دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره دهم، شماره ۱۸، بهار و تابستان ۱۴۰۴
http://arpe.gonbad.ac.ir

ارزیابی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی شنبلیله تحت تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست‌های مختلف

رضا رضوانی[1]*، سیده منصوره حسینی[2]

[1]دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس
[2]دانشجوی کارشناسی ارشد اکولوژی، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۳

چکیده

مقدمه: امروزه دستیابی به کشاورزی پایدار مستلزم استفاده از نهاده‌هایی است که ضمن افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود رشد گیاهان، آثار زیست‌محیطی نامطلوب را کاهش دهند. ورمی‌کمپوست به عنوان یکی از مهم‌ترین کودهای آلی، با بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، نقش مؤثری در افزایش رشد و عملکرد گیاهان زراعی و دارویی ایفا می‌کند. شنبلیله (*Trigonella foenum-graec*um L.) از گیاهان دارویی ارزشمند است که به دلیل دارا بودن ترکیبات مؤثره، مصارف دارویی، غذایی و صنعتی فراوانی دارد. لذا، بررسی تأثیر منابع مختلف ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های رشدی، فیزیولوژیکی و عملکردی این گیاه می‌تواند در توسعه تولید پایدار آن مؤثر باشد. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی اثر انواع ورمی‌کمپوست‌های حاصل از بقایای آلی مختلف بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی شنبلیله انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌صورت گلدانی در سال ۱۳۹۹ در گلخانه روباز دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۳ تیمار و چهار تکرار انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل خاک مزرعه بدون مصرف ورمی‌کمپوست (شاهد)، ورمی‌کمپوست کاه خالص، کود اسبی، کود گوسفندی، کود اسبی + کاه (۷۵:۲۵ و ۵۰:۵۰)، ۲۵ درصد کود مرغی + ۷۵ درصد کاه، کود گوسفندی + کاه (۷۵:۲۵ و ۵۰:۵۰)، کود گوسفندی + یونجه (۷۵:۲۵ و ۵۰:۵۰) و کود گاوی + برگ نخل (۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰) بودند. صفات مورد ارزیابی شامل ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانبی، شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه، عملکرد بیولوژیک، تعداد روز تا گلدهی، محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و میزان فنل قبل و بعد از گلدهی بود. داده‌ها پس از جمع‌آوری با استفاده از روش‌های آماری مناسب تجزیه و میانگین‌ها مقایسه شدند.

نتایج: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست بر تمامی صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین وزن خشک برگ در تیمار ورمی‌کمپوست ۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد یونجه، بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار ۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد کاه و بیشترین وزن خشک ساقه در تیمار ۲۵ درصد کود گاوی + ۷۵ درصد برگ نخل مشاهده شد. همچنین تیمار ۵۰ درصد کود گاوی + ۵۰ درصد برگ نخل بیشترین عملکرد بیولوژیک را ایجاد کرد، در حالی که بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار ۷۵ درصد کود اسبی + ۲۵ درصد کاه به دست آمد. بیشترین مقدار کلروفیل a و کلروفیل کل قبل و بعد

*نویسنده مسئول: abs346@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

از گلدهی در تیمار ۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد کاه مشاهده شد. بیشترین مقدار کلروفیل b قبل از گلدهی در تیمار ۵۰ درصد کود گوسفندی + ۵۰ درصد یونجه و پس از گلدهی در تیمار ۵۰ درصد کود گاوی + ۵۰ درصد برگ نخل ثبت گردید. همچنین بیشترین میزان ترکیبات فنلی قبل و بعد از گلدهی در تیمار ۲۵ درصد کود گاوی + ۷۵ درصد برگ نخل به دست آمد که بیانگر نقش این تیمار در افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه است. بیشترین شاخص سطح برگ قبل از گلدهی در تیمار ۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد یونجه و پس از گلدهی در تیمار ۵۰ درصد کود گوسفندی + ۵۰ درصد یونجه مشاهده شد. بیشترین تعداد شاخه جانبی نیز در تیمار ورمی‌کمپوست کود گوسفندی حاصل شد. تعداد روز تا گلدهی در تیمار شاهد بیشتر از سایر تیمارها بود که نشان‌دهنده تسریع رشد و نمو گیاه در اثر مصرف ورمی‌کمپوست است. از سوی دیگر، بیشترین محتوای نسبی آب برگ در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن در تیمار ۲۵ درصد کود گاوی + ۷۵ درصد برگ نخل مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی: نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست‌های حاصل از منابع مختلف آلی تأثیر قابل‌توجهی بر بهبود صفات رشدی، فیزیولوژیک و عملکردی گیاه دارویی شنبلیله دارد. در میان تیمارهای مورد بررسی، ورمی‌کمپوست‌های حاوی کود گوسفندی همراه با یونجه یا کاه و نیز ترکیب کود گاوی با برگ نخل، عملکرد مطلوب‌تری در افزایش رشد رویشی، تولید ماده خشک، محتوای کلروفیل و ترکیبات فنلی نشان دادند. به‌طور کلی، برتری معنی‌دار اغلب تیمارهای ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد بیانگر ظرفیت بالای این کودهای آلی در بهبود رشد و کیفیت گیاه شنبلیله است. بنابراین، استفاده از ورمی‌کمپوست می‌تواند به عنوان راهکاری مؤثر در تولید پایدار و کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی در کشت گیاهان دارویی مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات فنلی، شاخص سطح برگ، عملکرد بیولوژیکی، محتوای نسبی آب، رنگیزه‌های فتوسنتزی

مقدمه

شنبلیله با نام علمی *Trigonella foenum-graecum* L. گیاهی است یکساله، متعلق به خانواده بقولات که دارای کاربردهای علوفه‌ای، دارویی و ادویه‌ای بوده که به¬عنوان یک کود آلی نیز استفاده می‌شود، همچنین شنبلیله زیست توده نسبتاً قابل توجهی حدود پنج تن در هکتار را تولید می‌کند (Haouala *et al.*, 2006; Bhatia *et al.*, 2008). این گیاه به¬طور وسیعی در مناطق معتدله و گرمسیری مدیترانه‌ای، اروپا و آسیا مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (Fernandez *et al.*, 2008). با توجه به این امر که کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست 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 (Cabrera *et al.*, 2009)، و همچنین بازچرخش بقایای آلی در خاک در کاهش مشکلات زیست محیطی ناشی از تجمع این مواد نقش مهمی دارد، امروزه در مورد کشاورزی پایدار اتفاق نظر گسترده‌ای وجود دارد (Gafsi *et al.*, 2006).

