نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۴(۴۰)، زمستان ۱۳۹۵، صفحه ۹۰۶-۸۹۱

اثر ورمی‌کمپوست و کود مایع جلبک دریایی بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)

میلاد حیدری[۱]، امیرمحمد دانشیان مقدم[۲*] و حسن نورافکن [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۲ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۶/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۳

چکیده

گل همیشه‌بهار گیاهی زینتی و دارویی است و دارای مصارف آرایشی و صنعتی نیز می‌باشد. به‌منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست و کود مایع جلبک دریایی بر خواص مورفوفیزیولوژیکی این گیاه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شهرستان میانه انجام شد. در این آزمایش، فاکتور اول شامل کود ورمی‌کمپوست در چهار سطح (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) به‌صورت افزودن به خاک گلدان و فاکتور دوم کود مایع جلبک دریایی در چهار سطح (صفر، ۱، ۲ و ۳ درصد) به‌صورت محلول‌پاشی بر روی شاخ و برگ بودند. صفات مورد ارزیابی در این آزمایش شامل وزن خشک برگ، ریشه و ساقه، حجم ریشه، شاخص محتوای کلروفیل، تعداد شاخساره‌های فرعی، ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول دوره گل‌دهی، تعداد گل در هر بوته، قطر گل، وزن خشک گل، درصد نشت الکترولیت از برگ، سطح برگ، درصد و عملکرد اسانس بودند. نتایج نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش در برخی صفات از جمله ارتفاع (۱۸/۵۸ سانتی‌متر)، تعداد شاخه فرعی (۴/۳ شاخه)، حجم ریشه (۳/۴ سانتی متر مکعب) و سطح برگ بوته (۶۵/۵۵ سانتی‌متر مربع) گردید. همچنین، در اکثر صفات مورد مطالعه، کاربرد ۳ درصد کود مایع جلبک دریایی مؤثر واقع شد. در کل، کاربرد معادل ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به همراه ۳ درصد کود جلبک دریایی برای اکثر صفات مانند وزن خشک گل و وزن خشک ساقه بهترین نتیجه را به دنبال داشت.

واژگان کلیدی: کود مایع جلبک دریایی، گیاه دارویی، گیاه زینتی، ورمی‌کمپوست، همیشه بهار.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد فضای سبز، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران
۲- استادیار واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) daneshian.a.m@gmail.com
۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

مقدمه

با توجه به اهمیت گیاهان دارویی، مدیریت تغذیه‌ای نقش مهمی در افزایش تولید و کیفیت این گیاهان دارد. عوامل زیادی بر روی کیفیت و رشد آنها تأثیرگذار هستند که از جمله مهم‌ترین آنها بستر کاشت می‌باشد. بنابراین تلاش می‌شود تا جایی که امکان دارد از بسترهایی استفاده شود که علاوه بر تأثیر بر روی کیفیت گیاه و رشد آن از لحاظ اقتصادی ارزان بوده و باعث آلودگی آب و خاک نگردند (Hidalgo *et al.*, 2006). امروزه استفاده از کودهای شیمیایی به عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک، گسترش چشمگیری یافته است (Moradi *et al.*, 2011). استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی باعث ایجاد خسارت جبران‌ناپذیری به محیط زیست و سلامت انسان‌ها شده و کودهای شیمیایی نیتروژنی باعث آلودگی منابع آب و خاک گردیده و از این طریق باعث ایجاد بیماری‌های متعدد در انسان و سایر موجودات می‌شوند (Koochaki *et al.*, 2013). برای کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه بر تأمین نیازهای غذایی گیاه به پایداری سیستم‌های کشاورزی در دراز مدت نیز منجر شود. امروزه موضوع کشاورزی ارگانیک مطرح است که در آن علاوه بر کمیت تولید، به کیفیت، ثبات و پایداری در تولید نیز توجه خاص می‌شود (Moradi *et al.*, 2011).

