نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۲۵۷-۲۴۹

Journal of Agroecology
Vol. ۳, No. ۲, Summer ۲۰۱۱, p. ۲۴۹-۲۵۷

بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات کمّی و کیفی علوفه شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)

علی اصغر محمد آبادی[۱]، پرویز رضوانی مقدم[۲*]، جبار فلاحی[۳] و زینت برومند رضازاده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

به منظور مطالعه اثر تیمارهای مختلف کودهای آلی و شیمیایی بر شاخص‌های کمی و کیفی گیاه علوفه‌ای شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و شش تیمار در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار نوع کود آلی (کود گاوی به میزان ۴۰ تن در هکتار، کود گوسفندی به میزان ۳۰ تن در هکتار، کود مرغی به میزان ۲۰ تن در هکتار و کمپوست به میزان ۳۰ تن در هکتار)، کود شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با استفاده از کود اوره و ۲۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم) و تیمار شاهد بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه تر (۵۶۱۸ کیلوگرم در هکتار) و خشک (۵۶۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کاربرد کود شیمیایی به دست آمد. تیمار کود مرغی بیشترین درصد قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی برگ و کمترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی ساقه را دارا بود. کمترین درصد قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی برگ و بیشترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی ساقه در تیمار کود شیمیایی مشاهده شد. بطور کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تیمار کود شیمیایی در مقایسه با سایر تیمارهای کودی دارای برتری نسبی در صفات کمی مورد ارزیابی بود.

واژه‌های کلیدی: ارزش غذایی علوفه، درصد برگ و ساقه، قابلیت هضم، کود دامی

مقدمه

شنبلیله با نام علمی *Trigonella foenum-graecum* L.، گیاهی است یکساله و متعلق به خانواده بقولات که دارای کاربردهای علوفه‌ای، دارویی و ادویه‌ای بوده و به عنوان یک کود آلی نیز استفاده می‌شود و با حدود پنج تن در هکتار زیست توده نسبتاً قابل توجهی را تولید می‌کند (Bhatia et al., ۲۰۰۶; Siddiqui et al., ۲۰۰۷; Kaviarasan et al., ۲۰۰۷; Haouala et al., ۲۰۰۸; Mirhashemi et al., ۲۰۰۹). بذرهای گیاه دارای خصوصیات تغذیه‌ای بوده و فرآیند هضم را تحریک می‌کنند (Kaviarasan et al., ۲۰۰۷). این گیاه به طور وسیعی در مناطق معتدله و گرمسیری مدیترانه‌ای، اروپا و آسیا مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (Fernandez-Aparicio et al., ۲۰۰۸). برخی مطالعات انجام گرفته بر روی گونه‌های مختلف شنبلیله، این گیاه را به عنوان یک گیاه علوفه‌ای، با کیفیت تغذیه‌ای مناسب برای نشخوار کنندگان معرفی کرده‌اند که بر خلاف یونجه در دام‌ها ایجاد نفخ نکرده و علاوه بر این دارای ترکیبات استروئیدی افزایش رشد نیز می‌باشد (Mir et al. ۱۹۹۳ ; Mir et al., ۱۹۹۶; Mir et al. ۱۹۹۸; Heneidy, ۱۹۹۶; Ahmad et al., ۱۹۹۹; Basu et al., ۲۰۰۸).

امروزه در مورد کشاورزی پایدار اتفاق نظر گسترده‌ای وجود دارد (Gafsi et al., ۲۰۰۶). کاربرد کودهای غیر آلی در کشاورزی، چرخش و ذخیرهٔ ماده و انرژی را تغییر داده و منجر به تخریب نقش طبیعی اکوسیستم شده‌است (Mozumder & Berrens, ۲۰۰۷). کودهای آلی شامل کمپوست، ورمی کمپوست و کودهای حیوانی باعث افزایش مقدار ماده آلی خاک، بهبود باروری و ظرفیت نگهداری آب خاک، ایجاد شرایط تهویه و زهکشی مناسب، تأمین و نگهداری طولانی مدت مواد غذایی برای گیاه و میکروارگانیسم‌ها می‌شوند (Simone Levy & Taylor, ۲۰۰۳; Sangwan et al., ۲۰۰۸;

۱، ۲ و ۳- به ترتیب مربی، استاد و دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی، قطب علمی گیاهان زراعی ویژه، گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir

Joshi et al., ۲۰۰۹; Cabrera et al., ۲۰۰۹). علاوه بر این، بازچرخش بقایای آلی در خاک در کاهش مشکلات محیطی ناشی از تجمع این مواد نقش مهمی دارد (Mbarki et al., ۲۰۰۸).

مطالعات متعددی نشان داده است که کاربرد کودهای آلی مانند کمپوست، بر رشد گیاه و خصوصیات خاک اثرات مثبتی داشته و مقدار مواد غذایی در دسترس گیاه را افزایش می‌دهد (Ouedraogo et al., ۲۰۰۱; Soumare et al., ۲۰۰۳; Moldes et al., ۲۰۰۷). نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که مصرف کودهای آلی و معدنی در افزایش عملکرد شنبلیله مؤثر است (Verma et al., ۱۹۹۰; Detoroja et al., ۱۹۹۶; Chaudhary, ۱۹۹۹) با این وجود میرهاشمی و همکاران (Mirhashemi et al., ۲۰۰۹) مشاهده کردند که مصرف کود دامی در شنبلیله، بر اکثر صفات رشدی گیاه اثر معنی‌داری نداشت. به هر حال تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان از طریق کودهای آلی نقش مهمی در باروری پایدار خاک و تولید محصول ایفا می‌کند (Soumare et al., ۲۰۰۳).

