

بررسی اثرات کودهای اوره و ورمی کمپوست بر عملکرد کمی و کیفی گل ختمی (*Altheae officinalis* L.)

امیر علی صادقی^{۱*}، کیومرث بخش کلارستانی^۲ و کمال حاج محمدنیا قالی باف^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

به منظور بررسی تأثیر ورمی کمپوست و کود شیمیایی بر شاخص‌های رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ختمی (*Altheae officinalis* L.)، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش بر اساس ترکیبی از سه سطح کاربرد ورمی کمپوست (صفر، پنج و ۱۰ تن در هکتار) و پنج سطح کاربرد کود شیمیایی (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مصرف متداول (معادل ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار)) تعیین شدند. نتایج نشان داد که اعمال کود ورمی کمپوست نقش معنی‌داری در افزایش سطح برگ، وزن گل در بوته و عملکرد دانه گل ختمی داشت. به طوری که کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست، وزن گل در بوته و عملکرد دانه گل ختمی به ترتیب تا بیش از دو و سه برابر افزایش یافت. همچنین کاربرد کود اوره نیز در افزایش معنی‌دار وزن گل، عملکرد دانه، موسیلاژ و روغن ختمی مؤثر بود. با این وجود اثرات متقابل ورمی کمپوست × کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گل ختمی معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد که در شرایط عدم مصرف کود شیمیایی اوره، کاربرد ورمی کمپوست بتواند نقش مؤثری در افزایش عملکرد گل ختمی داشته باشد و از این رو بتواند در کاهش مشکلات ناشی از مصرف زیاد کود شیمیایی مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: سطح برگ، عملکرد روغن، عملکرد موسیلاژ، گیاه دارویی، ورمی کمپوست

مقدمه

کودهای شیمیایی به سبب تخریب ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک می‌تواند منجر به کاهش عملکرد محصولات زراعی شود (Liu et al., 2010). با توجه به اثرات زیست محیطی و افزایش هزینه‌های تحمیلی ناشی از کاربرد نهادهای شیمیایی، فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز رشد گیاهان از منابع جایگزین مانند کودهای ورمی کمپوست می‌تواند ضمن افزایش عملکرد، نقش مؤثری در کاهش مشکلات ذکر شده داشته باشد (Kizilkaya, 2008).

استفاده از کودهای آلی مانند ورمی کمپوست به جای کودهای شیمیایی می‌تواند نقش بسیار مهمی را در افزایش عملکرد و کاهش مشکلات زیست محیطی ایفاء کنند (Fageria & Baligar, 2005). ورمی کمپوست نوعی کود آلی است که در نتیجه فعالیت گونه‌ای از کرم‌های خاکی^۴ بر ضایعات شهری، صنعتی و کشاورزی تولید می‌شوند (Sangwan et al., 2008). ورمی کمپوست غنی از هورمون‌های رشد و ویتامین‌ها بوده که باعث افزایش جمعیت میکروبی خاک و نگهداری طولانی مدت عناصر غذایی بدون اثرات منفی بر محیط می‌گردد (Padmaathamma et al., 2008). گزارش

گیاهان دارویی یکی از منابع غنی در ایران بوده که علاوه بر تأمین مصارف داخلی، در افزایش درآمدزایی نیز مورد توجه می‌باشند. امروزه گرایش برای کشت و بهره‌برداری از گیاهان دارویی به روش تولید پایدار متمرکز شده است (Craher & Gardner, 2005; Malik et al., 2011).

ختمی (*Altheae officinalis* L.) از جمله گیاهان دارویی متعلق به خانواده پنیرک (Malvaceae) بوده که در نقاط مختلفی از ایران به‌ویژه خراسان رویش دارد. ریشه ختمی به‌عنوان منبع مهم موسیلاژ بیش از دو هزار سال است که برای درمان گلو درد، سرفه و ناراحتی‌های معده کاربرد دارد (Salehi Surmaghi, 2011).

به‌کارگیری انواع کودهای آلی و یا شیمیایی به‌منظور حصول عملکرد بالا در محصولات زراعی لازم است (Guarda et al., 2004; Zhengchao et al., 2013).

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد و مربی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
* نویسنده مسئول: (Email: asadeghi20@yahoo.com)

کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی ۵۹°۲۸' شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶°۱۵' شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ به اجرا در آمد. سه سطح کاربرد ورمی کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و پنج سطح اعمال کود اوره (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مقدار متداول) به ترتیب عامل اول و دوم آزمایش بودند. تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره بود.

