اثر کاربرد کودهای زیستی، شیمیایی و آلی بر برخی ویژگی‌های کیفی علوفه سورگوم دانه‌ای در شرایط گلخانه

The Effect of Applying Biological Fertilizer, Chemical, and Manure on some of Qualitative Characteristics of Forage Sorghum under Greenhouse Condition

رضا کمائی[۱*]، حسین رجائی شریف‌آبادی[۲]، مهدی پارسا[۳]، محسن جهان[۴] و عباسعلی ناصریان[۵]

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۳

چکیده

مدیریت کود یک عامل مهم در موفقیت کشت گیاهان زراعی می‌باشد. کاربرد کودهای زیستی در تولید این گیاهان با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه مصرف نهاده‌های شیمیایی و همچنین افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود رشد و کیفیت گیاه، از اهمیت زیادی برخوردار است. به‌منظور بررسی واکنش برخی از ویژگی‌های کیفی علوفه سورگوم دانه‌ای به استفاده از کودهای زیستی، شیمیایی و آلی، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک کامل تصادفی و در ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۳ نوع کود بیولوژیک و تلفیق آن‌ها با یکدیگر و ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی به شرح زیر بود: ۱- قارچ میکوریزا آربسکولار گونه *Glomus mosseae* + ورمی‌کمپوست، ۲- قارچ میکوریزا + کود زیستی نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azospirillum* sp. و *Azotobacter* sp.)، ۳- قارچ میکوریزا + ریزوبیوم (*Rhizobium* sp.)، ۴- قارچ میکوریزا + کود شیمیایی KPN، ۵- قارچ میکوریزا *Glomus mosseae* و ۶- شاهد. در این آزمایش، هرچند تیمارها اثر معنی‌داری بر میزان خاکستر، اجزای دیواره سلولی (مواد نامحلول در شوینده خنثی) و اجزای دیواره سلولی به جزء همی‌سلولز (مواد نامحلول در شوینده اسیدی) نداشتند اما توانستند صفات و ویژگی‌هایی نظیر پروتئین خام، گوارش‌پذیری ماده خشک و گوارش‌پذیری ماده آلی را به‌طور معنی‌داری تغییر دهند. نتایج نشان داد که بیشترین درصد پروتئین خام (۵۱/۹۱ درصد)، گوارش‌پذیری ماده خشک (۷۰/۱۲ درصد) و گوارش‌پذیری ماده آلی (۷۲/۱۶ درصد) در تیمار تلفیقی میکوریزا و نیتروکسین و بیشترین درصد خاکستر (۹/۸ درصد) از تیمار تلفیقی کود میکوریزا و ورمی‌کمپوست حاصل شد. با توجه به نتایج آزمایش، بهترین تیمار کودی برای سورگوم دانه‌ای مخلوط قارچ میکوریزا و کود زیستی نیتروکسین پیشنهاد می‌گردد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کودهای بیولوژیک می‌توانند به‌عنوان جایگزینی مناسب برای بخشی از کودهای شیمیایی در سیستم‌های کشاورزی پایدار مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: گوارش‌پذیری ماده خشک، گوارش‌پذیری ماده آلی، قارچ میکوریزا، نیتروکسین، ورمی‌کمپوست

۱، ۳ و ۴. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، خراسان رضوی (مشهد)، ایران

۲ و ۵. به ترتیب دانشجوی دکترای تخصصی تغذیه دام و استاد گروه علوم دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، خراسان رضوی (مشهد)، ایران

*: نویسنده مسئول Email: Rezakamaei@yahoo.com

مقدمه

اطلاعات موجود در زمینه تأمین مواد غذایی جهان نشان از وخامت روزافزون اوضاع دارد. حداقل ۵۰۰ میلیون نفر از جمعیت جهان مواجه با کمبود شدید مواد پروتئینی هستند. حدود دوسوم جمعیت جهان از سوء تغذیه رنج می‌برند و هر ۲/۵ سال جمعیت جهان حدود ۲۰۰ میلیون نفر افزایش می‌یابد (امانلو،۱۳۷۲). در این میان تقاضا برای منابع پروتئین دامی به سرعت در جهان در حال افزایش بوده و هرساله نیاز تولید بیشتر منابع پروتئین دامی افزوده می‌شود. گیاهان علوفه‌ای دارای نقش عمده‌ای در تغذیه دام بوده و جزء مهمترین گیاهان زراعی دنیا طبقه‌بندی می‌شوند. با این وجود در بیشتر کشورهای جهان تحقیق و پژوهش در ارتباط با افزایش تولید و بهبود 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 ویژه‌ای دارد (میرلوحی و همکاران، ۱۳۷۹).

ارزش یک علوفه را نمی‌توان تنها از روی عملکرد ماده خشک آن در واحد سطح مشخص نمود (کوچکی، ۱۳۶۴). معیارهای اساسی در تعیین کیفیت علوفه شامل درصد پروتئین، درصد دیواره سلولی و قابلیت هضم آن می‌باشد (میرلوحی و همکاران، ۱۳۷۹). در این میان قابلیت هضم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا با میزان انرژی و سایر مواد مغذی قابل دریافت توسط دام ارتباط مستقیم دارد (*تیلی و تری*[1]، 1963). *فیشر و فولر*[2] (1975) اعلام کردند که ارزش غذایی یک علوفه بوسیله مقدار انرژی که برای دام تعیین می‌کند معین می‌شود و بهترین راه برای تعیین مقدار انرژی یک علوفه مشخص کردن قابلیت هضم آن علوفه است.

استفاده از منابع بیولوژیک در کشاورزی دارای قدمت بسیار زیادی است و در گذشته نه چندان دور تمام مواد غذایی مورد مصرف انسان با استفاده از چنین منابع ارزشمندی تولید می‌شدند. استفاده بهینه از منابع بیولوژیک نه تنها دارای اثرات مثبتی بر خصوصیات خاک می‌باشد بلکه از لحاظ اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی نیز مفید بوده و می‌تواند جایگزین مناسبی برای نهاده‌های شیمیایی باشد (*دود*[3]، 2000). بنابراین استفاده از کودهای زیستی و انتخاب بهترین گونه میکروارگانیسم که بیشترین سازگاری و کارآیی را نسبت به اقلیم منطقه داشته باشد می‌تواند در پایداری سیستم کشاورزی مفید واقع شود.