موضوع علوفه- دارو امروزه در بسیاری از محافل علمی مورد توجه می‌باشد. این گونه گیاهان علاوه بر تأمین علوفه در شرایط کم نهاده، به دلیل داشتن یکسری ترکیبات و مواد مؤثره، می‌توانند در سلامت دام نیز مؤثر واقع شوند. یکی از نیازهای مهم در برنامه ریزی زراعی به منظور رسیدن به این هدف و نیز حصول عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است. لذا هدف از اجرای این آزمایش مطالعه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر شاخص‌های کمی و کیفی علوفه شنبلیله به منظور کاهش اتکاء به نهاده‌های شیمیایی در جهت تولید پایدار این گیاه علوفه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در عرض جغرافیائی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیائی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و شش تیمار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار نوع کود آلی (کودگاوی به میزان ۴۰ تن در هکتار، کود گوسفندی به میزان ۳۰ تن در هکتار، کود مرغی به میزان ۲۰ تن در هکتار و کمپوست زباله شهری به میزان ۳۰ تن در هکتار)، کود شیمیائی (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با استفاده از کود اوره و ۲۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم) و تیمار بدون کود (شاهد) بود. برای تعیین مقدار مصرف هر یک از کودهای آلی، نمونه ای از هر کود به آزمایشگاه منتقل و مقدار نیتروژن آن اندازه گیری شد (جدول ۱) و سپس مقدار مورد استفاده از هر یک از این کودها به شکلی تعیین شد که مقدار نیتروژن فراهم شده توسط تمامی این منابع کودی تا حد امکان برابر باشد.

عملیات خاک‌ورزی اولیه در پائیز سال ۱۳۸۳ و خاک‌ورزی ثانویه در فروردین ماه سال بعد انجام شد. یک ماه قبل از کاشت، از محل اجرای طرح نمونهٔ خاک تهیه و سپس تیمارهای کودی بر اساس نقشه طرح، در کرت های مورد نظر اعمال و با خاک مخلوط گردید. نتایج آنالیز خاک در جدول شماره ۲ آورده شده است. بذر مورد استفاده توده محلی بجستان (خراسان رضوی) بود. کشت در تاریخ ۲۲ فروردین ماه بصورت ردیفی در کرت هایی با ابعاد ۳×۲ متر و با تراکم گیاهی ۴۰ بوته در متر مربع صورت گرفت. آبیاری هر هفته به روش سیفونی و وجین علف‌های هرز در سه نوبت در طول فصل رشد صورت گرفت.

در مرحله ۵۰ درصد غلاف‌دهی، به طور تصادفی ارتفاع پنج بوته در هر کرت اندازه گیری شد و پس از حذف اثر حاشیه، عمل برداشت انجام و علوفه حاصله توزین گردید. به منظور تعیین درصد ماده خشک علوفه تولیدی و نیز اندازه‌گیری اجزاء عملکرد علوفه (برگ، ساقه و غلاف) دو نمونهٔ جداگانهٔ یک کیلوگرمی از هر کرت برداشت شد. نمونه‌های برداشت شده در آون در درجه حرارت ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توزین گردید و در نهایت درصد هریک از اجزاء عملکرد علوفه محاسبه شد.

جدول ۱- درصد نیتروژن موجود در کودهای آلی مورد استفاده

Table ۱- Percentage of nitrogen in used organic manures

منابع کودی Manure sources	کود گاوی Cow manure	کود گوسفندی Sheep manure	کود مرغی Hen manure	کمپوست Compost
نیتروژن Nitrogen	۰.۹۰%	۱.۱۹٪	۱.۸۵٪	۱.۲۷٪

جدول ۲- نتایج آزمایش خاک محل اجرای آزمایش

Table ۲- Results of soil analysis

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	کربن (درصد) C (%)	نیتروژن (ppm) N_{total} (ppm)	فسفر قابل دسترس (ppm) $P_{available}$ (ppm)	فسفر قابل دسترس (ppm) $K_{available}$ (ppm)
۱.۹	۷.۴	۰.۸۲	۵۴۹	۴.۴	۳۰۹

برای ارزیابی کیفی علوفه تولیدی، نمونه‌های گیاهی پس از خشک شدن در آون با استفاده از آسیاب برقی، با ا یک میلی‌متر آسیاب شدند، سپس با استفاده از روش دو مرحله‌ای پپسین- سلولاز، قابلیت هضم ماده خشک[۱]، قابلیت هضم ماده آلی[۲] و ارزش هضمی[۳] نمونه کامل گیاهی (نمونه اول) همراه با اجزاء عملکرد علوفه (نمونه دوم) به تفکیک اندازه‌گیری شدند (Jones & Hayward, ۱۹۷۳).