زمین مورد نظر جهت انجام این آزمایش در سال قبل به صورت آیش بود. قبل از انجام آزمایش، از خاک نمونه برداری تصادفی انجام گرفت که نتایج این آنالیز در جدول ۱ ارائه شده است. این خاک دارای ماده آلی، فسفر و نیتروژن پایینی بود. پایین بودن فسفر می تواند به دلیل اسیدیته نسبتاً بالای خاک باشد.

مراحل آماده سازی زمین شامل شخم اولیه در آذر ماه و دیسک، تسطیح و ایجاد جوی و پشته در اوایل فروردین ماه بود. هر یک از کرت های آزمایش با ابعاد ۲×۵ (۱۰ مترمربع) ایجاد شد. فاصله کرت ها از یکدیگر ۰/۵ متر، فاصله پشته ها از یکدیگر ۰/۵ متر و فاصله بلوک ها از یکدیگر یک متر بود. کود آلی ورمی کمپوست بر اساس تیمارهای تعریف شده در یک مرحله قبل از کاشت استفاده شد. نتایج حاصل از آنالیز بسترهای کاشت در جدول ۲ نشان داده شده است.

اعمال کود اوره در سه مرحله (قبل از کاشت و به صورت سرک در مراحل چهارم برگی و نیز قبل از شروع رشد زایشی) انجام شد. عملیات کاشت در ۱۱ فروردین ماه انجام شد. بذرهاي ختمی با تراکم ۱۲ بوته در مترمربع و با فاصله ۵۰ سانتی متر بین ردیف به صورت کپه ای کشت شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و سایر آبیاری ها هر هفت روز یک بار انجام شد.

شده است که ورمی کمپوست به عنوان اصلاح کننده آلی خاک، در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاهان مؤثر است (Raja Sekar & Karmegam, 2010). گوتیز و همکاران (Gutierrez et al., 2007) اثر ورمی کمپوست را بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) بررسی و گزارش کردند که ارتفاع گیاه ۸۵ روز پس از نشاکاری به طور معنی داری در تیمار ورمی-کمپوست بیشتر از شاهد بود. نقش کودهای دامی و یا کمپوست حاصل از آن در بهبود کارایی نیتروژن را می توان به بازچرخش عناصر غذایی و بهبود خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک نسبت داد (Rodrigues et al., 2006).

تأثیر مثبت کاربرد ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی نیز گزارش شده است. در این ارتباط، درزی و همکاران (Darzi et al., 2011) بیان کردند که استفاده از ورمی کمپوست تأثیر مثبتی بر عملکرد دانه و نیز غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) داشت. عزیز و همکاران (Azizi et al., 2011) نیز به اثرات مثبت ورمی کمپوست در افزایش ارتفاع، عملکرد گل و نیز عملکرد اسانس بایونه (*Matricaria recutita* L.) اشاره کردند.

با توجه به تأثیرات مثبت کاربرد کود ورمی کمپوست، این آزمایش به منظور بررسی و مقایسه کاربرد سطوح کود ورمی کمپوست و کود شیمیایی و نیز استفاده تلفیقی آن ها بر شاخص های رشدی و عملکرد گیاه ختمی انجام گرفت.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۵ تیمار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه خاک مزرعه جهت انجام آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of field soil and manure used in experiment

بافت Texture	نیتروژن (%) N (%)	کربن آلی (%) OC (%)	پتاسیم (پی پی ام) K (ppm)	فسفر (پی پی ام) P (ppm)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH
لومی سیلتی Silty loam	0.08	0.59	325	14	1.35	8.15

جدول ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی کود ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش

Table 2- Physical and chemical properties of used vermicompost in experiment

نسبت کربن به نیتروژن C/N	نیتروژن (%) (%) N	کربن آلی (%) (%) OC	پتاسیم (%) (%) K	فسفر (%) (%) P	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH
8.04	1.45	11.65	1.2	1.16	5.2	6.7

نیمی از هر کرت به نمونه برداری تخریبی در طی دوره رشد جهت اندازه گیری سطح برگ، وزن تر و خشک بوته ها و وزن گل در بوته و نیمه دوم به اندازه گیری های آخر فصل اختصاص داده شد. سطح برگ

آخرین آبیاری نیز دو هفته قبل از عملیات برداشت انجام شد. در طول اجرای آزمایش نیز از هیچ گونه علف کش و آفت کش شیمیایی استفاده نشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مریعات) زیست توده تر، وزن خشک و سطح برگ گل ختمی در مراحل نمونه برداری
Table 3- Variance analysis (mean of squares) of fresh biomass, dry matter and leaf area of marshallow at different sampling stages

