

## اثر کاربرد ورمی کمپوست و نیتروکسین بر عملکرد گل، اجزاء عملکرد و کیفیت اسانس گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)

کیارش مجتوبی<sup>۱</sup> و محمدتقی درزی<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه زراعت، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

پست الکترونیک: darzi@riau.ac.ir

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۶

تاریخ اصلاح نهایی: آذر ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۶

### چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر عملکرد گل، اجزاء عملکرد و کیفیت اسانس گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار در سوهانک تهران در سال ۱۳۹۳ انجام شد. تیمارها شامل ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، ۱۲ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، ۱۸ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با نیتروکسین، ۱۲ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با نیتروکسین، ۱۸ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با نیتروکسین بودند. نتایج نشان داد که تیمارها تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه، بجز میزان اسانس داشتند، به طوری که بیشترین تعداد گل در بوته (۶/۵)، وزن خشک گل (۳/۰ گرم بر بوته)، عملکرد خشک گل (۱۸۰/۲ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد اسانس (۹۰/۳۳ گرم در هکتار) و درصد آلفا-کادینول در اسانس (۲۴/۲۷٪) در تیمار کاربرد ۶ تن ورمی‌کمپوست و بیشترین درصد گاما-کادینن (۵/۴۰٪) و مورولن (۲/۶۶٪) در اسانس در تیمار مصرف تلفیقی ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار و نیتروکسین حاصل گردید. همچنین بیشترین وزن خشک بوته (۱۳/۰ گرم بر بوته) و درصد ویریدی فلورن (۹/۸۱٪) در اسانس در تیمار مصرف ۱۲ تن ورمی‌کمپوست در هکتار و بیشترین درصد کادینن (۱۶/۰۶٪) در اسانس در تیمار مصرف ۱۸ تن ورمی‌کمپوست در هکتار بدست آمد. در مجموع، بیشترین عملکرد گل و اسانس و درصد آلفا-کادینول در اسانس با مصرف ۶ تن ورمی‌کمپوست حاصل شد. واژه‌های کلیدی: همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)، کود آلی، کود زیستی، عملکرد اسانس، درصد آلفا-کادینول.

### مقدمه

درمان بیماری‌های پوستی و التهابی کاربرد فراوانی دارد (Kumar et al., 2010؛ Soltani et al., 2014). استفاده از کودهای آلی و زیستی مانند ورمی‌کمپوست و باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در سیستم‌های کشاورزی پایدار و آلی ضمن بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، نقش مهمی در باروری پایدار خاک ایفاء کرده و کمیت و کیفیت محصول به‌ویژه در تولید گیاهان دارویی را افزایش می‌دهد (Sharma, 2002؛ Rezvani Moghaddam et al., 2015).

همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) گیاهی معطر و یک‌ساله از خانواده کاسنی (Asteraceae) است که منشأ آن نواحی مدیترانه‌ای می‌باشد. گل‌های این گیاه به رنگ زرد یا نارنجی و حاوی مواد مؤثره اسانس، فلاونوئید، ساپونین و کاروتنوئید بوده و دارای اثرات درمانی ضدالتهاب، التیام زخم، میکروب‌کشی و ضدتشنج است (Omidbaigi, 2003؛ Khalid et al., 2006). امروزه مواد مؤثره همیشه بهار در

شاهد بودند. آنان بیان کردند که آزادسازی تدریجی عناصر غذایی از منابع آلی و زیستی که متناسب با مراحل رشدی گیاه می‌باشد باعث افزایش میزان آنتول و بهبود کیفیت اسانس گردید. در دو پژوهش دیگر که روی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) و بادرنجویه (*Melissa officinalis* L.) در شرایط مزرعه‌ای انجام شد، مصرف تلفیقی کودهای آلی و زیستی موجب افزایش کیفیت اسانس گردید (Darzi & Harshavardhan *et al.*, 2007; Haj Seyed Hadi, 2014).

هدف از انجام این پژوهش، مطالعه تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر عملکرد گل و کیفیت اسانس گیاه دارویی همیشه‌بهار بود.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار سال ۱۳۹۳ در سوهانک شمیران با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۸۰۰ متر از سطح دریا و میانگین بارش سالیانه ۲۲۰ میلی‌متر اجرا شد. ابتدا از خاک مزرعه، یک نمونه ترکیبی تصادفی (از عمق ۳۰-۳۰ سانتی‌متری) برای ارائه به آزمایشگاه خاک‌شناسی تهیه شد و مشخص گردید که بافت خاک لوم ماسه‌ای و pH آن، ۸/۳۱ می‌باشد (جدول ۱).

پژوهش براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، ۱۲ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، ۱۸ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با کود زیستی نیتروکسین، ۱۲ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با نیتروکسین و ۱۸ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با نیتروکسین بودند.

در رابطه با پژوهش‌های انجام شده درباره کاربرد کودهای آلی و زیستی بر عملکرد و ماده مؤثره گیاهان دارویی، Kheiry و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی زراعی بر روی همیشه‌بهار نشان دادند که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش تعداد گل و وزن خشک گل نسبت به تیمار شاهد شد. در آزمایشی دیگر Hosseini و Hadipour (۲۰۱۴) ملاحظه کردند که کاربرد ۲۰ تن کود دامی در مقایسه با تیمار شاهد، موجب افزایش عملکرد خشک گل و درصد آلفا-کادینول و مورولول اسانس در همیشه‌بهار شد. در پژوهشی بر روی گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey) مشاهده شد که مصرف ۷ تن ورمی‌کمپوست موجب افزایش تعداد گل و وزن خشک گل در بوته گردید (Amiri *et al.*, 2016). پژوهشگران بیان کردند که مصرف ورمی‌کمپوست از طریق بهبود جذب عناصر غذایی، سبب افزایش فتوسنتز و ماده خشک گیاهی و متعاقب آن، افزایش تعداد گل و وزن خشک گل شد. در چند پژوهش روی همیشه‌بهار نشان داده شد که مصرف ورمی‌کمپوست موجب افزایش بارز عملکرد گل گردید (Rezaei & Baradaran, 2013; Shekofteh & Arabnejad, 2017; Vojodi *et al.*, 2017). نتایج پژوهش‌های انجام شده بر روی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.)، بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) و انیسون (*Pimpinella anisum* L.) مؤید بهبود چشمگیر عملکرد اسانس به ترتیب در اثر مصرف ۱۰، ۱۲ و ۱۰ تن ورمی‌کمپوست بود (Haj Khealesro *et al.*, 2011; Darzi & Haj Seyed Seyed Hadi & Rezaei Ghale, 2016; Hadi, 2016). Moradi و همکاران (۲۰۱۱) نیز در بررسی گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) شاهد افزایش کیفیت اسانس (درصد آنتول اسانس) در تیمار مصرف تلفیقی ورمی‌کمپوست و کود زیستی تثبیت‌کننده نیتروژن در مقایسه با

