نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۴۹۹-۴۹۱

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 491-499

# 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 شش تیمار و سه تکرار 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., 2006; Siddiqui et al., 2007; Kaviarasan et al., 2007; Haouala et al., 2008; Mirhashemi et al., 2009). بذرهای گیاه دارای خصوصیات تغذیه‌ای بوده و فرآیند هضم را تحریک می‌کنند (Kaviarasan et al., 2007). این گیاه به طور وسیعی در مناطق معتدله و گرمسیری مدیترانه‌ای، اروپا و آسیا مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (Fernandez-Aparicio et al., 2008). برخی مطالعات انجام گرفته 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. 1993 ; Mir et al., 1996; Mir et al. 1998; Heneidy, 1996; Ahmad et al., 1999; Basu et al., 2008).

امروزه در مورد کشاورزی پایدار اتفاق نظر گسترده‌ای وجود دارد (Gafsi et al., 2006). 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, 2007). 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, 2003; Sangwan et al., 2008; Joshi et al., 2009; Cabrera et al., 2009). علاوه بر این، بازچرخش بقایای آلی در خاک در کاهش مشکلات محیطی ناشی از

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

تجمع این مواد نقش مهمی دارد (Mbarki et al., 2008).

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., 2001; Soumare et al., 2003; Moldes et al., 2007). نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که مصرف کودهای آلی و معدنی در افزایش عملکرد شنبلیله مؤثر است (Verma et al., 1990; Detoroja et al., 1996; Chaudhary, 1999) با این وجود میرهاشمی و همکاران (Mirhashemi et al., 2009) 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., 2003).

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، نمونه‌ای 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 1- Percentage of nitrogen in used organic manures**

| منابع کودی<br>Manure sources | کود گاوی<br>Cow manure | کود گوسفندی<br>Sheep manure | کود مرغی<br>Hen manure | کمپوست<br>Compost |
|---|---|---|---|---|
| نیتروژن<br>Nitrogen | 0.90% | 1.19% | 1.85% | 1.27% |

**جدول ۲- نتایج آزمایش خاک محل اجرای آزمایش**

**Table 2- Results of soil analysis**

| هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)<br>EC ($dS.m^{-1}$) | اسیدیته<br>pH | کربن (درصد)<br>C (%) | نیتروژن (ppm)<br>$N_{total}$ (ppm) | فسفر قابل دسترس (ppm)<br>$P_{available}$ (ppm) | فسفر قابل دسترس (ppm)<br>$K_{available}$ (ppm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.9 | 7.4 | 0.82 | 549 | 4.4 | 309 |

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[1]، قابلیت هضم ماده آلی[2] و ارزش هضمی[3] نمونه کامل گیاهی (نمونه اول) همراه با اجزاء عملکرد علوفه (نمونه دوم) به تفکیک اندازه‌گیری شدند (Jones & Hayward, 1973).

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 آنالیز و میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

## نتایج و بحث

### خصوصیات کمّی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای کودی مورد مطالعه بر هیچ یک از صفات کمّی گیاه علوفه‌ای شنبلیله در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود (جدول۳). با این وجود نتایج 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 که 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, 2007). نتایج مطالعات سومار و همکاران (Soumare et al., 2003) 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., 2008). همچنین سینگول (Sengul, 2003) 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., 2000) 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., 2003)، صباحی و همکاران (Sabahi et al., 2010) 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 ارزش نسبی تغذیهٔ[4] یک گیاه علوفه‌ای، توسط دام می‌باشد و این شاخص از باروری خاک نیز تأثیر می‌پذیرد (Tilley & Terry,1963; Buxton, 1996)، لذا بهبود این صفات در تیمارهای کود مرغی و شیمیایی حائز اهمیت است. آصفا و لدین (Assefa & Ledin, 2001) نیز گزارش کردند که قابلیت هضم ماده آلی یولاف با کاربرد تیمار ترکیبی نیتروژن و فسفر افزایش یافت.

در مجموع اعمال تیمارهای مختلف کودهای آلی در مقایسه با تیمار شاهد، قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی را افزایش داد (جدول ۶).