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن تر بوته Fresh weight of plant					وزن خشک بوته Dry weight of plant						
		مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله سوم Third stage	مرحله چهارم Fourth stage	مرحله پنجم Fifth stage	مرحله ششم Sixth stage	مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله سوم Third stage	مرحله چهارم Fourth stage	مرحله پنجم Fifth stage	مرحله ششم Sixth stage
بلوک Block	2	0.027 ns	0.27 ns	1.68 ns	58.288 *	5.49 ns	530.86 ns	0.001 ns	0.34 ns	0.20 ns	2.28 ns	10.46 ns	14.46 ns
ژلیمی کامپوست Vermicompost	2	0.074 ns	0.01 ns	2799.92 **	7511.78 **	21816.02 **	519784.86 **	0.005 ns	0.57 ns	7.32 **	527.05 **	1064.63 **	1769.62 **
کود شیمیایی Chemical fertilizer	4	0.026 ns	0.83 ns	340.85 **	1573.59 **	3814.94 **	55846.800 **	0.002 ns	0.17 ns	3.87 **	65.07 **	149.95 **	185.14 **
ژلیمی کامپوست × کود شیمیایی Vermicompost × fertilizer	8	0.061 ns	0.77 ns	23.38 **	162.727 **	1404.661 **	9464.61 **	0.002 ns	0.19 ns	2.99 **	10.57 **	40.08 **	72.07 **
خطا Error	28	0.030	0.18	3.45	20.098	22.82	770.27	0.0004	0.56	0.72	1.30	7.09	9.13

و وزن بوته‌ها در شش مرحله در طول فصل رشد (۱۶ اردیبهشت، ۳۰ اردیبهشت، ۱۴ خرداد، ۲۹ خرداد همزمان با شروع گل‌دهی، ۱۵ تیر و ۱۲ مرداد) صورت گرفت.

عملیات برداشت با زرد شدن بوته‌ها در اول شهریور انجام شد. قبل از برداشت تعداد دو بوته به طور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه از هر کرت برداشت شد و بر اساس آن اجزای عملکرد که شامل ارتفاع، تعداد شاخه جانبی و تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن کپسول در بوته، وزن دانه در کپسول و در نهایت، وزن هزار دانه بود، تعیین شد. عملکرد دانه و بیولوژیک (بر حسب کیلوگرم در هکتار) در ۵۰ درصد مساحت هر کرت و با رعایت اثر حاشیه اندازه گیری شد. با تعیین عملکرد دانه، درصد موسیلاژ و روغن بذرهاى ختمی نیز تعیین شد. درصد و میزان موسیلاژ موجود در بذرهاى ختمی از مقدار یک گرم بذر به دست آمد (Salehi Surmaghi, 2011). جهت تعیین درصد و میزان روغن موجود در بذرها از مقدار پنج گرم بذر آسیاب شده با استفاده از دستگاه سوکسله اتوماتیک بهره‌گیری شد (Salehi Surmaghi, 2011).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام گرفت. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

بررسی شاخص‌های رشدی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، بجز در مرحله اول و دوم نمونه- برداری، در سایر مراحل تیمارهای کودی و مقادیر کود شیمیایی نقش معنی‌داری بر شاخص‌های رشدی گیاه ختمی شامل وزن تر، وزن خشک و سطح برگ داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در مراحل سوم تا ششم نمونه‌گیری، با افزایش کاربرد کود شیمیایی در هر سه سطح کود ورمی کمپوست، وزن تر، وزن خشک و سطح برگ گل ختمی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در شرایط عدم کاربرد کود شیمیایی نیز افزایش مصرف کود ورمی کمپوست به‌طور معنی‌دار منجر به بهبود شاخص‌های ذکر شده گردید. در این ارتباط، سینگ و بیسین (Sing & Beisin, 1998) نیز اثر مثبت کمپوست را روی افزایش وزن خشک و تولید برخی گیاهان دارویی از جمله اسفرزه و منداب گزارش کردند.

ادامه جدول ۳- Table 3- Continued

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	سطح برگ بوته Leaf area of plant					
		مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله سوم Third stage	مرحله چهارم Fourth stage	مرحله پنجم Fifth stage	مرحله ششم Sixth stage
بلوک Block	2	9.04 ns	9.42 ns	16055.55 **	3204.60 ns	46842.73 **	79371.02 **
ورمی کمپوست Vermicompost	2	7.82 ns	9.01 ns	876567.21 **	2044202.86 **	1213102.36 **	1623594.75 **
کود شیمیایی Chemical fertilizer	4	11.04 ns	5.69 ns	120023.88 **	592289.63 **	444740.62 **	603992.85 **
ورمی کمپوست × کود شیمیایی Vermicompost × fertilizer	8	4.59 ns	9.22 ns	9305.24 **	191935.53 **	12079.03 *	51836.76 **
خطا Error	28	3.83	8.09	919.32	1409.83 **	6172.05	12500.16

ns و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و عدم اختلاف معنی‌دار
*, ** and ns: significant at the 0.05 and 0.01 probability levels and no significant, respectively.