قارچ‌های میکوریزا از عوامل ضروری در سیستم پایدار خاک گیاه محسوب می‌شوند که قادرند با ریشهٔ بیش از ۹۷ درصد گیاهان همزیستی داشته باشند (*اسمیت و رد*[4]، 2008). اهمیت میکوریزا در کشاورزی بر پایهٔ نقش ویژهٔ آن به‌عنوان حلقهٔ ارتباطی بین خاک و گیاه استوار است. قارچ‌های میکوریزا به دلیل افزایش موثر سطح جذب ریشه از طریق ایجاد ریسه، سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی به‌وسیلهٔ گیاهان می‌شوند. تخمین زده می‌شود که حدود ۸۰ درصد جذب فسفر توسط گیاه به‌وسیله قارچ‌های میکوریزا صورت می‌گیرد (*مارشنر و دل*[5]، 1994) همچنین، این قارچ سبب بهبود جذب نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، مس و روی در خاک‌های فقیر می‌شود (*اسمیت و رد*، 2008).

کود زیستی نیتروکسین حاوی باکتری‌های همیار آزادزی ازجمله آزوسپیریلوم (*Azospirillum* sp.) و ازتوباکتر (*Azotobacter* sp.) می‌باشد که علاوه‌بر تثبیت ازت اتمسفری در محیط ریشه گیاه، توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، اکسین‌ها و جبیرلین‌ها را دارند که باعث بهبود رشد ریشه و در نتیجه افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی و در نهایت افزایش عملکرد می‌گردند (*کادر*[6] و همکاران، 2002).

ورمی‌کمپوست حاصل یک فرایند نیمه‌هوازی است که طی تجزیه مشترک مواد آلی توسط کرم زباله یا کرم خاکی و میکروارگانیسم‌های خاکزی تولید می‌شود (حق پرست، ۱۳۷۲). کرم‌های خاکی با تکه‌تکه کردن مواد زاید، فعالیت میکروبی و تجزیه مواد آلی را افزایش می‌دهند. بنابراین آن قسمت از مواد آلی که اکسایش یافته و تثبیت شده، پدیده هوموسی شدن صورت می‌گیرد. در نتیجه این عمل مواد آلی دفعی از روده کرم، با ترکیب اولیه مواد آلی، بسیار متفاوت است (*مارتین*[7] و همکاران، 1997). *گلن*[8] و همکاران (1992) بیان داشتند که استفاده از ورمی‌کمپوست یک راه جدید و مناسب برای تامین نیاز غذایی گیاه می‌باشد که علاوه بر آن کیفیت خاک را هم بهبود می‌بخشد. از طرفی ورمی‌کمپوست باعث بهبود ساختمان فیزیکی خاک و بهبود رشد ریشه گیاه می‌شود (*کولمان و مور*[9]، 2003).

1.Tilley and terry
2. Fisher and Fowler
3. Dodd
4. Smith and Read
5. Marschner and Dell
6. Kader
7. Martin
8. Glenn
9. Coleman and Moore

تعیین قابلیت هضم نباتات علوفه‌ای به روش مستقیم با استفاده از حیوان (*in vivo*) پرهزینه و بسیار وقت‌گیر 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 به‌وسیله آن تهیه شده متفاوت است (*تیلی و تری*، 1963). لذا در این تحقیق سعی شده است که با استفاده از روش درون شیشه‌ای[1] خصوصیات کیفی گیاه مورد بررسی قرار گیرد.

سورگوم یکی از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای بوده که در مناطق وسیعی از جهان به‌طور گسترده کشت می‌شود و از نظر سطح زیرکشت مقام پنجم را در جهان داراست. این گیاه قادر است در مناطق نیمه‌خشک و با ۴۰۰-۳۵۰ میلی‌متر بارندگی سالیانه به خوبی رشد نموده و علوفه مطلوبی تولید نماید. توان فتوسنتزی بالا با داشتن مسیر فتوسنتزی چهار کربنه از خصوصیات دیگری است که باعث بالا بردن توان تولید این گیاه در مناطق مختلف شده است (کوچکی، ۱۳۶۴؛ کریمی، ۱۳۶۷).