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش و ورمی‌کمپوست

پتاسیم	فسفر	نیتروژن کل	ماده آلی	هدایت الکتریکی	واکنش خاک	بافت	
mg/kg		%		(dS/m)			
۱۰۳/۲	۲۲	۰/۰۴	۰/۴۶	۰/۹۱	۸/۳۱	لوم شنی	خاک
۶۴۰۰	۵۷۰۰	۱/۰۸	۲۸/۵	۱/۹۱	۹/۱۴	-	ورمی‌کمپوست

نیتروکسین مصرفی که از شرکت زیست فناوری مهرآسیا تهیه گردید، محلولی حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن به نام‌های *Azotobacter chroococcum* و *Azospirillum lipoferum* بود که در هر میلی‌لیتر از آنها در حدود  $10^8$  باکتری فعال وجود داشت. بذرها همیشه بهار مورد استفاده در این تحقیق نیز، که یک اکوتیپ بود، از شرکت کشاورزی گیاه‌گستر اصفهان تهیه شد.

به منظور اجرای آزمایش، اندازه هر کرت به ابعاد  $3 \times 2$  متر حاوی ۶ ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۴۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر لحاظ گردید (Vojodi et al., 2017). فاصله بین کرت‌ها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. کاشت همیشه بهار و اعمال تیمارهای آزمایشی در بهار انجام شد. ابتدا بذرها اواسط اسفند ۱۳۹۲ در محیط گلخانه کشت و ۲۷ فروردین ۱۳۹۳ پس از رسیدن به مرحله سه برگی به زمین اصلی منتقل شدند. یک هفته قبل از انتقال نشاءها، برای اعمال تیمارهای ورمی‌کمپوست (جدول ۲)، در وسط هر خط کشت، شیاری در سراسر پشته ایجاد گردید و مقادیر ورمی‌کمپوست را درون شیاری ریخته و به خوبی با خاک مخلوط گردید. عملیات آبیاری که به صورت جوی و پشته‌ای بود، در ابتدا هر ۲ روز یک‌بار و پس از مستقر شدن بوته‌ها با توجه به شرایط اقلیمی منطقه هر ۶ روز یک‌بار انجام شد.

کرت‌های حاوی تیمار نیتروکسین (به میزان دو لیتر در هکتار) نیز قبل از مرحله گلدهی توسط کود مذکور محلول‌پاشی (روی بوته و پای بوته در سطح خاک) شدند. عملیات مبارزه با علف‌های هرز مزرعه در چهار نوبت به روش مکانیکی و با دست انجام شد.

در این تحقیق صفات تعداد گل در بوته، وزن خشک بوته، وزن خشک گل در بوته، عملکرد خشک گل، میزان اسانس، عملکرد اسانس و درصد آلفا-کادینول، کادینن، گاما-کادینن، ویریدی فلورن و مورولن در اسانس مورد بررسی قرار گرفتند. برداشت نهایی در مرحله گلدهی کامل و به مساحت یک مترمربع در هر کرت آزمایشی و با در نظر گرفتن اثر حاشیه انجام شد. برای اندازه‌گیری تعداد گل در بوته، از میانگین تعداد

گل پنج گیاه در هر کرت در مرحله گلدهی کامل استفاده شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک گل و وزن خشک بوته، پنج گیاه در هر کرت برداشت شد، به طوری که برای تعیین وزن خشک گلها و بوته، درون آن به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (Kapoor et al., 2004). به منظور تعیین عملکرد خشک گل در واحد سطح، از خطوط میانی هر کرت برابر یک مترمربع بوته در مرحله گلدهی کامل به روش دستی برداشت گردید. سپس گل‌های آنها جدا و بعد در هوای آزاد و در سایه خشک و توزین شد و در پایان عملکرد خشک گل در واحد سطح محاسبه گردید. به منظور تعیین میزان اسانس، از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۱۰۰ گرمی از گل‌های خشک شده در هوای آزاد تهیه کرده که بعد از خرد کردن به مدت ۲ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب به وسیله دستگاه کلونجر (Clevenger) اسانس‌گیری شد (Sefidkon, 2001; Kapoor et al., 2004). درصد اسانس نیز پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات سدیم خشک محاسبه گردید. عملکرد اسانس نیز به کمک حاصل‌ضرب عملکرد خشک گل و درصد اسانس بدست آمد. برای شناسایی اجزای تشکیل‌دهنده اسانس و تعیین درصد ترکیب‌های عمده موجود در آن شامل آلفا-کادینول، کادینن، گاما-کادینن، ویریدی فلورن و مورولن به ترتیب از دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی با طیف‌سنج جرمی (GC/Mass) (مدل Agilent 5973، ساخت کشور آمریکا) و کروماتوگرافی گازی (GC) (مدل Younglin Acme 6000، ساخت کشور کره جنوبی) پژوهش‌کننده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی کرج استفاده گردید. ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس با استفاده از زمان بازداری ترکیب‌ها، اندیس بازداری طیف جرمی و مقایسه این پارامترها با ترکیب‌های استاندارد یا اطلاعات موجود در کتابخانه شناسایی شدند (Adams, 2001).

