نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۴ ، سال ۱۳۹۰، ص ۶۳۰-۶۲۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No.4, 2012, p. 623-630

بررسی اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی بر قابلیت هضم و میزان پروتئین سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید

امیرحسین سعیدنژاد[۱]- پرویز رضوانی مقدم[۲*]- حمیدرضا خزاعی[۳]- مهدی نصیری محلاتی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۲/۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۵

چکیده

یکی از مسائل اساسی در تولید علوفه مورد نیاز خصوصیات کیفی علوفه تولید شده است. به منظور بررسی اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی بر خصوصیات کیفی سورگوم علوفه‌ای آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۷ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۱-تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین (شامل مخلوطی از باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلوم گونه *Azospirillum brasilense* و *Azotobacter chroococcum*) ۲- کمپوست به میزان ۱۵ تن در هکتار و ۳- ورمی کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار ۴-تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین و کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار ۵- تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین و ورمی کمپوست به میزان ۷ تن در هکتار ۶-تلقیح بذور با باکتری‌های حل کننده فسفات از جنس *Pseudomonas* (*Pseudomonas fluorescence*) ۷- تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین و باکتری‌های حل کننده فسفات از جنس(*Pseudomonas fluorescence*) ۸- تلقیح بذور با باکتری‌های حل کننده فسفات از جنس (*Pseudomonas fluorescence*) و کمپوست به میزان ۱۵ تن در هکتار ۹- کود شیمیایی به میزان ۸۰ کیلوگرم کود ازته و ۵۰ کیلوگرم کود فسفره در هکتار ۱۰-تیمار شاهد (بدون مصرف کود) بود. خصوصیات کیفی مورد بررسی شامل قابلیت هضم ماده خشک، قابلیت هضم ماده آلی، درصد ارزش هضمی، درصد خاکستر و میزان پروتئین خام بود. برداشت علوفه در دو چین انجام شد و صفاتی مانند درصد برگ، درصد ساقه و نسبت برگ به ساقه نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که اعمال تیمارهای مختلف بر قابلیت هضم ماده خشک، قابلیت هضم ماده آلی، درصد ارزش هضمی و درصد خاکستر بی تأثیر بود. بیشترین و کمترین قابلیت هضم ماده خشک در چین اول در تیمارهای تلفیقی سودوموناس و کمپوست (۶۵/۲۳ درصد) و تیمار کود شیمیایی (۶۱/۶۱ درصد) بدست آمد.در چین دوم نیز تیمار تلفیقی سودوموناس و کمپوست دارای بیشترین قابلیت هضم ماده خشک (۶۵/۱۸ درصد) بود و کمترین آن در تیمار کود شیمیایی (۶۱/۰۸ درصد) مشاهده شد.میزان پروتئین علوفه به خوبی تحت تأثیر تیمارهای مختلف اعمال شده قرار گرفت. در چین اول بیشترین مقدار پروتئین را تیمار تلفیقی ازتوباکتر و ورمی کمپوست (۱۱۵/۷۸ گرم بر کیلوگرم) تولید نمود و کمترین میزان پروتئین مربوط به تیمار سودوموناس (۹۲/۶۵ گرم بر کیلوگرم) بود. در چین دوم نیز تیمارهای تلفیقی ازتوباکتر و ورمی کمپوست و شاهد به ترتیب بیشترین (۱۱۷/۱۴ گرم بر کیلوگرم) و کمترین (۸۵/۶۳ گرم بر کیلوگرم) میزان پروتئین را تولید نمودند. میزان پروتئین در تیمار کود شیمیایی در چین دوم به شدت کاهش یافت. در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی تأثیر چندانی بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی، درصد ارزش هضمی و درصد خاکستر ندارند، اما بر مقدار پروتئین گیاه تأثیر قابل توجهی داشته و می توانند از این طریق کیفیت علوفه تولیدی را افزایش دهند.

واژه‌های کلیدی: پروتئین خام، درصد ارزش هضم، قابلیت هضم ماده خشک، کیفیت علوفه

مقدمه

اطلاعات موجود در زمینه تامین مواد غذایی جهان نشان از وخامت روزافزون اوضاع دارد. حداقل ۵۰۰ میلیون نفر از جمعیت جهان مواجه با کمبود شدید مواد پروتئینی هستند. حدود ۲/۳ جمعیت جهان از سوءتغذیه رنج می برند و هر ۲/۵ سال جمعیت جهان حدود ۲۰۰ میلیون نفر افزایش می‌یابد (۲). در این میان تقاضا برای منابع پروتئین دامی به سرعت در جهان در حال افزایش بوده و هر ساله به نیاز برای تولید بیشتر منابع پروتئین دامی افزوده می شود. گیاهان علوفه ای دارای نقش عمده ای در تغذیه دام بوده و جزء مهمترین گیاهان زراعی دنیا طبقه بندی می شوند. با این وجود در بیشتر کشورهای جهان تحقیق و پژوهش در ارتباط با افزایش تولید و بهبود

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد، دانشیار و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: rezvani@um.ac.ir

خصوصیات کیفی این گیاهان در مقایسه با سایر محصولات زراعی اندک است. در کشور ما نیز با توجه به کمبود مراتع غنی و فشار دام بر آن‌ها بررسی و مطالعه پیرامون کشت این محصولات اهمیت ویژه ای دارد (۸).