با توجه به اهمیت گیاهان علوفه‌ای با توان تولید علوفه بالا نظیر سورگوم و نیز بررسی اثر عوامل محیطی بر کیفیت علوفه، در این پژوهش، اثر کاربرد کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر کیفیت علوفه سورگوم دانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار و در ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است. بذر سورگوم دانه‌ای رقم سپیده از مرکز تحقیقات کشاورزی طرق تهیه و استفاده شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۶۰ × ۱۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کشت به‌صورت ردیفی انجام و بذور با فاصله بین ردیف و روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر کاشته شد. کشت مستقیما در خاک (و نَه گلدان) انجام شد و به این منظور یکی از واحدهای گلخانه به‌طور کامل که فاقد کف بتنی بود به این آزمایش اختصاص یافت. تیمارهای مورد مطالعه شامل: ۱- قارچ میکوریزا آربسکولار گونه *Glomus moseae* + ورمی‌کمپوست، ۲- قارچ میکوریزا + کود زیستی نیتروکسین (دارای باکتری‌های *Azospirillum* sp. و *Azotobacter* sp.)، ۳- قارچ میکوریزا + ریزوبیوم (*Rhizobium* sp.)، ۴- قارچ میکوریزا + کود شیمیایی NPK (۲۰-۲۰-۲۰)، ۵- قارچ میکوریزا و ۶- شاهد بود. عملیات مخلوط کردن تیمارهای قارچ میکوریزا، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی با خاک قبل از کاشت انجام و مواد مذکور به‌طور کامل تا عمق ۳۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط شدند. قارچ میکوریزا به‌صورت خاک‌مصرف به خاک اضافه شد، که میزان آلودگی خاک میکوریز شده ۸۰ درصد، میزان اسپور ۱۲۰ عدد در گرم و میزان میسیلیوم ۹۷۶ بود و همچنین میزان درصد کلونیزاسیون هر یک از تیمارها در جدول ۱ بیان شده است. تعیین درصد کلونیزاسیون طول ریشه مستلزم رنگ‌آمیزی ریشه‌های فیکس شده و سپس مشاهده و اندازه‌گیری آن قسمت از طول ریشه‌ها که توسط اندام‌های قارچی آلوده شده‌اند، می‌باشد که به این منظور برای رنگ‌آمیزی از روش کورمانیک و مک‌گرا (*جیووانتی و موس*[2]، 1980) وبرای تعیین کلونیزاسیون ریشه از روش جی یووانتی و موسه (*کرومانیک و مگ‌گرا*[3]، 1982) موسوم به روش گریدلاین اینترسکت (*راجاپاکس و میلر*[4]، 1992) استفاده شد. سهم هر یک از جنس‌های باکتری در هر میلی‌متر نیتروکسین 10^8 سلول زنده است. روش مصرف کود زیستی نیتروکسین به‌صورت بذرمال و تلقیح بذور در سایه انجام گرفت. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام و به‌منظور بهبود سبز شدن گیاهچه‌ها، دومین نوبت آبیاری به فاصله ۴ روز انجام شد و آبیاری‌های بعدی در فواصل منظم ۱۰ روزه اعمال گردید. پس از استقرار گیاه و رسیدن ارتفاع بوته‌ها به ۱۰ سانتی‌متری گیاهان تنک شدند. عملیات وجین علف‌های هرز ۵ مرتبه و در مواقع نیاز انجام شد. برداشت زمانی انجام شد که مزرعه تقریباً در مرحله ۱۰ درصد گلدهی بود. در مرحله برداشت از طریق نمونه‌برداری ربعی نمونه‌ای به اندازه نیاز برداشت شد و تحت درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد در داخل آون قرار داده شد. نمونه به‌منظور اندازه‌گیری خصوصیات کیفی با استفاده از آسیاب برقی با مش یک میلی‌متر آسیاب شد. برای اندازه‌گیری قابلیت هضم ماده خشک[5] و قابلیت هضم ماده آلی[6]، مایع شکمبه ۲ ساعت پیش از مصرف خوراک وعده صبح از دو گاو نر فیستولادار تغذیه شده در سطح نگهداری جمع‌آوری شد. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک از هر نمونه (۳ تکرار) با ۰۳ میلی-لیتر مخلوط بافر، مطابق با روش *منک و استینگاس*[7] (1988) و مایع شکمبه (نسبت ۲ به ۱) در بطری‌های شیشه‌ای ریخته شده و درب آنها با استفاده از درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی کاملاً بسته و در دمای ۳۹ درجه به‌مدت ۹۶ ساعت انکوباسیون شدند.

1. *In vitro*

2. Rajapakse and Miller
3. Kormanik and McGraw
4. Rajapakse and Miller
5. Dry Matter Digestibility
6. Organic Matter Digestibility
7. Menke and Staingass

جدول ۱: درصد کلونیزاسیون تیمارهای آزمایش
Table 1: Percent colonization treatments

تیمار Treatment	درصد کلونیزاسیون Colonization (Percent)
میکوریزا + نیتروکسین Mycorhhiza + Nitrocsin	82
میکوریزا Mycorhhiza	70.6
میکوریزا + ورمی‌کمپوست Mycorhhiza + vermicompost	72.33
میکوریزا + کود شیمیایی NPK Mycorhhiza + NPK	68
میکوریزا + ریزوبیوم Mycorhhiza + rhizobium	70
شاهد Control	19

جدول ۲: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش
Table 2: Chemical and physical characteristics of soil for experimental site

بافت خاک Soil texture	نیتروژن قابل دسترس Available nitrogen (ppm)	فسفر P (ppm)	پتاسیم Potassium (ppm)	اسیدیته PH	هدایت الکتریکی EC (dS/ m)	OC (%)	OM (%)
شنی لومی Sandy loam	65.4	66.7	356	7.92	7.86	1.32	2.28

برای محاسبه ناپدید شدن ماده خشک، محتوی بطری‌ها با پارچه با منافذ ۴۲ میکرومتر صاف شد و باقیمانده آن در دمای ۶۰ درجه آون به‌مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. برای محاسبه‌ی گوارش‌پذیری ماده آلی، باقیمانده‌ی مواد پس از خشک شدن، در کوره الکتریکی و دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد سوزانده شد و مقدار خاکستر باقیمانده از مقدار کل ماده باقیمانده پس از آون کسر گردید (*منک و استینگاس*، 1988). برای تعیین میزان پروتئین خام نمونه‌ها، از روش ماکرو کجلدال استفاده گردید. اندازه‌گیری مقدار اجزای دیواره سلولی[1] (مواد نامحلول در شوینده خنثی) و اجزای دیواره سلولی به جزء همی‌سلولز[2] (مواد نامحلول در شوینده اسیدی) نمونه‌ها با استفاده از روش *ون سوست*[3] و همکاران (1991) تعیین شد.

تجزیه واریانس و تحلیل داده‌های آزمایشی و رسم شکل‌های مربوط به آنها، توسط نرم‌افزار MS-Excel Ver.11 و SAS صورت گرفت. برای مقایسه میانگین تیمارها نیز از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