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ استفاده گردید و مقایسه میانگین تیمارها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کاربرد کود ورمی کمپوست و نیتروکسین بر صفات مورد مطالعه در همیشه بهار

میانگین مربعات (MS)											درجه آزادی (df)	منابع تغییرات (S. O. V)
درصد مورولن	درصد ویریدی فلورن	درصد گاما-کادینن	درصد کادینن	درصد آلفا-کادینول	عملکرد اسانس	میزان اسانس	عملکرد خشک گل	وزن خشک گل	وزن خشک بوته	تعداد گل در بوته		
۰/۰۰۶ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۹۶ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۵۰ ns	۶۸/۳۸ ns	۰/۰۰۶ ns	۲۷۵/۸ ns	۰/۲۷۵ ns	۶/۵۰۰ ns	۱/۰۰۳ ns	۲	تکرار
۰/۲۵۷**	۶/۱۲۰**	۱/۹۳۲**	۱۰/۱۱**	۱۱۳/۴**	۱۱۹۰/۸**	۰/۰۰۲ ns	۴۷۳۱/۹**	۰/۶۲۷**	۹/۷۰۰*	۳/۸۷۲**	۵	تیمار کودی
۰/۰۴۳	۰/۳۸۴	۰/۱۰۲	۱/۱۹۸	۲/۳۰۰	۱۹۷/۵	۰/۰۰۱	۷۹۷/۹	۰/۰۸۸	۲/۵۰۰	۰/۴۲۹	۱۰	خطای آزمایش
۸/۹	۷/۲	۷/۶	۸/۲	۸/۴	۲۰/۹	۲۴/۲	۲۱/۱	۱۳/۱	۱۵/۱	۱۳/۲	-	ضریب تغییرات (%)

ns. \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطوح ۵٪ و ۱٪ احتمال

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر مقادیر مختلف کودهای آلی و زیستی بر صفات مورد مطالعه

صفات										
درصد مورولن	درصد ویریدی فلورن	درصد گاما-کادینن	درصد کادینن	درصد آلفا-کادینول	عملکرد اسانس (گرم در هکتار)	عملکرد خشک گل (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک گل در بوته (گرم بر بوته)	وزن خشک بوته	تعداد گل در بوته	تیمارها
۲/۱۰ b	۶/۳۴ b	۴/۱۴ c	۱۱/۰۵ b	۲۴/۲۷ a	۹۰/۳۳ a	۱۸۰/۲ a	۳/۰ a	۱۱/۶ ab	۶/۵ a	۶ تن ورمی کمپوست
۲/۱۶ b	۹/۸۱ a	۳/۰۹ d	۱۲/۷۰ b	۱۲/۵۵ b	۷۱/۳۳ ab	۱۴۲/۰ ab	۲/۳ b	۱۳/۰ a	۳/۶ c	۱۲ تن ورمی کمپوست
۲/۷۵ a	۹/۴۷ a	۴/۷۳ b	۱۶/۰۶ a	۱۲/۹۲ b	۶۰/۰ b	۱۱۹/۶ b	۱/۷ c	۱۰/۶ abc	۴/۸ bc	۱۸ تن ورمی کمپوست
۲/۶۶ a	۷/۱۲ b	۵/۴ a	۱۴/۹۲ a	۲۲/۸۸ a	۶۸/۳۳ ab	۱۳۶/۸ ab	۱/۸ bc	۱۰/۶ abc	۴/۹ bc	۶ تن ورمی کمپوست + نیتروکسین
۲/۱۴ b	۹/۰۸ a	۳/۷ c	۱۲/۶۴ b	۲۳/۱۴ a	۳۲/۳۳ c	۶۴/۵ c	۲/۳ b	۸/۰ c	۳/۸ c	۱۲ تن ورمی کمپوست + نیتروکسین
۲/۱۷ b	۹/۳۰ a	۴/۰۸ c	۱۲/۴۲ b	۱۱/۳۶ b	۸۰/۰ ab	۱۵۹/۲ ab	۲/۴ b	۹/۰ bc	۶/۰ ab	۱۸ تن ورمی کمپوست + نیتروکسین

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

## نتایج

### تعداد گل در بوته

اثر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی بر تعداد گل در بوته معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها، اختلاف قابل توجهی را بین آنها نشان داد، به نحوی که تعداد گل در بوته در تیمار کاربرد ۶ تن ورمی کمپوست (۶/۵ گل) اختلاف آماری با تیمار مصرف تلفیقی ۱۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۶/۰ گل) نداشت و به صورت بارزی بیشتر از بقیه تیمارها بود، به نحوی که نسبت به تیمارهای مصرف تلفیقی ۶ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۴/۹ گل) و مصرف ۱۸ تن ورمی کمپوست (۴/۸ گل)، حدود ۳۳٪ بیشتر و نسبت به تیمارهای مصرف ۱۲ تن ورمی کمپوست (۳/۶ گل) و مصرف تلفیقی ۱۲ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۳/۸ گل)، حدود ۷۱٪ بیشتر بود (جدول ۳).

### وزن خشک بوته

تأثیر تیمارهای کود آلی و زیستی بر وزن خشک بوته معنی دار شد (جدول ۲) و مقایسه میانگینها اختلاف چشمگیری را بین آنها نشان داد، به طوری که وزن خشک بوته در حالت کاربرد ۱۲ تن ورمی کمپوست (۱۳/۰ گرم) در مقایسه با تیمارهای مصرف تلفیقی ۱۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۹/۰ گرم) و مصرف تلفیقی ۱۲ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۸/۰ گرم) به ترتیب حدود ۴۴٪ و ۶۲٪ بیشتر بود و با سایر تیمارها به ویژه تیمار مصرف ۶ تن ورمی کمپوست (۱۱/۶ گرم) اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳).

### وزن خشک گل

تأثیر تیمارهای مختلف ورمی کمپوست و نیتروکسین بر وزن خشک گل معنی دار شد (جدول ۲)، به طوری که مقایسه میانگینها نشان داد که وزن خشک گل در تیمار مصرف ۶ تن ورمی کمپوست (۳/۰۰ گرم) در مقایسه با سایر تیمارها برتری معنی داری داشت و به ویژه نسبت به دو تیمار مصرف

۱۸ تن ورمی کمپوست (۱/۷۰ گرم) و کاربرد تلفیقی ۶ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۱/۸۶ گرم) به ترتیب در حدود ۷۶٪ و ۶۱٪ بیشتر بود (جدول ۳).

### عملکرد خشک گل

در این آزمایش، عملکرد خشک گل هم تحت تأثیر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان دهنده تفاوت معنی داری در بین آنها بود، به نحوی که عملکرد خشک گل در تیمار مصرف ۶ تن ورمی کمپوست (۱۸۰/۲ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمارهای مصرف ۱۸ تن ورمی کمپوست (۱۱۹/۶ کیلوگرم در هکتار) و کاربرد تلفیقی ۱۲ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۶۴/۵ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در حدود ۵۱٪ و ۱۷۹٪ بیشتر بود و با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳).

### میزان اسانس

تأثیر تیمارهای مختلف کاربرد ورمی کمپوست و نیتروکسین بر میزان اسانس معنی دار نشد (جدول ۲).