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS ۹.۱ آنالیز و میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

خصوصیات کمی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای کودی مورد مطالعه بر هیچ یک از صفات کمی گیاه علوفه‌ای شنبلیله در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود (جدول۳). با این وجود نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک، درصد برگ، عملکرد برگ و عملکرد ساقه در هکتار، مربوط به تیمار کود شیمیایی و کمترین مقدار عملکرد علوفه خشک در هکتار، درصد ماده خشک، عملکرد برگ و عملکرد ساقه خشک در هکتار مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). اگر چه عملکرد تر علوفه در تیمارهای سه گانهٔ کودهای حیوانی مورد استفاده در مقایسه با تیمار شاهد، کاهش یافت، ولی این تیمارهای کودی در مورد عملکرد علوفه خشک از برتری قابل توجهی در مقایسه با تیمار شاهد برخوردار بودند. این موضوع نشان می‌دهد که درصد آب اندام‌های گیاه در تیمارهای کود حیوانی کمتر بوده، و در عوض این تیمارها با بهبود ظرفیت نگهداری آب خاک و تأمین مقادیر مناسبی از مواد غذایی باعث تولید ماده خشک بالاتری در گیاه شده‌اند. در مجموع تیمارهای کودی مورد مطالعه، در مورد اکثر صفات بررسی شده، از برتری نسبی در مقایسه با تیمار شاهد برخوردار بودند و در این میان تیمار کود شیمیایی مناسب تر بود (جدول ۴). با توجه به اینکه شنبلیله یک گیاه مناطق حاشیه‌ای است، به نظر می‌رسد واکنش ضعیف گیاه شنبلیله به تیمارهای کودی مختلف، به نیاز کم این گیاه به عناصر غذایی و پتانسیل پایین این گیاه در تولید ماده خشک بر می‌گردد که خود ناشی از خصوصیات ژنتیکی این گیاه می‌باشد. در تحقیق مشابهی نیز گزارش شد که ارقام محلی گیاهان زراعی دارای ظرفیت کودپذیری پایینی بوده و عملکردشان تحت تأثیر مصرف عناصر غذایی قرار نمی‌گیرد (Bahrani & Babaei, ۲۰۰۷). نتایج مطالعات سومار و همکاران (Soumare et al., ۲۰۰۳) بر نوعی علف چمنی *Lolium perenne* (L.) نشان دهنده برتری کودهای شیمیایی در مقایسه با کمپوست از نظر زیست توده تولیدی بود. نتایج پژوهش مشابهی در شنبلیله بیانگر اثر مثبت کود فسفر در افزایش عملکرد علوفه بود (Basu et al., ۲۰۰۸). همچنین سینگول (Sengul, ۲۰۰۳) گزارش کرد که کاربرد توأم فسفر و نیتروژن، ماده خشک تولیدی سه گونه گراس و دوگونه لگوم را افزایش داد. میرلوحی و همکاران (Mirloohi et al., ۲۰۰۰) نیز گزارش کردند که با افزایش سطح مصرف اوره از ۳۰۰ به ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد علوفه تر سورگوم افزایش یافت؛ ولی درصد برگ، ساقه و خوشه تغییر چندانی نکرد.

نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد علوفه خشک در تیمار مصرف کمپوست زباله شهری در مقایسه با سایر کودهای آلی کمتر بود (جدول ۴)، علت احتمالی این امر را می‌توان به افزایش شوری خاک در نتیجه مصرف کمپوست زباله شهری نسبت داد (Gandomkar et al., ۲۰۰۳)، صباحی و همکاران (Sabahi et al., ۲۰۱۰) گزارش کردند که مصرف کودهای دامی باعث کاهش اثرات شوری و در نتیجه افزایش جذب فسفر و نیتروژن و در نهایت بهبود عملکرد گیاه زراعی می‌شود.

خصوصیات کیفی

نتایج تجزیه واریانس بیانگر عدم تأثیر معنی‌دار تیمارهای کودی بر صفات کیفی مورد بررسی بود (جدول ۵). با این وجود نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار کود مرغی بیشترین درصد قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی برگ و کمترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی ساقه را دارا بود، روند عکس این موضوع یعنی، کمترین درصد قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی برگ و بیشترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی ساقه در مورد تیمار کود شیمیایی مشاهده شد (جدول ۶). قابلیت هضم یک شاخص مهم از

۱- Dry Matter Digestibility
۲- Organic Matter Digestibility
۳- D-Value

ارزش نسبی تغذیهٔ[۱] یک گیاه علوفـه‌ای، توسـط دام مـی‌باشـد و ایـن شاخص از باروری خاک نیز تأثیر می‌پذیرد (Tilley & Terry,۱۹۶۳; Buxton, ۱۹۹۶)، لذا بهبود این صـفات در تیمارهـای کـود مرغـی و شیمیایی حائز اهمیت است. آصفا و لدین (Assefa & Ledin, ۲۰۰۱) نیز گزارش کردند که قابلیت هضم ماده آلی یـولاف بـا کـاربرد تیمـار ترکیبی نیتروژن و فسفر افزایش یافت.

در مجموع اعمال تیمارهای مختلف کودهای آلـی در مقایسـه بـا تیمار شاهد، قابلیت هضـم مـاده خشـک و مـاده آلـی را افـزایش داد (جدول ۶).

۱- Relative Feeding Value

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی گیاه علوفه‌ای شنبلیله تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

Table ۳- Analysis of variance (mean of squares) of quantitative indices of fenugreek affected by chemical and organic fertilizers

