اثر منبع و مقدار کود نیتروژن‌دار بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم علوفه‌ای، در آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۸۹ مورد ارزیابی قرار گرفت. در این آزمایش، منابع مختلف نیتروژن (کود اوره، کود گاوی و ترکیب مساوی از کودهای اوره و گاوی) و مقادیر مختلف نیتروژن (۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار، به‌ترتیب معادل ۱۷۴، ۳۴۸ و ۵۲۲ کیلوگرم کود اوره در هکتار، ۲۶/۲، ۵۲/۵ و ۷۸/۷ تن کود گاوی در هکتار و ترکیب مساوی دو کود در هر سطح) مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن با افزایش معنی‌دار وزن تر برگ، ساقه و خوشه و قطر ساقه موجب افزایش خطی عملکرد علوفه در کودهای اوره و گاوی و افزایش درجه دوم در کود تلفیقی گردید. بیشترین وزن تر برگ، ساقه و خوشه (به‌ترتیب ۶۰۰، ۳۷۸۹ و ۸۲۳ گرم در مترمربع) و هم‌چنین عملکرد علوفه (۴۴ تن در هکتار) در تیمار ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود تلفیقی مشاهده گردید. ولی عملکرد علوفه در این تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از همین منبع نداشت. به‌طورکلی، نتایج نشان داد که با مدیریت تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی می‌توان پتانسیل تولید سورگوم را حتی در سطوح کم استفاده از این نوع کودها (کشاورزی کم‌نهاده) افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: کشاورزی کم‌نهاده، مدیریت تلفیقی کود، عملکرد علوفه

۱. گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: falah1357@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-02-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.9.7.0]

مقدمه

یکی از عمده‌ترین مشکلات تولید پروتئین و محصولات دامی در کشور، کمبود علوفه و ناکافی بودن خوراک جهت تغذیه دام‌هاست (۲۸). از این‌رو، کشت گیاهان علوفه‌ای، از جمله سورگوم، در کشور دارای اهمیت زیادی است. سورگوم (*Sorghum bicolor*) یکی از گیاهان علوفه‌ای یک‌ساله و چهار کربنه است (۶)، که تأمین عناصر غذایی، به‌ویژه نیتروژن، در افزایش تولید علوفه آن نقش مهمی دارد (۹). به‌طوری‌که کمبود نیتروژن شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و میزان فتوسنتز این گیاه را کاهش داده و هم‌چنین باعث کاهش جذب انرژی تابشی و کاهش بازده استفاده از نور می‌شود (۶). منبع اصلی نیتروژن در کشاورزی مرسوم، کودهای شیمیایی می‌باشند که در چند دهه گذشته استفاده فزاینده از آنها به منظور افزایش تولید زیاد بوده و همین امر سبب هدرروی بخش بزرگی از این نهاده شده است (۱۲). هدرروی نیتروژن علاوه بر آثار منفی بر محیط زیست، به ویژه تهدید سلامتی انسان، و تحمیل مشکلات اقتصادی ناشی از افزایش شدید هزینه کودهای شیمیایی به کشاورزان، سبب شده است که کارایی این نهاده ارزشمند نیز به تبعیت از بازده نزولی میچرلیخ کاهش یابد (۱۲ و ۱۷).

از سوی دیگر، افزایش کارایی نهاده‌ها اولین گام برای تبدیل سیستم‌های رایج زراعی به پایدار به شمار می‌رود (۱۹). در سال‌های اخیر، استفاده از کودهای دامی جهت رفع نیاز تغذیه‌ای گیاهان، اصلاح خاک و کاهش مسائل زیست‌محیطی مورد توجه قرار گرفته است (۱۲ و ۱۳). کودهای دامی که حاوی اکثر عناصر مورد نیاز گیاهان هستند، جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی می‌باشند. زیرا کود دامی علاوه بر وجود عناصر پرمصرف، به مقدار کمتری دارای ریزمغذی‌ها بوده و خاک را در درازمدت در جهت تعادل پیش خواهد برد (۱۶). با این حال، مواد غذایی موجود در کودهای دامی بلافاصله بعد از مصرف برای گیاه قابل دسترس نمی‌باشند و بایستی توسط تجزیه میکروبی به شکل قابل دسترس تبدیل شوند (۲۲). بنابراین، برای رفع این مشکل راهکار تلفیق کود آلی با شیمیایی در آزمایش‌های مختلف کارایی بهتری داشته است. به‌طوری‌که در آزمایشی در منطقه ساماروی نیجریه، با بررسی تأثیر کود اوره، کود مرغی و تلفیق آنها بر رشد و عملکرد سورگوم نشان داده شد که بهترین عملکرد سورگوم در تلفیق ۴۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۴ تن کود مرغی حاصل گردید (۷). در مطالعه دیگری در هند، کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست یا کود گاوی به همراه ۷۵٪ مقدار توصیه شده کود شیمیایی، عملکرد علوفه تر و ماده خشک سورگوم را به‌طور معنی‌داری نسبت به دیگر تیمارها (تلفیقی، آلی، شیمیایی) به‌جز تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی افزایش داد (۲۵). هم‌چنین آجینیم و همکاران (۲) اظهار داشتند که افزایش بیوماس ذرت در تیمار تلفیق کود مرغی با کود شیمیایی، احتمالاً به‌دلیل هم افزایی دو منبع کودی بود. ترکیب کودهای آلی و غیر آلی، همزمانی آزادسازی عناصر و نیاز گیاه را افزایش داده (۱۰) و علاوه بر افزایش عملکرد گیاهان زراعی، باعث پایداری عملکرد، افزایش جذب و کارایی عناصر نیز می‌گردد (۵).