افزایش قیمت جهانی حامل‌های انرژی، کشاورزان را به استفاده از روش‌های جایگزین به‌منظور کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی مصنوعی ترغیب کرده است (Hiltbrunner *et al.*, 2007). استفاده مکرر از کودهای شیمیایی و در نتیجه عدم حمایت و حفظ حیات خاک همراه با شیوه‌های دیگری که کاملاً مخرب حیات و زندگی موجودات خاکزی هستند؛ در نهایت منجر به کاهش ویتامین‌ها و دیگر ترکیبات مفید در گیاهان می‌شود، که این موجودات خاکزی نقش مؤثری در تولید آن‌ها دارند. ضمن این که سیستم کوددهی رایج بر تأمین تعداد معدودی از عناصر پرمصرف تمرکز دارد، در صورتی‌که نیاز گیاه به حداقل ۱۳ ماده معدنی خاک از نظر علمی شناخته شده است؛ لذا این مسئله نیز از دیگر دلایل ایجاد عدم تعادل در گیاهان در اثر مصرف کودهای معدنی می‌باشد (Atiyeh *et al.*, 2000). استفاده از کمپوست‌ها یکی از راه‌های تأمین حاصلخیزی خاک می‌باشد. کمپوست‌ها موادی هستند که طی فرآیند تجزیه مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌ها در حضور اکسیژن ساخته

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

می‌شوند (Rantala *et al.*, 1998). مزایای گزارش شده برای کمپوست، شامل: فراهمی ماده آلی، بهبود ظرفیت نگه‌داری رطوبت خاک، افزایش جذب مواد مغذی، افزایش فعالیت شبه هورمونی در گیاهان می‌باشد (Bachman and Metzger., 2008; Campitelli and Ceppi., 2008). آگاهی از عوارض سوءجانبی داروهای شیمیایی، امکان‌پذیر نبودن تولید مصنوعی بعضی از مواد مؤثره در صنایع داروسازی و اهمیت مواد مؤثره گیاهان دارویی در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی موجب افزایش کشت، تولید و مصرف آن‌ها به‌خصوص در کشورهای اروپایی شده است. مطالعات متعددی نشان داده است که کاربرد کودهای آلی بر رشد گیاه و خصوصیات خاک اثرات مثبتی داشته و مقدار مواد غذایی در دسترس گیاه را افزایش می‌دهد (Moldes *et al.*, 2007). نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که مصرف کودهای آلی و معدنی در افزایش عملکرد شنبلیله مؤثر است (Chaudhary, 1998). به‌هر حال تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان از طریق کودهای آلی نقش مهمی در باروری پایدار خاک و تولید محصول ایفا می‌کند. یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی به‌منظور 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 بر شاخص‌های کمی و کیفی شنبلیله به‌منظور کاهش اتکاء به نهاده‌های شیمیایی در جهت تولید پایدار این گیاه علوفه‌ای-دارویی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس به‌صورت گلدانی در گلخانه رو باز اجرا شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۳ تیمار کودی مختلف در چهار تکرار انجام گردید. تیمارهای آزمایشی شامل: خاک مزرعه (شاهد)، ورمی‌کمپوست کاه خالص، ورمی‌کمپوست اسبی خالص، ورمی‌کمپوست گوسفندی خالص، ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست کود اسبی + ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست کاه، ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست اسبی + ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست کاه، ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست مرغی + ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست کاه، ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست گوسفندی + ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست کاه، ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست گوسفندی + ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست کاه، ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست گوسفندی + ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست یونجه، ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست گاوی + ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست برگ نخل، ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست گاوی + ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست برگ نخل، ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست گوسفندی + ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست یونجه بودند. قبل از انجام پژوهش، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد نظر به شرح جدول ذیل (جدول ۱) مورد آزمایش قرار گرفت. ورمی‌کمپوست مورد استفاده در این آزمایش با استفاده از کود دامی و گونه‌ای کرم خاکی با نام علمی Eisenia foetida در دانشکده کشاورزی گنبد کاووس تهیه گردیده بود به آزمایشگاه انتقال داده شد و خصوصیات آن‌ها ثبت گردید (جدول ۲). بذر شنبلیله مصرفی در این تحقیق نیز، از بخش گیاهان دارویی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان تهیه گردید.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

جدول ۱- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil

مشخصه character	مقدار Quantity
درصد اشباع Saturation percentage	-
هدایت الکتریکی عصاره اشباه EC (dS/m)	۱/۱۹
اسیدیته کل اشباع Total acidity saturation	۷/۹
مواد خنثی شونده Neutralizing (%)	۹/۸
کربن آلی Organic carbon (%)	۰/۶۸
ازت کل Total nitrogen (%)	۰/۰۷
فسفر Phosphorus (mg/g)	۱۳/۱۴
پتاسیم Potassium (mg/g)	۳۵۶
رس Clay (%)	۱۵
لای Silt (%)	۶۴
ماسه Sand (%)	۲۱

نحوه اعمال تیمارهای کودی بدین ترتیب بود که ابتدا از گلدان‌هایی با ابعاد به قطر ۱۵ سانتی‌متر و عمق ۲۵ سانتی‌متر استفاده شد. به‌میزان ۱۵ درصد وزنی در هر گلدان پنج کیلویی، ورمی‌کمپوست‌ها به خاک گلدان اضافه و با آن مخلوط گردیدند. در تمام گلدان‌ها که از یک خاک یکنواخت پر شده بودند، بذرهای گیاه شنبلیله در سه نقطه و در هر نقطه سه عدد بر روی یک ردیف کاشته شدند. بلافاصله پس از کاشت، گلدان‌ها تا ظرفیت زراعی آبیاری و به‌صورت تصادفی درون گلخانه قرار داده شدند. آبیاری به‌صورت یکنواخت برای تمامی تیمارها صورت گرفت. در طی دوره رشد در مرحله سه برگی عملیات تنک‌کردن انجام شد و در هر گلدان تنها سه بوته یکسان بر روی یک ردیف با فاصله یکسان از یکدیگر نگه‌داری شدند. کلروفیل برگ گیاهان مورد بررسی با استفاده از روش آرنون (Arnon, 1994) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب از هر گلدان یک بوته به‌طور تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری گردید. تا اندازه‌گیری محتوای نسبی آب روی این بوته‌ها انجام گیرد؛ برگ دوم بوته‌های برداشت شده از هر تیمار وزن شد و به‌مدت ۴۸ ساعت در آب غوطه‌ور شدند. سپس برگ‌ها از آب خارج و سطح آن‌ها با دستمال کاغذی خشک شد و مجدداً وزن آن‌ها اندازه‌گیری گردید. در مرحله بعد، برگ‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و وزن آن‌ها نیز محاسبه گردید. محتوای نسبی آب با استفاده از معادله زیر به‌دست آمد.

$$RWC = \left(\frac{FW - DW}{TW - DW}\right) * 100$$

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

RWC: محتوای نسبی آب، FW: وزن تر برگ بر حسب گرم، DW: وزن خشک برگ بر حسب گرم، TW: وزن برگ در حالت تورژسانس کامل است (Levitt. 1980). واحد محتوای نسبی آب بر حسب درصد بیان می‌شود.