افزایش مواد آلی و نیز تأمین عناصر پر مصرف و کم مصرف در خاک باشد.

مشابه شاخص‌های تعداد و وزن گل در بوته، تعداد و وزن کپسول در بوته گل ختمی نیز به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر سطوح کاربرد کود ورمی کمپوست و کود شیمیایی قرار گرفت (جدول ۵)؛ به‌طوری‌که با افزایش سطوح کاربرد کودها، تعداد و وزن کپسول در بوته به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۶). با توجه به ارتباط مستقیم بین تعداد گل‌های تشکیل شده در هر بوته با تعداد کپسول‌های آن، مجموعه عواملی که منجر به افزایش تعداد و وزن گل در بوته شود، می‌تواند نقش مؤثری در افزایش کپسول‌های آن داشته باشد.

نتایج آزمایش همچنین حاکی از آن بود که بین سطوح ورمی-کمپوست از نظر عملکرد دانه و بیولوژیک نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p \leq 0.01$) (جدول ۶)؛ به‌طوری‌که بیشترین افزایش در شاخص‌های ذکر شده در نتیجه کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود ورمی-کمپوست مشاهده شد (جدول ۶). همچنین نتایج نشانگر آن بود که افزایش اعمال کود اوره منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و بیولوژیک گل ختمی در مقایسه با عدم کاربرد آن شد. نتایج مشابهی توسط محققین دیگر ارائه شده است. براساس نتایج ملافیلابی و همکاران (Mollafilabi et al., 2010) اعمال سطوح مربوط به نیتروژن تأثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) داشت. نتایج عزیززی و کهریزی (Azizi & Kahrizi, 2008) نیز حاکی از تأثیر مثبت کود اوره در افزایش عملکرد دانه و نیز عملکرد بیولوژیک زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) بود.

به‌طور کلی، نقش مؤثر کاربرد ورمی کمپوست می‌تواند به علت فراهمی متعادل عناصر غذایی در ناحیه ریزوسفر، منبع انرژی برای فعالیت هر چه بیشتر باکتری‌های مفید خاک (Mohammady Aria et al., 2010)، بهبود خصوصیات شیمیایی خاک مثل ظرفیت تبادل کاتیونی و اسیدیته (Foroughifar & Poor Kasmani, 2002; Biswas & Narayanasamy, 2006) باشد.

عملکرد و اجزای عملکرد

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثرات ساده سطوح ورمی کمپوست و کود شیمیایی بر شاخص‌های مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد معنی‌دار بود (جدول ۵). با این وجود، هیچ یک از شاخص‌های مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد ختمی تحت تأثیر اثرات متقابل ورمی کمپوست × کود شیمیایی قرار نگرفت (جدول ۵). نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از ورمی کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، تعداد و وزن گل در بوته شد (جدول ۶). همچنین در بین سطوح ورمی کمپوست مصرف ۱۰ تن در هکتار بیشترین تأثیر معنی‌دار را در افزایش شاخص‌های ذکر شده داشت (جدول ۶). همچنین با افزایش کاربرد سطوح کود شیمیایی نیز ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، تعداد و وزن گل در بوته به‌طور معنی‌دار رو به افزایش گذاشت. این امر نیز می‌تواند به دلیل عادت رشدی نامحدود گل ختمی و توانایی بالای این گیاه در جذب عناصر از خاک باشد. مرادی و همکاران (Moradi et al., 2010) نیز به اثرات مثبت کودهای کمپوست و ورمی کمپوست در افزایش معنی‌دار تعداد شاخه اصلی و فرعی در رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) اشاره کردند. اثرات مثبت کود های کمپوست و ورمی کمپوست ممکن است به دلیل

جدول ۴- اثرات متقابل سطوح ورمی کمپوست و مقادیر کود شیمیایی بر زیست توده تر، وزن خشک و سطح برگ بوته گل ختمی
 Table 4- Interaction effects of vermicompost and chemical fertilizer levels on fresh, dry matter and leaf area of marshmallow in experiment