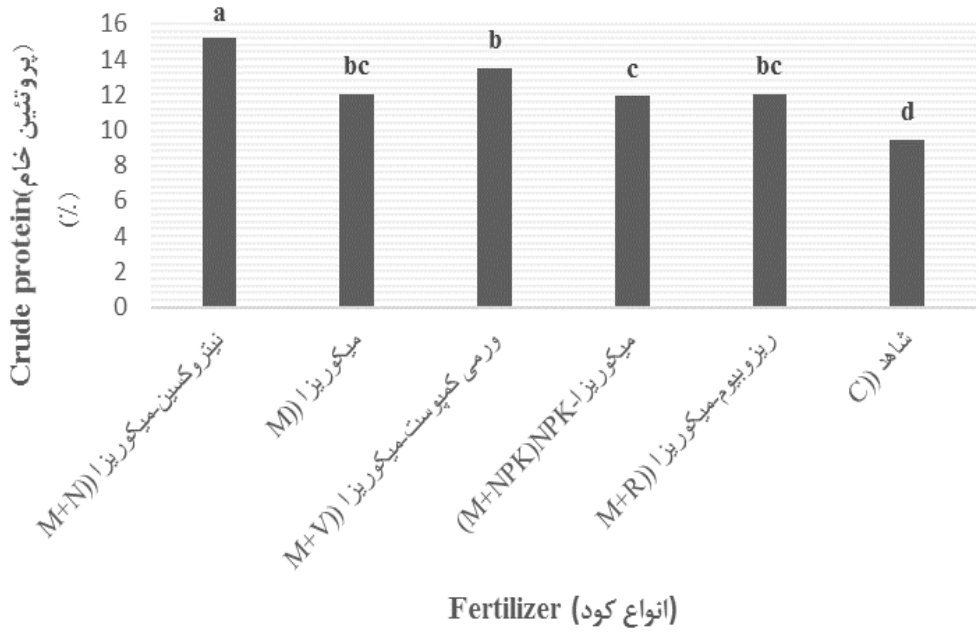
نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی بر پروتئین خام، گوارش‌پذیری ماده خشک و گوارش پذیری ماده آلی بود (جدول ۳).

1. Neutral Detergent Fiber
2. Acid Detergent Fiber
3. Van Soest

جدول ۳: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) کیفیت علوفه گیاه سورگوم دانه‌ای تحت تاثیر کودهای مختلف
Table 3: Analysis of variance (mean squares) for qualitative properties of grain sorghum forage

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square					
		پروتئین خام Crude protein	خاکستر Ash	NDF	ADF	گوارش‌پذیری ماده خشک Dry matter digestibility	گوارش‌پذیری ماده آلی Organic matter digestibility
بلوک Replication	2	0.32^{ns}	0.291^{ns}	3.84^{ns}	5.782^{ns}	0.405^{ns}	18.786^{ns}
تیمار Treatment	5	10.879^{**}	0.381^{ns}	10.09^{ns}	13.58^{ns}	68.22^{**}	49.869^{*}
خطا Error	10	0.706	0.516	1.521	5.803	3.94	13.443

ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار، ** و * به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱% و ۵%
ns, *, **: non-significant, significant at $p = 0.05$ and $p = 0.01$, respectively



(M = Mycorhhiza, N= Nitrocsin, V= Vermicompost, R= Rhizobium)

شکل ۱: تغییرات پروتئین خام گیاه سورگوم دانه‌ای تحت تاثیر کودهای مختلف (وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 1: Changes crude protein sorghum plant affected by different fertilizers (There is at least one common letter in the column indicates no significant difference at the 5% level)

پروتئین خام: شکل ۱ میزان پروتئین در اثر کاربرد انواع میکروارگانیسم و کود را نشان می‌دهد. اثر کاربرد انواع میکروارگانیسم و کود بر میزان پروتئین سورگوم دانه‌ای معنی‌دار بود. در این آزمایش، تلقیح دوگانه کود زیستی نیتروکسین و قارچ میکوریزا بیشترین میزان پروتئین (۱۵/۱۹ درصد) را باعث شد و کمترین مقدار پروتئین را تیمار شاهد (۹/۴۷ درصد) داشت.

گزارش شده است که میزان پروتئین خام ذرت و گندم، هنگام تلقیح با PGPR به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است(*یولکی*[1] و همکاران، 2011). می‌توان گفت که تثبیت نیتروژن توسط باکتری ریزوبیوم و باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم و نیز آزادسازی ترکیبات نیتروژنه از

1. Yolcu

ورمی‌کمپوست در طول فصل رشد باعث افزایش قابل توجه میزان پروتئین در این تیمارها نسبت به تیمار شاهد شده است (سعیدنژاد و همکاران، ۱۳۹۰).

خاکستر: بررسی میزان خاکستر در پاسخ به تیمارهای مختلف نشان داد که میزان خاکستر سورگوم دانه‌ای در هیچکدام از تیمارها معنی‌دار نیست. بیشترین و کمترین مقدار خاکستر را به ترتیب تحت تاثیر تیمار تلفیقی میکوریزا و ورمی‌کمپوست با ۹/۸ و شاهد با ۸/۵۷ درصد به‌دست آمد (شکل ۲). درصد خاکستر علوفه در واقع بیانگر مقدار مواد معدنی موجود دربافت‌های گیاهی می‌باشد (*هیل*[1]، 2009). عناصر معدنی در علوفه به لحاظ اینکه در متابولیسم حیوان شرکت کرده و برای فعالیت سلول‌های بدن لازم می‌باشند، مهم هستند. عناصر معدنی میتوانند در کیفیت علوفه مؤثر باشند (*شارما*[2]، 2002). نتایج مطالعه *محمدآبادی*[3] و همکاران (2012) نشان داد که شاخص کیفی گیاه علوفه‌ای شنبلیله تحت تاثیر نوع کود آلی قرار گرفت. در آزمایشی که سعیدنژاد و همکاران (۱۳۹۰) بر روی سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید انجام دادند نتایج نشان داد که تیمار سودموناس و کمپوست نسبت به تیمارهای دیگر میزان بیشتری خاکستر داشت و تیمار کود شیمیایی و شاهد کمترین میزان خاکستر را دارا بود.

کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست به مرور زمان و همزمان با نیاز گیاهی، از طریق تجزیه هوازی که انجام می‌دهند عناصر موجود را آزاد و در دسترس گیاه قرار می‌دهند. احتمالاً میزان آزادسازی و دسترسی به عناصر معدنی به اندازه‌ای نبوده که باعث معنی‌دار شدن میزان خاکستر بین تیمارهای آزمایشی شده باشد. از طرفی ممکن است به‌علت میزان بالای ماده آلی بستر کاشت، باعث کلاته شدن عناصر موجود شود، که در این حالت امکان دسترسی گیاه به عناصر کاهش می‌یابد (زرین کفش، ۱۳۶۸).