اندازه‌گیری کلروفیل گیاه در طی دو مرحله انجام گردید یکی در مرحله قبل از گلدهی و دیگری در مرحله بعد از گلدهی، بدین منظور یک بوته از گلدان انتخاب نموده و علامت‌گذاری گردید تا نمونه‌برداری در هر دو مرحله از این بوته باشد، به منظور اندازه‌گیری کلروفیل برگ مورد بررسی، ۱۰۰ میلی‌گرم از برگ تازه توسط ترازو دیجیتال (یک هزارم) وزن و توسط ۱۰ میلی‌لیتر استون سرد (۸۰ درصد) در هاون چینی ساییده شد، تا یک محلول شفاف به‌دست آید. محلول تهیه شده به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. پس از جدا کردن فاز محلول از فاز جامد، محلول شفاف به بالن حجمی ۲۵ میلی‌لیتر منتقل شد و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Biochrom Libera- S22) در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت شد. در نهایت میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل براساس فرمول‌های زیر محاسبه شد (Arnon, 1994).

$$\text{Chl a} = [12.7\times (D663) - 2.69\times (D645)] \times V / (1000\times W)$$
$$\text{Chl b} = [22.9\times (D645) - 4.68\times (D663)] \times V / (1000\times W)$$
$$\text{ChlTotal} = [20.2\times (D64) + 80.2\times (D663)] \times V / (1000\times W)$$

W: وزن نمونه تر، V: حجم عصاره، D: میزان جذب نوری قرائت شده در طول موج مربوطه

در پایان هفته دهم رشد، قسمت‌های هوایی گیاه از سطح خاک قطع و برگ و ساقه از هم جدا شدند و در داخل پاکت‌های کاغذی قرار داده شد. برای خشک کردن گیاهان، پاکت‌های حاوی قسمت هوایی گیاه در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت در آون قرار داده شدند. پس از خشک شدن قسمت هوایی، وزن خشک آن‌ها توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری و پس از آسیاب، آنالیزهای شیمیایی بر روی آن‌ها صورت گرفت. اندازه‌گیری فنل نیز طی دو مرحله قبل از گلدهی و بعد از گلدهی اندازه‌گیری شد. برای انجام این‌کار، ۱۰۰ میلی‌گرم نمونه برگ خشک توسط ترازو توزین شد، سپس توسط ۱۰ میلی‌لیتر اتانول داغ ۸۰ درصد در هاون چینی ساییده شد. به‌منظور جداسازی فاز محلول از فاز جامد و جهت جلوگیری از اصطحکاک و شکستن ترکیبات در دورهای بالا، محلول تهیه شده به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت کم ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. محلول جدا شده در بن‌ماری (حمام آب گرم) قرار گرفت. گرمادهی تا غلیظ شدن محلول ادامه داده شد و پس از آن یک میلی‌لیتر از عصاره غلیظ شده به بالن حجمی ۵۰ میلی‌لیتری منتقل و به حجم رسانده شد. در مرحله بعد به ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره به حجم رسانده شده، ۲/۵ میلی‌لیتر آب مقطر دو بار تقطیر اضافه گردید. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتو ۵۰ درصد به نسبت ۱:۱ به آن اضافه شد. پس از گذشت ۳ دقیقه، به لوله آزمایش ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۲۰ درصد اضافه شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه در بن‌ماری (حمام آب گرم) قرار داده شد. پس از آن لوله آزمایش سرد گردید. جهت تعیین فنل کل، محلول سرد شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۵۰ نانومتر قرائت گردید و با توجه به منحنی استاندارد اسید گالیک، میزان فنل کل نمونه بر حسب میلی‌گرم بر گرم برگ محاسبه شد (Malik and singh, 1980). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

جدول ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی کودهای ورمی‌کمپوست مورد استفاده در آزمایش

Table 2- physicochemical properties of vermicompost fertilizer used in tests

تیمارها Treatments	شماره تیمار Treatment number	نیتروژن Nitrogen (%)	کربن Carbon (%)	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	نسبت کربنه به نیتروژن C/N	اسیدیته pH
۱۰۰ درصد کاه خالص pure straw 100%	۱	۱/۶۳	۲۷/۶	۱۲/۷۳	۱۶/۹۵	۸/۰۷
۱۰۰ درصد کود اسبی Horse manure 100%	۲	۱/۶	۲۰/۳	۱۳/۸۲	۱۲/۲۸	۶/۷۱
۱۰۰ درصد کود گوسفندی Sheep manure 100%	۳	۲/۵۳	۳۰/۳	۱۱/۳	۱۱/۹۳	۶/۶۹
۷۵ درصد کود اسبی + ۲۵ درصد کاه Horse manure 75% + pure straw 25%	۴	۱/۳۶	۱۹/۶	۱۱/۰۴	۱۴/۳۹	۶/۷۳
۵۰ درصد کود اسبی + ۵۰ درصد کاه Horse manure 50% + straw50%	۵	۱/۵	۲۱/۶	۱۱/۰۴	۱۴/۴۲	۶/۶۱
۲۵ درصد کود مرغی + ۷۵ درصد کاه bird manure 25% + straw75%	۶	۲/۶۵	۳۱/۳	۹/۸۳	۱۱/۸۲	۷/۰۴
۵۰ درصد کود گوسفندی + ۵۰ درصد کاه Sheep manure 50% + straw 50%	۷	۲/۳	۲۹/۳	۱۰/۰۵	۱۲/۷۲	۶/۹۸
۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد کاه Sheep manure75% + straw 25%	۸	۲/۴	۳۰	۱۰/۷۱	۱۲/۴۲	۶/۸
۵۰ درصد کود گوسفندی + ۵۰ درصد یونجه Sheep manure 50% + alfalfa 50%	۹	۲/۵۳	۲۹/۶	۱۵/۹۶	۱۱/۷۳	۶/۹۹
۲۵ درصد کود گاوی + ۷۵ درصد برگ نخل Cow manure25% + palm75%	۱۰	۲/۵۷	۲۸/۴	۱۱/۹۷	۱۱/۰۳	۷/۳۸
۵۰ درصد کود گاوی +۵۰ درصد برگ نخل Cow manure50% + palm50%	۱۱	۲/۵۷	۲۷/۵۳	۱۲/۶۸	۱۰/۶۹	۷/۳۸
۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد یونجه Sheep manure75% + alfalfa 25%	۱۲	۲/۷۳	۳۱	۱۸/۵۷	۱۱/۴۷	۶/۸

نتایج و بحث

وزن خشک برگ، ریشه و ساقه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست اثر معنی‌داری بر صفت وزن خشک برگ در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار ورمی‌کمپوست ۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد یونجه (۰/۸۲ گرم) و تیمار ۵۰ درصد کود گاوی + ۵۰ درصد برگ نخل (۰/۸۰ گرم) بیشترین تأثیر افزایشی معنی‌دار را بر وزن خشک برگ داشتند، هرچند با برخی از تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین میزان وزن خشک برگ مربوط به تیمار شاهد (۰/۲۶ گرم) بود (جدول ۴). آرانکون و همکاران (Arancon *et al.*, 2008)بیان کردند که استفاده از کود گاوی پوسیده موجب آزادسازی نیتروژن بیشتری در خاک نسبت به سایر کودهای آلی می‌شود. از آنجا که نیتروژن نقش مهمی در افزایش ماده خشک گیاهان دارد، این تیمار سبب افزایش تولید ماده خشک گردیده است. همچنین ورمی‌کمپوست به دلیل ظرفیت بالای نگهداری رطوبت، از طریق فراهمی بیشتر آب، موجب افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش تولید ماده خشک می‌شود.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای ورمی‌کمپوست بر وزن خشک برگ، ساقه، ریشه و ارتفاع گیاه شنبلیله

Table 3- Analysis of variance (Average of squares) of effect of vermicompost treatment on dry weight leaves, stems, root and height of fenugreek

منابع تغییر S. O. V.	درجه آزادی DF	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Shoot dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	ارتفاع height
تیمار Treatment	۱۲	۰/۹۶۹**	۰/۲۰۳**	۰/۰۷۸**	۱۳۷/۷۸**
خطا Error	۳۹	۰/۰۰۶	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۱/۵۷۹
ضریب تغییرات CV (%)	-	۱۱/۸۶	۱۲/۴۳	۱۰/۹۶	۵/۳

ns، * و** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

ns, * and ** are non-significant, significant at the five percent and one percent probability levels, respectively.