1- Dry matter digestibility
2- Organic matter digestibility
3- D-value

1- Relative Feeding Value

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

**Table 3- Analysis of variance (mean of squares) of quantitative indices of fenugreek affected by chemical and organic fertilizers**

| عملکرد غلاف خشک Dry pod yield | عملکرد ساقه خشک Dry stem yield | عملکرد برگ خشک Dry leaf yield | درصد غلاف Pod percent | درصد ساقه Stem percent | درصد برگ Leaf percent | درصد ماده خشک Percent of dry matter | عملکرد علوفه خشک Forage dry yield | عملکرد علوفه تر Forage fresh yield | ارتفاع بوته Plant height | درجه آزادی df | منابع تغییر Source of variance |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 254$^{ns}$ | 792$^{ns}$ | 509$^{ns}$ | 0.45$^{ns}$ | 0.96$^{ns}$ | 1.51$^{ns}$ | 6.88$^{ns}$ | 1930$^{ns}$ | 216326$^{ns}$ | 13.23$^{ns}$ | 2 | تکرار Replication |
| 1073$^{ns}$ | 88$^{ns}$ | 444$^{ns}$ | 35.40$^{ns}$ | 10.1$^{ns}$ | 9.55$^{ns}$ | 7.42$^{ns}$ | 1827$^{ns}$ | 1481128$^{ns}$ | 6.16$^{ns}$ | 5 | کود Fertilizer |
| 652 | 652 | 1009 | 49.28 | 24.7 | 58.00 | 8.42 | 971 | 835910 | 10.70 | 10 | خطا Error |

** 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 5% level and significant 1% level, respectively.

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

**Table 4- Mean comparison of quantitative indices of fenugreek affected by chemical and organic fertilizers**

| عملکرد غلاف خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry pod yield (kg.ha$^{-1}$) | عملکرد ساقه خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry stem yield (kg.ha$^{-1}$) | عملکرد برگ خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry leaf yield (kg.ha$^{-1}$) | درصد غلاف Pod percent | درصد ساقه Stem percent | درصد برگ Leaf percent | درصد ماده خشک Percent of dry matter | عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) Forage dry yield (kg.ha$^{-1}$) | عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در هکتار) Forage fresh yield (kg.ha$^{-1}$) | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm) | تیمار Treatment |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 130ab | 167ab | 226a | 24.7a | 32.1a | 43.2a | 12.9a | 523ab | 4095ab | 28.9a* | کود گاوی Cow manure |
| 128b | 171ab | 222a | 24.2a | 32.9a | 42.9a | 14.1a | 520ab | 3829b | 29.9a | کود گوسفندی Sheep manure |
| 178a | 162ab | 214a | 32.2a | 29.2a | 38.6a | 14.2a | 554ab | 3958ab | 30.6a | کود مرغی Hen manure |
| 132ab | 191a | 242a | 23.0a | 33.6a | 43.4a | 11.3a | 565a | 5618a | 31.8a | کود شیمیایی Chemical fertilizer |
| 141ab | 153ab | 211a | 27.5a | 30.3a | 42.1a | 10.9a | 505b | 4941ab | 30.8a | کمپوست Compost |
| 147ab | 143b | 211a | 29.0a | 29.5a | 41.6a | 10.5a | 501b | 4859ab | 33.0a | شاهد Control |
| 47.8 | 46.5 | 57.8 | 12.76 | 9.02 | 13.85 | 4.92 | 56.6 | 1663 | 5.95 | LSD 5% |

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

* Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability.

از آنجا که لیگنینی شدن فاکتور عمدهٔ محدود کننده قابلیت هضم پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی گیاه می‌باشد (Morrison, 1979) 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, 1997; Hastert et al., 1983)، 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., 2009). 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., 1987) و بیشتر بودن ضخامت سلول‌های ساقه نسبت به برگ (Rezvani Moghaddam & Wilman, 1998) 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., 1997) و آمان (Aman, 1985) در شبدر قرمز (*Trifolium pretense* L.)و آلبرچت و همکاران (Albrecht et al., 1987)، ویلمن و رضوانی‌مقدم (Wilman & Rezvani Moghaddam, 1998) و نیز بورکوئین و فاهی (Bourquin & Fahey, 1994) 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).

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, 2006)، 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., 2010)؛ 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.