در اراضی زراعی ایران، استفاده از کود دامی به تنهایی به‌علت اثرهای باقی‌مانده از نظام کوددهی متداول، یا به عبارت دیگر وضعیت بیولوژیک نامطلوب (۲۶)، ممکن است مشکلاتی از جمله کاهش عملکرد را در پی داشته باشد. بنابراین، لازم است چندین سال از نظام کوددهی تلفیقی استفاده شود تا این که شرایط لازم برای کشاورزی ارگانیک فراهم گردد (۱۰). از طرفی، علی‌رغم توسعه کشت سورگوم، تاکنون اطلاعاتی در مورد تغذیه این محصول با ترکیب کودهای آلی و شیمیایی در کشور موجود نمی‌باشد. بنابراین، با توجه به ضرورت تغذیه مطلوب در تولید سورگوم علوفه‌ای و هم‌چنین استفاده مؤثر از نهاده نیتروژن در کشاورزی پایدار، پاسخ رشد و عملکرد این گیاه تحت تأثیر منابع و سطوح نیتروژن در شرایط آب و هوایی شهرکرد مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-02-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.9.7.0]

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

بافت خاک	EC (dS/m)	pH	OC (٪)	آهک (٪)	N (٪)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)
سیلتی شنی	۰/۶۶	۸	۰/۷۹	۲۶	۰/۰۵	۵/۶	۳۳۰	۰/۵٦	۸/۲۹	۴/۱۱	۰/۹۸

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی کود گاوی مورد استفاده

EC (dS/m)	pH	OC (٪)	N (٪)	P_2O_5	K_2O	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	C/N
۷/۰٦	۸/۰۵	۲۰/۱	۰/٦۱	۰/۳۷	۱/۳۰	۲۵/۰۲	۱۲/۵۴	۳٦/۱۷	۳/۲۱	۳۲/۹۵

شهرکرد (طول جغرافیایی ´۴۸ °۵۰ تا ´۵۰ °۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ´۲۰ °۳۲ تا ´۲۱ °۳۲ شمالی و ارتفاع ۲۱۱۶ متر از سطح دریا) در سال ۱۳۸۹ اجرا گردید. طبق تقسیم‌بندی کوپن، محل انجام آزمایش دارای اقلیم معتدل سرد با تابستان گرم و خشک می‌باشد. میانگین درازمدت بارندگی و دمای شبانه‌روزی منطقه به‌ترتیب حدود ۳۳۸/۲ میلی‌متر و ۱۱/۲ درجه سلسیوس در سال است که نزولات عمدتاً در اواخر پاییز، زمستان و اوایل بهار رخ می‌دهند. پیش از کاشت، نمونه‌ای مرکب از خاک مزرعه برداشت شد و تجزیه‌های فیزیکو-شیمیایی روی آن انجام گرفت (جدول ۱). خصوصیات کود گاوی مصرفی (یک هفته پس از تخلیه از گاوداری) نیز مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲).

در این پژوهش، منابع مختلف نیتروژن (کود اوره، کود گاوی و ترکیب مساوی از کود اوره + کود گاوی) و مقادیر مختلف از این نهاده (۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. میزان نیتروژن سطوح متوالی کود اوره به‌ترتیب معادل نیتروژن قابل دسترس سطوح متوالی کود گاوی بود و نیتروژن قابل دسترس کود گاوی ۵۰٪ نیتروژن کل آن در نظر گرفته شد (۲۹). هم‌چنین، میزان فسفر قابل دسترس آن ۸۰٪ کل فسفر تعیین گردید (۱۴). به عبارت دیگر، برای سطوح ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌ترتیب ۱۷۴، ۳۴۸ و ۵۲۲ کیلوگرم کود اوره در هکتار و ۲۶/۲۳، ۵۲/۴۶ و ۷۸/۶۹ تن کود گاوی در هکتار مصرف گردید و در تیمارهای تلفیقی نیز ۵۰٪ کود اوره با ۵۰٪ کود گاوی هر سطح نیتروژن ترکیب گردید. هر کرت به طول ۸ متر، شامل ۶ ردیف به فاصله ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌ها ۲ متر بود. فاصله بوته‌ها در روی ردیف ۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. دو ردیف کناری به همراه ۱۰ بوته از ابتدا و انتهای ردیف‌ها به‌عنوان حاشیه محسوب گردید. در نیمه اول خردادماه، پس از انجام شخم توسط گاوآهن یک طرفه، دوبار دیسک عمود بر هم و ایجاد جوی و پشته‌ها با دستگاه شیارکن، کودهای دامی، کل فسفر (مقدار معادل تیمارهای کود گاوی) از منبع کود سوپر فسفات تریپل و یک سوم کود نیتروژن (از منبع اوره) به‌صورت نواری در شیار ایجاد شده در وسط پشته‌ها به عمق ۹ سانتی‌متر قرار داده شد و سپس با خاک پوشانیده شد، به گونه‌ای که حدود ۱۵ سانتی متر خاک روی آن قرار گرفت. کاشت بذرهای ضدعفونی شده سورگوم، واریته هیبرید اسپیدفید، که علوفه‌ای و زودرس می‌باشد (۲۵) در تاریخ ۱۸ خرداد ماه، انجام شد. طی فصل رشد، آبیاری مزرعه به‌صورت نشتی هر ۷-۱۰ روز یک‌بار براساس شرایط جوی انجام گرفت. وجین علف‌های هرز طی سه مرحله توسط کارگر انجام گردید. باقی‌مانده نیتروژن در زمان ظهور ۵۰٪ خوشه‌ها و دو هفته بعد از آن به‌صورت سرک و در دو قسط مساوی مصرف شد. قبل از برداشت نهایی، تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب شدند و ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه، تعداد برگ سبز، تعداد کل