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی DF	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد علوفه تر Forage fresh yield	عملکرد علوفه خشک Forage dry yield	درصد ماده خشک Percent of dry matter	درصد برگ Leaf percent	درصد ساقه Stem percent	درصد غلاف Pod percent	عملکرد برگ خشک Dry leaf yield	عملکرد ساقه خشک Dry stem yield	عملکرد غلاف خشک Dry pod yield
تکرار Replication	۲	۱۳.۲۳^{ns}	۲۱۶۳۲۶^{ns}	۱۹۳۰^{ns}	۶.۸۸^{ns}	۱.۵۱^{ns}	۰.۹۶^{ns}	۰.۴۵^{ns}	۵۰۹^{ns}	۷۹۲^{ns}	۲۵۴^{ns}
کود Fertilizer	۵	۶.۱۶^{ns}	۱۴۸۱۱۲۸^{ns}	۱۸۲۷^{ns}	۷.۴۲^{ns}	۹.۵۵^{ns}	۱۰.۱^{ns}	۳۵.۴۰^{ns}	۴۴۴^{ns}	۸۸^{ns}	۱۰۷۳^{ns}
خطا Error	۱۰	۱۰.۷۰	۸۳۵۹۱۰	۹۷۱	۸.۴۲	۵۸.۰۰	۲۴.۷	۴۹.۲۸	۱۰۰۹	۶۵۲	۶۵۲

** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی دار

ns, * and ** represent non-significant, significant at ۵٪ level and significant ۱٪ level, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات کمی گیاه علوفه‌ای شنبلیله تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

Table ٤- Mean comparison of quantitative indices of fenugreek affected by chemical and organic fertilizers

تیمار Treatment	ارتفاع بوته(سانتیم تر) Plant height (cm)	عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در هکتار) Forage fresh yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) Forage dry yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد ماده خشک Percent of dry matter	درصد برگ Leaf percent	درصد ساقه Stem percent	درصد غلاف Pod percent	عملکرد برگ خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry leaf yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد ساقه خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry stem yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد غلاف خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry pod yield ($kg.ha^{-1}$)
کود گاوی Cow manure	۲۸.۹a*	۴۰۹۵ab	۵۲۳ab	۱۲.۹a	۴۳.۲a	۳۲.۱a	۲۴.۷a	۲۲۶a	۱۶۷ab	۱۳۰ab
کود گوسفندی Sheep manure	۲۹.۹a	۳۸۲۹b	۵۲۰ab	۱۴.۱a	۴۲.۹a	۳۲.۹a	۲۴.۲a	۲۲۲a	۱۷۱ab	۱۲۸b
کود مرغی Hen manure	۳۰.۶a	۳۹۵۸ab	۵۵۴ab	۱۴.۲a	۳۸.۶a	۲۹.۲a	۳۲.۲a	۲۱۴a	۱۶۲ab	۱۷۸a
کود شیمیایی Chemical fertilizer	۳۱.۸a	۵۶۱۸a	۵۶۵a	۱۱.۳a	۴۳.۴a	۳۳.۶a	۲۳.۰a	۲۴۲a	۱۹۱a	۱۳۲ab
کمپوست Compost	۳۰.۸a	۴۹۴۱ab	۵۰۵b	۱۰.۹a	۴۲.۱a	۳۰.۳a	۲۷.۵a	۲۱۱a	۱۵۳ab	۱۴۱ab
شاهد Control	۳۳.۰a	۴۸۵۹ab	۵۰۱b	۱۰.۵a	۴۱.۶a	۲۹.۵a	۲۹.۰a	۲۱۱a	۱۴۳b	۱۴۷ab
LSD ۵٪	۵.۹۵	۱۶۶۳	۵۶.۶	۴.۹۲	۱۳.۸۵	۹.۰۲	۱۲.۷۶	۵۷.۸	۴۶.۵	۴۷.۸

* برای هر گروه از میانگین‌ها اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letter in each column are not significantly different at ۵٪ level of probability.

از آنجا که لیگنینی شدن فاکتور عمدهٔ محدود کننده قابلیت هضم پلی ساکاریدهای دیواره سلولی گیاه می‌باشد (Morrison, ۱۹۷۹) و با توجه به این که در اثر تنش‌های محیطی بافت‌های تشکیل دهنده برگ و ساقه لیگنینی شده و بنابراین قابلیت هضم کاهش می‌یابد (Chaparro & Sollenberger, ۱۹۹۷; Hastert et al., ۱۹۸۳)، لذا به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای آلی با بهبود ظرفیت نگهداری آب خاک، شرایط رطوبتی مناسبتری را برای گیاه فراهم کرده و باعث بهبود قابلیت هضم شده‌است. نتایج پژوهش مشابهی در کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.) نشان داد که کاربرد تلفیقی سطوح متوسط کودهای دامی و شیمیایی باعث بهبود صفات کیفی علوفه می‌شود (Fateh et al., ۲۰۰۹). همچنین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی برگ در تمامی تیمارها، بیش از قابلیت هضم غلاف و ساقه بود (جدول ۶) که دلیل آن تمرکز بیشتر دیواره سلولی در ساقه در مقایسه با برگ (Albrecht et al., ۱۹۸۷) و بیشتر بودن ضخامت سلول‌های ساقه نسبت به برگ (Rezvani Moghaddam & Wilman, ۱۹۹۸) می‌باشد، که این موضوع سرعت عمل آنزیم‌های تجزیه کننده سلول‌های ساقه در مقایسه با برگ را کاهش می‌دهد. نتایج بتی و همکاران (Beaty et al., ۱۹۹۷) و آمان (Aman, ۱۹۸۵) در شبدر قرمز (*Trifolium pretense* L.)و آلبرچت و همکاران (Albrecht et al., ۱۹۸۷)، ویلمن و رضوانی‌مقدم (Wilman & Rezvani Moghaddam, ۱۹۹۸) و نیز بورکوئین و فاهی (Bourquin & Fahey, ۱۹۹۴) در یونجه (*Medicago sativa* L.) نیز بیانگر بالاتر بودن قابلیت هضم برگ نسبت به ساقه می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار کود مرغی بیشترین ارزش هضمی برگ و تیمار کود شیمیایی بیشترین ارزش هضمی ساقه را دارا بودند، سایر تیمارهای کودی از این حیث مطلوب نبودند (جدول ۷).

