

تأثیر کاربرد کودهای آلی بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)

عزیزاله خیری^{۱*}، مسعود ارغوانی^۲ و محبت خستو^۳

*۱- نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران، پست الکترونیک: kheiry@ut.ac.ir

۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گرایش گیاهان دارویی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران

تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۳

تاریخ اصلاح نهایی: شهریور ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۳

چکیده

پژوهش حاضر، با هدف بررسی تأثیر کاربرد کودهای آلی بر عملکرد گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان مورد مطالعه قرار گرفت. تیمارها شامل کود گاوی، کود مرغی و ورمی‌کمپوست، هر یک در ۳ سطح (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) و تیمار شاهد (عدم کوددهی) بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل وزن هزاردانه، تعداد طبق در بوته، سطح برگ، ارتفاع گیاه، وزن خشک گلبرگ‌ها، قطر طبق، شاخص محتوای کلروفیل برگ، فلاونوئید، کاروتنوئید و درصد وزنی اسانس بود. نتایج بدست آمده معنی‌دار بودن تأثیر نوع کود بر صفات وزن هزاردانه، تعداد طبق در بوته، سطح برگ، کاروتنوئید و درصد وزنی اسانس ($p < 0.01$) و ارتفاع گیاه، وزن خشک گلبرگ‌ها و فلاونوئید ($p < 0.05$) را نشان داد. در حالی که نوع کود بر قطر طبق و شاخص محتوای کلروفیل برگ‌ها تأثیر معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که کودهای آلی مورد استفاده، تأثیر مطلوبی بر عملکرد گیاه، صفات رشدی و کمیت مواد مؤثره موجود در همیشه بهار داشته است.

واژه‌های کلیدی: کودهای آلی، همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)، کشاورزی پایدار، فلاونوئید، اسانس.

مقدمه

پایین را نیز به خوبی تحمل می‌کند (Omidbeygi, 2003). همیشه بهار به‌عنوان یک گیاه دارویی و زینتی است و هدف از کشت آن، تولید دارو و مواد مؤثره موجود در گل‌ها و به‌ویژه در گلبرگ‌ها می‌باشد (Martin & Deo, 1999). از مواد مؤثره موجود در این گیاه می‌توان به فلاونوئیدها، گلوکوزیدها، کاروتنوئیدها و همچنین روغن‌های اسانسی‌تری اشاره کرد (Moattar & Shams Ardakani, 1999). گل‌های نارنجی و زرد رنگ این گیاه علاوه بر مصارف

گیاه دارویی همیشه بهار با نام علمی (*Calendula officinalis* L.)، گیاه‌بست از تیره کاسنی (Asteraceae)، بوته‌ای، یک‌ساله، با ساقه‌ای متشکل از شاخه‌های زیاد که با کرک نرمی پوشیده شده است. ارتفاع آن به ۴۵ تا ۷۵ سانتی‌متر می‌رسد. از آنجا که منشأ این گیاه نواحی گرم مدیترانه است، در طول رشد به گرما و همچنین تابش نور نیاز دارد. این گیاه تحمل خوبی به خشکی داشته و دماهای

تنظیم‌کننده‌های رشد عمل می‌کنند (Tomati *et al.*, 1983). کودهای دامی، یکی دیگر از منابع مواد آلی هستند که کاربرد آن اثرات مفیدی بر خواص فیزیکی خاک شامل افزایش نفوذپذیری، کاهش وزن مخصوص، افزایش قدرت نگهداری آب، بهبود فعالیت میکروبی و نیز افزایش میزان مواد غذایی موجود در خاک دارد (Hornick, 1998). کود مرغی نیز یکی از انواع کودهای آلی و منبع غنی مواد آلی برای تقویت انواع خاک‌هاست (Lawrence *et al.*, 1991؛ Scherer *et al.*, 2008) که علاوه بر عناصر غذایی، دارای خواصی مانند آزدسازی تدریجی نیتروژن (کاهش آبشویی نیترات)، ترکیب‌های پتاسیم و کلسیم (کاهش اسیدی شدن خاک) و ماده آلی (افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی) می‌باشد (Pelletier *et al.*, 2001).

تأثیر زیانبار مواد شیمیایی بر سلامتی انسان و عوارض جانبی داروهای شیمیایی در درمان بیماری‌های مختلف، توجه جهانی را به داروهای گیاهی و گیاهان دارویی در سطح وسیعی معطوف کرده است و ایران به‌عنوان کشوری با تنوع اقلیمی بالا، دارای موقعیتی ممتاز است؛ از این رو انجام تحقیقات گسترده و دقیق روی گیاهان دارویی ضرورت زیادی دارد. همچنین مصرف کودهای آلی و زیستی در تولید گیاهان دارویی در نظام کشاورزی پایدار به‌منظور دستیابی به افزایش کیفیت محصول، حفظ محیط‌زیست و سلامت جامعه از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. بنابراین، هدف این تحقیق، بررسی تأثیر کودهای آلی مختلف روی صفات مورفوفیزیولوژیکی گیاه دارویی همیشه‌بهار در جهت بهینه‌سازی شرایط کاشت و پرورش سالم آن بود.