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-02-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.9.7.0]

برگ و وزن تر برگ، ساقه و خوشه روی آنها اندازه‌گیری شد. سپس درصد برگ‌ریزی از نسبت بین تعداد برگ‌های خشک به تعداد کل برگ‌ها محاسبه شد (۵). در مرحله خمیری نرم، مساحت ۴ مترمربع از هر کرت با رعایت حاشیه برای برآورد عملکرد علوفه تر برداشت و براساس تن در هکتار محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری SAS و مقایسه میانگین عوامل آزمایشی با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

در سال ۱۳۸۹، میانگین حداکثر دما در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور به‌ترتیب ۳۰/۶، ۳۴/۸، ۳۱/۳ و ۳۰/۱ و میانگین حداقل دما در این ماه‌ها به‌ترتیب برابر ۷/۳، ۱۱/۹، ۱۱/۴ و ۷/۳ درجه سلسیوس بود. بنابراین دمای هوا برای رشد سورگوم و معدنی شدن کود دامی مطلوب بوده است (۲۳). بررسی خاک مزرعه نشان داد که خاک مزرعه دارای بافت سیلتی شنی بود. از آنجا که سورگوم در خاک‌های دارای بافت متوسط رشد مناسبی دارد، انتظار می‌رود که افزایش مواد آلی تا اندازه‌ای موجب فراهم شدن شرایط بهتری برای رشد گیاه شده باشد (۲۱). شوری خاک عامل محدودکننده رشد سورگوم نبود (۹). کم بودن مقدار ماده آلی و نیز مقدار نیتروژن، فسفر، آهن، روی و مس در خاک نشانگر حاصل‌خیزی کم آن برای کشت سورگوم بود (۱۱). نتایج تجزیه کود گاوی نشان داد که این کود از نظر pH و شوری محدودکننده رشد سورگوم نیست (۹). بالا بودن نسبت کربن به نیتروژن کود مصرفی نشانگر این است که احتمالاً ماده آلی آن به راحتی توسط فعالیت میکروبی تجزیه نمی‌شود و حتی ممکن است بر اثر رقابت میکروب‌ها با گیاه برای جذب نیتروژن در اوایل فصل رشد، مقداری از نیتروژن معدنی کود گاوی نیز آلی شود (۸).

تعداد پنجه

تعداد پنجه در سورگوم تحت تأثیر منبع نیتروژن و مقدار آن قرار نگرفت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که هرچند با افزایش سطوح کودی تعداد پنجه گیاه افزایش یافت، اما بین آنها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). تربتی‌نژاد و همکاران (۲۸) نیز بیان داشتند که تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر تعداد پنجه گیاه سورگوم معنی‌دار نبود.

ارتفاع بوته

ارتفاع بوته‌های گیاه سورگوم به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر منبع نیتروژن قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که کرت‌های تیمار شده با کود تلفیقی دارای بوته‌های بلندتر بود و با کود اوره و کود گاوی اختلاف معنی‌دار داشت. این در حالی است که بین سطوح مختلف کوددهی اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۳). با توجه به این‌که دوره افزایش رشد طولی گیاه از ۲۸ تا ۷۰ روز بعد از شروع آزمایش بود، بنابراین افزایش بیشتر ارتفاع در تیمارهای کود تلفیقی احتمالاً به‌دلیل میزان نیتروژن آزاد شده بیشتر در این تیمارها نسبت به کود اوره و گاوی، طی این دوره بوده است. نتایج حاضر با نتایج حاصل از پژوهش‌های احمد و همکاران (۴) همخوانی دارد. آنها گزارش کردند که کاربرد تلفیقی کود گاوی و کود اوره (۶۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره + ۲۵ تن در هکتار کود گاوی) نسبت به کاربرد جداگانه هر کدام از آنها باعث افزایش ارتفاع گیاهان ذرت و گندم می‌شود.