دیواره سلولی: کاهش NDF و ADF (اجزای دیواره سلولی) منجر به بهبود کیفیت علوفه می‌شود. و مقادیر بالا از هر دو پارامتر نشان می‌دهد قابلیت هضم ضعیف‌تری به‌دلیل چوبی شدن بیشتر باعث شده است (*سوست*[4]، 1985). شکل ۳ تغییرات مقدار NDF سورگوم دانه‌ای در اثر کاربرد انواع کود و تلقیح با میکروارگانیسم‌ها را نشان می‌دهد. اثر تلقیح انواع میکروارگانیسم بر مقدار NDF سورگوم دانه‌ای معنی‌دار نبود. بیشترین میزان NDF (۶۹/۵۱ درصد) در تلقیح دوگانه کود شیمیایی NPK و میکوریزا و کمترین آن در تیمار کود زیستی نیتروکسین و میکوریزا (۶۴/۴۱ درصد) مشاهده شد (شکل ۳). گزارش شده است که باکتری آزوسپیریلیوم در گیاه علف گینه باعث کاهش میزان ADF و NDF نسبت به شاهد شده است (*میشرا*[5] و همکاران، 2008). همچنین *بامیکوله*[6] و همکاران (1998) بیان داشتند کود شیمیایی باعث افزایش میزان NDF و ADF گیاه علف گینه شد.

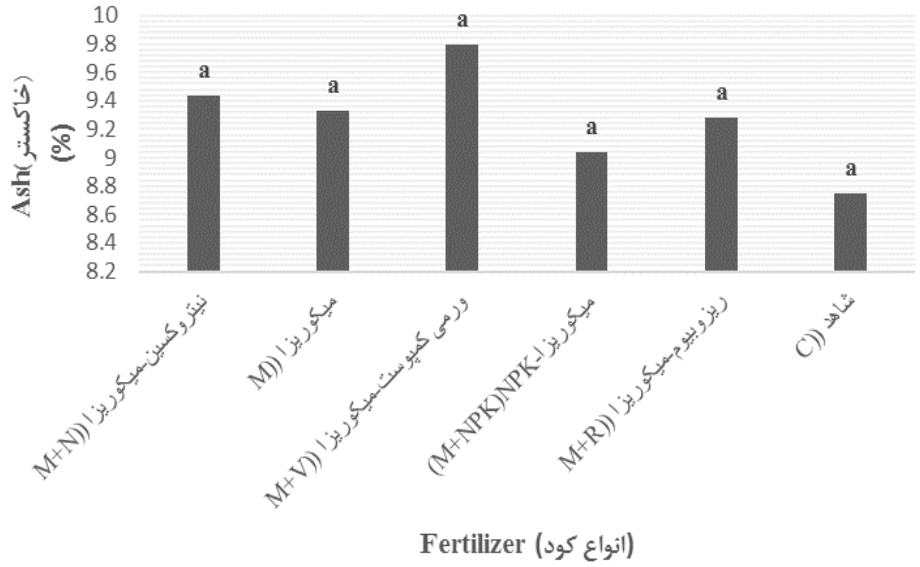
احتمالاً کاهش میزان NDF و ADF در گیاه سورگوم به دلیل افزایش ترکیبات غیرساختاری در بافت گیاهی می‌باشد. قارچ میکوریزا و باکتری‌های محرک رشد میزان جذب عناصر کم مصرف تاثیرگذار در دیواره سلولی مانند کلسیم، منگنز، آهن و هورمون‌های تاثیرگذار در این بافت‌ها را افزایش داده و باعث کاهش میزان ترکیبات ساختاری نسبت به ترکیبات غیرساختاری بافت گیاهی شده است.

گوارش‌پذیری ماده خشک: قابلیت هضم ماده خشک، اغلب نماینده انرژی قابل هضم می‌باشد و بهبود قابلیت هضم از مهمترین برنامه‌های اصلاحی گیاهان علوفه‌ای می‌باشد، زیرا قابلیت هضم بالا کارآیی تبدیل عناصر مغذی را بوسیله دام، بهبود می‌بخشد (*کولمان و مور*، 2003). اثر تیمارهای آزمایشی بر گوارش‌پذیری ماده خشک معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین، بیشترین میزان گوارش‌پذیری ماده خشک (70/12 درصد) در تیمار تلقیح دوگانه کود زیستی نیتروکسین و قارچ میکوریزا و کمترین آن در تیمار شاهد (۳۳/۶۵ درصد) مشاهده شد (شکل ۵).

یزدانی[7] و همکاران (2009) بیان داشتند که کاربرد میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه به همراه مقادیر مناسبی کود شیمیایی تأثیر معنی داری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت داشت و کیفیت علوفه ذرت را از طریق افزایش میزان قابلیت هضم ماده خشک بهبود بخشید.

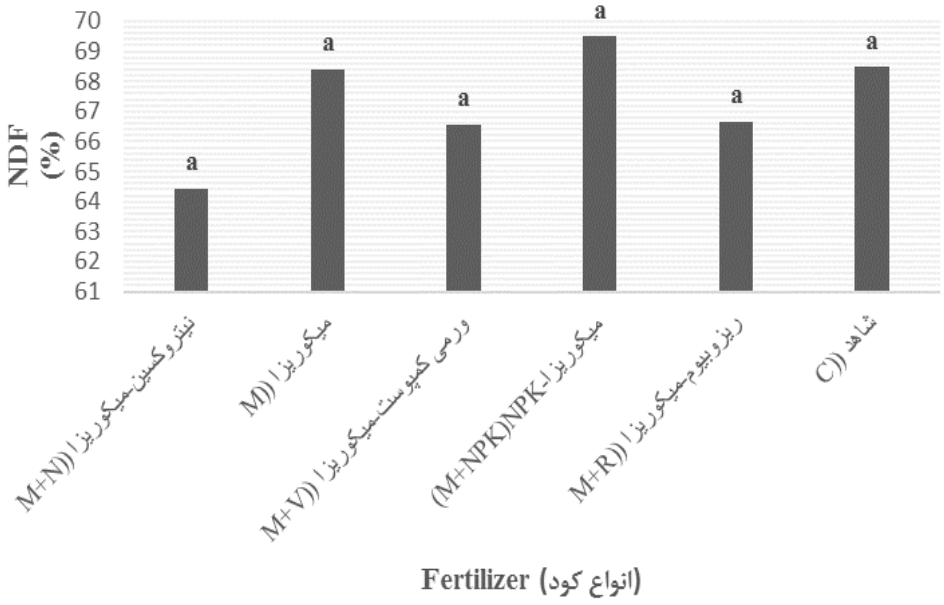
گوارش‌پذیری ماده آلی: اثر کاربرد کودهای زیستی، شیمیایی و آلی بر گوارش‌پذیری ماده آلی گیاه سورگوم در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. گوارش‌پذیری ماده آلی در اثر تیمار تلفیقی نیتروکسین و میکوریزا (۷۲/۱۶ درصد) در مقایسه با تیمار شاهد (۶۰/۱۴ درصد) بیشتر بود (شکل ۶).