مواد و روشها

این پژوهش، در بهار سال ۱۳۹۲، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان، واقع در کیلومتر ۵ جاده زنجان- تبریز انجام شد. شهرستان زنجان دارای آب و هوای مدیترانه‌ای با زمستان سرد و تابستان ملایم تا نسبتاً گرم بوده که در عرض شمالی ۴۱ و ۳۶ درجه و طول شرقی ۲۹

خوراکی، طعم‌دهنده و رنگ‌دهنده غذاهای مختلف، دارای مواد مؤثره و ترکیب‌هایی است که در صنعت، تهیه رنگ‌های نقاشی و در داروسازی برای تهیه انواع کرم‌ها و لوسیون‌ها کاربرد دارد (Kalvatcev *et al.*, 1997). همیشه‌بهار به‌عنوان معرق، تصفیه‌کننده خون، پایین‌آورنده قند خون و ضدالتهاب پوستی استفاده می‌شود (Amin, 2005). همچنین این گیاه دارای اثر خواب‌آور، ضدتشنج، دفع انگل، رقیق‌کننده خون، مقوی اعصاب معده و کیسه صفر می‌باشد (Kiani, 2002).

در تولید گیاهان دارویی، ارزش واقعی به کیفیت محصول و پایداری تولید داده می‌شود و کمیت محصول در درجه دوم اهمیت قرار دارد. مطالعات انجام شده درباره گیاهان دارویی در رویشگاه‌های طبیعی و مزارع کشاورزی گویای آن است که استفاده از نظام کشاورزی پایدار به‌دلیل تطبیق با شرایط طبیعی و اصالت کیفیت محصول، بهترین شرایط را برای تولید گیاهان دارویی فراهم می‌آورد و حداکثر ماده مؤثره در چنین شرایطی تولید می‌شود (Suba Rao, 1993). کاربرد روزافزون کودهای شیمیایی باعث بروز خسارت جبران‌ناپذیر زیست محیطی، بهداشتی و اقتصادی شده است. این معایب کودهای شیمیایی و هزینه بالای تولید آنها باعث توجه به استفاده از کودهای آلی و دامی شده است (Astarai & Kucheki, 1996). از طرفی مواد آلی به علت اثرات مفیدی که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند یکی از ارکان مهم حاصلخیزی خاک محسوب می‌شوند (Renato *et al.*, 2003). یک نمونه از کودهای آلی، ورمی‌کمپوست است که به علت داشتن خصوصیات ماند تخلص زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی و آزدسازی تدریجی آنها و نیز ظرفیت بالای نگهداری آب، استفاده از آن در کشاورزی پایدار برای بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول می‌باشد (Arancon *et al.*, 2004). ورمی‌کمپوست‌ها علاوه بر داشتن عناصری مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم با قابلیت جذب آسان برای گیاه (Atiyeh *et al.*, 2001) حاوی مواد بیولوژیکی فعالی هستند که همانند

مرغی و ورمی کمپوست، هر یک در ۳ سطح (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) و تیمار شاهد (عدم کوددهی) بود. نتایج حاصل از تجزیه مقدار و درصد عناصر موجود در کودهای آلی مورد استفاده در پژوهش، در جدول ۲ آمده است.

و ۴۸ درجه و ارتفاع ۱۶۶۳ متر از سطح دریا قرار دارد. ارتفاع محل مورد آزمایش از سطح دریا برابر ۱۶۲۰ متر بود. زمین محل آزمایش دارای خاکی با بافت لوم رسی و pH=۸/۲۸ بود (جدول ۱). تیمارها شامل کود گاوی، کود

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه خاک مزرعه محل اجرای طرح

ماده آلی (%)	EC (ds/m)	آهک کل (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	منیزیم (meq/L)	کلسیم (meq/L)	pH
۱/۸	۰/۷۲	۷/۲	۳۲	۲۷	۴۰	۰/۰۹	۹/۶	۲۸/۶	۱/۱	۲/۱	۸/۲۸

جدول ۲- تجزیه مقدار و درصد عناصر موجود در کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش

نوع کود	درصد مواد (%)	کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	منیزیم (%)	کلسیم (%)	رطوبت (%)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	pH	EC (ds/m)
کود دامی	۲۰	۱/۵	۰/۷۹	۰/۳۶	۰/۵۷	۱/۵۸	۳۲	۱۰۹/۳	۶۵/۷	۲۴۷/۶	۸/۲	۱۲/۵	
ورمی کمپوست	۳۰	۲/۸۰	۱/۷۰	۱/۸۵	۰/۹۰	۱۳/۲۱	۳۰	۹۵۰	۳۵۵	۴۵۰	۷/۵	۵/۸	
کود مرغی	۲۸	۲	۱/۴۳	۱/۲۰	۰/۵۰	۱۰	۱۰	۴۷۲	۱۲۰	۳۲۰	۶	۸/۹	

گل، وزن خشک گلبرگ، وزن هزاردانه، وزن تر و خشک بوته، سطح برگ، تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد طبق در بوته بودند. روش داده‌برداری به این صورت بود که ارتفاع ۵ بوته از هر کرت در پایان فصل رشد، زمانی که به حداکثر رشد خود رسیدند، اندازه‌گیری شد. همزمان با وارد شدن گیاه به مرحله زایشی، وقتی گل‌ها به صورت کاملاً افقی باز شدند، در چندین نوبت، گلبرگ‌ها از واحدهای آزمایشی برداشت و پس از خشک کردن آنها در سایه، بسته‌بندی و توزین شدند. از هر کرت ۱۰ عدد طبق گل که کاملاً به صورت افقی باز شده بودند انتخاب، و میانگین قطر آنها محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن تر بوته، کل بوته با حذف ریشه از ناحیه طوقه، قبل و بعد از قرار دادن در آون (دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت) با ترازوی حساس توزین شد. پس از خارج کردن بوته‌ها از خاک، تعداد شاخه‌های فرعی منشعب شده