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تعدادی از صفات کیفی گیاه علوفه ای شنبلیله تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

Table ۵- Analysis of variance (mean of squares) of some qualitative indices of fenugreek affected by chemical and organic fertilizers

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی Degree of freedom	قابلیت هضم ماده خشک Dry matter digestibility			قابلیت هضم ماده آلی Organic matter digestibility		
		برگ Leaf	ساقه Stem	غلاف Pod	برگ Leaf	ساقه Stem	غلاف Pod
تکرار Replication	۲	۱۵.۳**	۹.۶۹ns	۲.۳۲ns	۱۵۸۶**	۱۱.۵۱ns	۲.۲۸ns
کود Fertilizer	۵	۲.۸ns	۹.۳۵ns	۲.۲۶ns	۲.۸۱ns	۱۱.۹۷ns	۲.۵۰ns
خطا Error	۱۰	۲.۰۳	۷.۷۳	۵.۰۴	۲.۰۰	۷.۵۵	۵.۵۸

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی Degree of freedom	ارزش هضمی Digestible –value			خاکستر Ash			عملکرد ماده خشک قابل هضم Digestible forage dry yield		
		برگ Leaf	ساقه Stem	غلاف Pod	برگ Leaf	ساقه Stem	غلاف Pod	برگ Leaf	ساقه Stem	غلاف Pod
تکرار Replication	۲	۱۸**	۴.۸۸ns	۲.۶۸ns	۰.۶۷ns	۱.۸۵ns	۱۱.۲۴ns	۵۱۲ns	۱۸۶ns	۲۵۸ns
کود Fertilizer	۵	۳.۷ns	۸.۸۶ns	۶.۰۹ns	۱.۷۷ns	۱.۵۶ns	۳.۱۵ns	۳۶۱ns	۴۷۲ns	۷۹۱ns
خطا Error	۱۰	۲.۸	۴.۱۶	۹.۲۸	۱.۳۶	۰.۸۵	۸.۰۴	۹۸۰	۴۲۰	۱۴۳۳

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار

ns, * and ** represent non-significant, significant at ۵ and ۱% probability levels, respectively.

جدول ٦- مقایسه میانگین برخی صفات کیفی گیاه علوفه‌ای شنبلیله تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

Table ٦- Mean comparison of some qualitative indices of fenugreek affected by chemical and organic fertilizers.

در صد قابلیت هضم ماده آلی Organic matter digestibility (%)			در صد قابلیت هضم ماده خشک Dry matter digestibility (%)			
غلاف Pod	ساقه Stem	برگ Leaf	غلاف Pod	ساقه Stem	برگ Leaf	تیمار Treatment
۸۸.۳a	۶۷.۴ab	۹۵.۳ab	۸۸.۷a	۶۹.۵ab	۹۵.۴ab*	کود گاوی Cow manure
۸۹.۳a	۶۶.۲ab	۹۴.۰ab	۸۹.۳a	۶۸.۷ab	۹۴.۰ab	کود گوسفندی Sheep manure
۸۷.۹a	۶۴.۴b	۹۶.۲a	۸۷.۹a	۶۶.۷b	۹۶.۲a	کود مرغی Hen manure
۸۹.۷a	۷۰.۱a	۹۳.۶b	۸۹.۷a	۷۲.۰a	۹۳.۶b	کود شیمیایی Chemical fertilizer
۹۰.۲a	۶۵.۶ab	۹۴.۹ab	۹۰.۲a	۶۸.۱ab	۹۴.۹ab	کمپوست Compost
۸۸.۲a	۶۵.۷ab	۹۴.۱ab	۸۸.۳a	۶۸.۵ab	۹۴.۱ab	شاهد Control
۴.۳۲	۵.۰۱	۲.۵۷	۴.۰۷a	۵.۰۷	۲.۵۸	LSD ۵٪

* برای هر گروه از میانگین‌ها اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letter in each column are not significantly different at ۵٪ level of probability.