قطر ساقه

قطر ساقه به‌ترتیب در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ تحت تأثیر منبع نیتروژن و مقدار آن قرار گرفت؛ ولی اثر متقابل منبع با مقدار نیتروژن بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به‌کارگیری کود تلفیقی باعث افزایش قطر ساقه نسبت به کاربرد جداگانه کودهای اوره و گاوی شده است. علی‌زاده (۵) دسترسی مناسب گیاه ذرت به نیتروژن و سایر عناصر غذایی را علت برتری تیمار کود تلفیقی نسبت به

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-02-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.9.7.0]

جدول ۳. تأثیر منبع و مقدار نیتروژن بر برخی صفات مورفولوژیک سورگوم علوفه‌ای

تیمار	تعداد پنجه	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد کل برگ	تعداد برگ سبز	درصد برگ‌ریزی
منبع نیتروژن						
کود اوره	۳/۳۸[a]	۲۰۳/۳۴[b]	۱۵/۲۱[b]	۱۱/۵۴[a]	۶/۲۸[a]	۴۵/۱۸[a]
کود گاوی	۳/۳۱[a]	۱۹۷/۳۶[b]	۱۴/۹۶[b]	۱۱/۰۷[a]	۵/۶۳[a]	۴۸/۸۶[a]
کود تلفیقی	۳/۶۱[a]	۲۳۷/۵۳[a]	۱۵/۹۰[a]	۱۱/۲۵[a]	۶/۰۰[a]	۴۶/۰۴[a]
مقدار نیتروژن (kg/ha)						
۸۰	۳/۳۲[a]	۲۰۶/۸۸[a]	۱۴/۹۹[b]	۱۱/۰[a]	۵/۵۶[a]	۴۸/۴۶[a]
۱۶۰	۳/۳۷[a]	۲۱۴/۱۱[a]	۱۵/۳۲[ab]	۱۱/۲۰[a]	۵/۹۵[a]	۴۶/۶۶[a]
۲۴۰	۳/۶۱[a]	۲۱۷/۲۴[a]	۱۵/۷۶[a]	۱۱/۶۷[a]	۶/۴۰[a]	۴۴/۹۶[a]
تجزیه واریانس						
منبع نیتروژن (S)	ns	**	**	ns	ns	Ns
مقدار نیتروژن (R)	ns	ns	*	ns	ns	Ns
S × R	ns	ns	ns	ns	ns	Ns

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار. میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت آماری معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

سایر تیمارها بیان نمود. بیشترین میزان قطر ساقه در سطح ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که با سطح ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). مجیدیان و همکاران (۱۵)، علی‌زاده (۵) و نیسانی (۲۰) بیشترین قطر ساقه در ذرت را به‌ترتیب با تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود دامی، ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود تلفیقی (کود گاوی + کود اوره) و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از کود مرغی گزارش کردند. در کوددهی تلفیقی، احتمالاً فراهم بودن عناصر غذایی از جمله نیتروژن و هم‌چنین دیگر عناصر غذایی از منشأ کود دامی (جدول ۲) علاوه بر افزایش رشد طولی ساقه‌ها منجر به قطور شدن آنها نیز شده است.

تعداد برگ و درصد برگ‌ریزی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع کود و سطوح نیتروژن بر تعداد کل برگ‌ها، تعداد برگ سبز و درصد ریزش برگ‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۳). مطابق مقایسه میانگین‌ها، بوته‌های تیمار شده با ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار دارای تعداد برگ بیشتری بودند و کمترین تعداد برگ در تیمار ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد ولی بین این تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. احمد و همکاران (۳) نیز گزارش کردند که بیشترین تعداد برگ در گیاه سورگوم با تیمار کود اوره به‌علت دسترسی بیشتر گیاه به عنصر نیتروژن در اوایل دوره رشد (زمان تشکیل برگ‌ها) حاصل شد و بین تیمارهای کود دامی (کود گاوی یا مرغی) به تنهایی، کودهای تلفیقی (تلفیق یک نوع کود دامی با کود اوره یا تلفیق انواع کود دامی با یکدیگر) و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. مقایسه میانگین‌های درصد برگ‌ریزی (جدول ۳) نشان داد که در تیمار کود گاوی احتمالاً محدودیت دسترسی به نیتروژن باعث انتقال مجدد نیتروژن از برگ‌های پیر شده و این امر ریزش برگ‌ها را

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-02-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.9.7.0]

جدول ۴. تأثیر منبع و مقدار نیتروژن بر برخی وزن تر برگ، ساقه، خوشه و عملکرد علوفه تر سورگوم علوفه‌ای