پس از تهیه بذر همیشه‌بهار از شرکت پاکان بذر اصفهان، ابتدا بذرهای اواخر فروردین ۱۳۹۲ در سینی‌های نشاء (با بستر کشت کوکوپیت و پرلیت) در محیط گلخانه کشت و هفته اول خرداد ۹۲ پس از رسیدن به مرحله ۴ برگی به زمین اصلی منتقل شدند. ۱۰ روز قبل از انتقال به زمین اصلی، نشاءها با کود کامل کریستالون سبز به منظور رشد بهتر محلول‌پاشی شد، این کود به دلیل داشتن درصد بالای عناصر پرمصرف (۱۸٪ نیتروژن+۱۸٪ فسفر+۱۸٪ پتاسیم) همراه با عناصر کم‌مصرف، تأثیر فوق‌العاده‌ای روی اغلب گیاهان زینتی گل‌دهنده داشت.

در بستر زمین اصلی پس از شخم و از بین بردن علف‌های هرز، تیمارهای کودی اضافه و سیستم آبیاری قطره‌ای راه‌اندازی شد. نشاءهای همیشه‌بهار در زمین اصلی به فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۳۰ سانتی‌متر کشت شد. فاکتورهای مورد ارزیابی شامل ارتفاع بوته، قطر

نتایج

صفات مورفولوژیکی

ارتفاع گیاه به طور معنی داری ($p < 0.05$) تحت تأثیر نوع کود قرار گرفت (جدول ۳). بین افزایش سطوح کودی و افزایش ارتفاع در همه تیمارها رابطه مستقیم وجود داشت. به طوری که بیشترین ارتفاع گیاه به ترتیب در تیمار ۱۵ تن در هکتار کود مرغی (۵۴/۵۰cm)، ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست (۵۳/۹۶cm) و ۱۵ تن در هکتار کود گاوی (۵۳/۹۰cm) مشاهده شد که با سطح ۱۰ تن در هکتار در سه کود آلی تفاوت معنی داری نداشت. کمترین ارتفاع بوته در تیمار شاهد (۴۸/۸۰cm) بود (جدول ۴). همچنین نتایج تجزیه واریانس حکایت از معنی دار شدن ($p < 0.05$) وزن خشک گلبرگ‌های همیشه بهار داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که وزن خشک گلبرگ‌های همیشه بهار در تمام تیمارها با افزایش سطح افزایش یافت و بیشترین مقدار آن (۶۶/۹۴gr) در تیمار ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و کمترین مقدار آن (۵۰/۸۰gr) در تیمار شاهد مشاهده شد. البته سایر تیمارها تفاوت معنی داری با هم نداشتند (جدول ۴).

طبق نتایج تجزیه واریانس، قطر طبق به طور معنی داری تحت تأثیر نوع کود قرار نگرفت (جدول ۳). اما وزن هزاردانه تحت تأثیر نوع کود معنی دار ($p < 0.01$) شد (جدول ۳). بیشترین وزن هزاردانه، بدون اختلاف معنی دار با هم به ترتیب در تیمار ۱۵ تن در هکتار (۲۳/۴۱gr) و ۱۰ تن در هکتار (۲۲/۷۸gr) ورمی کمپوست مشاهده شد. کمترین وزن هزاردانه (۱۹/۰۸ گرم) نیز در تیمار ۵ تن در هکتار کود مرغی بدست آمد که تفاوت معنی داری با تیمار ۵ تن در هکتار کود دامی و شاهد نداشت (جدول ۴).

تعداد طبق‌ها (سرشاخه‌های گلدار) نیز به طور معنی داری ($p < 0.01$) تحت تأثیر نوع کود قرار گرفت (جدول ۳). براساس نتیجه مقایسه میانگین، بین افزایش سطح تیمارهای کودآلی و تعداد طبق‌های بوته رابطه مستقیم وجود داشت. به طوری که بیشترین تعداد طبق (۱۴۳/۳۳) در تیمار ۱۵ تن در هکتار کود مرغی و با عدم تفاوت معنی دار در تیمار

از ناحیه طوقه، تعداد طبق‌های بوته و سطح برگ (توسط دستگاه Leaf area meter مدل VM-900E/K) مورد ارزیابی قرار گرفت.

همچنین شاخص محتوای کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج، مدل (spad Minolta, CO. LTD. Japan) و اسانس گیری گلبرگ‌ها با دستگاه کلونجر انجام شد. برای اندازه گیری کاروتنوئید، ۰/۲ گرم از گلبرگ‌های خشک همیشه بهار با استفاده از آسیاب پودر و بعد ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰٪ به نمونه اضافه، و به خوبی در آن ساییده شد. محلول حاصل پس از انتقال به فالكون در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. مقداری از عصاره جدا شده فوقانی را در کووت اسپکتروفتومتر (Analytikjena, مدل SPECORD 250) ریخته و بعد مقدار جذب به طور جداگانه در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a، ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b و ۴۷۰ نانومتر برای کارتنوئیدها قرائت شد (Arnon, 1967). برای اندازه گیری فلاونوئیدها، ۰/۲ گرم از گلبرگ‌های خشک و پودر شده، با مقداری اتانول اسیدی به نسبت حجمی ۱:۹۹ (الکل اتیلیک ۹۹CC و اسید استیک گلاسیال ۱CC) کاملاً ساییده شد. پس از سانتریفیوژ با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه و بعد در حمام آب گرم (۸۰ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. شدت جذب در طول موج ۳۰۰ نانومتر خوانده شد و مقدار فلاونوئید با استفاده از فرمول زیر محاسبه و برحسب درصد جذب (% absorbance) بیان گردید (Krizek et al., 1998).