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

**Table 5- Analysis of variance (mean of squares) of some qualitative indices of fenugreek affected by chemical and organic fertilizers**

| قابلیت هضم ماده آلی Organic matter digestibility | | | قابلیت هضم ماده خشک Dry matter digestibility | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | درجه آزادی df | منابع تغییر S.O.V. |
| 2.28ns | 11.51ns | 1586** | 2.32ns | 9.69ns | 15.3** | 2 | تکرار Replication |
| 2.50ns | 11.97ns | 2.81ns | 2.26ns | 9.35ns | 2.8ns | 5 | کود Fertilizer |
| 5.58 | 7.55 | 2.00 | 5.04 | 7.73 | 2.03 | 10 | خطا Error |

| عملکرد ماده خشک قابل هضم Digestible forage dry yield | | | خاکستر Ash | | | ارزش هضمی Digestible –value | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | غلاف Pod | ساقه Stem | برگ Leaf | درجه آزادی df | منابع تغییر S.O.V. |
| 258ns | 186ns | 512ns | 11.24ns | 1.85ns | 0.67ns | 2.68ns | 4.88ns | 18** | 2 | تکرار Replication |
| 791ns | 472ns | 361ns | 3.15ns | 1.56ns | 1.77ns | 6.09ns | 8.86ns | 3.7ns | 5 | کود Fertilizer |
| 1433 | 420 | 980 | 8.04 | 0.85 | 1.36 | 9.28 | 4.16 | 2.8 | 10 | خطا Error |

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار

ns, * and ** represent non-significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

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

**Table 6- 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 |
| 88.3a | 67.4ab | 95.3ab | 88.7a | 69.5ab | 95.4ab* | کود گاوی Cow manure |
| 89.3a | 66.2ab | 94.0ab | 89.3a | 68.7ab | 94.0ab | کود گوسفندی Sheep manure |
| 87.9a | 64.4b | 96.2a | 87.9a | 66.7b | 96.2a | کود مرغی Hen manure |
| 89.7a | 70.1a | 93.6b | 89.7a | 72.0a | 93.6b | کود شیمیایی Chemical fertilizer |
| 90.2a | 65.6ab | 94.9ab | 90.2a | 68.1ab | 94.9ab | کمپوست Compost |
| 88.2a | 65.7ab | 94.1ab | 88.3a | 68.5ab | 94.1ab | شاهد Control |
| 4.32 | 5.01 | 2.57 | 4.07a | 5.07 | 2.58 | LSD 5% |

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

* Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability.

گزارش آصفا و لدین (Assefa & Ledin, 2001) 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.

## نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصله چنین به نظر می‌رسد که شنبلیله جزء گیاهان کم‌توقع 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 علوفه‌ای شنبلیله تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی**

**Table 7- 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 |
| 115a | 116a | 215a | 12.3a | 10.1ab | 14.7a | 77.4a | 60.6ab | 81.3ab* | کود گاوی Cow manure |
| 113a | 117a | 208a | 10.2a | 11.0a | 13.8ab | 80.1a | 58.9b | 81.0b | کود گوسفندی Sheep manure |
| 157a | 108a | 206a | 13.2a | 8.8b | 12.6b | 76.3a | 58.7b | 84.1a | کود مرغی Hen manure |
| 117a | 137a | 228a | 12.4a | 10.0ab | 13.0ab | 78.6a | 63.1a | 81.4ab | کود شیمیایی Chemical fertilizer |
| 127a | 104a | 200a | 12.2a | 10.4ab | 13.6ab | 79.2a | 58.8b | 82.0ab | کمپوست Compost |
| 129a | 103a | 199a | 12.6a | 10.2ab | 12.9ab | 77.1a | 59.1b | 82.0ab | شاهد Control |
| 78.9 | 37.3 | 57.0 | 5.16 | 1.68 | 2.10 | 5.51 | 3.71 | 3.02 | LSD 5% |

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

* Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability.

## منابع


1- Ahmad, F., Acharya, S.N., Mir, Z., and Mir, P.S. 1999. Localization and activity of RNA genes of fenugreek chromosomes by fluorescent *in situ* hybridization and silver staining. Theoretical and Applied Genetics 98: 179-185.

2- Albrecht, K.A., Wedin, W.F., and Buxton, R. 1987. Cell-wall composition and digestibility of alfalfa stems and leaves. Crop Science 27: 735-741.

3- Aman, P. 1985. 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 36: 775-780.