Vermicompost levels (t.ha ⁻¹) (سپوح ورمی کمپوست (تن در هکتار)	سپوح کود شیمیایی (درصد از کل) Fertilizer levels (%)						وزن تر بوته (گرم) Fresh weight of plant (g)						وزن خشک بوته (گرم) Dry weight of plant (g)					
	Third stage	Fourth stage	Fifth stage	Sixth stage	Third stage	Fourth stage	Fifth stage	Sixth stage	Third stage	Fourth stage	Fifth stage	Sixth stage	Third stage	Fourth stage	Fifth stage	Sixth stage		
0	30.00 j*	85.60 h	204.67 h	622.64 i	17.97 b-e	21.60 i	62.30 e	34.40 h	92.33 h	212.67 g	758.33 h	17.63 b-e	22.77 hi	65.40 c	82.30 f	85.40 f		
	38.60 g	105.03 g	219.69 g	799.33 h	16.51 e	22.83 hi	76.97 d	43.20 f	115.06 f	288.53 cd	906.51 g	18.87 a-d	25.37 fg	77.93 cd	97.93 e	86.97 f		
	46.30 f	128.53 de	266.61 f	930.00 fg	17.43 de	24.53 gh	108.30 d	51.50 e	116.87 f	274.36 ef	966.41 ef	16.63 e	23.57 ghi	76.76 d	109.76 d	111.23 cd		
50	46.30 f	122.37 ef	310.33 b	966.41 ef	17.60 b-e	25.47 fg	111.23 cd	58.33 d	134.67 cd	326.00 a	1002.40de	18.77 a-d	26.77 f	86.56 ab	119.56 b	119.56 b		
	62.00 c	142.93 b	318.45 ab	1036.00 cd	19.93 a	28.70 e	121.90 b	75	142.93 b	318.45 ab	1036.00 cd	19.93 a	28.70 e	83.90 ab	121.90 b	121.90 b		
	58.06 d	127.80 de	282.35 cd	1052.88 c	17.43 de	35.20 bc	119.70 b	100	58.06 d	127.80 de	1052.88 c	17.43 de	35.20 bc	86.70 ab	119.70 b	119.70 b		
	57.77 d	131.63 d	292.00 c	1149.04 b	19.17 ab	31.23 d	110.71 d	0	57.77 d	131.63 d	1149.04 b	19.17 ab	31.23 d	87.71 a	110.71 d	110.71 d		
10	59.00 cd	140.93 bc	282.66 de	1072.02 c	19.13 abc	34.45 c	112.06 cd	25	59.00 cd	140.93 bc	1072.02 c	19.13 abc	34.45 c	88.06 a	112.06 cd	112.06 cd		
	70.30 ab	146.67 b	314.00 b	1120.34 b	17.53 cde	35.61 bc	116.41 bc	50	70.30 ab	146.67 b	1120.34 b	17.53 cde	35.61 bc	88.41 a	116.41 bc	116.41 bc		
	67.70 b	163.20 a	324.24 a	1248.12 a	19.20 ab	36.56 ab	119.49 b	75	67.70 b	163.20 a	1248.12 a	19.20 ab	36.56 ab	88.49 a	119.49 b	119.49 b		
	73.10 a	167.80 a	318.66 ab	1286.60 a	20.17 a	37.93 a	129.44 a	100	73.10 a	167.80 a	1286.60 a	20.17 a	37.93 a	88.44 a	129.44 a	129.44 a		

* هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند.
 * Means, in each column, followed by at least one common letter are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