### عملکرد اسانس

تأثیر تیمارهای کود آلی و زیستی بر عملکرد اسانس معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها، اختلاف قابل توجهی را بین آنها نشان داد، به نحوی که عملکرد اسانس در تیمار کاربرد ۶ تن ورمی کمپوست (۹۰/۳۳ گرم در هکتار) در مقایسه با تیمارهای مصرف ۱۸ تن ورمی کمپوست (۶۰/۰۰ گرم در هکتار) و کاربرد تلفیقی ۱۲ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۳۲/۳۳ گرم در هکتار) به ترتیب حدود ۵۱٪ و ۱۷۹٪ بیشتر بود و با سایر تیمارها تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۳).

### درصد آلفا-کادینول در اسانس

تأثیر تیمارهای کود آلی و زیستی بر درصد آلفا-کادینول در اسانس معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها،

آنها بود، به نحوی که درصد ویریدی فلورن در تیمار مصرف ۱۲ تن ورمی کمپوست (۹/۸۱٪) در مقایسه با تیمارهای مصرف ۶ تن ورمی کمپوست (۶/۳۴٪) و کاربرد تلفیقی ۶ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۷/۱۲٪) به ترتیب در حدود ۵۵٪ و ۳۸٪ بیشتر بود و با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳).

#### درصد مورولن در اسانس

اثر تیمارهای کود آلی و زیستی بر درصد مورولن در اسانس معنی دار شد (جدول ۲) و مقایسه میانگین‌ها اختلاف چشمگیری را بین آنها نشان داد، به طوری که درصد مورولن در حالت کاربرد تلفیقی ۶ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۲/۶۶٪) در مقایسه با تیمار مصرف ۱۸ تن ورمی کمپوست (۲/۷۵٪) اختلاف معنی داری نداشت ولی برتری معنی داری نسبت به سایر تیمارها داشت، به ویژه نسبت به تیمار مصرف ۶ تن ورمی کمپوست (۲/۱۰٪) در حدود ۲۷٪ بیشتر بود (جدول ۳).

#### همبستگی بین صفات

نتایج حاصل از همبستگی بین صفات (جدول ۴) نشان داد که بین عملکرد خشک گل با تعداد گل در بوته ( $r=0/50^*$ ) همبستگی مثبت معنی دار وجود دارد. همچنین، بین عملکرد اسانس با تعداد گل در بوته ( $r=0/50^*$ ) و عملکرد خشک گل ( $r=0/99^{**}$ ) همبستگی مثبت معنی دار وجود دارد. بین درصد کادینن در اسانس با وزن خشک گل ( $r=-0/69^{**}$ ) همبستگی منفی معنی دار وجود دارد. بین درصد ویریدی فلورن با تعداد گل در بوته ( $r=-0/48^*$ )، درصد آلفا-کادینول ( $r=-0/76^{**}$ ) و درصد گاما-کادینن ( $r=-0/50^*$ ) در اسانس همبستگی منفی معنی دار وجود دارد و بین درصد مورولن با وزن خشک گل ( $r=-0/65^{**}$ )، درصد کادینن ( $r=-0/67^{**}$ ) و درصد گاما-کادینن ( $r=-0/67^{**}$ ) در اسانس همبستگی منفی معنی دار وجود دارد.

اختلاف قابل توجهی را بین آنها نشان داد، به نحوی که درصد آلفا-کادینول در تیمار مصرف ۶ تن ورمی کمپوست (۲۴/۲۷٪) در مقایسه با تیمارهای مصرف ۱۲ تن ورمی کمپوست (۱۲/۵۵٪)، مصرف ۱۸ تن ورمی کمپوست (۱۲/۹۲٪) و کاربرد تلفیقی ۱۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۱۱/۳۶٪) به ترتیب در حدود ۹۳٪، ۸۷٪ و ۱۱۴٪ بیشتر بود (جدول ۳).

#### درصد کادینن در اسانس

تأثیر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی بر درصد کادینن در اسانس معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها، اختلاف قابل توجهی را بین آنها نشان داد، به نحوی که درصد کادینن در تیمار کاربرد ۱۸ تن ورمی کمپوست (۱۸/۰۶٪) اختلاف معنی داری را با تیمار مصرف تلفیقی ۶ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۱۴/۹۲٪) نداشت ولی برتری محسوسی نسبت به سایر تیمارها داشت، به ویژه نسبت به تیمار مصرف ۶ تن ورمی کمپوست (۱۱/۰۵٪) در حدود ۶۳٪ بیشتر بود (جدول ۳).

#### درصد گاما-کادینن در اسانس

تأثیر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی بر درصد گاما-کادینن در اسانس معنی دار شد (جدول ۲)، به طوری که مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد گاما-کادینن در تیمار مصرف تلفیقی ۶ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۵/۴۰٪) در مقایسه با سایر تیمارها تفاوت معنی داری داشت، به ویژه نسبت به دو تیمار مصرف ۱۲ تن ورمی کمپوست (۳/۰۹٪) و کاربرد تلفیقی ۱۲ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۳/۷۰٪) به ترتیب در حدود ۷۵٪ و ۴۶٪ بیشتر بود (جدول ۳).

#### درصد ویریدی فلورن در اسانس

در این آزمایش، درصد ویریدی فلورن هم تحت تأثیر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان دهنده تفاوت معنی داری در بین

جدول ۴- ضریب همبستگی بین صفات در تیمارهای مختلف کودهای آلی و زیستی

مورولن	ویریدی فلورن	گاما-کادینن	کادینن	آلفا-کادینول	عملکرد اسانس	میزان اسانس	عملکرد خشک گل	وزن خشک گل	وزن خشک بوته	تعداد گل در بوته	
										۱	تعداد گل در بوته
									۱	۰/۰۴ ns	وزن خشک بوته
								۱	۰/۲۸ ns	۰/۳۴ ns	وزن خشک گل
							۱	۰/۲۴ ns	۰/۴۱ ns	۰/۵۰*	عملکرد خشک گل
						۱	۰/۲۱ ns	-۰/۲۳ ns	۰/۰۰۱ ns	-۰/۱۱ ns	میزان اسانس
					۱	۰/۲۱ ns	۰/۹۹**	۰/۲۴ ns	۰/۴۱ ns	۰/۵۰*	عملکرد اسانس
				۱	-۰/۱۷ ns	-۰/۱۰ ns	-۰/۱۶ ns	۰/۲۷ ns	-۰/۰۸ ns	۰/۱۰ ns	آلفا-کادینول
			۱	-۰/۲۳ ns	-۰/۲۲ ns	-۰/۰۶ ns	-۰/۲۲ ns	-۰/۶۹**	۰/۰۵ ns	-۰/۱۹ ns	کادینن
		۱	۰/۲۸ ns	۰/۰۴ ns	-۰/۲۲ ns	۰/۱۰ ns	۰/۰۴ ns	-۰/۴۲ ns	-۰/۰۷ ns	۰/۲۴ ns	گاما-کادینن
	۱	-۰/۵۰*	۰/۲۴ ns	-۰/۷۶**	-۰/۳۰ ns	۰/۰۱ ns	۰/۳۰ ns	-۰/۲۹ ns	-۰/۰۸ ns	-۰/۴۸*	ویریدی فلورن
۱	-۰/۰۵ ns	۰/۶۷**	۰/۶۷**	-۰/۰۰۹ ns	-۰/۱۵ ns	-۰/۲۱ ns	-۰/۱۵ ns	-۰/۶۵**	۰/۰۵ ns	-۰/۱۰ ns	مورولن