تیمار	وزن تر برگ	وزن تر ساقه	وزن تر خوشه	عملکرد علوفه تر
	(گرم در مترمربع)			(تن در هکتار)
منبع نیتروژن				
کود اوره	۴۶۹/۱۱^{c}	۲۹۵۵/۲۵^{b}	۶۳۴/۷۱^{b}	۳۵/۹۶^{b}
کود گاوی	۴۸۴/۲۰^{b}	۲۹۴۵/۷۱^{b}	۶۰۴/۷۷^{c}	۳۵/۶۷^{b}
کود تلفیقی	۵۵۳/۶۵^{a}	۳۴۰۱/۷۰^{a}	۷۶۰/۶۷^{a}	۴۱/۸۶^{a}
مقدار نیتروژن (kg/ha)				
۸۰	۴۵۵/۷۶^{c}	۲۷۸۸/۹۱^{c}	۵۷۱/۱۵^{c}	۳۳/۸۶^{c}
۱۶۰	۵۰۷/۰۴^{b}	۳۱۲۸/۱۷^{b}	۶۶۹/۶۵^{b}	۳۸/۵۱^{b}
۲۴۰	۵۴۴/۱۵^{a}	۳۳۸۵/۵۷^{a}	۷۵۹/۳۴^{a}	۴۱/۱۱^{a}
	تجزیه واریانس			
منبع نیتروژن (S)	**	**	**	**
مقدار نیتروژن (R)	**	**	**	**
S × R	**	**	**	**

**، *و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار. میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت آماری معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

افزایش داده است. اما در کودهای اوره و تلفیقی، دسترسی گیاه به نیتروژن کافی باعث کاهش انتقال مجدد نیتروژن و در نتیجه کاهش ریزش برگ‌ها شده است. از این‌رو، تقاضای کمتر برای نیتروژن می‌تواند عامل ریزش کمتر برگ‌ها به‌شمار رود (۵).

وزن تر برگ، ساقه و خوشه

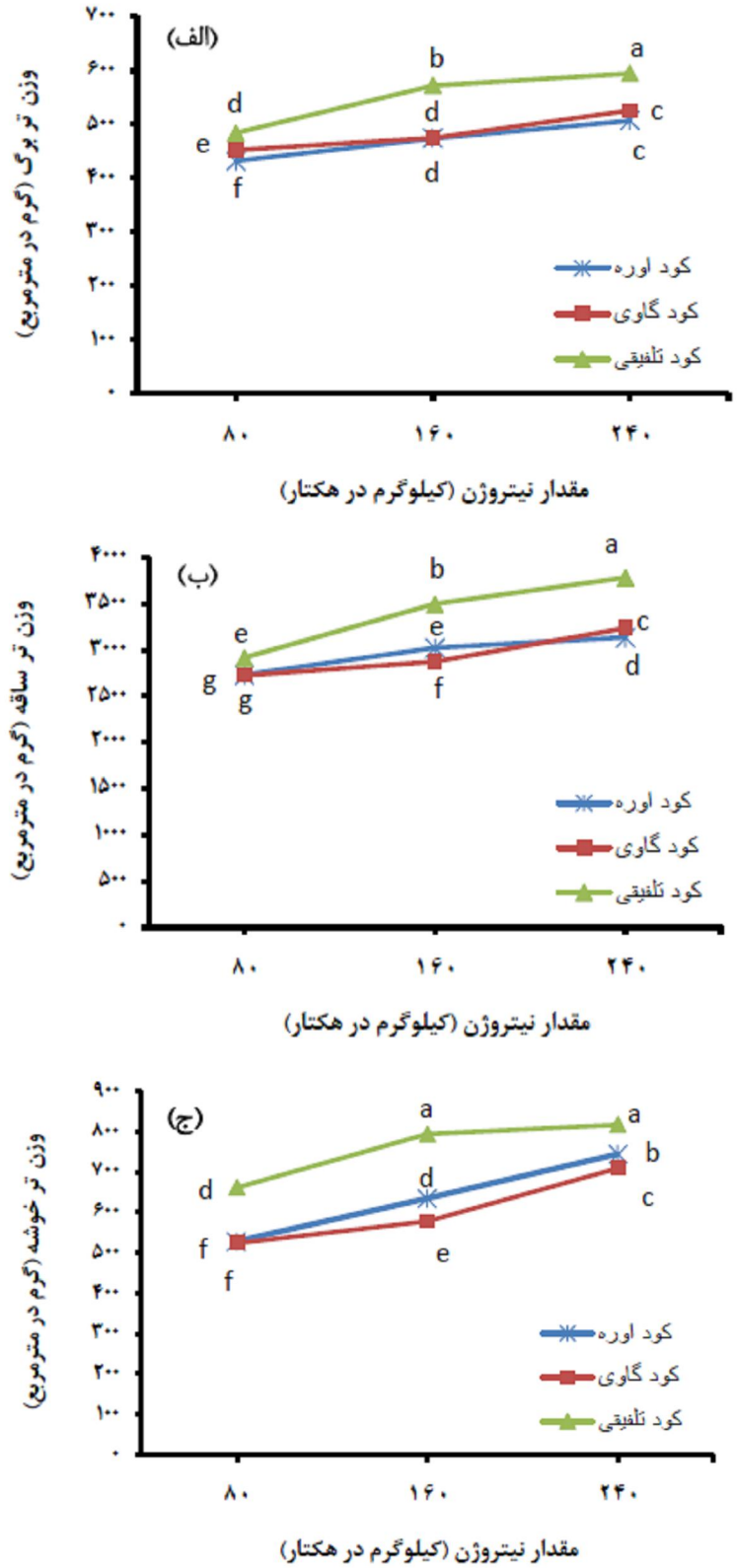
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی و متقابل منبع نیتروژن با مقدار نیتروژن بر وزن تر برگ، ساقه و خوشه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که بیشترین وزن تر هر سه جزء در تیمار ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع تلفیقی به‌دست آمد که به استثنای وزن تر خوشه تیمار ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار از همین منبع، با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت (شکل‌های ۱- الف، ب و ج). وضعیت منحنی‌های پاسخ اجزای علوفه تر نسبت به مقادیر مختلف نیتروژن در جدول ۵ مشاهده می‌شود. روند خطی افزایش وزن تر برگ، ساقه و خوشه نسبت به کود اوره و گاوی، احتمال افزایش این اجزا را با افزایش مصرف کود نشان می‌دهد که این حالت در ترکیب دو منبع کودی مشاهده نشد. به‌نظر می‌رسد تلفیق از طریق هم‌افزایی دو منبع کودی موجب دسترسی به پتانسیل رشدی بهتر ساقه، برگ و خوشه با مصرف میزان کمتری از نهاده نیتروژن شده است. بنابراین، این نوع کوددهی علاوه بر کاهش مخاطرات مصرف زیاد کود اوره (۱۲) می‌تواند در استقرار کشاورزی کم‌نهاده نیز مؤثر باشد.