ادامه جدول ۴
Table 4- Continued

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع Height	تعداد شاخه فرعی در بوته Number of branch/ plant	تعداد گل در بوته Number of flower/ plant	وزن گل در بوته Flower weight/ plant	مساحت برگ بوته (سانتی متر مربع) Leaf area of plant (cm ²)							
						سطوح کود شیمیایی (درصد از کل) Fertilizer levels (%)		سطوح ورمی کمپوست (تن در هکتار) Vermicompost levels (t.ha ⁻¹)					
						مرحله سوم Third stage	مرحله چهارم Fourth stage	مرحله پنجم Fifth Stage	مرحله ششم Sixth stage				
بلوک Block	2	1907.97 **	635.47 **	8304.080**	739.76 **	799.23 ns	76.61 **	0.52 ns	0	629.33 f *	1238.63 g	2517.04 f	2349.34 h
									25	765.00 e	1322.04 f	2885.29 e	2930.19 g
									50	765.00 e	1998.33 c	3011.04 de	3005.04 fg
									75	949.61 d	2056.00 c	3057.31 d	3109.67 efg
									100	942.73 d	2022.00 c	3153.09 d	3110.01 efg
ورمی کمپوست Vermicompost	2	5032.63 **	1703.22 **	30320.04 **	6303.07 **	7581.14**	1270.83 **	0.80 ns	0	952.79 d	1230.35 g	3048.61 d	3080.36 efg
									25	993.00 d	1576.62 e	3339.37 c	3404.34 cd
									50	1129.00 c	1609.14 e	3525.05 ab	3504.63 c
									75	1260.00 b	1676.37 d	3533.32 ab	3580.62 bc
									100	1271.64 b	2317.94 b	3652.37 a	3751.07 ab
کود شیمیایی Chemical fertilizer	4	442.50 **	148.24**	3437.52 **	461.52 **	427.26**	96.33 **	0.63 ns	0	1145.04 c	2307.34 b	3111.69 d	3174.19 ef
									25	1336.16 a	2319.29 b	3421.14 bc	3607.02 bc
									50	1356.24 a	2319.36 b	3358.06 c	3261.03 de
									75	1354.31 a	2364.64 ab	3609.73a	3497.01 c
									100	1365.63 a	2404.08 a	3572.21 a	3846.14 a
ورمی کمپوست × شیمیایی fertilizer	8	18.28 ns	4.961 ns	121.00 ns	19.61	11.51 ns	1.683 ns	0.89 ns	0	1145.04 c	2307.34 b	3111.69 d	3174.19 ef
									25	1336.16 a	2319.29 b	3421.14 bc	3607.02 bc
									50	1356.24 a	2319.36 b	3358.06 c	3261.03 de
									75	1354.31 a	2364.64 ab	3609.73a	3497.01 c
									100	1365.63 a	2404.08 a	3572.21 a	3846.14 a
خطا Error	28	50.85	10.67	133.90	14.78	25.93	1.79	0.74					

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

* Means, in each column, followed by at least one common letter are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

جدول ۵- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گل ختمی

Table 5- Variance analysis (mean of square) of yield and yield components of marshmallow

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع Height	تعداد شاخه فرعی در بوته Number of branch/ plant	تعداد گل در بوته Number of flower/ plant	وزن گل در بوته Flower weight/ plant	تعداد کپسول در بوته Number of capsule/ plant	وزن کپسول در بوته Capsule weight/ plant	وزن هزار دانه 1000 seed weight
بلوک Block	2	1907.97 **	635.47 **	8304.080**	739.76 **	799.23 ns	76.61 **	0.52 ns
ورمی کمپوست Vermicompost	2	5032.63 **	1703.22 **	30320.04 **	6303.07 **	7581.14**	1270.83 **	0.80 ns
کود شیمیایی Chemical fertilizer	4	442.50 **	148.24**	3437.52 **	461.52 **	427.26**	96.33 **	0.63 ns
ورمی کمپوست × شیمیایی fertilizer	8	18.28 ns	4.961 ns	121.00 ns	19.61	11.51 ns	1.683 ns	0.89 ns
خطا Error	28	50.85	10.67	133.90	14.78	25.93	1.79	0.74

** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

** and ns: significant at the 0.01 level of probability and no significant, respectively.

ادامه جدول ۵

Table 5- Continued

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	درصد موسیلاژ Mucilage percentage	عملکرد موسیلاژ Mucilage yield	درصد روغن Oil percentage	عملکرد روغن Oil yield
بلوک Block	2	1170978.13 **	1440.16 **	0.65 **	423.91 **	1.22 ns	20172.11 **
ورمی کمپوست Vermicompost	2	4946738.16 **	8306.04 **	3.48 **	2046.06 **	29.15 **	102253.49 **
کود شیمیایی Chemical fertilizer	4	351443.20 **	479.13 **	0.24 **	150.71 **	28.83 **	189.60 ns
ورمی کمپوست × شیمیایی fertilizer	8	9188.80 ns	27.10 ns	0.007 ns	22.09 ns	0.29 ns	31.45 ns
خطا Error	28	9813.61	17.89	0.01	2.83	0.38	96.29

** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

** and ns: significant at the 0.01 probability level and no significant, respectively.

جدول ۶ - مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گل خنمی تحت تاثیر کاربرد سطوح ورمی کمپوست و کود شیمیایی
Table 6- Means comparisons of yield and yield components of marshmallow affected by vermicompost and chemical fertilizer