$$100 \frac{V}{700} Fla = ABS(300nm)$$

داده‌های حاصل از این آزمایش توسط نرم افزار (SAS 9.1.3 With SP4) تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و کمترین تعداد (۵۲/۳۳) به نحوی که بیشترین سطح برگ ($10/07\text{cm}^2$) در تیمار نیز در شاهد مشاهده شد (جدول ۴). همچنین سطح برگ تحت تأثیر نوع کود ($p = 0/01$) معنی دار شد (جدول ۳). در تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی همیشه بهار تحت تأثیر کودهای آلی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع گیاه	وزن گلبرگ خشک	قطر طبق	وزن هزاردانه	تعداد طبق در بوته	سطح برگ
تکرار	۲	۵/۶۴	۱۶۴۶/۸	۰/۳۷۰۴	۳/۶۹	۱۶۴/۲۳	۰/۴۴۰۴۴
نوع کود	۹	* ۱۲/۸۷	* ۷۳/۴۴	ns ۰/۰۹۹۵	** ۷/۲۲	** ۲۱۳۸/۸۸	** ۲/۵۹
خطای آزمایش	۱۸	۴/۷۴	۶۶/۳۹	۰/۰۸۷۰	۱/۴۹	۶۹/۷۸	۰/۱۸۹۳
ضریب تغییرات (%)	-	۴/۱۵	۱۴/۲۷	۵/۷۰	۵/۸۲	۸/۲۴	۴/۸۹

ns: به ترتیب معنی داری در سطح ۱٪ و ۵٪ و عدم معنی داری را نشان می دهند.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی همیشه بهار تحت تأثیر کودهای آلی

صفات تیمارها	ارتفاع گیاه (cm)	وزن گلبرگ خشک (gr)	قطر طبق (cm)	وزن هزاردانه (gr)	تعداد کاپیتول	سطح برگ (cm^2)	شاهد
سطح	۴۸/۸۰ b	۵۰/۸۰ b	۵/۴ a	۱۹/۱۹ c	۵۲/۳۳ f	۶/۶۹ d	شاهد
۵	۴۹/۰۰ b	۵۵/۹۶ ab	۵/۰۴ a	۱۹/۲۲ c	۹۲/۳۳ de	۸/۳۵ c	
کود دامی	۵۳/۳۳ a	۵۶/۰۹ ab	۵/۱۳ a	۲۱/۲۶ abc	۱۰۶/۰۰ bcd	۸/۹۸ bc	کود دامی
۱۵	۵۳/۹۰ a	۶۲/۲۸ ab	۵/۲۴ a	۲۱/۵۹ ab	۱۰۸/۳۳ bc	۹/۴۹ ab	
۵	۵۱/۴۰ ab	۶۱/۱۶ ab	۵/۰۳ a	۱۹/۸۹ bc	۸۵/۰۰ e	۸/۶۴ c	
ورمی کمپوست	۵۳/۶۶ a	۵۶/۱۲ ab	۵/۳۴ a	۲۲/۷۸ a	۹۵/۰۰ cde	۹/۴۹ ab	ورمی کمپوست
۱۵	۵۳/۹۶ a	۶۶/۹۴ a	۵/۴۶ a	۲۳/۴۱ a	۱۳۵/۳۳ a	۱۰/۰۷ a	
۵	۵۲/۱۰ ab	۵۲/۱۵ ab	۴/۹ a	۱۹/۰۸ c	۸۰/۳۳ e	۸/۷۳ bc	
کود مرغی	۵۳/۶۰ a	۵۴/۳۴ ab	۵/۰۵ a	۲۱/۱۷ abc	۱۱۵/۳۳ b	۸/۹۹ bc	کود مرغی
۱۵	۵۴/۵۰ a	۵۴/۸۳ ab	۵/۱۴ a	۲۱/۹۸ ab	۱۴۳/۳۳ a	۹/۵۴ ab	

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند، فاقد اختلاف معنی دار می باشند.

صفات فیتوشیمیایی

نتایج تجزیه واریانس صفات فیتوشیمیایی همیشه بهار، حکایت از معنی دار شدن کاروتنوئید، درصد وزنی اسانس ($p = 0/01$) و نیز معنی دار شدن فلاونوئید ($p = 0/05$) داشت، اما شاخص محتوای کلروفیل به طور معنی داری تحت تأثیر

نوع کود قرار نگرفت (جدول ۵). طبق جدول مقایسه میانگین صفات فیتوشیمیایی، بیشترین میزان کاروتنوئید ($1/01\text{mg/g}$) در تیمار ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و کمترین مقدار ($0/56\text{mg/g}$) در تیمار شاهد، بیشترین مقدار فلاونوئید ($2/80$) برحسب درصد جذب در تیمار ۱۵ تن در

هکتار کود مرغی و کمترین مقدار (۱/۷۰) در تیمار ۵ تن در هکتار کود مرغی بدست آمد. همچنین بیشترین درصد وزنی اسانس (۰/۱۹۲gr) در تیمار ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و کمترین مقدار اسانس (۰/۰۱۴gr) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات فیتوشیمیایی همیشه بهار تحت تأثیر کودهای آلی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		کلروفیل	کاروتنوئید	فلاونوئید
تکرار	۲	۰/۰۳۰۴	۰/۰۰۰۳	۲/۲۵۶۲
نوع کود	۹	۰/۴۶۵۵ ns	۰/۰۸۷۰ **	۰/۳۴۷۱ *
خطای آزمایش	۱۸	۰/۲۹۵۸	۰/۰۰۰۰۱	۰/۱۰۴۶
ضریب تغییرات (%)	-	۱/۵۱	۰/۴	۱۵/۵۸
درصد وزنی اسانس				۴/۴۱