1. Hail
2. Sharma
3. Mohammad Abadi
4. Soest
5. Mishra
6. Bamikole
7. Yazdani



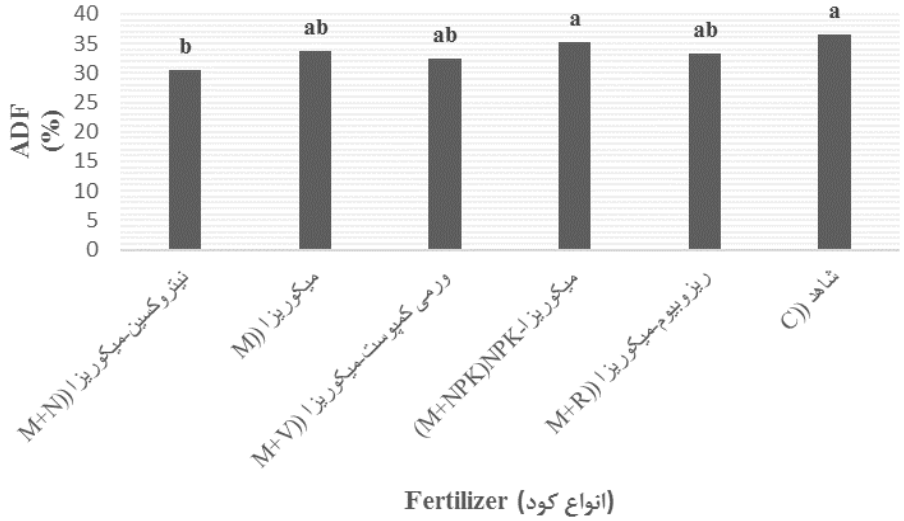
شکل ۲: تغییرات خاکستر گیاه سورگوم دانه‌ای تحت تاثیر کودهای مختلف (وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 2: Changes ash sorghum plant affected by different fertilizers (There is at least one common letter in the column indicates no significant difference at the 5% level)



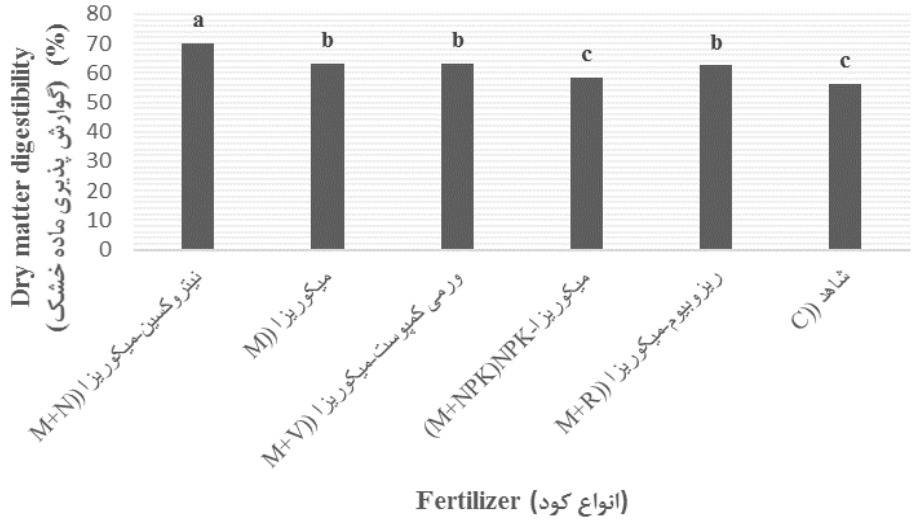
شکل ۳: تغییرات NDF گیاه سورگوم دانه‌ای تحت تاثیر کودهای مختلف (وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 3: Changes NDF sorghum plant affected by different fertilizers (There is at least one common letter in the column indicates no significant difference at the 5% level)



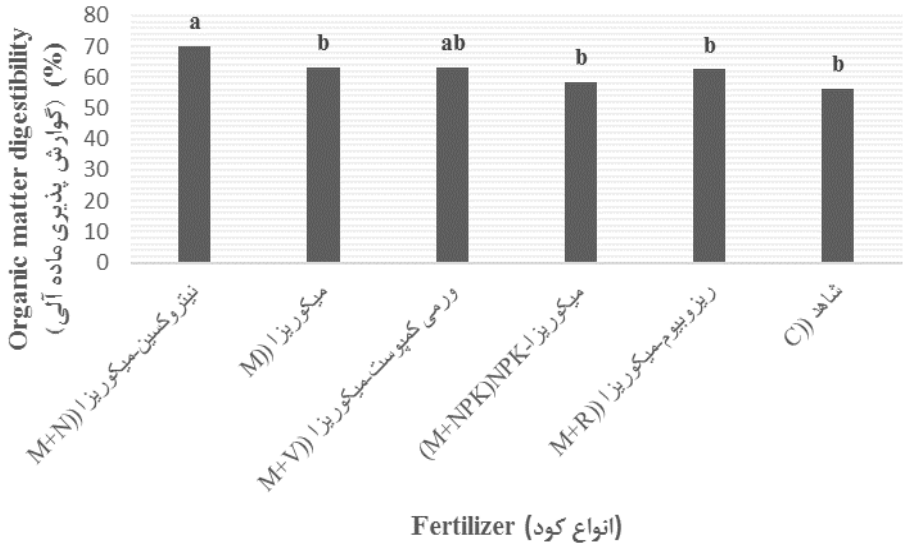
شکل ۴: تغییرات ADF گیاه سورگوم دانه‌ای تحت تاثیر کودهای مختلف (وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 4: Changes ADF sorghum plant affected by different fertilizers (There is at least one common letter in the column indicates no significant difference at the 5% level)