سطوح ورمی کمپوست (تن در هکتار) Vermicompost levels (t.ha ⁻¹)	ارتفاع (سانتی-متر) Height (cm)	تعداد شاخه فرعی Number of branch/ plant	تعداد گل flower (no.plant ⁻¹)	وزن گل (گرم در بوته) Flower weight (g. plant ⁻¹)	تعداد کپسول در بوته Capsule (no.plant ⁻¹)	وزن کپسول (گرم در بوته) Capsule weight (g.plant ⁻¹)	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield (t.ha ⁻¹)	محتوی موسیلاژ (%) Mucilage content (%)	عملکرد موسیلاژ (کیلوگرم در هکتار) Mucilage yield (kg.ha ⁻¹)	محتوی روغن (درصد) Oil content (%)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg.ha ⁻¹)
0	92.45 c *	15.53 c	117.47 c	38.60 c	21.20 c	15.80 c	11.42 a	483.20 c	49.44 c	0.53 c	2.67 c	10.37 c	47.89 c
5	113.47 b	26.67 b	167.47 b	63.93 b	46.00 b	25.33 b	11.76 a	947.20 b	69.08 b	1.06 b	10.29 b	11.70 b	107.31 b
10	134.10 a	40.07 a	214.00 a	81.53 a	67.33 a	34.53 a	11.38 a	1730.80 a	99.87 a	1.58 a	27.64 a	13.15 a	224.09 a

سطوح کود شیمیایی (درصد از کل) Fertilizer levels (%)	ارتفاع (سانتی-متر) Height (cm)	تعداد شاخه فرعی Number of branch/ plant	تعداد گل flower (no.plant ⁻¹)	وزن گل (گرم در بوته) Flower weight (g. plant ⁻¹)	تعداد کپسول در بوته Capsule (no.plant ⁻¹)	وزن کپسول (گرم در بوته) Capsule weight (g.plant ⁻¹)	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield (t.ha ⁻¹)	محتوی موسیلاژ (%) Mucilage content (%)	عملکرد موسیلاژ (کیلوگرم در هکتار) Mucilage yield (kg.ha ⁻¹)	محتوی روغن (درصد) Oil content (%)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg.ha ⁻¹)
0	104.61 d	22.00 d	140.89 d	52.56 d	35.11 d	20.89 e	11.14 a	829.33 d	64.81 d	104.61 d	22.00 d	13.98 a	120.31 b
25	108.48 cd	25.22 c	155.78 c	57.22 c	41.55 c	23.43 d	11.48 a	936.00 c	68.53 cd	108.47 cd	25.22 c	12.73 b	124.30 ab
50	113.22 bc	28.11 bc	164.78 c	60.65 c	46.11 bc	25.31 c	11.89 a	1012.00 c	71.44 bc	113.22 bc	28.11 bc	11.92 c	125.56 ab
70	119.00 ab	29.00 b	179.33 b	65.21 b	48.11 b	27.30 b	11.54 a	1154.67 b	75.28 b	119.00 ab	29.00 b	10.72 d	130.53 ab
100	121.38 a	32.78 a	190.78 a	71.19 a	53.33 a	29.21 a	11.54 a	1336.67 a	83.89 a	121.38 a	32.78 a	9.34 e	131.41 a

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

کمپوست و کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گل ختمی بود. همچنین در شرایط عدم مصرف کود شیمیایی، افزایش مصرف کود ورمی کمپوست نقش مؤثری در بهبود شاخص‌های رشدی گل ختمی داشت. به نظر می‌رسد که در شرایط عدم مصرف کود شیمیایی اوره، کاربرد ورمی کمپوست بتواند نقش مؤثری در افزایش عملکرد گل ختمی داشته باشد و از این‌رو، جایگزینی برای این کود شیمیایی در نظر گرفته شود. علاوه بر این، به دلیل پایین بودن ماده آلی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران، می‌توان با مدیریت صحیح در استفاده از کود ورمی کمپوست به تنهایی و یا به صورت تلفیقی با کودهای شیمیایی بتوان ضمن افزایش عملکرد کمی، بهبود شاخص‌های کیفی گیاه ختمی را امکان پذیر نمود. همچنین با مدیریت این شیوه کودی می‌توان گام مهمی در راستای کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در زراعت گل ختمی برداشت.