ارزش یک علوفه را نمیتوان تنها از روی عملکرد ماده خشک آن در واحد سطح مشخص نمود (۷). آنچه که در حقیقت مهم است مقدار ماده ای است که عملا قابل استفاده دام می باشد (۹). معیارهای اساسی در تعیین کیفیت علوفه شامل درصد پروتئین، درصد دیواره سلولی و قابلیت هضم آن می باشد (۸). در این میان قابلیت هضم از اهمیت ویژه ای برخوردار است. زیرا ارتباط مستقیم با میزان انرژی و سایر مواد مغذی قابل دریافت توسط دام دارد (۲۱). فیشر و فولر (۱۲) اعلام کردند که ارزش غذایی یک علوفه به وسیله مقدار انرژی که برای دام تامین میکند معین می‌شود و بهترین راه برای تعیین مقدار انرژی یک علوفه مشخص کردن قابلیت هضم آن علوفه است. فارنورس و راکستون (۱۱) گزارش کردند که کاربرد مقادیر مختلف کود ازته باعث افزایش مقدار پروتئین در سورگوم علوفه ای می‌شود.

مینسون (۱۸) گزارش کرد که مقادیر مختلف کودهای نیتروژنه بر روی قابلیت هضم ماده خشک تأثیر بسیار کمی دارد. ویلسون (۲۲) در بررسی اثر میزان نیتروژن فراهم شده برای گیاه بر روی قابلیت هضم گیاه ارزن مشاهده کرد که با افزایش میزان نیتروژن در دسترس، قابلیت هضم برگهای ارزن به میزان ۳ درصد افزایش یافت. گوتو و مینسون (۱۴) گزارش کردند که پروتئین خام همبستگی مثبت بالایی با قابلیت هضم ماده خشک و همبستگی منفی بالایی با اجزاء دیواره سلولی دارا می باشد. قاسمی و همکاران (۵) اثر کودهای مختلف دامی و شیمیایی را بر شاخصهای کیفی ذرت علوفه ای مورد بررسی قرار داده و مشاهده کردند که اثر نوع کود بر درصد پروتئین و درصد خاکستر معنی دار بوده و بیشترین درصد خاکستر در کود دامی و بیشترین درصدپروتئین در کود شیمیایی مشاهده شد. اثر سطوح کود بر روی درصد فیبر محلول، درصد پروتئین، درصد خاکستر و درصد نیتروژن معنی دار بود. مهرورز و چایچی (۱۷) گزارش کردند که کاربرد باکتریهای حل کننده فسفات و قارچ مایکوریزا به صورت منفرد و تلفیقی می‌تواند باعث افزایش قابل توجه درصد پروتئین دانه و کاهشNDF و افزایش درصد خاکستر علوفه در گیاه جو شود.

تعیین قابلیت هضم نباتات علوفه ای به روش مستقیم با استفاده از حیوان (*in vivo*) پرهزینه و بسیار وقت گیر بوده و به مقادیر زیادی علوفه نیاز دارد. همچنین نتایج حاصله بر حسب سن، جنس، وضعیت سلامتی حیوان، سطح مصرف غذا و روشی که غذا به وسیله آن تهیه شده متفاوت است (۲۱). لذا در این تحقیق سعی شده است که با استفاده از روش (in vitro) خصوصیات کیفی گیاه مورد بررسی قرار گیرد. سورگوم یکی از مهم‌ترین گیاهان علوفه ای بوده که در مناطق وسیعی از جهان به‌طور گسترده کشت و کار می شود و از نظر سطح زیر کشت مقام پنجم را در جهان داراست. این گیاه قادر است در مناطق نیمه خشک و با ۴۰۰-۳۵۰ میلی‌متر بارندگی سالیانه به خوبی رشد نموده و علوفه مطلوبی را تولید نماید. توان فتوسنتزی بالا با داشتن مسیر فتوسنتزی چهار کربنه از خصوصیات دیگری است که باعث بالا بردن توان تولید گیاه در مناطق مختلف شده است (۷،۶).