بر اساس نتایج جدول ۳، صفت وزن خشک ساقه نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین مقدار این صفت مربوط به دو تیمار ۲۵ درصد کود گاوی + ۷۵ درصد برگ نخل (۱/۰۲ گرم) و ۵۰ درصد کود گاوی + ۵۰ درصد برگ نخل (۱/۰۰ گرم) بود. هرچند با برخی تیمارها از جمله ۱۰۰ درصد کاه خالص و ۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد کاه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین مقدار وزن خشک ساقه، همانند وزن خشک برگ، مربوط به تیمار شاهد (۰/۱۴ گرم) بود (جدول ۴). در این پژوهش، تیمارهایی که دارای نیتروژن بیشتری بودند، ماده خشک بیشتری تولید کردند. در واقع کودهای ورمی‌کمپوست به علت دارا بودن عناصر غذایی ضروری، به‌ویژه نیتروژن، موجب افزایش وزن خشک ساقه شدند. آرانکون و همکاران (Arancon *et al.*, 2008) نیز گزارش کردند که وزن خشک گیاهان تیمار شده با ورمی‌کمپوست‌های حاصل از بقایای گیاهی و کاغذی کمتر از ورمی‌کمپوست‌های تولید شده از بقایای گاوی بود. بیشترین اثر افزایشی معنی‌دار بر صفت وزن خشک ریشه مربوط به تیمار ۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد کاه (۰/۶۱ گرم) بود (جدول ۴). محققان بهبود رشد گیاه را به فراهمی بیشتر عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و عناصر کم‌مصرف در تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست نسبت داده‌اند. نتایج این پژوهش با گزارش‌های حمیدپور و همکاران (Hamidpour *et al.*, 2010) و کوچکی و همکاران (Koocheki *et al.*, 2010) مطابقت داشت.

ارتفاع گیاه: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای مختلف از نظر تأثیر بر ارتفاع گیاه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به تیمار ۷۵ درصد کود اسبی + ۲۵ درصد کاه (۲۹/۰۶ سانتی‌متر) بود. در مقابل، کمترین ارتفاع گیاه در تیمار شاهد (۱۱/۳۱ سانتی‌متر) مشاهده شد. به نظر می‌رسد ورمی‌کمپوست از طریق ظرفیت بالای نگهداری آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف، موجب افزایش فتوسنتز و تولید بیوماس در گیاه شنبلیله شده و در نتیجه ارتفاع بوته را افزایش داده است. وادیراج و همکاران (Vadiraj *et al.*, 1998) در پژوهشی روی گیاه دارویی زردچوبه گزارش کردند که کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد، افزایش قابل توجهی در ارتفاع گیاه ایجاد کرد. همچنین آرگوئلو و همکاران (Arguello *et al.*, 2006) در مطالعه‌ای بر روی گیاه دارویی سیر نشان دادند که استفاده از ورمی‌کمپوست موجب بهبود چشمگیر ارتفاع بوته شد. این اثر مثبت به تحریک فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، افزایش جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف و در نهایت بهبود فرآیند فتوسنتز نسبت داده شده است.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای ورمی‌کمپوست بر وزن خشک برگ، ساقه، ریشه و ارتفاع گیاه شنبلیله

Table 4- Means Comparison of vermicompost treatment on dry weight of leaf, stem, root and height of fenugreek

تیمارها Treatments	وزن خشک برگ Leaf dry weight(g)	وزن خشک ساقه Shoot dry weight(g)	وزن خشک ریشه Root dry weight(g)	ارتفاع Height(cm)
خاک مزرعه (شاهد) soil farm (control)	۰/۲۶^{f}	۰/۱۴^{f}	۰/۱۷^{h}	۱۱/۳۱^{f}
۱	۰/۷۲^{ab}	۰/۹۲^{abc}	۰/۳۴^{g}	۲۵/۴۳^{c}
۲	۰/۵۷^{e}	۰/۶۴^{e}	۰/۲۳^{h}	۱۷/۰۶^{e}
۳	۰/۷۳^{ab}	۰/۸۰^{cd}	۰/۵۷^{ab}	۲۰/۵۶^{d}
۴	۰/۸۰^{a}	۱^{ab}	۰/۳۶^{fg}	۲۵/۷۲^{c}
۵	۰/۷۵^{ab}	۱/۰۲^{a}	۰/۴۷^{cd}	۲۵/۴۳^{c}
۶	۰/۷۱^{abc}	۰/۷۹^{cd}	۰/۳۴^{fg}	۲۵/۸۱^{c}
۷	۰/۶۰^{c}	۰/۸۰^{cd}	۰/۵۱^{bc}	۲۹/۰۶^{a}
۸	۰/۷۰^{ab}	۰/۸۳^{cd}	۰/۱۷^{h}	۱۷/۳۷^{e}
۹	۰/۷۱^{abc}	۰/۸۸^{cd}	۰/۴۰^{ef}	۲۸/۵۰^{b}
۱۰	۰/۸۲^{a}	۰/۸۰^{cd}	۰/۴۲^{de}	۲۵/۹۳^{c}
۱۱	۰/۷۵^{ab}	۰/۹۸^{ab}	۰/۶۱^{a}	۲۳/۰۶^{c}
۱۲	۰/۶۳^{c}	۰/۷۷^{de}	۰/۴۲^{de}	۲۱/۰۲^{d}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Means with common letters according to Duncan test at a significant level of 5% have no significant difference.

عملکرد بیولوژیکی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). در بین تیمارها نیز تیمار ۵۰ درصد گاوی + ۵۰ درصد نخل دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱/۸ گرم در بوته) بود، اگرچه اختلاف معنی‌داری با برخی تیمارها نظیر ۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد یونجه و ۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد کاه نداشت. در کل ورمی‌کمپوست موجود در تیمارها باعث افزایش میزان عملکرد بیولوژیک شد. کمترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار شاهد (۰/۴ گرم در بوته) بود (جدول ۶). این افزایش عملکرد احتمالاً به‌دلیل وجود مقادیر بالاتر نیتروژن در دسترس می‌باشد که برای تولید پروتئین‌های ساختاری ضروری هستند. علاوه بر عناصر غذایی و مواد آلی، ورمی‌کمپوست دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی می‌باشد، که این مواد از طریق بهبود زیست فراهمی عناصر غذایی خاص، به‌ویژه آهن و روی (Chen *et al.*, 2004) و اثر مستقیم بر متابولسیم گیاهی (Nardi *et al.*, 2002) باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌گردند (Tartoura, 2010; Edwards, 1998; Kalra, 2003). کودهای آلی هم‌چون ورمی‌کمپوست با افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس گیاه و آزادسازی تدریجی آن‌ها باعث افزایش رشد گیاه شده و میزان زیست‌توده تولیدی را افزایش می‌دهند. کودهای دامی نیز با بهبود خصوصیات فیزیکی خاک باعث رشد بهتر ریشه و به‌دنبال آن افزایش رشد گیاه و عملکرد بیولوژیک می‌شوند. در همین راستا (کاربرد کودهای آلی) افزایش میزان زیست‌توده تولیدی گیاه بومادران (Scheffer and Koehler, 1993) ریحان (Anwar *et al.*, 2005) توت‌فرنگی (Arancon, 2004) در مطالعات مختلف گزارش شده است.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست بر شاخه جانبی، عملکرد بیولوژیک، تعداد روز تا گلدهی و شاخص سطح برگ قبل و بعد از گلدهی گیاه شنبلیله