ارزش هضمی وابسته به مقدار مواد آلی و معدنی علوفه و قابلیت هضم این مواد می‌باشد، بنابراین هر چه مقدار ماده آلی و قابلیت هضم علوفه بالاتر باشد، ارزش هضمی آن بالاتر خواهد بود (Nabati & Rezvani Moghaddam, ۲۰۰۶)، از این رو تیمار کود مرغی که بیشترین درصد قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی برگ را دارا بود، بیشترین ارزش هضمی برگ را نیز به خود اختصاص داد. با توجه به اینکه کود مرغی در مقایسه با سایر منابع کودی مورد استفاده دارای مقادیر فسفر و پتاسیم بیشتری می‌باشد (Tahami et al., ۲۰۱۰)؛ دلیل احتمالی این امر را می‌توان به ایجاد تعادل در عناصر غذایی برگ و در نتیجه تنظیم روابط آب در گیاه و در نهایت کاهش تنش خشکی نسبت داد. همچنین تیمار کود شیمیایی که بیشترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی ساقه را داشت، دارای بیشترین ارزش هضمی ساقه نیز بود. علاوه بر این تمامی تیمارهای مورد بررسی باعث افزایش درصد خاکستر برگ در مقایسه با تیمار شاهد گردیدند (جدول ۷)، که نشان دهنده جذب بیشتر مواد معدنی در تیمارهای کودی اعمال شده می‌باشد. تیمار کود شیمیایی بیشترین عملکرد علوفه خشک قابل هضم را دارا بود (جدول ۷)، این افزایش عملکرد هم ناشی از تولید زیست توده بیشتر و هم ناشی از بالاتر بودن درصد قابلیت هضم در این تیمار بود. گزارش آصفا و لدین (Assefa & Ledin, ۲۰۰۱) نیز حاکی است که در گیاهان ماشک (*Vicia sativa* L.) و یولاف (*Avena sativa* L.) با اعمال تیمار ترکیبی کود شیمیایی فسفر و نیتروژن مقدار عملکرد ماده آلی قابل هضم در هکتار افزایش یافت.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصله چنین به نظر می‌رسد که شنبلیله جزء گیاهان کم توقع بوده و بر خلاف گیاهان علوفه‌ای اصلاح شده که بصورت رایج در سیستم‌های کشت و کار استفاده می‌شوند، پاسخ چندانی را به استفاده از کودهای مختلف نشان نداد. نتایج این بررسی نشان داد که شاخص‌های کیفی گیاه علوفه‌ای شنبلیله تا حدودی تحت تأثیر نوع کود آلی قرار گرفت. با توجه به نیاز غذایی پایین شنبلیله و نقش مثبت آن در سلامت دام، می‌توان آن را به عنوان یک گیاه علوفه‌ای مناسب در سیستم‌های کشت ارگانیک و کم نهاده توصیه کرد.

جدول ۷- مقایسه میانگین برخی صفات کیفی گیاه علوفه ای شنبلیله تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

Table ۷- Mean comparison of some qualitative indices of fenugreek affected by chemical and organic fertilizers.

عملکرد ماده خشک قابل هضم (کیلوگرم در هکتار) Digestible forage dry yield (kg.ha^{-1})			درصد خاکستر Ash (%)			درصد ارزش هضمی Digestible –value (%)			
غلاف Pod	ساقه Stem	برگ Leaf	غلاف Pod	ساقه Stem	برگ Leaf	غلاف Pod	ساقه Stem	برگ Leaf	تیمار Treatment
۱۱۵a	۱۱۶a	۲۱۵a	۱۲.۳a	۱۰.۱ab	۱۴.۷a	۷۷.۴a	۶۰.۶ab	۸۱.۳ab*	کود گاوی Cow manure
۱۱۳a	۱۱۷a	۲۰۸a	۱۰.۲a	۱۱.۰a	۱۳.۸ab	۸۰.۱a	۵۸.۹b	۸۱.۰b	کود گوسفندی Sheep manure
۱۵۷a	۱۰۸a	۲۰۶a	۱۳.۲a	۸.۸b	۱۲.۶b	۷۶.۳a	۵۸.۷b	۸۴.۱a	کود مرغی Hen manure
۱۱۷a	۱۳۷a	۲۲۸a	۱۲.۴a	۱۰.۰ab	۱۳.۰ab	۷۸.۶a	۶۳.۱a	۸۱.۴ab	کود شیمیایی Chemical fertilizer
۱۲۷a	۱۰۴a	۲۰۰a	۱۲.۲a	۱۰.۴ab	۱۳.۶ab	۷۹.۲a	۵۸.۸b	۸۲.۰ab	کمپوست Compost
۱۲۹a	۱۰۳a	۱۹۹a	۱۲.۶a	۱۰.۲ab	۱۲.۹ab	۷۷.۱a	۵۹.۱b	۸۲.۰ab	شاهد Control
۷۸.۹	۳۷.۳	۵۷.۰	۵.۱۶	۱.۶۸	۲.۱۰	۵.۵۱	۳.۷۱	۳.۰۲	LSD ۵٪

*- Means with the same letter in each column are not significantly different at ۵٪ level of probability.

*– برای هر گروه از میانگین‌ها اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

منابع

۱- Ahmad, F., Acharya, S.N., Mir, Z., and Mir, P.S. ۱۹۹۹. Localization and activity of RNA genes of fenugreek chromosomes by fluorescent *in situ* hybridization and silver staining. Theoretical and Applied Genetics ۹۸: ۱۷۹–۱۸۵.

۲- Albrecht, K.A., Wedin, W.F., and Buxton, R. ۱۹۸۷. Cell-wall composition and digestibility of alfalfa stems and leaves. Crop Science ۲۷: ۷۳۵–۷۴۱.

۳- Aman, P. ۱۹۸۵. Chemical composition and in vitro degradability of major chemical constituents in botanical fractions of red clover harvested at different stage of maturity. Journal of the Science of Food and Agriculture ۳۶: ۷۷۵–۷۸۰.

۴- Assefa, G., and Ledin, I. ۲۰۰۱. Effect of variety, soil types and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intakes by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixture. Animal Feed and Technology ۹۲: ۹۵–۱۱۱.

۵- Bahrani, M.J., and Babaei, G. ۲۰۰۷. Effect of different levels of plant density and nitrogen fertilizer on grain and its yield components and some quality traits in two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences ۹: ۲۳۷–۲۴۵. (In Persian with English Summary)

۶- Basu۱, S.K., Achary, S.N., and Thoma, J.E. ۲۰۰۸. Application of phosphate fertilizer and harvest management for improving fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seed and forage yield in a dark brown soil zone of Canada. Kmitl Science and Technology Journal ۸(۱): ۱–۷.