با توجه به اهمیت گیاهان علوفه ای با توان تولید علوفه بالا نظیر سورگوم و نیز لزوم بررسی اثر عوامل محیطی بر کیفیت علوفه، در این طرح اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی بر قابلیت هضم و میزان پروتئین سورگوم علوفه ای مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۷-۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با طول جغرافیایی ۲۸َ ۵۹ْ شرقی و عرض جغرافیایی ۱۵َ ۳۶ْ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا اجرا شد. قبل از اجرای آزمایش از خاک محل اجرای طرح نمونه برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین عملیات مخلوط کردن تیمارهای کمپوست و ورمی کمپوست با خاک قبل از کاشت انجام و مواد مذکور به‌طور کامل با خاک مخلوط شدند. کاشت به روش جوی و پشته ای و با فاصله ردیف‌های ۵۰ سانتیمتر و به صورت دستی در تاریخ ۱۳۸۷/۳/۲۳ انجام شد. دراین آزمایش از سورگوم رقم اسپیدفید استفاده شد. زمین محل اجرای آزمایش در سال قبل زیر کشت جو بود. ابعاد کرت‌های آزمایشی نیز ۳×۴ متر در نظر گرفته شد و در هر کرت ۵ ردیف گیاه کشت گردید تیمارهای مورد مطالعه شامل:

۱- تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین (شامل مخلوطی از باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلوم گونه *Azospirillum brasilense* و *Azotobacter chroococcum*) ۲- کمپوست به میزان ۱۵ تن در هکتار و ۳- ورمی کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار ۴-تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین و کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار ۵- تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین و ورمی کمپوست به میزان ۷ تن در هکتار ۶-تلقیح بذور با باکتری‌های حل کننده فسفات از جنس (*Pseudomonas flurescence*) ۷- تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین و باکتری‌های حل کننده فسفات از جنس (*Pseudomonas flurescence*) ۸- تلقیح بذور با باکتری‌های حل کننده فسفات از جنس *Pseudomonas fluorescence*) و مخلوط کردن کمپوست با خاک به میزان ۱۵ تن در هکتار ۹- کود شیمیایی به میزان ۸۰ کیلوگرم کود ازته (اوره) و ۵۰ کیلوگرم کود فسفره (سوپر فسفات تریپل) در هکتار ۱۰-تیمار شاهد (بدون مصرف کود) بود.

کودهای آلی و شیمیایی مورد استفاده قبل از کاشت با خاک مخلوط شدند. تلقیح بذور نیز با کودهای بیولوژیک مورد استفاده نیز در روز کاشت انجام شد. اولین آبیاری در روز بعد از کاشت و به روش سیفونی انجام و به منظور بهبود سبزشدن گیاهچه‌ها آبیاری دوم به فاصله ۳روز بعد انجام شد و آبیاریهای بعدی در فواصل منظم ۱۰ روزه اعمال گردید. پس از استقرار گیاه و رسیدن ارتفاع بوته‌ها به ۱۵ سانتیمتری عملیات تنک و رساندن فاصله روی ردیف بوته‌ها به ۸ سانتیمتر در دو مرحله انجام شد.عملیات وجین نیز در دو مرحله قبل از چین اول و در یک مرحله در فاصله بین چین اول و دوم (زمانی که ارتفاع گیاهان حدود ۵۰ سانتیمتر بود) انجام شد. برداشت زمانی انجام شد که مزرعه تقریبا در مرحله ۱۰ درصد گلدهی بود. برداشت چین اول در تاریخ ۱۳۸۷/۵/۲۸و برداشت چین دوم در تاریخ ۱۳۸۷/۷/۲۶ انجام شد. در مرحله برداشت از طریق نمونه برداری ربعی تعداد دونمونه یک کیلوگرمی برداشت شده که وزن تر نمونه اول تعیین و سپس در درجه حرارت ۷۰ درجه سانتیگراد در داخل آون قرار داده شد و نمونه دوم به اجزاء تشکیل دهنده علوفه شامل برگ و ساقه جدا شده و در داخل آون قرار گرفت و پس از خشک شدن درصد اجزاء عملکرد علوفه خشک تعیین گردید. نمونه اول به منظور اندازه گیری خصوصیات کیفی با استفاده از آسیاب برقی با مش یک میلیمتر آسیاب شد. اندازه گیری قابلیت هضم ماده خشک (Dry-Matter Digestibility)، قابلیت هضم ماده آلی (Organic-Matter Digestibility) و ارزش هضمی (Digestibility-Value) با استفاده از روش دو مرحله ای پپسین- سلولاز (۱۶) انجام شد. برای تعیین ضریب همبستگی درصد قابلیت هضم ماده آلی بدست آمده از روش دو مرحله ای پپسین سلولاز و روش in vivo ،تعداد ۵ نمونه استاندارد که از مرکز تحقیقات علوم غذایی و علوفه دانشگاه ردینگ انگلستان تهیه شده بود و قابلیت هضم ماده خشک و قابلیت هضم ماده آلی آن‌ها از طریق آزمایشگاهی تعیین شده بود، مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین میزان پروتئین خام نمونه‌ها، از روش ماکرو کجلدال (با دستگاه هضم مدل ۱۰۱۵ و دستگاه تیتراسیون مدل ۳۳۹) استفاده گردید. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