Table 5- Analysis of variance (Average of squares) of effect of vermicompost treatment on number of branches, biological function, the number of days to flowering, LAI before flowering and after flowering of fenugreek

منابع تغییر S. O. V.	درجه آزادی DF	تعداد شاخه جانبی Number of branches	عملکرد بیولوژیکی Biological function	تعداد روز تا گلدهی The number of days to flowering	شاخص سطح برگ قبل از گلدهی LAI before flowering	شاخص سطح برگ بعد از گلدهی LAI after flowering
تیمار Treatment	۰/۲۷۹**	۰/۳۷۵**	۴۹/۳۴**	۰/۵۳۸**	۱/۷۰۰**	۱۲
خطا Error	۰/۰۵۷	۰/۰۳۲	۰/۸۵	۰/۰۲۵	۰/۳۰۱	۳۹
ضریب تغییرات CV (%)	۱۳	۵/۳	۱/۴	۱۰/۶۶	۱۵/۲۶	

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

ns, * and ** are non-significant, significant at the five percent and one percent probability levels, respectively.

جدول ۶- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست بر تعداد شاخه جانبی، عملکرد بیولوژیک، تعداد روز تا گلدهی، شاخص سطح برگ قبل و بعد گلدهی گیاه شنبلیله

Table 6- Means Comparison of vermicompost treatment on number of branches, biological function, the number of days to flowering, LAI before flowering and after flowering of fenugreek

تیمارها Treatments	تعداد شاخه جانبی number of branches	عملکرد بیولوژیکی biological function (g)	تعداد روز تا گلدهی number of days to flowering	شاخص سطح برگ قبل از گلدهی LAI before flowering	شاخص سطح برگ بعد از گلدهی LAI after flowering
خاک مزرعه soil farm	۱/۷۵^{d}	۰/۴^{e}	۷۵/۲۵^{a}	۰/۷۳^{f}	۱/۰۱^{d}
۱	۳/۵^{abc}	۱/۶۸ ^{ab}	۶۴/۵^{cd}	۱/۵۹^{ced}	۱/۹۳^{b}
۲	۳^{c}	۱/۱۷^{d}	۶۵/۵^{c}	۱/۴۹^{de}	۱/۶۱^{c}
۳	۴/۲۵^{a}	۱/۵۳^{bc}	۶۵/۵ ^{c}	۱/۸۷^{ab}	۱/۶۲^{bc}
۴	۳/۷^{abc}	۱/۸^{a}	۶۳/۵^{de}	۱/۵۶^{de}	۱/۸۴^{abc}
۵	۴^{ab}	۱/۷۴^{b}	۶۸^{b}	۱/۵۶^{de}	۱/۷^{bc}
۶	۴ ^{ab}	۱/۶۱^{abc}	۶۲/۲۵^{ef}	۱/۶۳^{bcd}	۱/۸۵^{abc}
۷	۳/۷^{abc}	۱/۴^{c}	۶۲^{f}	۱/۸۳^{abc}	۱/۷۳^{bc}
۸	۳/۲۵^{bc}	۱/۶ ^{abc}	۶۷^{b}	۱/۳۴^{e}	۱/۶۵^{bc}
۹	۴ ^{ab}	۱/۵۹ ^{abc}	۶۴/۵^{cd}	۱/۷۵^{abcd}	۲/۱۴^{a}
۱۰	۳/۵^{abc}	۱/۶۷^{ab}	۶۵ ^{c}	۱/۹۵^{a}	۱/۷۹^{bc}
۱۱	۴ ^{ab}	۱/۷^{ab}	۶۲/۵^{ef}	۱/۷۱^{abcd}	۱/۸^{bc}
۱۲	۴ ^{ab}	۱/۴^{c}	۶۷^{b}	۱/۶۵^{bcd}	۱/۹۵^{ab}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Means with common letters according to Duncan test at a significant level of 5% have no significant difference.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

تعداد روز تا گلدهی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از اثر معنی‌دار تیمارهای مورد بررسی بر تعداد روز تا گلدهی گیاه دارویی شنبلیله در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۵). مقایسه میانگین تیمارها (جدول۶) نشان داد که حداکثر تعداد روز تا گلدهی به تیمار شاهد (۷۵ روز) اختصاص داشت. حداقل روز تا گلدهی در تیمار کود ۷۵ درصد اسبی + ۲۵ درصد کاه (۶۲ روز) مشاهده گردید. که این موضوع احتمالاً به‌دلیل افزایش دمای خاک و تسریع در زمان سبز شدن و سرعت رشد بوته‌ها بوده است. در واقع تأثیر ورمی‌کمپوست بر گلدهی گیاه شنبلیله مثبت ارزیابی شد، به‌عبارت دیگر مصرف مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست، احتمالاً از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی گردیده که این مسئله منجر به افزایش گلدهی شد. عامل مهم دیگر در گلدهی، نسبت کربن به نیتروژن (C/N) است که هرچه این نسبت بالاترباشد، گلدهی افزایش خواهد یافت. تیمار ۷۵ درصد کود اسبی ۲۵ + درصد کاه با داشتن نسبت کربن به نیتروژن بالا (۱۴/۳۹) تعداد روز تا گلدهی شنبلیله را حدود ۱۳ روز کاهش داد و موجب گلدهی سریع‌تر گردید که با نتایج پندی (Pandey, 2005) مطابقت داشت.

تعداد شاخه جانبی: همان‌طورکه در جدول مربوط به تجزیه واریانس مشاهده می‌شود، تیمارهای مورد بررسی اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت تعداد شاخه جانبی داشتند (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کلیه تیمارها نسبت به شاهد، تعداد شاخه فرعی در بوته را افزایش دادند (جدول ۶). تیمار کود گوسفندی خالص سبب تولید بیشترین تعداد شاخه فرعی (۴/۲۵) در بوته شد، اگرچه بین برخی از تیمارها با تیمار مدنظر از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. کاهش تعداد شاخه فرعی در تیمار شاهد احتمالاً می‌تواند به‌دلیل کمبود مواد غذایی باشد، که خود نشان دهنده این حقیقت است که استفاده از کودهای آلی با تأمین عناصر غذایی، باعث افزایش تعداد شاخه جانبی در شنبلیله شده است. در پژوهشی بر روی گل رز مشاهده گردید که کاربرد ۷۵ درصد توصیه کودی معمول (N.P.K) + ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست یا ۱۰۰ درصد توصیه کودی معمول + ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست به ازای هر گیاه، منجر به افزایش تعداد جوانه‌های جانبی به‌دلیل بالا رفتن میزان قابلیت دسترسی به نیتروژن، فسفر و پتاسیم شد (Senthilkumar *et al.*, 2004).