عملکرد علوفه تر

در نتایج تجزیه واریانس مشاهده شد که اثرهای اصلی و متقابل نوع کود نیتروژن با مقدار کود بر عملکرد علوفه تر بسیار معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها حاکی است که سطوح ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع تلفیقی، بدون اختلاف معنی‌دار دارای حداکثر عملکرد بودند ولی با

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-02-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.9.7.0]



شکل ۱. اثر متقابل منبع با مقدار نیتروژن بر وزن تر برگ‌ها (الف)، ساقه (ب) و خوشه (ج) سورگوم علوفه‌ای.

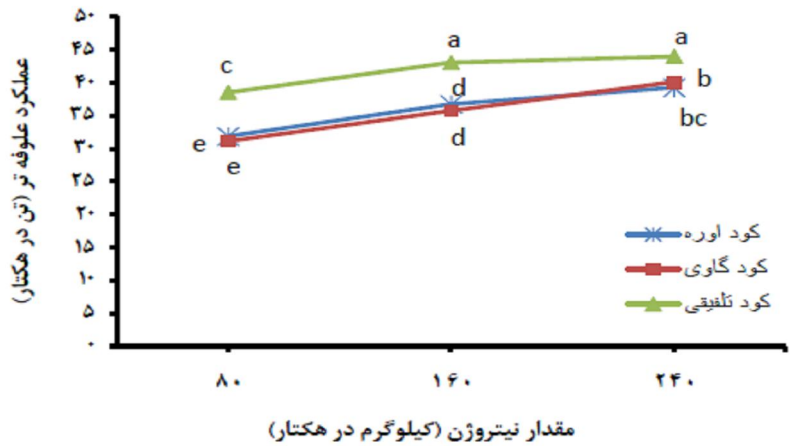
حروف مشترک بیانگر عدم تفاوت آماری معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-02-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.9.7.0]

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس (Pr > F) رگرسیون وزن تر برگ، ساقه، خوشه و عملکرد علوفه تر سورگوم علوفه‌ای برحسب تغییرات مقدار نیتروژن در کودهای اوره، گاوی و تلفیقی

منابع	کود اوره		کود گاوی		کود تلفیقی	
تغییرات	خطی	درجه ۲	خطی	درجه ۲	خطی	درجه ۲
وزن تر برگ	≤ ۰/۰۰۱	۰/۰۲	≤ ۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	≤ ۰/۰۰۱
وزن تر ساقه	≤ ۰/۰۰۱	۰/۰۲	≤ ۰/۰۰۱	۰/۲۷	۰/۰۲	≤ ۰/۰۰۱
وزن تر خوشه	≤ ۰/۰۰۱	۰/۸۱	≤ ۰/۰۰۱	۰/۰۸	۰/۰۱	≤ ۰/۰۰۱
عملکرد علوفه تر	≤ ۰/۰۰۱	۰/۴۶	≤ ۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	≤ ۰/۰۰۱



شکل ۲. اثر متقابل منبع با مقدار نیتروژن بر عملکرد علوفه تر سورگوم علوفه‌ای. حروف مشترک بیانگر عدم تفاوت آماری معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

هم‌ارز خود از کود اوره و کود گاوی اختلاف معنی‌داری داشتند (شکل ۲). با توجه به برتری معنی‌دار وزن تر برگ، ساقه و خوشه این دو تیمار (شکل‌های ۱- الف، ب و ج)، افزایش معنی‌دار عملکرد آنها نسبت به سایر تیمارهای کودی منطقی بود.