هیچ یک از تیمارهای مورد بررسی در چین اول و دوم از نظر قابلیت هضم ماده خشک اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۲). در چین اول بیشترین قابلیت هضم ماده خشک مربوط به تیمار تلفیقی سودومونواس و کمپوست (۶۵/۲ درصد) و کمترین آن مربوط به تیمار ازتوباکتر (۶۱/۵ درصد) بود (جدول ۳). در چین دوم نیز تیمار تلفیقی سودومونواس و کمپوست دارای بیشترین قابلیت هضم ماده خشک (۶۵/۲ درصد) بود و تیمار کود شیمیایی دارای کمترین درصد قابلیت هضم ماده خشک (۶۱/۱ درصد) بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد که اعمال تیمارهای مختلف کودی نتوانسته است تأثیر چندانی را بر قابلیت هضم ماده خشک داشته باشد. به‌طور کلی قابلیت هضم خصوصیتی است که بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و همچنین عواملی برداشت و مرحله بلوغ گیاه بوده (۴) و کمتر به میزان فراهمی عناصر غذایی وابسته است. تغییر نسبت برگ به ساقه در مراحل مختلف فنولوژیک رشد باعث تغییر درصد قابلیت هضم ماده خشک می شود (۳).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	نیتروژن قابل دسترس(ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	pH	EC(دسی زیمنس برمتر)	ماده آلی(٪)
سیلتی-لومی	۱۵/٤	۱۳/۷	۱۱۹	۷/۹	۲/۲۳	۰/۸۳

جدول ۲- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) خصوصیات کیفی سورگوم علوفه ای در چین اول و دوم

منابع تغییر	درجه آزادی	قالبیت هضم ماده خشک		قابلیت هضم ماده آلی		درصد ارزش هضمی		درصد خاکستر		میزان پروتئین	
		چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم
بلوک	۲	۹/۶۲^{ns}	۴۲/۶^{ns}	۱۲/۹۶^{ns}	۲۲/۵^{ns}	۲۴/۹۱^{ns}	۲۵/۲^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۰/۶۰^{ns}	۱۵/۶۲^{ns}	۴/۲۸^{ns}
تیمار	۹	۵/۰۶^{ns}	۵/۸۳^{ns}	۲/۳۹^{ns}	۶/۶۲^{ns}	۳/۴۵^{ns}	۲/۵۳^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۱۹۸/۱۵**	۲۰۲**
خطا	۱۸	۶/۶۴	۳/۸۵	۳/۱۶	۶/۶۸	۳/۹۵	۳/۹۱	۰/۱۲	۰/۱۱	۱۶/۷۹	۲۴

ns : عدم وجود اختلاف معنی دار، * و ** به ترتیب وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

همانطور که در جدول ۴ مشخص است درصد برگ، درصد ساقه و نسبت برگ به ساقه در تیمارهای مختلف در چین اول و دوم اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. در نتیجه عدم وجود اختلاف معنی دار در قابلیت هضم ماده خشک در بین تیمارهای مختلف میتواند به خوبی توجیه پذیر باشد. در منابع مختلف علمی نیز به عدم وابستگی قابلیت هضم ماده خشک به میزان فراهمی عناصر غذایی اشاره شده است (۱۹،۱۵).

قابلیت هضم ماده آلی

درصد قابلیت هضم ماده آلی در چین اول و دوم تحت تأثیر هیچ یک از تیمارهای مورد بررسی قرار نگرفت (جدول ۲). در چین اول بیشترین درصد قابلیت هضم ماده آلی مربوط به تیمار تلفیقی ازتوباکتر و سودوموناس (۷۵/۸ درصد) بود و کمترین آن در تیمار کود شیمیایی (۷۳/۱ درصد) بدست آمد (جدول ۳). در چین دوم نیز بیشترین قابلیت هضم ماده آلی در تیمار تلفیقی ازتوباکتر و سودوموناس (۷۶/۳ درصد) و کمترین آن در تیمار شاهد (۷۰/۳ درصد) بدست آمد (جدول ۳). قابلیت هضم ماده آلی نیز از متغیرهایی است که بیشتر تحت تأثیر مرحله بلوغ گیاه، نسبت برگ به ساقه و شرایط محیطی است. همچنین این شاخص دارای همبستگی بالایی با قابلیت هضم ماده خشک و درصد خاکستر می باشد (۳). با توجه به عدم وجود اختلاف معنی دار در قابلیت هضم ماده خشک در بین تیمارهای مختلف اعمال شده و همچنین درصد خاکستر، میتوان عدم تغییر در قابلیت هضم ماده آلی را توجیه کرد. شدریک (۲۰) نیز عدم تغییر قابلیت هضم ماده آلی با افزایش میزان نیتروژن را گزارش کرده است.