ns و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطوح ۵٪ و ۱٪ احتمال

## بحث

می‌توان بیان کرد که تیمار مصرف ۶ تن ورمی‌کمپوست، از طریق عرضه به موقع و بهبود جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و فسفر، نقش مؤثری در افزایش مناسب خصوصیات رشد رویشی مانند تعداد گل در بوته گیاه همیشه‌بهار در شرایط این آزمایش ایفاء کرده باشد. با توجه به جدید بودن گیاهان دارویی و حفظ ویژگی‌های طبیعی و ذاتی آنها و ازجمله همیشه‌بهار و نیز تمایل کمتر به کودپذیری (Fallahi et al., 2008)، به نظر می‌رسد کاربرد ۶ تن ورمی‌کمپوست در مقایسه با مقادیر بیشتر آن (۱۲ و ۱۸ تن ورمی‌کمپوست) در وضعیت این پژوهش، بهتر توانسته است پاسخگوی نیاز غذایی گیاه و بهبود ویژگی‌های رشدی مانند تعداد گل در بوته باشد و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه است. در همین رابطه، Rezaei و Baradaran (۲۰۱۳) مشاهده کردند که کاربرد ۲ تن ورمی‌کمپوست (حاوی ۱/۶٪ نیتروژن)، اثر بارز و معنی‌داری بر روی تعداد گل در بوته همیشه‌بهار داشت. آنان بیان کردند که احتمالاً مصرف مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز تدارک جذب بیشتر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی شده که این مسئله در نهایت به افزایش گلدهی می‌انجامد. یافته‌های Kheiry و همکاران (۲۰۱۶) روی همیشه‌بهار، Forouzandeh و همکاران (۲۰۱۲) روی نعناع (*Mentha piperita* L.)، Darzi و Haj Seyed Hadi (۲۰۱۲) روی شوید (*Anethum graveolens* L.) و Amiri و همکاران (۲۰۱۶) روی گاوزبان ایرانی به ترتیب حکایت از افزایش تعداد گل در اثر کاربرد ۱۵ تن ورمی‌کمپوست، بهبود تعداد پنجه در گیاه در اثر مصرف ۳۰ تن کمپوست، افزایش تعداد چتر در بوته در اثر مصرف ۸ تن ورمی‌کمپوست و افزایش تعداد گل در بوته در اثر مصرف ۷ تن ورمی‌کمپوست داشت.

در رابطه با افزایش معنی‌دار وزن خشک بوته در تیمارهای مصرف ورمی‌کمپوست (۶ و ۱۲ تن در هکتار)،

می‌توان بیان کرد که کاربرد این کود آلی از راه بهبود مواد آلی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و زیستی خاک، می‌تواند موجب بهبود رشد و به‌دنبال آن افزایش وزن خشک گردد (Aranya et al., 2006؛ Arancon et al., 2005). در همین راستا Razipour و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی روی گیاه بادرنجبویه، شاهد افزایش وزن خشک اندام هوایی با مصرف ۲۰ تن کود دامی در مقایسه با شاهد بودند. نتایج دو پژوهش انجام شده روی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) نیز حکایت از افزایش وزن خشک بوته در اثر مصرف کمپوست و ورمی‌کمپوست داشت (Shirzadi et al., 2014؛ Mottaghian et al., 2013).

افزایش وزن خشک گل در تیمار مصرف ۶ تن ورمی‌کمپوست را می‌توان به اثر مثبت آن بر خواص فیزیکی و وضعیت عناصر معدنی خاک و به‌دنبال آن فراهمی مناسب آب و عناصر غذایی گیاه در مرحله گلدهی نسبت داد. در همین رابطه، Amiri و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی روی گاوزبان ایرانی گزارش کردند که کاربرد ۷ تن ورمی‌کمپوست از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و بهبود جذب عناصر غذایی، سبب افزایش فتوسنتز و ماده خشک گیاهی و متعاقب آن، افزایش وزن خشک گل گردید. همچنین در دو تحقیق دیگر، Kheiry و همکاران (۲۰۱۶) و Hosseini و Hadipour (۲۰۱۴) شاهد بهبود وزن خشک گل همیشه‌بهار به ترتیب با مصرف ۵ تن ورمی‌کمپوست و ۲۰ تن کود دامی بودند.

افزایش عملکرد خشک گل در تیمار مصرف ۶ تن ورمی‌کمپوست نسبت به سایر تیمارهای منفرد و تلفیقی کود آلی و زیستی، به تأثیر مثبت و معنی‌دار کاربرد مقدار مناسب و کافی ورمی‌کمپوست، بر ویژگی‌های عملکردی شامل تعداد گل، وزن خشک گل و وزن خشک بوته مربوط می‌باشد. در همین ارتباط، Shekofteh و Arabnejad (۲۰۱۷) در پژوهشی بر روی همیشه‌بهار مشاهده کردند که مصرف ورمی‌کمپوست سبب افزایش عملکرد گل گردید. آنان بیان کردند که تأثیر ورمی‌کمپوست روی رشد گیاه را نمی‌توان تنها به دلیل افزایش قابلیت دسترسی عنصرهایی مانند



آنتاگونیستیک بین باکتری‌های مذکور شده که این مسئله موجب اثرگذاری کمتر از حد انتظار روی عملکرد خشک گل گردیده است. در همین رابطه، در دو تحقیق جداگانه، Moradi و همکاران (۲۰۱۰) و Darzi و Haj Seyed Hadi (۲۰۱۷) شاهد اثرات کاهنده به ترتیب مصرف مخلوط باکتریهای ازتوباکتر و سودوموناس بر عملکرد اقتصادی رازیانه و مصرف تلفیقی کود زیستی نیتروکسین و ورمی کمپوست بر عملکرد سرشاخه گلدار بادربشی بودند.