از آن‌جایی که رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت بهبود کمیت و کیفیت و سلامت ماده مؤثره می‌باشد، بنـابراین به نظـر می‌رسد که تغذیه سالم این گیاهان از طریق کاربرد کودهای بیولوژیک دارای بیش‌ترین تطابق با اهداف تولید گیاهان دارویی باشد و منجر به بهبود عملکرد کمّی و کیفی آنها شود (Darzi *et al.*, 2007) و نیز برای توسعه فضای سبز و حفظ محیط زیست، افزایش ماده آلی خاک ضروری است. در همین راستا، استفاده از مواد آلی یکی از مهم‌ترین راه‌های تامین ماده آلی خاک و باز چرخ طبیعی این ترکیبات است (Whalen *et al.*, 2001).

همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) گیاهی است از تیره کاسنی (Asteraceae) و بومی نواحی مرکزی، شرقی و جنوبی اروپاست (Salehi Surmaghi, 2006). این گیاه به‌صورت بوته‌ای است و اسامی دیگر آن همیشه بهار باغی، همیشه بار، آذرگون، زبیده، رز گل، میخک هندی، ماری باد، هولس گلد، کالاندولا و قرمهان می‌باشد (Samsam Shariat, 2004). گیاهی یک‌ساله با ساقه‌ای متشکل از شاخه‌های زیاد که با کرک نرمی پوشیده شده است. ارتفاع آن به ۴۵ تا ۷۵ سانتی‌متر می‌رسد. برگ‌ها، ساده، بیضوی و خمیده و پشت و روی برگ کرک‌دار است. کاپیتول‌های آن بزرگ و به قطر ۳ تا ۵ سانتی‌متر است. گل‌های وسط کاپیتول لوله‌ای است که دور تا دور آن چندین ردیف گل زبانه‌ای به رنگ زرد مایل به نارنجی قرار گرفته است (Falahatgar, 2003). وزن هزار دانه آن ۸ تا ۱۲ گرم است (Omidbaigi, 2007).

ورمی‌کمپوست یک کود بیوارگانیک و شامل مخلوط بیولوژیکی بسیار فعال از باکتـری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی، کود حیوانی و کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد که سبب تجزیه خاک و پیشرفت فعـالیت‌های میکروبی در بستر کشت می‌شود. این کود عاری از بو و بذر علف‌های هرز می‌باشد. ورمی کمپوست دارای عناصر غذایی

مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به‌فرمی که به آسانی برای گیاه قابل جذب و دسترسی است، می‌باشد. فرآوری آن نسبت به بیـوکمپوست آسان‌تر بوده و در مدت زمان کوتاه انجام می‌گیرد. ورمی‌کمپوست، حاوی میـکروارگانیسم‌های هوازی مفید مانند ازتوباکتری‌ها بوده و از طرف دیگر، عاری از باکتری‌های غیرهوازی، قارچ‌ها و میکروارگانیسم‌های پاتوژن می‌باشد. ورمی کمپوست از موادی پیت مانند همراه با خلل و فرج، ظرفیت هوادهی، زهکشی و ظرفیت نگهداری آب بالا ساخته شده که دارای سطوح زیاد برای جذب بالای مواد غذایی می‌باشند. در مقایسه با مواد مادری اولیه، ورمی‌کمپوست‌ها دارای نمک محلول کمتر، ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر و میزان هیومیک اسید بیشتری می‌باشند (Azizi *et al*., 2008). کودهای جلبک دریایی نیز نه تنها به دلیل نیتروژن، فسفر و پتاس خود، بلکه به دلیل داشتن عناصر کمیاب و متابولیت‌های ثانویه مشابه تنظیم‌کننده رشد گیاهی ترجیح داده می‌شوند. کودهای مایع جلبک‌های دریایی شامل عناصر پرمصرف، عناصر انتقال دهنده ماده آلی مانند آمینو اسیدها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه هستند (Karthick, 2003).