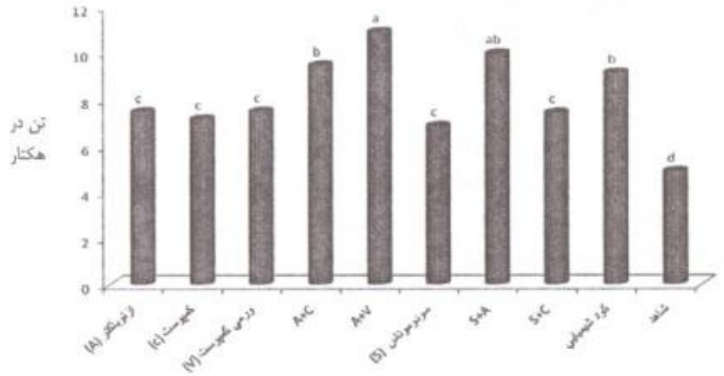
درصد ارزش هضمی

تیمارهای مختلف اعمال شده از نظر درصد ارزش هضمی نیز اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۳). تیمار تلفیقی ازتوباکتر و سودوموناس دارای بیشترین درصد ارزش هضمی (۶۵/۶ درصد) و تیمار تلفیقی ازتوباکتر و ورمی کمپوست دارای کمترین درصد ارزش هضمی (۶۲/۷ درصد) در چین اول بودند (جدول ۳). در چین دوم نیز تیمارهای تلفیقی ازتوباکتر و سودوموناس و ازتوباکتر به ترتیب دارای بیشترین (۶۴/۹) و کمترین (۶۲/۵) درصد ارزش هضمی بودند (جدول ۳). به‌طور کلی ارزش هضمی تابع دو فاکتور اصلی مقدار مواد آلی و معدنی علوفه و همچنین قابلیت هضم مواد فوق می باشد (۳).

جدول ۳- مقایسات میانگین خصوصیات کیفی سورگوم علوفه ای در چین اول و دوم

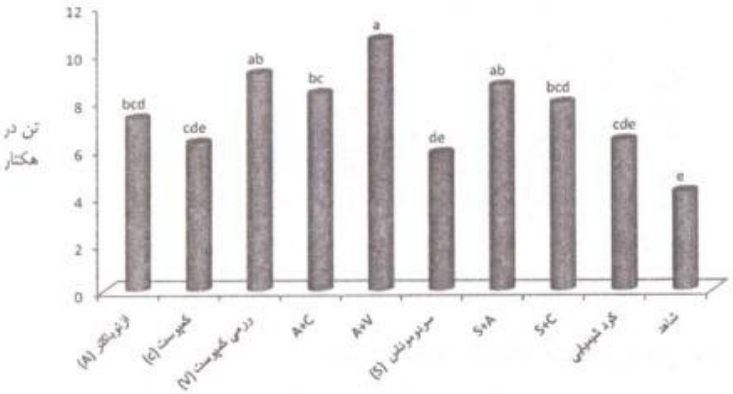
تیمار	درصد قابلیت هضم ماده خشک		درصد قابلیت هضم ماده آلی		درصد ارزش هضمی		درصد خاکستر		میزان پروتئین (کرم در کیلوگرم)	
	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم
ازتوباکتر	۶۱/۵^{a}	۶۲/۳^{ab}	۷۵/۶^{a}	۷۲/۱^{ab}	۶۴/۷^{a}	۶۲/۴^{a}	۹/۸۵^{a}	۹/۶۹^{a}	۱۰۱/۲۱^{bc}	۱۰۰/۲۶^{b}
کمپوست	۶۲^{a}	۶۱/۶^{b}	۷۵/۴^{a}	۷۴/۵^{ab}	۶۵/۴^{a}	۶۴/۲^{a}	۹/۳۳^{a}	۹/۲۵^{a}	۹۳/۶۰^{de}	۹۲/۲۴^{b}
ورمی کمپوست	۶۲/۶^{a}	۶۲/۵^{ab}	۷۲/۴^{a}	۷۴/۷^{ab}	۶۲/۲^{a}	۶۲/۴^{a}	۹/۶۱	۹/۷۸^{a}	۹۷/۶۳^{cd}	۹۹/۵۰^{b}
ازتوباکتر +کمپوست	۶۲/۶^{a}	۶۲/۵^{ab}	۷۵/۸^{a}	۷۵/۳^{a}	۶۵/۳^{a}	۶۲/۹^{a}	۹/۵۰^{a}	۹/۵۷^{a}	۹۴/۳۱^{cde}	۹۵/۵۲^{b}
ازتوباکتر +ورمی کمپوست	۶۲/۴^{a}	۶۴/۲^{ab}	۷۴/۱^{a}	۷۳/۵^{ab}	۶۲/۷^{a}	۶۲/۹^{a}	۹/۵۶^{a}	۹/۵۰^{a}	۱۱۵/۷۸^{a}	۱۱۷/۱۳^{a}
سودوموناس	۶۱/۷^{a}	۶۱/۳^{b}	۷۴/۹^{a}	۷۳/۸^{ab}	۶۲/۷^{a}	۶۲/۸^{a}	۹/۵۵^{a}	۹/۶۹^{a}	۹۲/۶۵^{de}	۹۲/۲۳^{bc}
ازتوباکتر +سودوموناس	۶۲/۳^{a}	۶۴^{ab}	۷۵/۸^{a}	۷۶/۳^{a}	۶۵/۶^{a}	۶۴/۹^{a}	۹/۵۳^{a}	۹/۵۸^{a}	۹۵/۱۱^{cde}	۹۷/۰۹^{b}
سودوموناس +کمپوست	۶۵/۳^{a}	۶۵/۱^{a}	۷۵/۴^{a}	۷۴/۶^{ab}	۶۲/۸^{a}	۶۴/۳^{a}	۹/۸۷^{a}	۹/۸۵^{a}	۹۴/۲۹^{cde}	۹۵/۵۱^{b}
کود شیمیایی	۶۱/۶^{a}	۶۱^{b}	۷۳/۱^{a}	۷۲/۴^{ab}	۶۲/۱^{a}	۶۲/۴^{a}	۹/۵۰^{a}	۹/۲۹^{a}	۱۰۶/۵۷^{b}	۹۴/۶۶^{b}
شاهد	۶۱/۹^{a}	۶۱/۶^{b}	۷۲/۵^{a}	۷۰/۳^{b}	۶۲/۸^{a}	۶۲/۸^{a}	۹/۶۴^{a}	۹/۵۴^{a}	۸۸/۶۵^{e}	۸۵/۶۲^{c}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ ندارند.