بنابراین با توجه به بیشتر بودن عملکرد خشک گل در تیمار مصرف ۶ تن ورمی کمپوست و عدم معنی دار بودن میزان اسانس، از این رو می‌توان انتظار داشت که عملکرد اسانس در تیمار مذکور، به صورت بارزی بیشتر از سایر تیمارها باشد. در همین رابطه، پژوهش‌های Haj Seyed Hadi و Rezaei Ghale (۲۰۱۶) روی بابونه و Darzi و Haj Seyed Hadi (۲۰۱۶) روی بادربشی نشان داد که مصرف به ترتیب ۱۲ و ۱۰ تن ورمی کمپوست سبب افزایش عملکرد اسانس گردید. یافته‌های یک پژوهش روی گیاه انیسون نیز آشکار کرد که مصرف ورمی کمپوست (۵ و ۱۰ تن در هکتار) در مقایسه با شاهد (عدم مصرف)، سبب افزایش عملکرد اسانس شد (Khalessro *et al.*, 2011).

آلفا-کادینول عمده‌ترین ترکیب اسانس همیشه‌بهار می‌باشد که نقش بارزی در کیفیت اسانس این گیاه دارد. در این آزمایش، بیشترین میزان آلفا-کادینول در تیمار کمترین میزان مصرف ورمی کمپوست یعنی ۶ تن ورمی کمپوست حاصل گردید که از نظر اقتصادی نیز قابل توجه بوده و مبین تأثیر مثبت این کود آلی بر افزایش کیفیت اسانس گیاهان دارویی می‌باشد (Anwar *et al.*, 2005؛ Moradi *et al.*, 2011؛ Darzi *et al.*, 2016). یافته‌های Hosseini و همکاران (۲۰۱۱) روی انیسون و Makkizadeh Tafti و همکاران (۲۰۱۲) روی ریحان به ترتیب حکایت از افزایش درصد آلفا-کادینول اسانس در اثر مصرف ۲۰ تن کود دامی، افزایش درصد آنتول اسانس در اثر کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست و افزایش درصد متیل کاپیکول اسانس در

نیتروژن، فسفر و پتاسیم ربط داد، بلکه ترکیب‌های دیگری مانند تنظیم‌کننده‌های رشد از جمله هورمون‌های رشد گیاهی و اسید هومیک نیز نقش بسزایی در افزایش زیست توده و عملکرد زایشی دارند. همچنین Vojodi و همکاران (۲۰۱۷)، Rezaei و Baradaran (۲۰۱۳)، Rezvani و Moghaddam و همکاران (۲۰۱۵) و Hosseini و Hadipour (۲۰۱۴) در پژوهش‌های خود روی همیشه‌بهار، شاهد افزایش عملکرد گل در اثر مصرف به ترتیب ۱/۳ و ۲ تن ورمی کمپوست، ۱۰ تن کود مرغی و ۲۰ تن کود دامی بودند. در تحقیقات روی سایر گیاهان دارویی نیز، به نقش کود آلی ورمی کمپوست در افزایش عملکرد محصول (گل و سرشاخه گلدار) گیاهان دارویی بابونه و بادربشی اشاره شده است (Darzi & Haj Seyed Hadi, 2016؛ Salehi *et al.*, 2016؛ Haj Seyed Hadi & Rezaei Ghale, 2016). همچنین همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، به نظر می‌رسد به دلیل کودپذیری پایین گیاهان دارویی و جدید مانند همیشه‌بهار در مقایسه با گیاهان زراعی اصلاح شده، مصرف ۶ تن ورمی کمپوست در مقایسه با مقادیر بیشتر آن، نیاز غذایی گیاه را در شرایط این تحقیق تأمین کرده باشد. ضمن اینکه قیمت نسبتاً گران ورمی کمپوست، موجب شده که کمترین میزان مصرف (۶ تن ورمی کمپوست) نیز از نظر اقتصادی به شکل قابل توجهی مقرون به صرفه باشد. علاوه بر این، امکان دارد که مصرف مقادیر بیشتر ورمی کمپوست (۱۲ و ۱۸ تن در هکتار) دارای اثر بازدارنده و منفی (Saeid Nejad & Rezvani Moghaddam, 2011) بر روی استقرار و رشد گیاهچه‌های همیشه‌بهار باشد. نتیجه پژوهش Darzi و Haj Seyed Hadi (۲۰۱۲) روی شوید که حکایت از برتری عملکرد دانه در تیمار مصرف ۸ تن ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار ۱۲ تن ورمی کمپوست دارد، به همین موضوع اشاره دارد. درباره پایین بودن عملکرد خشک گل در تیمارهای مصرف تلفیقی ورمی کمپوست و نیتروکسین، می‌توان بیان کرد که احتمالاً حضور توأم باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در کنار ورمی کمپوست در این آزمایش، منجر به یک اثر منفی و

عملکرد اسانس به‌طور بسیار معنی‌داری به عملکرد گل خشک وابسته‌تر از میزان اسانس می‌باشد. همچنین بین درصد ویریدی فلورن با درصد گاما-کادینن و به‌ویژه درصد آلفا-کادینول در اسانس، همبستگی منفی وجود دارد. به عبارت دیگر، با افزایش درصد گاما-کادینن و آلفا-کادینول، درصد ویریدی فلورن در اسانس کاهش یافت. در همین رابطه، در تحقیقات Akbarinia و همکاران (۲۰۰۴) روی زنیان، Darzi و همکاران (۲۰۰۹) روی رازیانه و Hamisi و همکاران (۲۰۱۲) روی بابونه کبیر ( *Tanacetum parthenium* L.)، مشاهده شد که افزایش درصد برخی اجزاء اسانس، موجب کاهش درصد برخی دیگر از اجزاء اسانس گردید.

براساس نتایج حاصل از این پژوهش، بیشترین عملکرد خشک گل، عملکرد اسانس و درصد آلفا-کادینول در اسانس گیاه همیشه‌بهار در تیمار مصرف ۶ تن ورمی‌کمپوست و بیشترین ترکیب‌های اسانس در تیمار مصرف تلفیقی ۶ تن ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بدست آمد. در مجموع تیمار مصرف ۶ تن ورمی‌کمپوست که از نظر اقتصادی نیز قابل توجیه و مقرون به صرفه بوده به‌عنوان تیمار برتر در شرایط این آزمایش معرفی می‌گردد.