۷- Beaty, E.R., Albert, E.S., and Powell, J.D. ۱۹۹۷. Leaf, petiole, and stem accumulation, and digestibility in 'Amclo'

clower. Agronomy Journal ۶۹: ۶۸۲–۶۸۴.

۸- Bhatia, K., Kaur, M., Atif, F., Ali, M., Rehman, H., Rahman, S., and Raisuddin, S. ۲۰۰۶. Aqueous extract of *Trigonella foenum-graecum* L. ameliorates additive urotoxicity of buthionine sulfoximine and cyclophosphamide in mice. Food and Chemical Toxicology ۴۴: ۱۷۴۴–۱۷۵۰.

۹- Bourquin, L.D., and Fahey, G.C. ۱۹۹۴. Ruminal digestion and glycosyl linkage patterns of cell wall components from leaf and stem fraction of alfalfa, orchard grass, and wheat straw. Journal of Animal Science ۷۲: ۱۳۶۲–۱۳۷۴.

۱۰- Buxton, D.R. ۱۹۹۶. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. Animal Feed Science and Technology ۵۹:۳۷–۴۹.

۱۱- Cabrera, V.E., Stavast, L.J., Baker, T.T., Wood, M.K., Cram, D.S., Flynn, R.P., and Ulery, A.L. ۲۰۰۹. Soil and runoff response to dairy manure application on New Mexico rangeland. Agriculture Ecosystems and Environment ۱۳۱: ۲۵۵–۲۶۲.

۱۲- Chaparro, C.J., and Sollenberger, L.E. ۱۹۹۷. Nutritive value of chipped motte elephant grass herbage. Agronomy Journal ۸۹: ۷۸۹–۷۹۳.

۱۳- Chaudhary, G.R. ۱۹۹۹. Response of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) to seed rate and fertilizer application. Indian Journal of Agronomy ۴۴(۲): ۱–۱۲.

۱۴- Detoroja, H.J., Sukhadia, N.M., Khanpara, V.D., Malavia, D.D., and Kaneria, B.B. ۱۹۹۶. Response of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) to nitrogen, phosphorus and potassium. Indian Journal of Agronomy ۴۱(۱):۱۶۰–۱۶۱.

۱۵- Fateh, E., Chaeichi, M.R., Sharifi-Ashourabadi, E., Mazaheri, D., and Jafari, A.A. ۲۰۰۹. Effects of soil fertilizing management (organic, integrated and chemical) on forage yield and quality traits of Globe Artichoke (*Cynara scolymus*). Iranian Journal of Agricultural Sciences ۴۰(۲):۱۵۵–۱۶۸. (In Persian with English Summary)

۱۶- Fernandez-Aparicio, M., Emeran, A., and Rubiales, D. ۲۰۰۸. Control of *Orobanche crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). Crop Protection ۲۷: ۶۵۳–۶۵۹.

۱۷- Jones, D.I.H., and Hayward, M.V. ۱۹۷۳. A cellulose digestion technique for predicting the dry mater digestibility of grasses. Journal of the Science of Food and Agriculture ۲۴: ۱۴۱۹–۱۴۲۶.

۱۸- Joshi, D., Hooda, K.S., Bhatt, J.C., Mina, B.L., and Gupta, H.S. ۲۰۰۹. Suppressive effects of composts on soil-borne and foliar diseases of French bean in the field in the western Indian Himalayas. Crop Protection ۲۸(۷): ۶۰۸–۶۱۵.

۱۹- Haouala, R., Hawala, S., El-Ayeb, A., Khanfir, R., and Boughanmi, N. ۲۰۰۸. Aqueous and organic extracts of *Trigonella foenum-graecum* L. inhibit the mycelia growth of fungi. Journal of Environmental Sciences ۲۰: ۱۴۵۳–۱۴۵۷.

۲۰- Hastert, A.A., Owensby, C.E., and Harbers, L.H. ۱۹۸۳. Rumen microbial degradation of Indian grass and big bluestem leaf blades. Journal of Animal Science ۵۷(۶): ۱۶۲۶–۱۶۳۷.

۲۱- Heneidy, S.Z. ۱۹۹۶. Palatability and nutritive value of some common plant species from the *Aqqaba gulf* area of Sinai, Egypt. Journal of Arid Environments ۳۴: ۱۱۵–۱۲۳.

۲۲- Gafsi, M., Legagneux, B., Nguyen, G., and Robin, P. ۲۰۰۶. Towards sustainable farming systems: Effectiveness and deficiency of the French procedure of sustainable agriculture. Agricultural Systems ۹۰: ۲۲۶–۲۴۲.

۲۳- Gandomkar, A., Kalbasi, M., and Qorani, A. ۲۰۰۳. Effect of compost leachate on yield and chemical composition of corn and the effects of leachate residual on soil characteristics. Pajouhesh and Sazandegi ۶۰: ۲–۸. (In Persian with English Summary)

۲۴- Kaviarasan, S., Naik, G.H., Gangabhagirathi, R., Anuradha, C.V., and Priyadarsini, K.I. ۲۰۰۷. In vitro studies on antiradical and antioxidant activities of fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) seeds. Food Chemistry ۱۰۳: ۳۱–۳۷.

۲۵- Mbarki, S., Labidi, N., Mahmoudi, H., Jedidi, N., and Abdelly, C. ۲۰۰۸. Contrasting effects of municipal compost on alfalfa growth in clay and in sandy soils: N, P, K, content and heavy metal toxicity. Bioresource Technology ۹۹: ۶۷۴۵–۶۷۵۰.