***, ** و ns: به ترتیب معنی داری در سطح ۱٪ و ۵٪ و عدم معنی داری را نشان می‌دهند.

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات فیتوشیمیایی همیشه بهار تحت تأثیر کودهای آلی

تیمار	صف	صفت		
		کلروفیل	کاروتنوئید (mg/g)	فلاونوئید (% جذب)
شاهد	سطح	۳۵/۸۶ a	۰/۵۶ z	۱/۷۴ b
کود دامی	۵	۳۶/۲۰ a	۰/۵۸ i	۱/۷۳ b
	۱۰	۳۶/۰۳ a	۰/۷۹ f	۲/۲۵ ab
	۱۵	۳۶/۱۵ a	۰/۹۹ b	۲/۳۳ ab
ورمی کمپوست	۵	۳۵/۵۳ a	۰/۷۱ g	۲/۰۵ b
	۱۰	۳۶/۸۳ a	۰/۹۲ d	۲/۱۰ b
	۱۵	۳۵/۷۳ a	۱/۰۱ a	۲/۱۷ b
کود مرغی	۵	۳۶/۱۰ a	۰/۶۰ h	۱/۷۰ b
	۱۰	۳۶/۲۰ a	۰/۸۳ e	۱/۸۸ b
	۱۵	۳۵/۵۶ a	۰/۹۳ c	۲/۸۰ a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند، فاقد اختلاف معنی دار می‌باشند.

بحث

داشتند (جدول ۴). در آزمایشی، نتایج بدست آمده نشان داد که کودهای آلی مورد استفاده در مطالعه به‌ویژه کود مرغی تأثیر مثبتی بر عملکرد بامیه (*Abelmoschus esculentus*) داشته و کمترین میزان عملکرد در گروه شاهد بدست آمد.

نتایج بدست آمده حکایت از افزایش ارتفاع در سطح ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار همه تیمارهای کود آلی داشت، به طوری که همه اینها نسبت به شاهد اختلاف معنی داری

با تجزیه مواد آلی توسط ریزجانداران و تولید گاز کربنیک در جامعه گیاهی، فتوسنتز، رشد و عملکرد محصول ذرت (Zea mays) را افزایش می‌دهد (Theodore & Jackson, 1999). یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده ارتفاع گیاه، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است، تیمارهای کود آلی، با تأمین تدریجی عناصر غذایی این عمل را به خوبی انجام داده و باعث افزایش ارتفاع گیاه شدند.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار وزن خشک گلبرگ در تیمار ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بدست آمد (جدول ۴). در آزمایشی، ورمی‌کمپوست به مقدار ۲۰٪ به‌طور معنی‌داری وزن تر ساقه و برگ، وزن خشک ساقه و برگ و وزن خشک برگ بنجامین ابلق (*Ficus bengamina*) را نسبت به شاهد افزایش داد (Mahbub Khomami, 2008). در آزمایشی دیگر، نتایج نشان داد که افزودن ورمی‌کمپوست به بستر بر شاخص‌های رشد از قبیل وزن تر و خشک برگ، وزن خشک ساقه و بیوماس کل گیاه همیشه‌بهار تأثیر معنی‌داری داشت و بیشترین مقدار برای صفات ذکر شده در تیمار ۵۰٪ ورمی‌کمپوست حاصل شد (Gholipour Zar et al., 2012). دارا بودن مواد آلی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، تقویت فعالیت‌های شبه هورمونی گیاه، افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه و به‌طور کلی بهبود ساختار شیمیایی و فیزیکی بستر کاشت، از جمله دلایل افزایش عملکرد گیاهان در اثر کاربرد کود ورمی‌کمپوست می‌باشد.

نتایج، حکایت از افزایش وزن هزاردانه به ازای افزایش سطح کودی بود و بیشترین مقدار آن در تیمار ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بدست آمد (جدول ۴). در آزمایشی، مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در زیره سبز نشان داد که تیمار ۲۰٪ کود ورمی‌کمپوست منجر به افزایش تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه و در نهایت عملکرد دانه شده‌است (Mohammadi et al., 2010). افزایش عملکرد دانه و وزن هزاردانه در پاسخ به استفاده از کودهای آلی احتمالاً به دلیل افزایش دسترسی به مواد مغذی است که در نتیجه فعالیت میکروبی و بهبود وضعیت فیزیکی خاک حاصل می‌گردد (Sarker et al., 2004).