4- Assefa, G., and Ledin, I. 2001. 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 92: 95-111.

5- Bahrani, M.J., and Babaei, G. 2007. 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 9: 237-245. (In Persian with English Summary)

6- Basu1, S.K., Achary, S.N., and Thoma, J.E. 2008. 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 8(1): 1-7.

7- Beaty, E.R., Albert, E.S., and Powell, J.D. 1997. Leaf, petiole, and stem accumulation, and digestibility in 'Amclo' clover. Agronomy Journal 69: 682-684.

8- Bhatia, K., Kaur, M., Atif, F., Ali, M., Rehman, H., Rahman, S., and Raisuddin, S. 2006. Aqueous extract of *Trigonella foenum-graecum* L. ameliorates additive urotoxicity of buthionine sulfoximine and cyclophosphamide in mice. Food and Chemical Toxicology 44: 1744–1750.

9- Bourquin, L.D., and Fahey, G.C. 1994. 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 72: 1362-1374.

10- Buxton, D.R. 1996. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. Animal Feed Science and Technology 59:37-49.

11- Cabrera, V.E., Stavast, L.J., Baker, T.T., Wood, M.K., Cram, D.S., Flynn, R.P., and Ulery, A.L. 2009. Soil and runoff response to dairy manure application on New Mexico rangeland. Agriculture Ecosystems and Environment 131: 255–262.

12- Chaparro, C.J., and Sollenberger, L.E. 1997. Nutritive value of chipped motte elephant grass herbage. Agronomy Journal 89: 789-793.

13- Chaudhary, G.R. 1999. Response of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) to seed rate and fertilizer application. Indian Journal of Agronomy 44(2): 1-12.

14- Detoroja, H.J., Sukhadia, N.M., Khanpara, V.D., Malavia, D.D., and Kaneria, B.B. 1996. Response of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) to nitrogen, phosphorus and potassium. Indian Journal of Agronomy 41(1):160-161.

15- Fateh, E., Chaeichi, M.R., Sharifi-Ashourabadi, E., Mazaheri, D., and Jafari, A.A. 2009. 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 40(2):155-168. (In Persian with English Summary)

16- Fernandez-Aparicio, M., Emeran, A., and Rubiales, D. 2008. Control of *Orobanche crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). Crop Protection 27: 653–659.

17- Jones, D.I.H., and Hayward, M.V. 1973. A cellulose digestion technique for predicting the dry mater digestibility of grasses. Journal of the Science of Food and Agriculture 24: 1419-1426.

18- Joshi, D., Hooda, K.S., Bhatt, J.C., Mina, B.L., and Gupta, H.S. 2009. Suppressive effects of composts on soil-borne and foliar diseases of French bean in the field in the western Indian Himalayas. Crop Protection 28(7): 608-615.

19- Haouala, R., Hawala, S., El-Ayeb, A., Khanfir, R., and Boughanmi, N. 2008. Aqueous and organic extracts of *Trigonella foenum-graecum* L. inhibit the mycelia growth of fungi. Journal of Environmental Sciences 20: 1453–1457.

20- Hastert, A.A., Owensby, C.E., and Harbers, L.H. 1983. Rumen microbial degradation of Indian grass and big bluestem leaf blades. Journal of Animal Science 57(6): 1626-1637.

21- Heneidy, S.Z. 1996. Palatability and nutritive value of some common plant species from the *Aqqaba gulf* area of Sinai, Egypt. Journal of Arid Environments 34: 115-123.

22- Gafsi, M., Legagneux, B., Nguyen, G., and Robin, P. 2006. Towards sustainable farming systems: Effectiveness and deficiency of the French procedure of sustainable agriculture. Agricultural Systems 90: 226–242.