۲۶- Mir, P.S., Mir, Z., and Townley-Smith, L. ۱۹۹۳. Comparison of the nutrient content and in situ degradability comparisons of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) and alfalfa hays. Canadian Journal of Animal Science ۷۳: ۹۹۳–۹۹۶.

۲۷- Mir, Z., Acharya, S.N., Mir, P.S., Taylor, W.G., Zaman, S., Mears, G., and Goonewardene, L.A. ۱۹۹۶. Nutrient composition, in vitro gas production and digestibility of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) and alfalfa forages. Canadian Journal of Animal Science ۷۷: ۱۱۹-۱۲۴.

۲۸- Mir, Z., Mir, P.S., Acharya, S.N., Zaman, M.S., Taylor, W.G., Mears, G.J., McAllister, T.A., and Goonewardene, L.A. ۱۹۹۸. Comparison of alfalfa and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) silages supplemented with barley grain on performance of growing steers. Canadian Journal of Animal Science ۷۸: ۳۴۳–۳۴۹.

۲۹- Mirhashemi, S.M., Koocheki, A., Parsa, M., and Nassiri Mahallati, M. ۲۰۰۶. Evaluating the benefit of ajowan and fenugreek intercropping in different levels of manure and planting pattern. Iranian Journal of Field Crops Research ۷(۱): ۲۶۹–۲۷۹. (In Persian with English Summary)

۳۰- Mirloohi, A.F., Bozorgvar, N., and Basiri, M. ۲۰۰۰. Effect of different level of nitrogen on growth, yield and quality of three hybrid of forage sorghum. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resource ۴(۲): ۱۰۵–۱۱۵. (In Persian with English Summary)

۳۱- Moldes, A., Cendon, Y., and Barral, M.T. ۲۰۰۷. Evaluation of municipal solid waste compost as a plant growing media component, by applying mixture design. Bioresource Technology ۹۸(۱۶): ۳۰۶۹–۳۰۷۵.

۳۲- Morrison, I.M. ۱۹۷۹. Carbohydrate chemistry and rumen digestion. Proceedings of the Nutrition Society ۳۸: ۲۶۹–۲۷۴.

۳۳- Mozumder, P., and Berrens, R.P. ۲۰۰۷. Inorganic fertilizer use and biodiversity risk: An empirical investigation. Ecological Economics ۶۲: ۵۳۸ –۵۴۳.

۳۴- Nabati, J., and Rezvani Moghaddam, P. ۲۰۰۶. The effect of irrigation intervals on qualitative and quantitative traits in forage millet, sorghum and corn. Iranian Journal of Agriculture science ۳۷(۱): ۲۱–۲۹. (In Persian with English Summary)

۳۵- Ouedraogo, E., Mando, A., and Zombre, N.P. ۲۰۰۱. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. Agriculture Ecosystem and Environment ۸۴: ۲۵۹–۲۶۶.

۳۶- Rezvani Moghaddam, P., and Wilman, D. ۱۹۹۸. Cell wall thickness and cell dimensions in plant parts of eight forage species. Journal of Agricultural Sciences, Cambridge ۱۳۱: ۵۹–۶۷.

۳۷- Sabahi, H., Takafooyan, J., Mahdavi Damghani, A.M., and Liaghati, H. ۲۰۱۰. Effects of integrated application of farmyard manure, plant growth promoting rhizobacteria and chemical fertilizers on production of canola (*Brassica napus* L.) in saline soil of Qum. Journal of Agroecology ۲(۲): ۲۸۷–۲۹۱. (In Persian with English Summary)

۳۸- Sangwan, P., Kaushik, C.P., and Garg, V.K. ۲۰۰۸. Vermiconversion of industrial sludge for recycling the nutrients. Bioresource Technology ۹۹: ۸۶۹۹–۸۷۰۴.

۳۹- Sengul, S. ۲۰۰۳. Performance of some forage grasses or legumes and their mixtures under dry land conditions. European Journal of Agronomy ۱۹: ۴۰۱–۴۰۹.

۴۰- Siddiqui, S., Meghvansi, M.K., and Hasan, Z. ۲۰۰۷. Cytogenetic changes induced by sodium azide ($NaN_۳$) on *Trigonella foenum-graecum* L. seeds. South African Journal of Botany ۷۳: ۶۳۲–۶۳۵.

۴۱- Simone-Levy, J., and Taylor, B.R. ۲۰۰۳. Effects of pulp mill solids and three composts on early growth of tomatoes. Bioresource Technology ۸۹: ۲۹۷–۳۰۵.

۴۲- Soumare, M., Tack, F.M.G., and Verloo, M.G. ۲۰۰۳. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. Bioresource Technology ۸۶: ۱۵–۲۰.

۴۳- Tahami, S.M.K., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. ۲۰۱۰. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology ۲(۱): ۷۰–۸۲. (In Persian with English Summary)

۴۴- Tilley, J.M.A., and Terry, R.A. ۱۹۶۳. A two- stage technique for the In Vitro digestion of forage crops. Journal of British Grassland Society ۱۸:۱۰۴–۱۱۱.

۴۵- Verma, J.P., Thakur, R.N., Sharma, B.N., Katiyar, D.S., and Singh, V. ۱۹۹۰. Response of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) to N and P. Indian Journal of Agronomy ۳۶(۱): ۱۱۶–۱۱۸.

۴۶- Wilman, D., and Rezvani Moghaddam, P. ۱۹۹۸. In vitro digestibility and neutral detergent fiber and lignin contents of plants parts of nine forage species. Journal of Agricultural Sciences, Cambridge ۱۳۱: ۵۱–۵۸.