کود مرغی باعث افزایش مثبت ارتفاع بوته بامیه (۳۹/۴٪) و تعداد برگ (۳۷/۸٪) در مقایسه با شاهد شد. یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده ارتفاع گیاه، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است؛ تیمارهای کود آلی، با تأمین تدریجی عناصر غذایی این عمل را به خوبی انجام داده و باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شوند (Tiamiyu et al., 2012). طبق نتایج Tahamy Zarandi و همکاران (۲۰۱۰)، تمام تیمارهای کود آلی، ارتفاع بوته گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) را نسبت به شاهد و تیمار کود شیمیایی افزایش دادند. تیمار ورمی‌کمپوست دارای بیشترین ارتفاع گیاه بود و با دیگر تیمارها بجز تیمار کود گوسفندی اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین، محققان بیان کردند که اثر کمپوست، ورمی‌کمپوست و کود دامی بر ارتفاع بوته زیره سبز (*Cuminum cuminum* L.) در تمامی تیمارها معنی‌دار بود، به‌طوری که تیمار ورمی‌کمپوست بیشترین ارتفاع بوته را نشان داد و پس از آن تیمارهای کود گاوی، کمپوست و کود گوسفندی بیشترین ارتفاع بوته را تولید کردند (Saeid Nejad & Rezvani, 2010). با توجه به بالاتر بودن میزان عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن در ورمی‌کمپوست نسبت به سایر ترکیب‌های مورد استفاده و در نتیجه تحریک رشد رویشی گیاه، ارتفاع بوته‌ها در این تیمار افزایش یافت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً خواص شیمیایی و فیزیکی اسید هیومیک موجود در ورمی‌کمپوست، از طریق افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد و همچنین افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها، باعث افزایش تجمع نیتروژن توسط گیاه شده و با افزایش نیتروژن، رشد گیاه و از جمله ارتفاع ساقه آن افزایش می‌یابد (Arancon et al., 2004). بررسی‌های مشابه، افزایش ارتفاع گیاه را در اسفرزه (*Plantago psyllium*) (Yadav et al., 2003)، توت‌فرنگی (*Fragaria* sp.) (Norman & Arancon, 2006) و سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis*) (Mirmostafaei et al., 2013) در اثر کاربرد کود دامی تأیید می‌کنند. کودهای دامی باعث اصلاح خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک و در نتیجه افزایش تولید محصول شده و

کلم بروکلی (*Brassica oleracea*) هستند. محققان بیان کردند که غلظت‌های بالای فنل در گلچه، به نقش کودهای آلی در بیوسنتز موادی که القاءکننده مسیر شیکمیک استات، و در نتیجه تولید بیشتر فلاونوئیدها و فنولیک است، مربوط می‌شود (Sousa et al., 2008; Naguib et al., 2012). پژوهش‌های مشابه، تأثیر ورمی‌کمپوست بر افزایش مقدار کاروتنوئید در گیاه همیشه‌بهار (Salehi Sardoei, 2014)، نعناع فلفلی (*Mentha piperata*) (Ayyobi et al., 2013) و بادام‌زمینی (Mathivanan et al., 2012) را تأیید می‌کند. البته افزایش در مقدار کاروتنوئید ممکن است به دلیل افزایش تأثیر نیتروژن و سایر عناصر آلی موجود در ورمی‌کمپوست باشد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری صفات فیتوشیمیایی بیشترین میزان اسانس را در تیمار ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نشان داد (جدول ۶). نتایج پژوهش‌های مشابه، بیشترین درصد اسانس بابونه آلمانی را در تیمار ۱۰٪ ورمی‌کمپوست (Azizi et al., 2008)، بیشترین مقدار اسانس همیشه‌بهار را در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (Ameri & Nassiri Mahallati, 2008) و بیشترین عملکرد اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare*) را در تیمار مخلوط کمپوست و ورمی‌کمپوست (Moradi et al., 2011) نشان داد. بنابراین می‌توان علت افزایش درصد اسانس گلبرگ‌های همیشه‌بهار در تیمار ورمی‌کمپوست را، به افزایش وزن گلبرگ خشک و در نتیجه تولید اسانس بیشتر توسط این تیمار نسبت داد.

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کودهای آلی به میزان مناسب موجب افزایش عملکرد و بهبود صفات مورفوفیزیولوژیکی گیاه دارویی همیشه‌بهار شد. همچنین تغذیه مناسب گیاهان با کودهای آلی موجب افزایش معنی‌دار متابولیت‌های ثانویه در این گیاه دارویی شد. به‌طوری که بین کودهای آلی استفاده شده، به‌ترتیب ورمی‌کمپوست، کود مرغی و کود دامی بهترین نتیجه را از لحاظ عملکرد صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی نشان دادند.

نتایج بدست آمده حکایت از افزایش تعداد طبق‌ها به ازای افزایش سطح کودهای آلی بود و بیشترین تعداد به‌ترتیب در تیمار ۱۵ تن در هکتار کود مرغی و ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۴). کود مرغی با جذب بهتر عناصر غذایی و تغذیه مناسب و در نتیجه افزایش فتوسنتز و رشد گیاه، در نهایت باعث بهبود گلدهی و افزایش تعداد طبق در بوته می‌گردد (Veysani et al., 2012). همچنین کاربرد ورمی‌کمپوست در گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) باعث افزایش شاخص‌های رشدی از قبیل تعداد طبق در بوته شد (Liuc & Pank, 2005). بررسی‌های انجام شده نشان داده‌است که اثرهای مطلوب ورمی‌کمپوست به دلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت (Atiyeh et al., 2000) و همچنین تنظیم pH و افزایش معنی‌دار ظرفیت نگهداری آب در محیط کشت است (Mcginis et al., 2003).