شکل ۵: تغییرات گوارش‌پذیری ماده خشک گیاه سورگوم دانه‌ای تحت تاثیر کودهای مختلف (وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 5: Changes dry-matter digestibility sorghum plant affected by different fertilizers (There is at least one common letter in the column indicates no significant difference at the 5% level)



شکل ۶: تغییرات گوارش‌پذیری ماده آلی گیاه سورگوم دانه‌ای تحت تاثیر کودهای مختلف (وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

Fig. 6: Changes organic-matter digestibility sorghum plant affected by different fertilizers (There is at least one common letter in the column indicates no significant difference at the 5% level)

جدول ۴: نتایج همبستگی ویژگی‌های کیفی علوفه تحت شرایط آزمایش

Table 4: Correlation results the qualitative characteristics of forage under the conditions tested

گوارش‌پذیری ماده آلی (F)	گوارش‌پذیری ماده خشک (E)	ADF (D)	NDF (C)	خاکستر (B)	پروتئین خام (A)	
				1	0.21^{ns}	B
			1	0.03^{ns}	-0.28^{ns}	C
		1	0.6^{**}	-0.55^{*}	-0.55^{*}	D
	1	-0.58^{*}	-0.24^{ns}	0.3^{ns}	0.87^{**}	E
1	0.66^{**}	-0.59^{**}	-0.41^{ns}	0.39^{ns}	0.78^{**}	F

گزارش شده است میزان قابلیت هضم ماده آلی گیاه سورگوم علوفه‌ای در تیمار تلفیقی ازتوباکتر و سودموناس نسبت به تیمار کود شیمیایی و شاهد بیشتر می‌باشد (سعیدنژاد و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین نتایج تحقیقات گذشته تاییدکننده این موضوع است که کیفیت علوفه در اثر تلقیح با قارچ میکوریزا، بهبود چشمگیری نسبت به شاهد داشته است (*کازاتو*[1] و همکاران، 2011).

همبستگی بین صفات بررسی شده در آزمایش

با توجه به جدول ۳ پروتئین خام با خاکستر و NDF همبستگی نداشت اما همبستگی خاکستر با ADF منفی و در سطح احتمال پنج درصد (۰/۵۵-) معنی‌دار بود. همچنین همبستگی پروتئین خام با گوارش‌پذیری ماده خشک و گوارش‌پذیری ماده آلی، مثبت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار (به ترتیب برابر با ۰/۸۷ و ۰/۷۸) بودند.

خاکستر و NDF همبستگی معنی‌داری با ADF به ترتیب با مقادیر ۰/۵۵- و ۰/۶ داشتند اما با هیچ یک از سایر صفات مورد بررسی همبستگی معنی‌داری نداشتند.

نتیجه‌گیری کلی

با این تحقیق تأثیر مثبتی از استفاده از کودهای زیستی و آلی را بر کیفیت علوفه سورگوم دانه‌ای ایجاد شد و در این بین استفاده تلفیقی از قارچ میکوریزا و کود زیستی نیتروکسین بیشترین تأثیر را در افزایش ویژگی‌های فوق داشت. به‌طورکلی نتایج آزمایش نشان داد که اعمال تیمارهای مختلف بر درصد خاکستر، NDF و ADF بی‌تاثیر بود. به‌نظر می‌رسد که صفات ذکر شده بیشتر تحت تاثیر عواملی مثل زمان برداشت، مرحله

1. Cazzato

بلوغ و خصوصیات ذاتی گیاه بوده و تحت تأثیر کودهای زیستی، آلی و شیمیایی قرار نمی‌گیرد. با توجه به افزایش میزان پروتئین، گوارش‌پذیری ماده خشک و گوارش‌پذیری ماده آلی تولیدی ناشی از کاربرد این ترکیبات می‌توان از این طریق کیفیت علوفه تولیدی را بهبود بخشید و آلودگی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی رو کاهش داد. این نهاده‌های طبیعی بدون کوچکترین صدمات و مخاطرات محیطی و با حفظ پایداری و سلامت سیستم کشاورزی می‌توانند نیازهای غذایی گیاه را تا حدود زیادی برطرف کرده و همچنین باعث بهبود کیفیت محصول کشاورزی بشوند.

منابع

امانلو، ح. ۱۳۷۲. خوراک دادن و تغذیه گاوهای شیری. انتشارات دانشگاه زنجان. ۵۹۶ ص.

حق پرست تنها، م. ۱۳۷۲. خاکزیان و خاک های زراعی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت. ص ۹۸-۸۳.

زرین کفش، م. ۱۳۶۸. حاصلخیزی خاک و تولید. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۰ ص.

سعیدنژاد، ا. ح.، رضوانی مقدم، پ.، خزائی، ح. ر. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی بر قابلیت هضم و میزان پروتئین سورگوم علوفهای رقم اسپیدفید. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۹ (۴): ۶۳۰-۶۲۳.

کریمی، ه. ۱۳۶۷. زراعت و اصلاح گیاهان علوفه‌ای. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۳۴ ص.

کوچکی، ع. ۱۳۶۴. زراعت در مناطق خشک. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۰۲ ص.

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

Bamikole, M. A., Ezenwa, I. and Akinsoyinu, A. O. 1998. Intake and digestibility of Guinea grass fed to West African Dwarf goats, in Animal Agriculture in West Africa: The sustainability question, ed. by Oduguwa, Proceedings of the Silver Anniversary Conference of the Nigerian Society for Animal Production (NSAP), Abeokuta, Nigeria, pp. 341-342.