23- Gandomkar, A., Kalbasi, M., and Qorani, A. 2003. Effect of compost leachate on yield and chemical composition of corn and the effects of leachate residual on soil characteristics. Pajouhesh and Sazandegi 60: 2-8. (In Persian with English Summary)
24- Kaviarasan, S., Naik, G.H., Gangabhagirathi, R., Anuradha, C.V., and Priyadarsini, K.I. 2007. In vitro studies on antiradical and antioxidant activities of fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) seeds. Food Chemistry 103: 31–37.
25- Mbarki, S., Labidi, N., Mahmoudi, H., Jedidi, N., and Abdelly, C. 2008. Contrasting effects of municipal compost on alfalfa growth in clay and in sandy soils: N, P, K, content and heavy metal toxicity. Bioresource Technology 99: 6745–6750.
26- Mir, P.S., Mir, Z., and Townley-Smith, L. 1993. Comparison of the nutrient content and in situ degradability comparisons of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) and alfalfa hays. Canadian Journal of Animal Science 73: 993–996.
27- Mir, Z., Acharya, S.N., Mir, P.S., Taylor, W.G., Zaman, S., Mears, G., and Goonewardene, L.A. 1996. Nutrient composition, in vitro gas production and digestibility of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) and alfalfa forages. Canadian Journal of Animal Science 77: 119-124.
28- Mir, Z., Mir, P.S., Acharya, S.N., Zaman, M.S., Taylor, W.G., Mears, G.J., McAllister, T.A., and Goonewardene, L.A. 1998. Comparison of alfalfa and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) silages supplemented with barley grain on performance of growing steers. Canadian Journal of Animal Science 78: 343–349.
29- Mirhashemi, S.M., Koocheki, A., Parsa, M., and Nassiri Mahallati, M. 2006. Evaluating the benefit of ajowan and fenugreek intercropping in different levels of manure and planting pattern. Iranian Journal of Field Crops Research 7(1): 269-279. (In Persian with English Summary)
30- Mirloohi, A.F., Bozorgvar, N., and Basiri, M. 2000. 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 4(2): 105-115. (In Persian with English Summary)
31- Moldes, A., Cendon, Y., and Barral, M.T. 2007. Evaluation of municipal solid waste compost as a plant growing media component, by applying mixture design. Bioresource Technology 98(16): 3069–3075.
32- Morrison, I.M. 1979. Carbohydrate chemistry and rumen digestion. Proceedings of the Nutrition Society 38: 269-274.
33- Mozumder, P., and Berrens, R.P. 2007. Inorganic fertilizer use and biodiversity risk: an empirical investigation. Ecological Economics 62: 538 –543.
34- Nabati, J., and Rezvani Moghaddam, P. 2006. The effect of irrigation intervals on qualitative and quantitative traits in forage millet, sorghum and corn. Iranian Journal of Agriculture science 37(1): 21-29. (In Persian with English Summary)
35- Ouedraogo, E., Mando, A., and Zombre, N.P. 2001. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. Agriculture Ecosystem and Environment 84: 259–266.
36- Rezvani Moghaddam, P., and Wilman, D. 1998. Cell wall thickness and cell dimensions in plant parts of eight forage species. Journal of Agricultural Sciences, Cambridge 131: 59-67.
37- Sabahi, H., Takafooyan, J., Mahdavi Damghani, A.M., and Liaghati, H. 2010. 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 2(2): 287-291. (In Persian with English Summary)
38- Sangwan, P., Kaushik, C.P., and Garg, V.K. 2008. Vermiconversion of industrial sludge for recycling the nutrients. Bioresource Technology 99: 8699–8704.
39- Sengul, S. 2003. Performance of some forage grasses or legumes and their mixtures under dry land conditions. European Journal of Agronomy 19: 401-409.
40- Siddiqui, S., Meghvansi, M.K., and Hasan, Z. 2007. Cytogenetic changes induced by sodium azide ($NaN_3$) on *Trigonella foenum-graecum* L. seeds. South African Journal of Botany 73: 632–635.
41- Simone-Levy, J., and Taylor, B.R. 2003. Effects of pulp mill solids and three composts on early growth of tomatoes. Bioresource Technology 89: 297–305.
42- Soumare, M., Tack, F.M.G., and Verloo, M.G. 2003. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. Bioresource Technology 86: 15–20.
43- Tahami, S.M.K., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology 2(1): 70-82. (In Persian with English Summary)
44- 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.

45- Verma, J.P., Thakur, R.N., Sharma, B.N., Katiyar, D.S., and Singh, V. 1990. Response of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) to N and P. Indian Journal of Agronomy 36(1): 116-118.
46- Wilman, D., and Rezvani Moghaddam, P. 1998. In vitro digestibility and neutral detergent fiber and lignin contents of plants parts of nine forage species. Journal of Agricultural Sciences, Cambridge 131: 51-58.