شکل ۱- عملکرد علوفه خشک قابل هضم در تیمارهای مختلف آزمایش در چین اول

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری ندارند)



شکل ۲- عملکرد علوفه خشک قابل هضم در تیمارهای مختلف آزمایش در چین دوم

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری ندارند)

در نتیجه هر چه میزان ماده آلی علوفه و قابلیت هضم آن بیشتر باشد ارزش هضمی نیز به عنوان یک متغیر وابسته بالاتر خواهد بود. همانطور که در جدول ۳ آمده است در چین اول تیمار تلفیقی ازتوباکتر و سودوموناس دارای بیشترین قابلیت هضم ماده آلی و نیز بالاترین درصد ارزش هضمی می باشد.در چین دوم نیز تیمار فوق ضمن داشتن بیشترین قابلیت هضم ماده آلی دارای بالاترین درصد ارزش هضمی بود (جدول ۳).

با توجه به اینکه تیمارهای مورد بررسی از نظر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند در نتیجه عدم وجود اختلاف معنی دار در درصد ارزش هضمی بین تیمارها به خوبی توجیه پذیر است.

درصد خاکستر

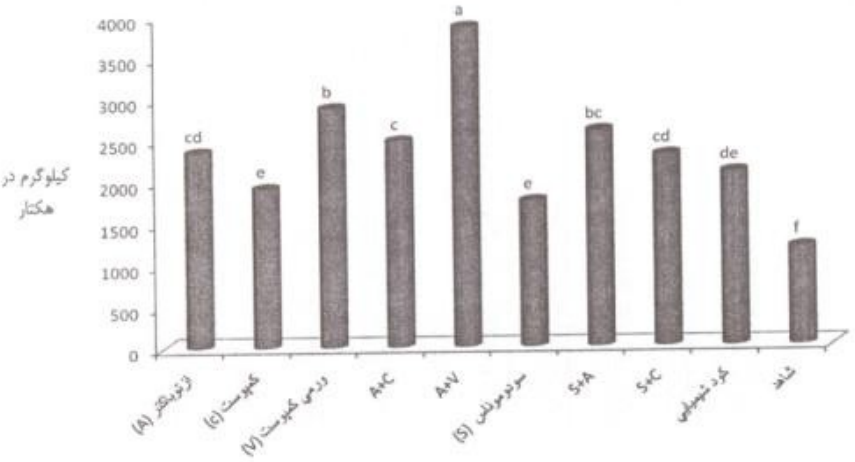
درصد خاکستر نیز بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری را نشان نداد (جدول ۲). بیشترین و کمترین درصد خاکستر در چین اول به ترتیب در تیمارهای سودوموناس و کمپوست (۹/۹ درصد) و کمپوست (۹/۳ درصد) حاصل شد (جدول ۳). در چین دوم نیز تیمارهای سودوموناس و کمپوست (۹/۸ درصد) و کود شیمیایی (۹/۳ درصد) به ترتیب بیشترین و کمترین درصد خاکستر را تولید نمودند (جدول ۳). به نظر می‌رسد که درصد خاکستر در سورگوم علوفه ای

تحت تاثیر میزان فراهمی عناصر غذایی قرار نمی‌گیرد. آقا علیخانی و همکاران (۱) نیز در بررسی تاثیر تراکم کاشت و مقادیر نیتروژن بر عملکرد و کیفیت علوفه ارزن مرواریدی مشاهده کردند که افزایش میزان نیتروژن تأثیری بر میزان خاکستر تولیدی ندارد.