#### منابع مورد استفاده

- Adams, R.P., 2001. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Allured Publishing Corporation Carol Stream, 804p.
- Akbarinia, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F., Rezaee, M.B. and Sharifi Ashoorabadi, E., 2004. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixture of them on seed yield and main, compositions of essential oil of Ajowan (*Trachyspermum copticum*). Pajouhesh & Sazandegi, 61: 32-41.
- Amiri, M.B., Rezvani Moghaddam, P. and Jahan, M., 2016. Comparison of organic and chemical fertilizers in different densities of *Echium amoenum* under conditions of Mashhad. Journal of Horticultural Science, 30(3): 555-573.
- Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A. and Khanuja, S.P.S., 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and

اثر مصرف ۲۰ تن ورمی‌کمپوست داشت که با نتیجه این تحقیق همخوانی دارد. همچنین تیمار مصرف تلفیقی کمترین میزان ورمی‌کمپوست (۶ تن) و نیتروکسین دارای درصد قابل توجهی کادینن، گاما-کادینن و مورولن در اسانس نسبت به سایر تیمارها بود و از نظر درصد آلفا-کادینول نیز تفاوت آماری با تیمار ۶ تن ورمی‌کمپوست نداشت و در مقایسه با بقیه تیمارهای کود آلی و زیستی چه از نظر درصد ترکیب مذکور و چه از نظر صرفه‌جویی اقتصادی در مقدار مصرف ورمی‌کمپوست برتری داشت. بنابراین به نظر می‌رسد بهبود ترکیب‌های نامبرده در تیمار مصرف تلفیقی ۶ تن ورمی‌کمپوست و نیتروکسین، علاوه بر تأثیر تغذیه‌ای افزایشی و تشدیدکننده دو کود آلی و زیستی بر فراهم کردن وضعیت مناسب برای آزادسازی و جذب مطلوب عناصر معدنی، می‌تواند به‌دلیل تقلیل محسوس درصد ویریدی فلورن اسانس در این تیمار نیز باشد. در همین رابطه در پژوهشی روی رازیانه مشاهده گردید که تیمار مصرف تلفیقی ورمی‌کمپوست و کود زیستی تثبیت‌کننده نیتروژن موجب افزایش درصد آنتول اسانس شد (Moradi et al., 2011). این پژوهشگران بیان کردند که آزادسازی تدریجی عناصر غذایی از منابع آلی و زیستی که متناسب با مراحل رشدی گیاه می‌باشد باعث افزایش میزان آنتول و بهبود کیفیت اسانس گردید. در دو آزمایش زراعی روی گیاهان دارویی ملاحظه شد که مصرف توأم کودهای دامی و زیستی نیتروژنه موجب افزایش چشمگیر درصد گاما-تریپنین در اسانس دانه گشنیز و درصد نرال در اسانس پیکره رویشی بادرنجبویه گردید (Darzi & Haj Seyed Hadi, 2014). همچنین، در تحقیقی روی زنیان (*Trachyspermum copticum* L.) مشاهده شد که مصرف ۲۰ تن کود دامی سبب افزایش میزان تیمول و متعاقب آن کاهش میزان پارا-سیمن در اسانس گردید (Akbarinia et al., 2004). بررسی همبستگی بین صفات نشان داد که با افزایش تعداد گل در بوته، عملکرد خشک گل نیز افزایش یافت و به‌دنبال آن عملکرد اسانس هم افزایش یافت. در واقع در این تحقیق مشاهده شد که

- Agriculture Research: Water, Soil and Plant in Agriculture, 8(1): 157-168.
- Forouzandeh, M., SirousMehri, A.R., Ghanbari, A., Asgharipour, M.R. and Khomri, E., 2012. Effects of drought stress levels and compost on quantitative and qualitative characteristics of peppermint (*Mentha piperita* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 9(4): 670-677.
  - Haj Seyed Hadi, M.R. and Rezaei Ghale, H., 2016. Effects of vermicompost and foliar application of amino acids and urea on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(6): 1058-1070.
  - Hamici, M., Sefidkon, F., Nasri, M. and Lebaschi, M.H., 2012. Effects of different amounts of Nitrogen, Phosphor and bovine fertilizers on essential oil content and composition of *Tanacetum parthenium* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(3): 399-410.
  - Harshavardhan, P.G., Vasundhara, M., Shetty, G.R., Nataraja, A., Sreeramu, B.S., Gowda, M.C. and Sreenivasappa, K.N., 2007. Influence of spacing and integrated nutrient management on yield and quality of essential oil in lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Biomed, 2(3): 288-292.
  - Hosseini, M. and Hadipour, A.R., 2014. Improvement of quantitative and qualitative yield of pot marigold (*Calendula officinalis* L.) with biofertilizers application. Journal of Medicinal Plants, 13(2): 83-91.
  - Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G., 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology, 93: 307-311.
  - Khalesro, S., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzadeh, A., 2011. The effect of biological and organic inputs on quantity and quality of essential oil and some elements content of anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(4): 551-560.
  - Khalid, K.A., Yassen, A.A. and Zaghoul, S.M., 2006. Effect of soil solarization and cattle manure on the growth, essential oil and chemical composition of *Calendula officinalis* L. plants. Journal of Applied Sciences Research, 2(3): 142-152.
  - Kheiry, A., Arghavani, M. and Khastoo, M., 2016. Effects of organic fertilizers application on morphophysiological characteristics of calendula (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(6): 1047-1057.
  - oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36(13-14): 1737-1746.
  - Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D. and Lucht, C., 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiologia, 49(4): 297-306.
  - Araya, H.T., Soundy, P., Steyn, J.M., Teubes, C., Learmonth, R.A. and Mojela, N., 2006. Response of herbage yield, essential oil yield and composition of South African rose-scented geranium (*Pelargonium* sp.) to conventional and organic nitrogen. Journal of Essential oil Research, 18: 111-115.
  - Darzi, M.T., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Rejali, F., 2009. Effects 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 Plants, 24(4): 396-413.
  - Darzi, M.T. and Haj Seyed Hadi, M.R., 2012. Effects of the application of organic manure and biofertilizer on the fruit yield and yield components in dill (*Anethum graveolens* L.). Journal of Medicinal Plants Research, 6(16): 3266-3271.
  - Darzi, M.T. and Haj Seyed Hadi, M.R., 2014. Response of concentration and composition of essential oil of coriander (*Coriandrum sativum* L.) to cattle manure and nitrogen fixing bacteria. Ethno-Pharmaceutical Products, 1(2): 35-42.
  - Darzi, M.T. and Haj Seyed Hadi, M.R., 2016. The role of separated and integrated application of organic and biological inputs on N.P.K concentration, essential oil of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 26(3): 101-114.
  - Darzi, M.T., Atapoor, R. and Haj Seyed Hadi, M.R., 2016. Effects of different manure and vermicompost rates on yield and essential oil contents of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) The effect of application of organic and biological fertilizers on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare*). Iranian Journal of Filed Crop Science, 46(4): 711-721.
  - Darzi, M.T. and Haj Seyed Hadi, M.R., 2017. Effects of organic and bio-fertilizers on some quantitative and qualitative characters of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(6): 1060-1072.
  - Fallahi, J., Koocheki, A. and Rezvani Moghaddam, P., 2008. Investigating the effects of organic fertilizers on quantity index and the amount of essential oil and chamazulene in chamomile (*Matricaria recutita*).