Cazzato, E., Laudadio, V. and Tufarelli, V. 2011. Effects of harvest period, nitrogen fertilization and mycorrhizal fungus inoculation on triticale forage yield and quality. Renewable Agriculture and Food Systems, Page 1 of 9.

Coleman, S. E. and Moore, J. E. 2003. Feed quality and animal performance. Field Crops Research, 84: 17-29.

Dodd, J. 2000. The role of Arbuscular mycorrhizal fungi in agro-natural ecosystems. Outlook on Agric. 29 (1): 63-70.

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

Giovannetti, M. and Mosse, B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular Arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist, 84: 489-500.

Glenn, R. D., Mallesh, B. C., Kubra, B. and Bagyaraj, D. J. 1992. Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial populations in a paddy field. Soil Biology and Biochemistry, 24: 1317-1320.

Hail, Y., Daci, M. and Tan, M. 2009. Evaluation of annual legumes and barley as sole crops and intercrop in spring frost conditions for animal feeding. Yield and quality. Journal Animal Advance, 8 (7): 1337-1342.

Kader, M. A., Mian, M. H. and Hoque, M. S. 2002. Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences, 2 (4): 259-261.

Kormanik, P. P. and McGraw, A. C. 1982. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant roots.

Marschner, H. and Dell, B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant Soil, 159: 89-102.

Martin, J. P., Black, J. H. and Hawthorne, R. M. 1997. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. Bioresource Technology, 75: 175-180.

Menke, K. H. and Staingass, H. 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research Development, 28: 7-55.

Mishra, S. Sharma, S. and vasudevan, P. 2008. Comparative effect of biofertilizers on fodder production and quality in guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.). Journal of the Science of Food and Agriculture, 88: 1667-1673.

Mohammad Abadi, A., Rezvani Moghaddam, A., Fallahi, P. J. and Bromand Rezazadeh, Z. 2012. Effect of chemical and organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of fenugreek (*Trigonella foenumgraecum* L.) forage. Agroecology, 3 (4): 491-499.

Poshtdar, A., Siadat, S. A., Abdali mashhadi, A., Mosavi, S. A. and Hamdi, H. 2012. Comparison between application of PGPR bacteria and chemical fertilizers on quality and total silage yield of Maize under different organic seed bed. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 11: 713-717.

Rajapakse, S. and Miller, C. 1992. Methods for studying vesicular-arbuscular mycorrhizal root colonization and related root physical properties. In: Methods in microbiology, Volume 24. Norris, J. R., Read, D. J. and Varma, A. K. (Eds.). Academic Press Ltd., USA. pp. 302-316.

Sharma, A. K. 2002. Bio-fertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios Indian Publications 456 pp.

Smith, S. E. and Read, D. J. 2008. Mycorrhizal Symbiosis, third ed. Academic Press, London, UK.

Soest, P. J. V. 1985. Composition, Fiber quality, and Nutritive value of forages. In: Forages, The Science of grassland Agriculture. Maurice, E. H., Robert, B. F. and Darrel M. S. (4th Ed), Iowa state Univ. press Ames, Iowa, USA. p. 413-421.

Tilley, J. M. A. and Terry, R. A. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of British Grassland Society, 18: 104-111.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.

Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G., Cheung, K. C. and Wong, M. H. 2005. Effects of biofertilizer containing N- fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma, 125: 155-166.

Yazdani, M., Bahmanyar, M. A., Pirdashti, H. and Esmaili, M. A. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). Proceedings of World Academy of Sciences, Engineering and Technology, pp. 2070-3740.

Yolcu, H., Turan, M., Lithourgidis, A. and Çakmakçi, R. K. A. 2011. Effects of plant growth-promoting Rhizobacteria and manure on yield and quality characteristics of Italian ryegrass under semi-arid conditions. Australian Journal of Crop Science, 5 (13): 1730-1736.

The Effect of Applying Biological Fertilizer, Chemical, and Manure on some of Qualitative Characteristics of Forage Sorghum under Greenhouse Condition

Kamaei[1*], R., Rajari Sharifabadi[2], H., Parsa[3], M., Jahan[4], M. and Naerian[5] , A. A.

Abstract

Fertilizer management is most important factor in success of plants crops cultivation. Application of biological fertilizers is important in production of these plants with the aim of elimination or significant reduction of chemical inputs and also increase of soil fertility and improvement of plant growth and quality. An experim was conducted to study the response of some qualitative characteristics of forage sorghum to biological, chemical, and manure, in a randomized complete block design with three replications. The experimental treatments included three biofertilizers and their combination and vermicompost and chemical fertilizer as follow: 1- mycorhhiza arbuscular species Glomus moseae + vermicompost, 2- mycorhhiza + nitrocsin (included bacteries *Azospirillum* sp. and *Azotobacter* sp.), 3- mycorhhizaarbuscular + Rhizobium (*Rhizobium* sp.), 4-mycorhhizaarbuscular + Chemical fertilizer NPK, 5- mycorhhizaarbuscular (*Glomus moseae*) and 6-control. In this experiment, although the treatments have not significant effects on ash, NDF and ADF, however, crude protein, dry matter digestibility as well as organic matter digestibility were affected by experimental treatments. The results showed that the percent of crude protein (15/19 percent), dry matter digestibility (70/12 percent) and organic matter digestibility (72/16 percent) were higher in integrated mycorhhiza and nitrocsine treatment in comparison whit other treatments. The numerical highest percent of ash (9.8 percent) was observed in mycrhhoriza plus vermicampost. In conclusion, the integration of mycrhhoriza and biological nitrocsine had the higher positive impact on forage quality of sorghum. Therefore, it could be concluded that biological fertilizers may be considered as a suitable replacement for a lot of chemical fertilizers consumption in sustainable agricultural systems.

Keywords: Dry matter digestibility, Organic matter digestibility, Mycorhhiza arbuscular, Nitrocsin, Vermicompost

1, 3 and 4. M. Sc. Student of Agronomy and Associate Professors Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

2 and 5. Ph.D. Student in Animal Nutrition and Professor Respectively, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

*: Corresponding author Email: Rezakamaei@yahoo.com