میزان پروتئین

در این آزمایش میزان پروتئین تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت (جدول ۲). در چین اول بیشترین مقدار پروتئین را تیمار تلفیقی ازتوباکتر و ورمی کمپوست (۱۱۵/۸ گرم بر کیلوگرم) تولید نمود و کمترین میزان پروتئین مربوط به تیمار سودوموناس (۹۲/۶ گرم بر کیلوگرم) بود (جدول ۳). در چین دوم نیز تیمارهای تلفیقی ازتوباکتر و ورمی کمپوست و شاهد به ترتیب بیشترین (۱۱۷/۱ گرم بر کیلوگرم) و کمترین (۸۵/۶ گرم بر کیلوگرم) میزان پروتئین را تولید نمودند (جدول ۳).

به نظر می‌رسد که تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم ونیز آزادسازی ترکیبات نیتروژنه از ورمی کمپوست در طول فصل رشد باعث افزایش قابل توجه میزان پروتئین در تیمار تلفیقی ازتوباکتر و ورمی کمپوست نسبت به سایر تیمارها شده است. در چین دوم نیز باتوجه به آزادسازی تدریجی و آهسته نیتروژن از ورمی کمپوست میزان پروتئین بیشتری تولید شد و حتی مقدار آن از چین اول نیز بیشتر بود.



شکل ۳- عملکرد کل پروتئین علوفه در تیمارهای مختلف آزمایش (کیلوگرم در هکتار)

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری ندارند)

جدول٤- مقایسات میانگین اجزاء عملکرد سورگوم علوفه ای در چین اول و دوم

تیمار	درصد برگ در ماده خشک		درصد ساقه در ماده خشک		نسبت برگ به ساقه	
	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم
ازتوباکتر	۳۹/۳^{a}	۴۰/۳^{a}	۶۰/۶^{a}	۵۹/۶^{a}	۶۴/۸^{a}	۶۷/۵^{a}
کمپوست	۴۱/۳^{a}	۴۱/۳^{a}	۵۸/۶^{a}	۵۸/۶^{a}	۷۰/۴^{a}	۷۰/۴^{a}
ورمی کمپوست	۳۷/۶^{a}	۳۸/۳^{a}	۶۲/۳^{a}	۶۱/۶^{a}	۶۰/۴^{a}	۶۲/۱^{a}
ازتوباکتر+کمپوست	۳۹/۶^{a}	۳۸/۶^{a}	۶۰/۳^{a}	۶۱/۳^{a}	۶۵/۷^{a}	۶۳^{a}
ازتوباکتر+ورمی کمپوست	۴۰/۳^{a}	۳۹/۳^{a}	۵۹/۶^{a}	۶۰/۶^{a}	۷۳/۴^{a}	۶۴/۸^{a}
سودوموناس	۳۹/۳^{a}	۴۲/۶^{a}	۶۰/۶^{a}	۵۸/۳^{a}	۶۴/۸^{a}	۷۳^{a}
ازتوباکتر+سودوموناس	۴۱/۳^{a}	۳۹/۶^{a}	۵۸/۶^{a}	۶۰/۳^{a}	۷۰/۴^{a}	۶۵/۷^{a}
سودوموناس+کمپوست	۴۲/۳^{a}	۳۹/۳^{a}	۵۷/۳^{a}	۶۰/۶^{a}	۷۳/۸^{a}	۶۴/۸^{a}
کود شیمیایی	۴۱/۶^{a}	۳۸/۶^{a}	۵۸/۳^{a}	۶۱/۳^{a}	۷۱/۴^{a}	۶۳^{a}
شاهد	۴۲/۳^{a}	۴۰/۶^{a}	۵۷/۶^{a}	۵۹/۳^{a}	۷۳/۴^{a}	۶۸/۵^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ ندارند.

نکته قابل توجه در این میان کاهش محسوس میزان پروتئین در تیمار کود شیمیایی در چین دوم است که با توجه به جذب و شستشوی سریع عناصر موجود در کودهای شیمیایی، در چین دوم میزان ترکیبات نیتروژنه موجود به شدت کاهش یافته و این امر در توان ساخت پروتئین گیاه نمود یافته است. بیشترین عملکرد پروتئین در چین‌های اول و دوم و در مجموع نیز به تیمار تلفیقی ازتوباکتر و ورمی کمپوست اختصاص داشت. با توجه به اینکه این تیمار دارای بالاترین عملکرد علوفه خشک تولیدی و نیز بالاترین میزان پروتئین در بین تیمارها بود بنابراین بیشترین عملکرد پروتئین به عنوان تابعی از این دو فاکتور به این تیمار اختصاص داشت. افزایش میزان پروتئین گیاه به موازات افزایش میزان نیتروژن قابل جذب در نتایج بررسی‌های سایر محققین نیز مشاهده شده است (۱۳،۱۰).