- and yield components of flower and seed of marigold (*Calendula officinalis*). Journal of Agroecology, 6(4): 730-740.
- Saeid Nejad A.H. and Rezvani Moghaddam, P., 2011. Evaluation of compost, vermicompost and cattle manure application on yield, yield components and essential oil percent in cumin (*Cuminum cyminum*). Journal of Horticultural Science, 24(2): 142-148.
  - Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F., Asgharzade, A. and Saeedi, K., 2016. Effects of zeolite, bio and organic fertilizers application on the growth, yield and yield components of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) in organic cultivation. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(2): 203-215.
  - Sefidkon, F., 2001. Evaluation of qualitative and quantitative essential oil fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in different stages of growth. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 7: 85-104.
  - Sharma, A.K., 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India, 407p.
  - Shekofteh, H. and Arabnejad, M., 2017. Effect of zeolit, hydrogel and vermicompost on some morphological traits in marigold (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Horticultural Science, 47(4): 823-833.
  - Shirzadi, F., Ardakani, M.R. and Asadi Rahmani, H., 2014. Effects of vermicompost and biofertilizers on some quantitative characters of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology, 6(3): 542-551.
  - Soltani, Y., Saffari, V.R. and Maghsoudi Moud, A.A., 2014. Response of growth, flowering and some biochemical constituents of *Calendula officinalis* L. to foliar application of salicylic acid, ascorbic acid and thiamine. Ethno-Pharmaceutical Products, 1(1): 37-44.
  - Vojodi, L., Valizadeh, R. and Azizpour, K., 2017. The Effects of organic manures, soil cover and drying temperature on some growth and phytochemical characteristics of *Calendula officinalis*. Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 26(4): 103-112.
  - Kumar, N., Sharma, J. and Sharma, S., 2010. Pharmacognostical and Phytochemical Investigation of *Calendula officinalis*. Journal of Advanced Science Research, 1(1): 61-66.
  - Makkizadeh Tafti, M., Nasrollahzadeh, S., Zehtab Salmasi, S., Chaichi, M. and Khavazi, K., 2012. The effect of organic, biologic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 22(1): 1-12.
  - Moradi, R., Rezvani, M.P., Nasiri, M.M. and Lakzian, A., 2010. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Iranian Journal of Agronomy Research, 7(2): 625-635.
  - Moradi, R., Nasiri Mahallati, M., Rezvani Moghaddam, P., Lakzian, A. and Nejad Ali, A., 2011. The effect of application of organic and biological fertilizers on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare*). Journal of Horticultural Science, 25(1): 25-33.
  - Mottaghian, A., Pirdashti, H., Bahmanyar, M.A. and Mottaghian, B., 2013. Response of growth characteristics and nutrients uptake of basil (*Ocimum basilicum* L.) to concomitant use of municipal waste compost and three species of *Trichoderma*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(2): 358-372.
  - Omidbaigi, R., 2003. Production and Processing of Medicinal Plants (Vol 2). Publication of Astan Quds Razavi, Mashhad, 438p.
  - Razi pour, P., Golchin, A. and Daghestani, M., 2016. Effects of different levels of cow manure and inoculation with nitroxin on growth and performance of *Melissa officinalis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(5): 807-823.
  - Rezaei, M. and Baradaran, R., 2013. Effects of bio fertilizers on the yield and yield components of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(3): 635-650.
  - Rezvani Moghaddam, P., Akbarabadi, M. and Hasanzadeh, F., 2015. The Effects of organic fertilizers kinds and different sowing dates on yield

## Effects of vermicompost and nitroxin application on flower yield, yield components and essential oil quality of marigold (*Calendula officinalis* L.)

K. Mojtabavi<sup>1</sup> and M.T. Darzi<sup>2\*</sup>

1- M.Sc. Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Base Science, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran

2\*- Corresponding author, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Base Science, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran, E-mail: mt\_darzi@yahoo.com

Received: August 2017

Revised: November 2017

Accepted: November 2017

### Abstract

In order to study the effects of organic and bio-fertilizers application on flower yield, yield components and essential oil quality of marigold (*Calendula officinalis* L.), an experiment was conducted as randomized complete blocks design with six treatments and three replications at Sohanak in Tehran of Iran in 2014. The treatments were 6 t/ha vermicompost, 12 t/ha vermicompost, 18 t/ha vermicompost, 6 t/ha vermicompost + nitroxin, 12 t/ha vermicompost + nitroxin and 18 t/ha vermicompost + nitroxin. The results showed that treatments had significant effects on studied traits (except essential oil content), as the highest flower no./plant, dry weight of flower, dried yield of flower, essential oil yield and  $\alpha$ -cadinol percent in essential oil in treatment of application of 6 t/ha vermicompost and the highest gamma cadinene percent and muurolene in essential oil in treatment of integrated application of 6 t/ha vermicompost and nitroxin were obtained. Also, the highest dry weight of plant and viridiflorene percent in essential oil in treatment of application of 12 t/ha vermicompost and the highest cadinene percent in essential oil in treatment of application of 18 t/ha vermicompost were obtained. Generally, the highest flower and essential oil yields and  $\alpha$ -cadinol percent in essential oil with application of 6 t/ha vermicompost were obtained.

**Keywords:** Marigold (*Calendula officinalis* L.), organic fertilizer, biofertilizer, essential oil yield,  $\alpha$ -cadinol percent.