شاخص سطح برگ: براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها تمامی تیمارها اختلاف معنی‌داری را با شاهد از نظر صفت شاخص سطح برگ (جدول ۵)، در سطح احتمال یک درصد از خود نشان دادند. بر طبق جدول مقایسه میانگین (۶)، شاخص سطح برگ قبل و بعد از گلدهی تیمارهای تحت ورمی‌کمپوست‌های مختلف نسبت به شاهد افزایش نشان دادند. بیشترین افزایش شاخص سطح برگ در زمان قبل از گلدهی و بعد از گلدهی به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ورمی‌کمپوست ترکیبی ۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد یونجه و ۵۰ درصد کود گوسفندی + ۵۰ درصد یونجه و کمترین شاخص سطح برگ در قبل و بعد گلدهی در تیمار شاهد بود. داشتن مواد غذایی کافی و همچنین افزایش قابلیت جذب مواد غذایی توسط ورمی‌کمپوست‌ها (Arancon *et al.*, 2004) می‌تواند عامل افزایش سطح برگ شنبلیله تحت تیمارهای کودی مختلف باشد.

کلروفیل a، b و کل: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست بر صفت محتوای کلروفیل قبل و بعد از گلدهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۸) نشان داد که ۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد کاه بیشترین تأثیر معنی‌دار را بر محتوای کلروفیل a و کلروفیل کل قبل از گلدهی (به‌ترتیب ۲ و ۲/۶۴ میلی‌گرم بر گرم) داشت. در این مطالعه تیمار شاهد (عدم کاربرد کود) کمترین میزان کلروفیل را دارا بود. بیشترین و کمترین محتوای کلروفیل b قبل از گلدهی به‌ترتیب مربوط به تیمار ۵۰ درصد گوسفندی + ۵۰ درصد یونجه (۰/۶۷ میلی‌گرم بر گرم) و تیمار شاهد (۰/۳۶ میلی‌گرم بر گرم) بود. بیشترین محتوای کلروفیل a و کل در مرحله بعد از گلدهی مربوط به تیمار ۷۵ درصد کود گوسفندی + ۲۵ درصد کاه (۱/۷۴ میلی‌گرم بر گرم) بود. در تیمار ۵۰ درصد گاوی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

+ ۵۰ درصد نخل (۰/۵۲ میلی‌گرم بر گرم) و تیمار شاهد (۰/۰۱۵ میلی‌گرم بر گرم) به‌ترتیب بیشترین و کمترین محتوای کلروفیل b مشاهده گردید. در مجموع تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست اثر افزایشی بر محتوای کلروفیلی داشتند. علت افزایش کلروفیل در تیمارهای ورمی‌کمپوست را می‌توان به نیتروژن بالای این کودها نسبت داد. بهره‌گیری از ورمی‌کمپوست‌ها، از طریق افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی، تبادل گازی در برگ و جذب عناصر غذایی موجب افزایش محتوای کلروفیل گردید (Theunissen *et al.*, 2010). سایر محققین نیز بالابودن محتوای عناصر تغذیه‌ای ورمی‌کمپوست را عامل مؤثر در افزایش محتوای کلروفیل گیاه دانسته‌اند (Orozco *et al.*, 1996; Edwards *et al.;* 1998).

جدول ۷- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست بر میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کل گیاه شنبلیله

Table 7- Analysis of variance (Average of squares) of effect of vermicompost treatment on Chlorophyll a, b and total before and after flowering of fenugreek

منابع تغییر S. O. V.	درجه آزادی DF	کلروفیل a قبل گلدهی Chlorophyll a before flowering	کلروفیل b قبل گلدهی Chlorophyll b before flowering	کلروفیل کل قبل گلدهی total before Chlorophyll flowering
تیمار Treatment	۱۲	۰/۳۱۷**	۰/۰۴۳**	۰/۵۵**
خطا Error	۳۹	۰/۰۳۲۲	۰/۰۰۹	۰/۰۶۰
ضریب تغییرات CV (%)	-	۱۱/۹۱	۱۸/۵۵	۱۱/۹۶

ns، * و** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

ns, * and ** are non-significant, significant at the five percent and one percent probability levels, respectively.

ادامه جدول ۷- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست بر میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کل گیاه شنبلیله

Table 7- Analysis of variance (Average of squares) of effect of vermicompost treatment on Chlorophyll a, b and total before and after flowering of fenugreek

منابع تغییر S. O. V	درجه آزادی DF	کلروفیلa بعد گلدهی Chlorophyll a after flowering	کلروفیلb بعد گلدهی Chlorophyll b after flowering	کلروفیل کل بعد گلدهی Chlorophyll total after flowering
تیمار Treatment	۱۲	۰/۱۱۳**	۰/۱۱۳**	۰/۳۲۳**
خطا Error	۳۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات CV (%)	-	۶/۵	۱۲/۵۳	۴/۷

ns، * و** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

ns, * and ** are non-significant, significant at the five percent and one percent probability levels, respectively.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

جدول ۸- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست بر میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل قبل و بعد از گلدهی گیاه شنبلیله

Table 8- Means Comparison of vermicompost treatment on chlorophyll a, b and total before and after flowering of fenugreek

تیمارها Treatments	کلروفیل a قبل گلدهی Chlorophyll a before flowering (mg/g)	کلروفیل b قبل گلدهی Chlorophyll b before flowering (mg/g)	کلروفیل کل قبل گلدهی Total before Chlorophyll flowering (mg/g)
خاک مزرعه soil farm	۱^{g}	۰/۳۶^{f}	۱/۳۶^{f}
۱	۱/۳۱^{ef}	۰/۴۸^{def}	۱/۸۰^{de}
۲	۱/۴۲^{def}	۰/۳۷^{f}	۱/۷۹^{e}
۳	۱/۳۰^{ef}	۰/۴۶^{fe}	۱/۷۷^{e}
۴	۱/۶۷^{bcd}	۰/۶۲^{abcd}	۲/۲۹^{abc}
۵	۱/۳۶^{ef}	۰/۴۸^{fe}	۱/۸۵^{de}
۶	۱/۸۳^{ab}	۰/۶۲^{abc}	۲/۴۸^{ab}
۷	۱/۵۱^{cde}	۰/۵۲^{bcde}	۲/۰۲^{cde}
۸	۱/۵۱^{cde}	۰/۶۳^{abc}	۲/۱۵^{bcd}
۹	۱/۶۹^{bc}	۰/۶۷^{a}	۲/۴۹^{ab}
۱۰	۱/۸۲^{ab}	۰/۵۸^{abcd}	۲/۲۸^{bc}
۱۱	۲^{a}	۰/۶۴^{ab}	۲/۶۴^{a}
۱۲	۱/۲۴^{fg}	۰/۵۰^{cdef}	۱/۷۴^{e}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Means with common letters according to Duncan test at a significant level of 5% have no significant difference.