در تحقیقی نشان داده شد که مصرف کود ورمی‌کمپوست در همیشه بهار باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، عملکرد بیوماس، وزن هزار دانه و شاخص برداشت می‌شود در حالی که قطر گل، تعداد ساقه‌های فرعی، عملکرد گل خشک، تعداد گل در مترمربع و عملکرد بذر تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند (Rezaee and Baradaran, 2013). باچمن و متزگر (Bachman and Metzger, 2008) نیز گزارش کردند که اضافه کردن ورمی کمپوست به خاک باعث شد که مساحت برگ و وزن ریشه و ساقه در گل همیشه بهار افزایش پیدا کند. این محققین بهبود رشد گیاه را به بیشتر بودن فراهمی عناصر گیاهی از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و همچنین عناصر کم مصرف در تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست نسبت دادند.

در تحقیقی به‌منظور بررسی اثر کود مایع جلبک دریایی در غلظت‌ای مختلف (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد)، بدون کود شیمیایی بر رشد و عملکرد تاج خروس و تاج خروس سه رنگ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در تاج خروس وزن تر، وزن خشک، طول ریشه، طول ساقه، سطح برگ، محتوای کلروفیل، عملکرد پروتئین و کربوهیدرات در سطح احتمال ۱ درصد افزایش یافت. همچنین صفات ذکر شده در تاج خروس سه رنگ در سطح احتمال ۱ درصد افزایش یافت (Sridhar and Rengasamy, 2011).

با توجه به موارد استفاده گوناگون به‌عنوان گیاه زینتی، ارزش دارویی، استفاده آرایشی و صنعتی فراوان گیاه همیشه بهار و همچنین با توجه به تأثیر مطلوب کود ورمی‌کمپوست و عصاره جلبک دریایی بر خصوصیات خاک و رشد و نمو محصولات گیاهی و نیز اهمیت گسترش کشت گیاهان دارویی، در این تحقیق اثر کود ورمی کمپوست و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی این گیاه دارویی مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی در شهرستان میانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ ترکیب تیماری و ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۵ واحد آزمایشی و در شرایط گلدانی

انجام گرفت. بافت خاک مورد استفاده از نوع لومی رسی شنی (جدول ۱) بوده و فاکتورهای این آزمایش شامل کود ورمی‌کمپوست در چهار سطح (معادل صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) در خاک که از شرکت گیلدا کود تهران خریداری شده (جدول ۲) و کود مایع جلبک دریایی با نام تجاری گرین مور پرولیکس[۱] (جدول ۳) در چهار سطح (صفر، ۱، ۲ و ۳ درصد) به صورت محلول‌پاشی بر روی برگ‌ها بود. کاشت بذرها در اول اردیبهشت سال ۱۳۹۴ انجام گردید. اعمال تیمار ورمی-کمپوست با توجه به مساحت گلدان‌ها و مقدار مصرف ورمی‌کمپوست در هر واحد آزمایشی قبل از کاشت محاسبه و در عمق ۵ سانتی‌متری گلدان‌ها با خاک مخلوط شد. در محلول‌پاشی با کود مایع جلبک دریایی، زمانی که بذرهای کاشته شده به نشاءهای ۵ الی ۶ برگی تبدیل شدند محلول لازم برای هر واحد آزمایشی با غلظت مورد نیاز تهیه و برای افزایش دقت آن با محلول‌پاش دستی به‌طور یکنواخت روی اندام هوایی گیاه محلول‌پاشی شد. مرحله دوم محلول‌پاشی نیز ۱۵ روز پس از مرحله اول اجرا شد. در طول دوره رشد آبیاری به صورت روزانه و به یک بار انجام شد. حذف علف‌های‌هرز به‌صورت دستی انجام و از هیچ گونه علف‌کشی استفاده نشد. نمونه‌برداری در کلیه تیمارها در هفته آخر شهریور ماه با دست و قیچی باغبانی انجام شد. در زمان نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری‌ها، در هر گلدان دو بوته وجود داشت.

صفات مورد ارزیابی در این آزمایش عبارت بودند از: وزن خشک برگ، ریشه و ساقه، حجم ریشه، قطر یقه، شاخص محتوای کلروفیل، تعداد شاخساره‌های فرعی، ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول دوره گل‌دهی، تعداد گل در هر بوته، قطر گل، وزن تر و خشک گل، درصد نشت الکترولیت از برگ، سطح برگ، درصد و عملکرد اسانس.