به‌طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که اعمال تیمارهای مختلف بر درصد قابلیت هضم ماده خشک، درصد قابلیت هضم ماده آلی، درصد ارزش هضمی و درصد خاکستر بی تأثیر بود. به نظر می‌رسد که صفات ذکر شده بیشتر تحت تاثیر عواملی مثل زمان برداشت، مرحله بلوغ و خصوصیات ذاتی گیاه بوده و تحت تاثیر مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی قرار نمی‌گیرد. با توجه به افزایش میزان پروتئین تولیدی ناشی از کاربرد این ترکیبات می‌توان از این طریق کیفیت علوفه تولیدی را بهبود بخشیده و آلودگی‌های ناشی از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی را کاهش داد.

سپاسگزاری

هزینه اجرای این طرح توسط معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و دانشکده کشاورزی تامین گردیده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می شود.

منابع

۱- آقا علیخانی، م.، م. اسحق احمدی، و ع. م. مدرس ثانوی. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر تراکم کاشت و مقادیر نیتروژن بر عملکرد و کیفیت علوفه ارزن مرواریدی. مجله پژوهش و سازندگی، ۷۷: ۲۰-۲۷.

۲- امانلو، ح.۱۳۷۲. خوراک دادن و تغذیه گاوهای شیری. انتشارات دانشگاه زنجان.

۳- رضوانی مقدم، پ. ۱۳۶۹. اثر مقایر مختلف کود نیتروژن بر ارزش غذایی، عملکرد و خصوصیات رشد چهار رقم سورگوم علوفه ای. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۴- رضوانی مقدم، پ. و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۳. بررسی قابلیت هضم ماده خشک و درصد پروتئین علوفه سه رقم سورگوم علوفه ای در زمآن‌های مختلف برداشت. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۵: ۷۸۷-۷۹۶.

۵- قاسمی، ا.، م. قاسمی، و م. قنبری. ۱۳۸۱. بررسی اثر مقادیر مختلف کود دامی ،شیمیایی و ترکیب آن‌ها بر شاخص‌های کیفی و جذب عنصر نیتروژن در علوفه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴. هفتمین کنگره زراعت واصلاح نباتات ایران ،شهریور ۱۳۸۱. کرج.

۶- کریمی، ه. ۱۳۶۷. زراعت و اصلاح گیاهان علوفه ای. انتشارات دانشگاه تهران.

۷- کوچکی، ع. ۱۳۶۴. زراعت در مناطق خشک. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۸- میرلوحی، الف.، ن. بزرگوار، و م. بصیری. ۱۳۷۹. اثر مقادیر مختلف کود ازته بر رشد، عملکرد و کیفیت سیلویی سه هیبرید سورگوم علوفه ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴(۲): ۱۰۵-۱۱۶.

9- Anonymous. 1983. Multiple cropping. American Society of Agronomy. Special Publication. No.27.

10- Birch, C. J., and A. D. Stewart. 1989. The effect of nitrogen fertilizer rate and timing on the yield of hybrid forage sorghum from serial harvest. Australian Sorghum Workshop, Toowomba.:41-48.

11- Farnworth, J., and I. B. Ruxton. 1973. The response of forage sorghum to applications of nitrogen and iron chelate. University College of North Wales Publication No. 17.

12- Fisher, L. J., and D. B. Fowler. 1975. Predicted forage value of whole plant cereals. Canadian J. of Plant Sci., 55: 975-979.

13- Glenn, D. M., A. Carey, F. E. Bolton, and M.Vavra. 1985. Effect of N fertilizer on protein content of grain, straw and chaff tissues in soft white winter wheat. Agron. J. 77: 229-232.

14- Goto, I., and D. J. Minson. 1977. Prediction of the dry matter digestibility of tropical grasses using a Pepsin-cellulase assay. Animal Feed Sci. and Tech. 2:247-253.

15- Hacker, J. B., and D. J. Minson. 1981. The digestibility of plant parts. Herbage Abst. 51: 459-482.

16- Jones, D. I. H., and V. Hayward Margaret. 1973. A cellules digestion technique for predicting the dry matter

digestibility of grasses. J. Sci. of Food and Agri. 24: 1419-1426.
17- Mehrvarz, S., and M.R. Chaichi. 2008. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and grain quality of barely (*Hordeum vulgare L.*). American-Eurasian J. of Agri. and Envier. Sci.., 3 (6): 855-860.
18- Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press.
19- Pritchard, K. E. 1987. Yield and quality of irrigated summer fodder crops in Northern Victoria. Australian Society of Soil Science, 169pp.
20- Shedrick, R. D. 1971. Trials of sorghum for forage. The Grassland Research Institute Hurley, Maledanhead, Berks, Technical Report No. 9.
21- Tilley, J.M.A., and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of British Grassland Society, 18:104-111.
22- Wilson, J. R. 1994. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. J. of Agric. Sci. Camb. 122:173-182.