ادامه جدول ۸- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست بر میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل قبل و بعد از گلدهی گیاه شنبلیله

Table 8- Means Comparison of vermicompost treatment on chlorophyll a, b and total before and after flowering of fenugreek

تیمارها Treatments	کلروفیل a بعد گلدهی Chlorophyll a after flowering (mg/g)	کلروفیل b بعد گلدهی (Chlorophyll b after flowering (mg/g)	کلروفیل کل بعد گلدهی Chlorophyll total after flowering (mg/g)
خاک مزرعه soil farm	۰/۶۲^{g}	۰/۰۱۵^{g}	۰/۶۴^{g}
۱	۰/۸۷^{ef}	۰/۲۱^{e}	۱/۰۹^{f}
۲	۰/۹۵^{de}	۰/۲۶^{ed}	۱/۲۲^{e}
۳	۰/۸۶^{f}	۰/۲۷^{d}	۱/۱۳^{ef}
۴	۰/۹۸^{cd}	۰/۵۲^{a}	۱/۵^{bc}
۵	۰/۸۶^{f}	۰/۲۵^{de}	۱/۱^{f}
۶	۰/۹۹^{bcd}	۰/۵۲^{a}	۱/۵۱^{bc}
۷	۱^{bcd}	۰/۴۸^{ab}	۱/۴۷^{c}
۸	۱/۰۷^{b}	۰/۵^{a}	۱/۵۸^{b}
۹	۱/۲۵^{a}	۰/۰۸۷^{f}	۱/۳۴^{d}
۱۰	۱/۰۵^{bc}	۰/۴۳^{b}	۱/۴۸^{c}

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

۱۱	۱/۲۷^{a}	۰/۴۶^{ab}	۱/۷۴^{a}
۱۲	۰/۹۸^{bcd}	۰/۳۴^{c}	۱/۳۳^{d}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Means with common letters according to Duncan test at a significant level of 5% have no significant difference.

محتوای نسبی آب: تجزیه واریانس صفت محتوای نسبی آب نشان داد که این صفت در تمامی تیمارها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۹). مقایسه میانگین مؤلفه محتوای نسبی آب (جدول ۱۰) در تیمارهای مختلف نشان داد که حداکثر محتوای نسبی آب در قبل و بعد از گلدهی در تیمار ۲۵ دزصد گاوی + ۷۵ درصد نخل (به‌ترتیب ۷۳ درصد و ۸۲/۲۵ درصد) و کمترین مقدار این مؤلفه در قبل و بعد از گلدهی در تیمار شاهد به‌ترتیب ۵۲ درصد و ۶۴ درصد مشاهده گردید. تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد یا عدم مصرف کود ورمی‌کمپوست موجب افزایش محتوای نسبی آب قبل و بعد از گلدهی شدند. گیاهان به‌دلیل داشتن نیتروژن بیشتر نسبت به بقیه بسترها به‌علت جذب آب بیشتر، از شادابی و رشد سلولی بیشتری برخوردار بودند. از آنجایی‌که نیتروژن باعث می‌شود که مواد هیدروکربنه کمتری در گیاه ذخیره شود و شیره سلولی رقیق‌تر و آبگیرتر گشته و از طرفی دیگر به‌علت اینکه ازت در ساخت دیواره سلولی نقش دارد هر چه میزان ازت جذبی گیاه بیشتر باشد، سلول‌های گیاهی بزرگتری ساخته شده که نسبت به سلول‌های کوچک آبگیرترند (Salardini, 2002). کارایی ورمی‌کمپوست در افزایش مقاومت گیاه به تنش خشکی عموماً به اثرات سودمند کاربرد آن‌ها در خاک و گیاه نسبت داده می‌شود، زیرا اجزای تشکیل‌دهنده ورمی‌کمپوست نقش مهمی در تحریک فرآیندهای متابولیک، افزایش رشد و افزایش تولید و تجمع متابولیت‌ها در بافت‌های گیاهی در شرایط تنش‌های محیطی دارند (Rashtbari and Alikhani, 2011).

فنل کل: تجزیه واریانس فنل کل گیاه مورد آزمایش نشان داد که اثر ورمی‌کمپوست‌های مختلف بر این مؤلفه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۹). نتایج حاصل از مقایسه میانگین فنل کل نشان داد که حداکثر محتوای فنل کل به تیمار ۲۵ درصد کود گاوی + ۷۵ درصد نخل (۹۳/۳۳ میلی‌گرم بر گرم) و حداقل آن در تیمار ۵۰ درصد گوسفندی + ۵۰ درصد کاه (۳۸/۷۶ میلی‌گرم بر گرم)، کاه خالص (۳۹/۶۲ میلی‌گرم بر گرم) و ۵۰ درصد کود گوسفندی + ۵۰ درصد یونجه (۴۱/۹۱ میلی‌گرم بر گرم) در مرحله قبل از گلدهی اختصاص داشت. بیشترین محتوای فنل کل در مرحله بعد از گلدهی در ۲۵ درصد کود گاوی + ۷۵ درصد نخل (۱۲۰/۲۳ میلی‌گرم بر گرم) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها داشت. کمترین محتوای فنل کل در مرحله بعد از گلدهی مربوط به تیمار ۲۵ درصد کود مرغی + ۷۵ درصد کاه (۳۸/۹۴ میلی‌گرم بر گرم) بود (جدول ۱۰). با توجه به این‌که گیاهان یکی از منابع مهم آنتی‌اکسیدانی می‌باشند و ترکیبات آنتی‌اکسیدان می‌توانند باعث حفاظت سلول‌های گیاهان از آسیب‌های اکسیداتیو شوند (Kumaran and Karunakaran, 2006) و همچنین متابولیت‌های ثانویه مشتق از گیاهان مانند فنل مشتق از گیاهان دارای پتانسیل قوی برای پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد می‌باشند که در تمام قسمت‌های مختلف گیاهی مانند برگ، میوه، دانه، ریشه و پوست وجود دارند (Mathew and Abraham, 2006)، تحقیقات در این زمینه رو به افزایش می‌باشد. افزودن ورمی‌کمپوست به خاک، نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، موجب افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک گردید (Andrade *et al.*, 1998).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

جدول ۹- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست بر میزان فنل کل و محتوای نسبی آب قبل و بعد از گلدهی گیاه شنبلیله

Table 9- Analysis of variance (Average of squares) of effect of vermicompost treatment on phenol total and relative water content before and after flowering of fenugreek

منابع تغییر S. O. V.	درجه آزادی DF	فنل قبل از گلدهی Phenol before flowering	فنل بعد از گلدهی Phenol after flowering	محتواب آب نسبی قبل از گلدهی RWC before flowering	محتوای آب نسبی بعد از گلدهی RWC after flowering
تیمار Treatment	12	820.59**	1628.96**	112.75**	118.36**
خطا Error	39	10.70	1.40	16.30	23.50
ضریب تغییرات) CV (%)	-	0.60	1.80	6.50	6.40

ns، * و** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

ns, * and ** are non-significant, significant at the five percent and one percent probability levels, respective

جدول ۱۰- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست بر فنل و محتوای آب نسبی در مرحله قبل و بعد از گلدهی گیاه شنبلیله

Table 10- Means Comparison of vermicompost treatment on phenol and relative water content before and after flowering of fenugreek