برای اندازه‌گیری صفات مرتبط با رشد از خط‌کش میلی‌متری استفاده گردید. قطر یقه در هر بوته با استفاده از دستگاه کولیس اندازه‌گیری شد. تعداد شاخساره‌های جانبی نیز در هر بوته شمارش شد. شاخص محتوای کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج (مدل SPAD 502, Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد. برای این منظور از هر گیاه پنج برگ جوان کاملاً توسعه یافته به‌طور تصادفی انتخاب و از قسمت میانی برگ‌ها چندین مرتبه اندازه‌گیری و در نهایت از اعداد به‌دست آمده میانگین گرفته شد. وزن تر و خشک اجزای گیاه شامل برگ، گل، ساقه، ریشه و کل اندام هوایی گیاه با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۲ درجه سلسیوس به مدت ۲ روز نگه‌داری و خشک شدند. درصد نشت الکترولیت از برگ برای تعیین میزان نفوذپذیری غشای سلولی برگ، مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری، از برگ های جوان، نمونه‌برداری شده و نمونه‌های برگی در ابعاد یک سانتی‌متر مربع بریده شده و جهت زدودن آلودگی‌های سطحی، سه بار با آب مقطر شستشو شدند. سپس در داخل لوله‌های شیشه‌ای درپوش‌دار حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر گذاشته شده و به مدت دو ساعت درون حمام آب گرم با دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند. سپس هدایت الکتریکی اولیه (EC_1) با استفاده از دستگاه EC متر اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد، نمونه‌ها در حمام آب گرم با دمای ۹۵ درجه سلسیوس و به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفته و بعد از سرد شدن در دمای اتاق، هدایت الکتریکی ثانویه (EC_2)

۱- Green More Prolix

اندازه‌گیری شد. در نهایت درصد نشت الکترولیت از برگ از طریق رابطه زیر محاسبه شد.

$$EC = \frac{EC1}{EC2} \times 100$$

تعداد برگ‌ها در هر بوته شمرده شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ، سطح برگ‌ها با قطر معین بریده و سپس توزین و تعداد آنها شمارش و سطح آنها با توجه به قطر هر کدام مشخص شد. برگ سوزی ناشی از تیمارهای آزمایشی در هیچ کدام از گیاهان مشاهده نشد. حجم ریشه‌ها از طریق غوطه‌ور ساختن ریشه در آب مقطر در درون استوانه مدرج با حجم ۵۰ میلی‌لیتر و با اندازه‌گیری اختلاف حجم اولیه آب و حجم آب پس از غوطه‌ور ساختن ریشه‌ها اندازه‌گیری شد. طول دوره گلدهی در هر بوته نیز به‌طور جداگانه ثبت شد. برای تعیین وزن هزار دانه، ۳ نمونه ۱۰۰ تایی از هر ردیف به‌طور تصادفی انتخاب و پس از خشک نمودن در هوای آزاد، وزن هزار دانه محاسبه شد. درصد اسانس به صورت حجمی بر حسب میلی‌لیتر میزان اسانس برای هر صد گرم از گیاه خشک شده محاسبه شد. عملکرد اسانس در هر بوته از طریق حاصل ضرب وزن خشک گل در درصد اسانس به‌دست آمد. برای اسانس‌گیری، ۳۰ گرم گل از هر تیمار که در دمای اتاق در طول یک هفته خشک شده بود، به طور دقیق و جداگانه توزین و آسیاب گردید و در بالن یک لیتری ریخته شد. سپس به محتویات بالن ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید و به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر استخراج شده و پس از خنک شدن، اسانس استخراج شده درون لوله‌های باریک سربسته و با دقت ۰/۰۱ میلی‌گرم توزین و نهایتاً به درصد تبدیل شد. مدت زمان اسانس‌گیری برای هر تیمارا ۳/۵ ساعت بود. داده‌های حاصل از یادداشت‌برداری به‌وسیله نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. شکل‌ها نیز توسط نرم‌افزار Excel رسم گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول۴) نشان داد که ارتفاع بوته در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) نشان داد که سطوح متفاوت ورمی‌کمپوست باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در ارتفاع بوته می شود. بیشترین ارتفاع بوته (۱۸/۵۸ سانتی متر) با مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و کمترین ارتفاع بوته (۱۶/۰۳ سانتی متر) در سطح سوم تیمار ورمی‌کمپوست یا ۱۰ تن در هکتار به دست آمد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷) نشان داد افزایش غلظت مصرف عصاره جلبک دریایی می‌تواند باعث افزایش ارتفاع گیاه گردد و بالاترین ارتفاع بوته در سطح چهارم جلبک دریایی (۳ درصد) به‌میزان ۱۸/۶۸ سانتی‌متر به‌دست آمد که با سطح سوم جلبک دریایی (۲ درصد) فرقی نداشت. بررسی‌ها نشان می‌دهند که استفاده از کودهای آلی افزایش معنی‌داری در ارتفاع گیاه رازیانه سبب می‌شود (Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007). همچنین، نتایج حاصل از این پژوهش، با پژوهش‌های پیشین مبنی بر تأثیر مثبت عصاره جلیک دریایی در افزایش ارتفاع گیاه لوبیا (Sivasankari *et al*., 2006) و گوجه‌فرنگی (Zodap *et al*., 2011) همسو است. طی گزارشی، ارتفاع گیاه اطلسی در غلظت‌های بالاتر ورمی