به موازات افزایش سطوح کودی در هر نوع کود، عملکرد علوفه تر نیز افزایش یافت و شدت این افزایش در کودهای اوره و گاوی بیشتر از کود تلفیقی بود (شکل ۲)، به‌طوری‌که واکنش عملکرد علوفه تر به کاربرد جداگانه کودهای اوره و گاوی به‌صورت خطی ولی واکنش آن نسبت به ترکیب این دو کود به‌صورت درجه دوم بود (جدول ۵). این نتیجه با نتایج پژوهش‌های تابوسا و همکاران (۲۷)، شریفی و همکاران (۲۴) و عباسوار و الضلال (۱) که نشان دادند استفاده بیشتر از کودهای آلی و شیمیایی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه سورگوم نسبت به شاهد می‌شود، مطابقت داشت.

استفاده از کود تلفیقی در تمامی سطوح، عملکرد بیشتر و معنی‌داری را نسبت به استفاده از کود اوره و کود گاوی به تنهایی ایجاد کرد (شکل ۲). کارایی کمتر کودهای اوره، به‌ویژه در مقادیر کمتر مصرف آن، احتمالاً به‌دلیل آزادسازی کمتر نیتروژن معدنی و کارایی کمتر کود گاوی نیز احتمالاً به‌دلیل وجود رقابت بین ریزجانداران و گیاه برای جذب نیتروژن آمونیومی و نیتروژن نیتراتی و محدودیت نیتروژن معدنی قابل جذب برای گیاه به‌دلیل نسبت C/N زیاد این کودها می‌باشد (جدول ۲). بنابراین، استفاده توأم از منابع کود گاوی و کود اوره توانسته است مشکلات فوق را تا حد زیادی تعدیل کرده و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-02-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.9.7.0]

موجب رشد و عملکرد بهتر گیاه شود. هم‌چنین، استنباط می‌شود که در تیمار کود تلفیقی، افزایش عملکرد علوفه تر بیشتر با افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن تر برگ‌ها، ساقه و خوشه مرتبط است (جداول ۳ و ۴). کودهای دامی، علاوه بر افزودن مواد آلی به خاک (۳۰)، دارای مقادیر زیادی عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر کم‌مصرف هستند (۱۰) و هم‌چنین شرایط بهتری برای جذب عناصر غذایی توسط ریشه فراهم می‌نمایند (۱۸)، که این امر در مورد کودهای آلی با نسبت C/N کم صادق می‌باشد. در آزمایش حاضر، به‌دلیل بالا بودن این نسبت شرایط رشدی فوق‌الذکر فراهم نشده ولی ترکیب کود اوره با کود گاوی موجب کاهش نسبت C/N و احتمالاً تشدید تولید نیتروژن شده است. بنابراین، وضعیت رشدی اجزای علوفه و در نتیجه تولید علوفه تر در کوددهی تلفیقی پاسخی درجه دوم به مقادیر نیتروژن نشان داد. به‌طوری‌که با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از این منبع، عملکرد مناسبی به‌دست آمد و نسبت به تیمارهای کود اوره و گاوی جداگانه برتری معنی‌داری نشان داد.

نتیجه‌گیری

بخش‌های رویشی سورگوم پاسخ مناسبی به نوع کود و افزایش مصرف نیتروژن نشان دادند. به‌طوری‌که استفاده از کوددهی تلفیقی سبب افزایش معنی‌دار اغلب اجزای مؤثر در افزایش تولید علوفه نسبت به کاربرد جداگانه کودهای اوره و گاوی شد و بیشترین عملکرد علوفه با بیشترین مقدار مصرف کود تلفیقی (بدون اختلاف معنی‌دار با ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از این منبع) به‌دست آمد. از این رو، با استفاده از ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود تلفیقی، سورگوم علوفه‌ای می‌تواند ضمن جلوگیری از هدررفت عناصر غذایی و افزایش تولید علوفه، سبب کاهش هزینه‌های کلی تولید و حفظ محیط زیست شود و در نهایت زمینه‌های مناسبی را برای استقبال کشاورزی از سامانه‌های کم‌نهاده و پایدار فراهم نماید.