تیمارها Treatments	فنل قبل از گلدهی Phenol before flowering (mg/g)	فنل بعد گلدهی Phenol after flowering (mg/g)	محتواب آب نسبی قبل از گلدهی RWC before flowering (%)	محتوای آب نسبی بعد از گلدهی RWC after flowering (%)
خاک مزرعه soil farm	۴۸/۹۸^{fe}	۵۲/۰۶^{g}	۵۲^{f}	۶۴^{e}
۱	۳۹/۶۲^{g}	۶۹/۰۳^{c}	۶۲/۲۵^{cd}	۸۲^{a}
۲	۵۴/۷۵^{d}	۷۱/۲۲^{b}	۶۲/۷۵^{cd}	۷۰^{cde}
۳	۵۳/۶۸^{d}	۶۸/۹۳^{c}	۶۲/۲۵^{cd}	۶۷/۵۰^{e}
۴	۵۴/۷۵^{d}	۵۰/۴۴^{g}	۶۲/۲۵^{bc}	۷۹/۷۵^{ab}
۵	۹۳/۳۳^{a}	۱۲۰/۲۳^{a}	۷۳^{a}	۸۲/۲۵^{a}
۶	۵۲/۱۲^{de}	۶۱/۷۵^{e}	۵۸/۵^{de}	۷۴/۷۵^{bcd}
۷	۴۶/۷۴^{f}	۵۱/۴۲^{g}	۶۹/۲۵^{ab}	۷۴/۵۰^{bcd}
۸	۶۰/۱۹^{c}	۳۸/۹۴^{h}	۶۲^{cd}	۷۹/۷۵^{ab}
۹	۴۱/۹۱^{g}	۴۲/۰۳^{h}	۵۵/۷۵^{ef}	۷۷/۷۵^{ab}
۱۰	۵۲/۸۵^{d}	۶۶/۴۳^{d}	۶۲/۷۵^{cd}	۷۴/۵^{bcd}
۱۱	۶۸/۸^{b}	۶۷/۴^{cd}	۶۰/۷۵^{cde}	۶۷^{abc}
۱۲	۳۸/۷۶^{g}	۵۹/۸۹^{f}	۶۲/۲۵^{cde}	۶۵^{e}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Means with common letters according to Duncan test at a significant level of 5% have no significant difference.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش حاکی از برتری معنی‌دار ترکیبات ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد (عدم کاربرد ورمی‌کمپوست) در بسیاری از صفات اندازه‌گیری شده و نیز پاسخ مثبت گیاه دارویی شنبلیله نسبت به این نوع تیمارها بود. از آن‌جائی‌که کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی در تولید گیاهان دارویی و فرآورده‌های آن‌ها، شرط اساسی سالم و طبیعی بودن آنها است، لذا پاسخ مثبت گیاه دارویی شنبلیله نسبت به کودهای آلی می‌تواند نویدبخش امکان تولید پایدار این گیاه دارویی ارزشمند باشد.

منابع

Andrade G., Mihara K.L., Linderman R.G., Bethlenfalvay G.J. 1998. Soil aggregation status and rhizobacteria in the mycorrhizosphere. Plant and Soil, 202: 89-96.

Anwar M., Patra D.D., Chand S., Alpesh K., Naqvi A.A., Khanuja S.P.S. 2005. Effects of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36: 1737-1746.

Arancon N.Q., Edwards C.A., Atiyeh R.M., Metzger J.D. 2004. Effect of vermicompost produced from food wastes on the growth and yield of greenhouse pepper. Bioresource Technology, 93: 139-143.

Arancon N.Q., Edwards C.A., Babenko J., Cannon A., Galvis P., Metzger J.D. 2008. Influences of vermicomposts produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. Applied Soil Ecology, 39: 91-99.

Arguello J.A., Ledesma A., Nunez S.B., Rodriguez C.H., Goldfarb M.D.D. 2006. Vermicompost effects on bulbing dynamics, non-structural carbohydrate content, yield and quality of Rosado Paraguay garlic bulbs. HortScience, 41: 589-592.

Atiyeh R.M., Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Metzger J.D., Shuster W. 2000. Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia, 44: 579-590.

Bachman C.R., Metzger J.D. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource Technology, 99: 3155-3161.

Bhatia K., Kaur M., Atif F., Ali M., Rehman H., Rahman S., 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.

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

Campitelli P., Ceppi S. 2008. Effects of composting technologies on the chemical and physicochemical properties of humic acids. Geoderma, 144: 325-333.

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

Chen Y., De-Nobili M., Aviad M. 2004. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. In: Magdoff F., Weil R.R. Eds. Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press, Boca Raton, Florida. Pp: 103-129.

Edwards C.A. 1998. The Use of Earthworms in the Breakdown and Management of Organic Wastes. In: Edwards C.A. Ed. Earthworm Ecology. CRC Press, Boca Raton, Florida. 327 p.

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

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

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

Hamidpour M., Fathi S., Rosta H.M. 2010. Effect of Zeolite and Vermicompost on Growth Characteristics and Concentration of Some Nutrients in Petunia. Science and Technology of Greenhouse Culture, 4(13). (In Persian).

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

Hiltbrunner J., Streit B., Liedgens M. 2007. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover? Field Crops Research, 102: 163-171.

Kalra A. 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. Journal of Organic Production of Medicinal Plants, 22: 586-592.

Kochaki A.R., Amirmoradi S.H., Shabahang G., Kalantarikhandani S. 2012. Effect of Organic Fertilizers on Quantity and Quality of Medicinal Plants Fleawort, Alyssum shirazi, Chia and Urban Alyssum. Journal of Ecology, Ferdowsi University of Mashhad, 1(5): 16-26. (In Persian).

Kumaran A., Karunakaran R.J. 2006. Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of Coleus aromaticus. Food Chemistry, 97: 109-114.

Levitt J. 1980. Response of Plants to Environmental Stresses. Vol. 2. Water, Radiation, Salt and Other Stresses. Academic Press, New York, 650 p.

Malik C.P., Singh M.B. 1980. Plant Enzymology and Histoenzymology. Kalyani Publishers, New Delhi.

Mathew S., Abraham T.E. 2006. In vitro antioxidant activity and scavenging effects of Cinnamomum verum leaf extract assayed by different methodologies. Food and Chemical Toxicology, 44: 198-206.

Moldes A., Cendon Y., Barral M.T. 2007. Evaluation of municipal solid waste compost as a plant growing media component by applying mixture design. Bioresource Technology, 98: 3069-3075.

Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A., Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34: 1527-1536.

Orozco F.H., Cegarra J., Trujillo L.M., Roig A. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm Eisenia fetida: Effect on C and N contents and the availability of nutrients. Biology and Fertility of Soils, 22: 162-166.

Pandey R. 2005. Management of Meloidogyne incognita in Artemisia pallens with bio-organics. Phytoparasitica, 33: 304-308.

Rantala P.R., Vaajasaari K., Juvonen R., Schultz E., Joutti A., Makela-Kurtto R. 1999. Composting of forest industry wastewater sludges for agricultural use. Water Science and Technology, 40: 187-194.

Rashtbari M., Alikhani H.A. 2011. Effectiveness of Municipal Solid Waste Compost and Vermicompost on Morphological Characteristics and Rapeseed Yield under Drought Stress. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 22(2). (In Persian).

Salardini A. 2002. Soil Fertility. Tehran University Press, Tehran, Pp: 118-119. (In Persian).

Scheffer M.C., Koehler H.S. 1993. Influence of organic fertilization on the biomass, yield and yield composition of the essential oil of Achillea millefolium. Acta Horticulturae, 331: 109-114.

Senthilkumar S., Sriramachandrasekharan M.V., Haripriya K. 2004. Effect of vermicompost and fertilizer on the growth and yield of rose. Interacademicia, 8: 207-210.

Tartoura A.H. 2010. Alleviation of oxidative stress induced by drought through application of compost in wheat (Triticum aestivum L.) plants. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 9: 208-216.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]

Theunissen J., Ndakidemi P.A., Laubscher C.P. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. International Journal of Physical Sciences, 5: 1964-1973.

Vadiraj B.A., Gangaiah S., Poti N. 1998. Effect of vermicompost on the growth and yield of turmeric. South Indian Horticulture, 46: 176-179.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.22034/arpe.10.18.60]