کمپوست کاهش می‌یابد که با نتایج این آزمایش هم‌خوانی دارد (Chamani *et al.*, 2008). گزارش شده است که استفاده زیاد از مواد آلی کمپوستی به‌دلیل افزایش جذب نیتروژن توسط میکروارگانیسم‌ها، نسبت به گیاه و بالا بودن نسبت کربن به نیتروژن، شوری زیاد و همچنین مواد فنولی موجود در آن باعث کاهش رشد گیاه می‌گردد (Campbell, 2008).

تعداد برگ: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که تعداد برگ در سطوح مختلف محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی تفاوت آماری معنی‌داری نسبت به شاهد در سطح احتمال یک درصد دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷) نشان داد افزایش غلظت عصاره جلبک دریایی می‌تواند باعث افزایش تعداد برگ در گیاه گردد و بیشترین تعداد برگ در سطح چهارم جلبک دریایی (۳ درصد) به تعداد ۵۴/۶۹ برگ در بوته به‌دست آمد. وجود هورمون‌هایی مانند جیبرلین و سیتوکینین در کود مایع جلبک دریایی می‌تواند سبب افزایش تعداد برگ در همیشه بهار شده باشد. نتایج به‌دست آمده با نتایج دیگر پژوهش‌گران که گزارش کردند کاربرد جلبک دریایی نسبت به عدم کاربرد آن تعداد برگ را در گیاه بامیه افزایش داد، مطابقت دارد (Sasikumar *et al.*, 2011).

قطر یقه: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که قطر یقه در سطوح مختلف محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷) نشان داد با مصرف عصاره جلبک دریایی افزایش معنی‌داری در قطر یقه گیاه مشاهده می‌گردد و بیشترین قطر یقه در سطح سوم کاربرد جلبک دریایی (۲ درصد) به‌میزان ۰/۹۴ سانتی‌متر در بوته به‌دست آمد که با تیمارهای یک و سه درصد جلبک دریایی در یک سطح آماری قرار داشتند.