منابع مورد استفاده

1. Abusuwar, A. O. and H. A. Elzilal. 2010. Effect of chicken manure on yield, quality and HCN concentration of two forage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivars. *Agriculture and Biology Journal of North America* 1: 27-31.
2. Agyenim, B. S., J. Zickermann and M. Kornahrens. 2006. Poultry manure effect on growth and yield of maize. *West African Journal of Applied Ecology* 9: 12-18.
3. Ahmad, A. U. H., I. Qadir and N. Mahmood. 2007. Effect of integrated use of organic and inorganic fertilizers on fodder yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Science* 44: 415-421.
4. Ahmad, R., S. M. Shahzad, A. Khalid, M. Arshad and M. H. Muhammad. 2007. Growth and yield response of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Botany* 39: 541-549.
5. Alizadeh, P. 2010. The effect of organic and urea fertilizers on the net nitrogen mineralization, growth and yield of maize under drought stress at tasselling. MSc. Thesis in Agroecology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord. (In Farsi).
6. Almodares, A., M. Jafarinia and M. R. Hadi. 2009. The effect of nitrogen fertilizer on chemical compositions in corn and sweet sorghum. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science* 6: 441-446.
7. Arunah, U. L. and H. Ibrahim. 2004. Effects of inorganic fertilizer and poultry manure on sorghum yield at Samaru in the Northern Guinea Savanna of Nigeria. *Agrosearch* 6: 49-54.
8. Chadwick, D., R. Johnf, B. F. Pain, B. J. Chambers and J. Williams. 2000. Plant uptake of nitrogen from the organic nitrogen fraction of animal manures: A laboratory experiment. *Journal of Agricultural Science* 134: 159-168.
9. Fallah, S. 2009. Agronomy (General and Special). Shahrekord University Press, 334 p. (In Farsi).
10. Fallah, S., A. Ghalavand and M. R. Khajehpour. 2007. Effect of mixing method the manure with the soil and its combination with chemical fertilizer on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) in Khorram Abad, Lorestan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 11: 233-243. (In Farsi).
11. Farzan, M., A. Morshedi, A. A. Mehnatkesh and R. Iranipour. 2004. Fertilizer recommendations for horticultural crops at the Chahar Mahal and Bakhtiari province. Agriculture Organization Press, Chahar Mahal and Bakhtiari, 57 p. (In Farsi).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-02-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.9.7.0]

12. Good, A. G. and P. H. Beatty. 2011. Fertilizing nature: A tragedy of excess in the commons. *PLoS Biology* 9: 1-9.
13. Kumar, K., C. J. Rosen and S. C. Gupta. 2002. Kinetics of nitrogen mineralization in soils amended with sugar beet processing by-product. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 33: 3635-3651.
14. Magdi, A., A. Mousa and F. Mohamed. 2009. Enhanced yield and quality of onion (*Allium cepal.* cv Giza 6) produced using organic fertilization. *Assiut University Bulletin for Environmental Researches* 12: 9-18.
15. Majidian, M., A. Ghalavand, A. Kamkar Haghighi and N. Karimian. 2008. Effects of water stress, nitrogen fertilizer, manure and the combination of nitrogen fertilizer and manure on yield, yield components and water use efficiency of maize. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 45: 417-432. (In Farsi).
16. Malakouti, M. J. 2000. Balanced Nutrition of Wheat: a path toward self-sufficiency and providing health for society. Sana Press, Tehran, 538 p. (In Farsi).
17. Moll, R. H., E. J. Kamprath and W. A. Jackson. 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal* 74: 562-564.
18. Moner, M. Y. and N. Mazahreh. 2003. Changes in soil fertility parameters in response to irrigation of forage crops with secondary treated water. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 34: 1281-1284.
19. Nasiri Mahallati, M., A. Kouchaki, P. Rezvani and A. Beheshti. 2001. Agroecology. Ferdowsi University Press, Mashhad. (In Farsi).
20. Neisani, S. 2010. Effect of different levels of poultry litter and urea fertilizers on quantity and quality characteristics of silage maize in drought stress conditions at tasselling. MSc. Thesis in Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University. (In Farsi).
21. Nourmohamadi, GH., A. Siadat and A. Kashani. 2001. Agronomy (vol. 1 Cereal Production). Volume 1, Shahid Chamran University Press, 446 p. (In Farsi).
22. Pimentel, D. 1993. Economics and energies of organic and conventional farming. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 6: 53-60.
23. Provin, T. L. 1991. Animal manures as sources of nitrogen for plants. MSc. Thesis, Department of Agronomy, Iowa State University, Ames, IA.
24. Sharifi, R. S., Y. Raey and M. B. Sharifi. 2009. Effect of different levels of nitrogen fertilizer on forage yield of *sorghum bicolor* (var. Speed Feed) in various plant densities. *Iranian Journal of Field Crops Science* 40: 124-131.
25. Sheoran, R. S. and D. S. Rana. 2005. Relative efficacy of vermicompost and farmyard manure integrated with inorganic fertilizers for sustainable productivity of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Acta Agronomica Hungarica* 53: 303-308.
26. Shirani, H., M. A. Hajabasi, M. Afyuni and A. Hemmat. 2002. Effect of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. *Soil and Tillage Research* 68: 101-108.
27. Tabosa, J. N., D. C. Santos, J. J. Tavares, M. A. Nascimento, I. Farias, M. Lira and C. S. Santos. 1990. The effect of annual application of organic fertilizer on water use efficiency in forage sorghum in the semi-arid agricultural region of Pernambuco. *Documentos-Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuaria*, 96 p.
28. Torbatinejad, N. M., M. R. Chaichi and S. Sharifi. 2002. Effect of nitrogen level on yield and yield components of three forage sorghum cultivars in Gorgan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 92: 205-220. (In Farsi).
29. Van Kessel, J. S. and J. B. Reeves. 2002. Nitrogen mineralization potential of dairy manures and its relationship to composition. *Biology and Fertility of Soils* 36: 118-123.
30. Wang, M. C. and C. H. Yang. 2002. Effect of paddy upland crop rotation with various fertilization of soil physical and chemical properties. Research paper, 17th WCSS, Thailand, pp. 146-154.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-02-22]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.9.7.0]