درصد و عملکرد موسیلاژ و روغن در گیاه ختمی نیز به‌طور معنی‌دار ($p \leq 0.05$) تحت تأثیر کاربرد سطوح ورمی کمپوست و کود شیمیایی قرار گرفت. در بین سطوح کاربرد ورمی کمپوست، بیشترین افزایش در عملکرد موسیلاژ و روغن در سطح ۱۰ تن در هکتار مشاهده شد (جدول ۶). همچنین با افزایش کاربرد کود شیمیایی نیز درصد و عملکرد موسیلاژ و نیز عملکرد روغن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. با این وجود افزایش کاربرد کود شیمیایی در گیاه ختمی منجر به کاهش معنی‌دار درصد روغن شد (جدول ۶). این امر می‌تواند نشان‌دهنده واکنش منفی مقدار اسیدهای چرب در گیاه ختمی به کاربرد کودهای شیمیایی باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش حاکی از نقش مؤثر فراهمی کاربرد ورمی-

منابع

- 1- Azizi, K., and Kahrizi, D. 2008. Effect of nitrogen levels, plant density and climate on yield quantity and quality in cumin (*Cuminum cyminum* L.) under the conditions of Iran. *Asian Journal of Plant Sciences* 7: 710-716.
- 2- Biswas, D.R., and Narayanasamy, G. 2006. Rock phosphate enriched compost: An approach to improve low-grade Indian rock phosphate. *Bioresource Technology* 97: 2243-2251.
- 3- Craher, L.L., and Gardner, Z. 2005. Trends in Medicinal Plant Production. University of Massachusetts, Department of Plant, Soil and Insect Sciences 19 pp.
- 4- Darzi, M.T., Ghalavand, A., and Rejali, F. 2009. The effects of biofertilizers application on N, P, K assimilation and seed yield in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plant* 25: 1-19. (In Persian with English Summary)
- 5- Darzi, M.T., Ghalavand, A., Sefidkon, F., and Rejali, F. 2009. The effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plant* 24: 396-413. (In Persian with English Summary)
- 6- Fageria, N.K., and Baligar, V.C. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy* 88: 97-185.
- 7- Foroughifar, H., and Poor-Kasmani, M.E. 2002. *Soil Science and Management*. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran 336 pp. (In Persian)
- 8- Guarda, G., Padovan, S., and Delogu, G. 2004. Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. *European Journal of Agronomy* 21: 181-192.
- 9- Gutierrez, F.A., Santiago, J., Molina, J.A.M., Nafate, C.C., Abud, M., Llaven, M.A.O., Rincon, R., and Dendooven, L. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Bioresource Technology* 98: 2781-2786.
- 10- Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering* 33: 150-156.
- 11- Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S.H., Ding, L., Liu, Q., Liu, S., and Fan, T. 2010. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geoderma* 158: 173-180.
- 12- Malik, A.A., Suryapani, S., and Ahmad, J. 2011. Chemical Vs organic cultivation of medicinal and aromatic plants: the choice is clear. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 1: 5-13.
- 13- Mohammady Aria, M., Lakzian, A., Haghnia, G.H., Berenji, A.R., Besharati, H., and Fotovat, A. 2010. Effect of *Thiobacillus*, sulfur, and vermicompost on the water-soluble phosphorus of hard rock phosphate. *Bioresource Technology* 101: 551-554.
- 14- Mollafilabi, A., Rashed, M.H., Moodi, H., and Kafi, M. 2010. Effect of plant density and nitrogen on yield and

- yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Acta Horticulturae* 85: 115–126.
- 15- Moradi, H., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, N., and Kafi, M. 2010. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield component and essential oil of *Foeniculum vulgare* L. (fennel). *Iranian Journal of Field Crops Research* 7: 625- 635. (In Persian with English Summary)
 - 16- Padmavathiamma, P.K., Li, L.Y., and Kumari, U.R. 2008. An experimental study of vermin-biowaste composting for agriculture soil improvement. *Bioresource Technology* 99: 1672-1681.
 - 17- Raja Sekar, K., and Karmegan, N. 2010. Earthworm casts as an alternate carrier material for biofertilizers: Assessment of endurance and viability of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Rhizobiumleguminosarum*. *Scientia Horticulturae* 124: 286-289.
 - 18- Rodrigues, M.A., Pereira, A., Cabanas, J.E., Dias, L., Pires, J., and Arrobas, M. 2006. Crops use-efficiency of nitrogen from manures permitted in organic farming. *European Journal of Agronomy* 25: 328–335.
 - 19- SalehiSurmaghi, 2011. *Medicinal Plants and Phytotherapy*. World of Nutrition Press 400 pp. (In Persian)
 - 20- Sangwan, P., Kaushik, C.P., and Garg, V.K. 2008. Feasibility of utilization of horse dung spiked filter cake in vermicomposters using exotic earthworm *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology* 99: 2442-2448.
 - 21- Sing A., and Beisin S.S. 1998. Effectiveness of compost towards increasing productivity of some medicinal plants in skeletal soil. *Advances in Forestry Research in India* 18: 64-83.

Archive of SID