تعداد شاخه فرعی: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد افزایش تعداد شاخه فرعی در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست در سطح احتمال پنج درصد و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در سطح احتمال یک درصد تفاوت آماری معنی‌داری دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) نشان داد مصرف ورمی‌کمپوست می‌تواند اثر منفی بر تعداد شاخه فرعی همیشه‌بهار داشته باشد و با افزایش میزان مصرف از تعداد شاخه فرعی کاسته می‌شود. بیشترین تعداد شاخه فرعی (۴/۳ شاخه) با مصرف ۵ تن در هکتار (پنج درصد) ورمی‌کمپوست و کمترین تعداد شاخه فرعی (۳/۳۷ شاخه) در سطح چهارم تیمار ورمی کمپوست یا ۱۵ تن در هکتار به‌دست آمد. از طرفی مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷) نشان داد افزایش غلظت عصاره جلبک دریایی می‌تواند باعث افزایش تعداد شاخه فرعی گردد و بالاترین تعداد شاخه فرعی در سطح چهارم جلبک دریایی (۳ درصد) به میزان ۴/۵۸ شاخه به‌دست آمد. با توجه به این‌که عصاره جلبک دریایی حاوی ترکیب‌هایی مانند بتائین‌ها با فعالیت شبه‌سیتوکینینی است، باعث افزایش رشد و تعداد شاخساره‌ها و ریشه‌ها می‌شود (Blunden and Wildgoose, 1977). کاهش اثر سطوح بالاتر ورمی‌کمپوست کود گاوی نیز می‌تواند در نتیجه سطوح شوری آن باشد، چنانکه گاجوس (Gajdos, 1997) گزارش کرد که EC بالاتر از ۱ تا ۳ میلی‌زیمنس بر متر اثر معکوس بر رشد گیاه دارد.

حجم ریشه: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که حجم ریشه در

سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (در سطح احتمال ۱ درصد) و اثرات متقابل ورمی‌کمپوست و کود مایع جلبک دریایی (در سطح احتمال ۱درصد) اختلاف معنی‌داری دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) نشان داد با افزایش میزان مصرف ورمی‌کمپوست، حجم ریشه افزایش می‌یابد و در سطح چهارم کاربرد ورمی‌کمپوست، بیشترین حجم ریشه (۳/۴ سانتی‌متر مکعب) دیده می‌شود ولی مصرف ۵ و ۱۰ تن در هکتار کود ورمی کمپوست با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نشان نداد. بنابراین، می‌توان اظهار داشت با توجه به بالا بودن مقدار عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست و نیز تأثیر خوبی که این کود بر فراهمی عناصر غذایی ماکرو در خاک و جذب در گیاه دارند، موجب افزایش حجم ریشه شده است.

سطح برگ: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که سطح برگ در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست در سطح احتمال پنج درصد و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در سطح احتمال یک درصد تفاوت آماری معنی‌داری دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) نشان داد مصرف ورمی‌کمپوست در غلظت پایین باعث افزایش سطح برگ همیشه‌بهار می‌شود و مصرف بیشتر با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نشان نداده و در یک سطح آماری قرار گرفت. بیشترین سطح برگ (۶۵/۵۵ سانتی‌متر مربع) با مصرف ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. از طرفی مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷) نشان داد افزایش غلظت مصرف عصاره جلبک دریایی می‌تواند باعث افزایش سطح برگ گردد و بالاترین سطح برگ در سطح چهارم جلبک دریایی (۳ درصد) به میزان ۶۶/۴۸ سانتی‌متر مربع به‌دست آمد. سطح برگ یکی از شاخص‌های مهم رشد است که از آن به عنوان معیار اندازه‌گیری سیستم فتوسنتزی استفاده می‌کنند. سطح برگ با عملکرد بیولوژیک و اقتصادی مرتبط بوده و افزایش آن باعث دستیابی به عملکرد بالا می‌شود (Sing *et al.*, 1997). جاشانکار و وهاب (Jashankar and Wahab, 2005) نیز با کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بیشترین افزایش را در شاخص سطح برگ گیاه کنجد مشاهده کردند که با نتایج این آزمایش همسو می‌باشد. همچنین، سرایدر و همکاران (Sridhar and Rengasamy, 2011) تأثیر کود مایع جلبک دریایی بر شاخص سطح برگ تاج‌خروس را مثبت ارزیابی کرده و بیان کردند که کود جلبک دریایی باعث افـزایش سطح برگ در این گیـاه می‌شود که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