جدول مقایسه میانگین، بیشترین میزان سطح برگ گیاه را در تیمار ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نشان داد (جدول ۴). نتایج مشابهی توسط Mirmostafaei و همکاران (۲۰۱۳) در سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis*) و Sifola و Barbieri (۲۰۰۶) در ریحان بدست آمد. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که کودهای آلی با قابلیت که در فراهم آوردن عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن دارند باعث افزایش رشد رویشی گیاه شده و در نتیجه از طریق افزایش تعداد برگ‌های گیاه، باعث افزایش شاخص سطح برگ گیاه می‌شود (Tahamy Zarandi et al., 2010). علت دیگر افزایش سطح برگ را می‌توان به تأثیر هیومیک اسید موجود در ورمی‌کمپوست و نقش آن در افزایش نیتروژن و به دنبال آن افزایش سطح برگ گیاه نسبت داد.

همچنین با افزایش سطح کودی مقدار فلاونوئید و کاروتنوئید نیز افزایش یافت و بیشترین مقدار آنها به‌ترتیب در تیمار ۱۵ تن در هکتار کود مرغی و ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۶). در پژوهشی، نتایج نشان داد که کودهای آلی دارای اثر تحریکی بر تجمع فنولیک در گلچه

منابع مورد استفاده

- American Journal of Alternative Agriculture, 3: 156-162.
- Kalvatchev, Z., Walder, R. and Garzaro, D., 1997. Anti-HIV activity of extracts from *Calendula officinalis* flowers. Biomedicine & Pharmacotherapy, 51(4): 176-180.
 - Kiani, K., 2002. Benefits and Harms of Medicinal Plants, Fruits and Vegetables, Dairy Products, Legumes, Nuts, Etc. Publication of Zarghalam, Tabriz, 352p.
 - Krizek, D.T., Britz, S.J. and Mirecki, R.M., 1998. Inhibitory effects of ambient levels of solar UV-A and UV-B radiation on growth of cv. new red fire lettuce. Physiologia Plantarum, 103: 1-7.
 - Lawrence, J.R., Ketterings, Q.M. and Cherney, J.H., 2008. Effect of nitrogen application on yield and quality of silage corn after forage legume-grass. Agronomy Journal, 100: 73-79.
 - Liuc, J. and Pank, B., 2005. Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. Scientia Pharmaceutica, 46: 63-69.
 - Mahbub Khomami, A., 2008. Effect of type and amount of vermicompost in pot culture on growth of ficus Benjamin pied (*Ficus bengamina*). Seed and Plant Journal, 24(2): 333-346.
 - Martin, R.J. and Deo, B., 1999. Effect of plant population on Calendula (*Calendula officinalis* L.) flower production. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 28: 37-44.
 - Mathivanan, S., Chidambaram, A.L.A., Sundaramoorthy, P. and Kalaikandhan, R., 2012. Effect of vermicompost on germination and biochemical constituents of Ground nut (*Arachis hypogaea* L.) seedling. International Journal of Research in Biological Sciences, 2(2): 54-59.
 - Mcginnis, M., Cooke, A., Bilderback, T. and Lorscheider, M., 2003. Organic fertilizers for basil transplant production. Acta Horticulturea, 491: 213-218.
 - Mirmostafaei, S., Azizi Errani, M., Bahreyni, M., Aruei, H. and Orojalian, P., 2013. Effect of manure and urban areas compost on growth, yield and essential oil content and microorganisms of valerian. Journal of Plant Production-agricultural science, 10(2): 1-10.
 - Moattar, F. and Shams Ardakani, M., 1999. Guide Treatment with Plants. Academy of Medical Sciences, Tehran, Iran, 167p (In Persian).
 - Mohammadi, S.H., Mirshekari, B., Rashidi, V. and Alimohammadi, R., 2010. Effect of vermicompost and nitrogen fertilizer levels on growth and yield of essential oil of cumin (*Cuminum cuminum* L.). Journal of Horticultural Science, 24(5): 27-32.
 - Ameri, A. and Nassiri Mahallati, M., 2008. Effects of different levels of nitrogen and plant density on the production of flower and effective ingredient and performance of radiation use in Marigold. Pajouhesh & Sazandegi (In Natural Resources), 81(2): 133-144.
 - Amin, Gh., 2005. Commonly Used Iranian Traditional Medicinal Plants. Research Deputy Publication of University of Medical Sciences and Health Services of Tehran, Tehran, 300p.
 - Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J.D., 2004. Influences of Vermicomposts on field strawberries: 1. effects on growth and yields. Bioresource Technology, 93(2): 145-153.
 - Arnon, A.N., 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23: 112-121.
 - Astaraei, A. and Kucheki, A., 1996. Use of Biofertilizers in Sustainable Agriculture. Mashhad University Jahad Publications, Mashhad, 365p.
 - Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D., 2001. Pig manure vermicompost as a component of horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresource Technology, 78: 11-20.
 - Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D., 2000. Earthworm-processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. Compost Science and Utilization, 8(3): 215-223.
 - Ayyobi, H., Peyvast, G.A. and Olfati, J.A., 2013. Effect of vermicompost and vermicompost extract on oil yield and quality of peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Agricultural Sciences, 58(1): 51-60.
 - Azizi, M., Rezwaneh, F., Hassanzadeh Khayat, M., Lackzian, A. and Neamati, C., 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil of German chamomile (*Matricaria recutita*) C.V. "Goral". Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(1): 82-93.
 - Gholipour Zar, A., Gholipour A. and Shahbazi, H., 2012. Evaluate the effect of vermicompost on the growth of Calendula (*Calendula officinalis* L.). The first Conference of Scientific-Specialized Rural Development and Agricultural Development, Piranshahr, Iran, 7 March.
 - Hornick, S.B., 1998. Use of organic amendments to increase the productivity of sand and gravel soils: Effect on yield and composition of sweet corn.

- Sifola, M.I. and Barbieri, G., 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae*, 108(4): 408-413.
- Sousa, C., Pereira, D.M., Pereira, J.A., Bento, A., Rodrigues, M.A., Dopico Garcia, S., Valenta, O.P., Lopes, G., Ferreres, Federico, Seabra, R.M. and Andrade, P.B., 2008. Multivariate analysis of tronchuda cabbage (*Brassica oleracea* L. var. costata DC) phenolics: influence of fertilizers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(2): 2231-2239.
- Suba Rao, N.S., 1993. *Biofertilizers in Agriculture and Forestry*. International Science Publisher, 242p.
- Tahamy Zarandi, M., Rezvani Moghaddam, P. and Jahan, M., 2010. Comparing the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural Ecology*, 2(1): 63-74.
- Theodore, C.H. and Jackson, R.B., 1999. Interactive effects of water stress and elevated CO₂ on growth, photosynthesis, and water use efficiency. *Agronomy Journal*, 3-31.
- Tiamiyu, R.A., Ahmed, H.G. and Muhammad, A.S., 2012. Effect of sources of organic manure on growth and yields of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) in Sokoto, Nigeria. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, 20(3): 213-216.
- Tomati, U., Grappelli, A. and Galli, E., 1983. Fertility factors in earthworm humus. In *Proceedings of the International Symposium on Agricultural Environment. Prospects in Earthworm Farming*, Publication Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologia, Rome, 49-56.
- Veysani, V., Rahimzade, S. and Sohrabi, Y., 2012. Effects of biofertilizers on morphological and physiological traits on essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 28(1): 73-87.
- Yadav, R.L., Keshwa, G.L. and Yadav, S.S., 2003. Effect of integrated use of FYM and sulphure on growth and yield of isabgol. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 25: 668-671.
- Moradi, R., Nasiri Mahallati, M., Rezvani Moghaddam, P., Lackzian, A. and Nejadali, A., 2011. Impact of biological and organic fertilizers on quality and quantity of essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Journal of Horticultural Science*, 25(1): 25-33.
- Naguib, A.M., El-Baz, F.K., Salama, Z.A., Hanaa, A.B., Hanaa F.A. and Gaafar, A.A. 2012. Enhancement of phenolics, flavonoids and glucosinolates of Broccoli (*Brassica oleracea* var. Italica) as antioxidants in response to organic and bio-organic fertilizers. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 11(1): 135-142.
- Norman, Q. and Arancon, C., 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. *European Journal of Soil Biology*, 42:65-69.
- Omidbeygi, R., 2003. *Production and Processing of Medicinal Plants*. Publication of Astan Quds Razavi, Mashhad, 438p.
- Pelletier, B.A., Pease, J. and Kenyon, D., 2001. *Economic Analysis of Virginia Poultry Litter Transportation*. Virginia Agricultural Experiment Station, 64p.
- Renato, Y., Ferreira, M.E. and Cruz, M.C., 2003. Organic matter fractions and soil fertility under influence of liming, vermicompost and cattle manure. *Bioresource Technology*, 60: 59-63.
- Saeid Nejad, A. and Rezvani Moghaddam, P., 2010. Evaluate the effect of compost, vermicompost and manure on yield, yield components and essential oil of cumin (*Cuminum cuminum* L.). *Journal of Horticultural Science*, 24(2): 142-148.
- Salehi Sardoei, A., 2014. Vermicompost effects on the growth and flowering of marigold (*Calendula officinalis*). *European Journal of Experimental Biology*, 4(1): 651-655.
- Sarker, M.A.R., Pramanik, M.Y.A., Faruk, G.M. and Ali, M.Y., 2004. Effect of green manures and levels of nitrogen on some growth attributes of transplant aman rice. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7: 739-742.
- Scherer, E.E., Agostini, V.J., Wildner, L.P., Nadal, R., Sivestro, M. and Sorrenson, W.J., 1991. Poultry manure and nitrogen for maize on small farms. *Agropecuaria Catarinense*, 4: 8-11.

Effects of organic fertilizers application on morphophysiological characteristics of calendula (*Calendula officinalis* L.)

A. Kheiry^{1*}, M. Arghavani² and M. Khastoo³

1*- Corresponding author, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
E-mail: kheiry@ut.ac.ir

2- Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

3- Msc. Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

Received: July 2014

Revised: September 2014

Accepted: October 2014

Abstract

The present study aimed to investigate the effect of application of organic fertilizers on the yield of medicinal plant, calendula (*Calendula officinalis* L.). The experiment was conducted in a randomized complete block design with 10 treatments and 3 replications in the research farm of Zanjan University. Treatments included cattle manure, poultry manure, and vermicompost, each at three levels (5, 10, and 15 tons per hectare) and control (without fertilizer). The measured traits were the thousand seed weight, number of capitules per plant, leaf area, plant height, petal dry weight, capitule diameter, chlorophyll content index, flavonoids, carotenoids, and essential oil percentage. Data were analyzed by SAS software, and mean comparisons was performed by Duncan's test. The results showed significant effects of fertilizer on thousand seed weight, capitule number per plant, leaf area, carotenoids, and essential oil percentage at $p < 0.01$, and plant height, petal dry weight, and flavonoid at $p < 0.05$. The type of fertilizer had no significant effect on capitule diameter and leaf chlorophyll content. Overall, the results showed that using organic fertilizers had favorable impact on yield, growth characteristics, and active ingredients content of Calendula.

Keywords: Organic manure, marigold (*Calendula officinalis* L.), sustainable agriculture, flavonoid, essential oil.