قطر گل: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بر قطر گل همیشه‌بهار تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) نشان داد در تیمارهای ورمی‌کمپوست به جز تیمار ۱۰ تن در هکتار، با افزایش غلظت مصرفی عصاره جلبک دریایی بر قطر گل افزوده می‌شود و سطوح چهارم جلبک دریایی عملکرد مناسب‌تری نشان داد. افزایش قدرت فتوسنتزی گیاه همیشه‌بهار در پاسخ به استفاده از کودهای بیولوژیک (ورمی کمپوست) و آلی (جلبک دریایی) باعث رشد گیاه می‌شود. در نتیجه افزایش قطر گل‌آذین به دنبال بهبود رشد گیاه در شرایط استفاده از این کودها درست به‌نظر می‌رسد.

تعداد گل: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس ورمی‌کمپوست (در سطح احتمال ۵

درصد) و کود مایع جلبک دریایی (در سطح احتمال ۱ درصد) و اثر متقابل آنها (در سطح احتمال ۵ درصد) سبب ایجاد اختلاف معنی‌دار در تعداد گل می‌شود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) نشان داد در تیمارهای ورمی‌کمپوست با افزایش غلظت مصرفی عصاره جلبک دریایی تا حدودی تعداد گل افزایش می‌یابد.

وزن خشک ساقه: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بر وزن خشک ساقه در گیاه همیشه‌بهار تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) نشان داد در تیمارهای ورمی‌کمپوست به جز سطح چهارم (۱۵ تن در هکتار)، با افزایش غلظت مصرفی عصاره جلبک دریایی تا حدودی وزن خشک ساقه افزایش می‌یابد.

وزن خشک ریشه: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بر وزن خشک ریشه گیاه همیشه‌بهار تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) اثرات متناقض ورمی‌کمپوست و عصاره جلبک دریایی را روی وزن خشک ریشه نشان داد. بالاترین مقدار عددی (۲/۵۸ گرم) در تیمار ورمی کمپوست صفر تن در هکتار و جلبک دریایی ۲ درصد و پایین‌ترین مقدار عددی (۰/۸۳ گرم) در تیمار ورمی‌کمپوست صفر تن در هکتار و جلبک دریایی صفر درصد مشاهده شد.

وزن هزار دانه: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بر وزن هزار دانه همیشه‌بهار تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) اثرات منفی ورمی‌کمپوست و عصاره جلبک دریایی را روی وزن هزار دانه نشان داد. بالاترین مقدار عددی (۱۲/۰۵ گرم) در تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵ تن در هکتار و جلبک دریایی ۳ درصد و پایین‌ترین مقدار عددی (۵/۹۷ گرم) در تیمار ورمی‌کمپوست ۱۰ تن در هکتار و جلبک دریایی صفر درصد مشاهده شد.

درصد اسانس: درصد اسانس گل همیشه بهار (بر اساس میلی‌لیتر اسانس در ۱۰۰ گرم گل خشک)، در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و عصاره جلبک دریایی متفاوت بود (شکل ۱). بالاترین درصد اسانس (۰/۲۳ درصد) در تیمار ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۱ درصد جلبک دریایی مشاهده شد و پایین‌ترین مقدار آن (۰/۱۵ درصد) نیز در تیمار شاهد و عدم مصرف ورمی کمپوست و ۲ درصد جلبک دریایی مشاهده شد. در مجموع، کاربرد مواد آلی و کودهای بیولوژیک در این آزمایش توانسته است تا حدودی بر درصد اسانس در همیشه بهار تأثیر داشته باشد.

عملکرد اسانس: عملکرد اسانس گل همیشه بهار (در هر بوته)، در سطوح مختلف ورمی کمپوست و عصاره جلبک دریایی متفاوت بود (شکل ۲). بالاترین عملکرد (۰/۰۱۳۴ گرم) در تیمار عدم مصرف ورمی‌کمپوست و ۴ درصد جلبک دریایی مشاهده شد و پایین‌ترین عملکرد (۰/۰۰۵۴ گرم) در تیمار شاهد مشاهده شد. پس با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که تیمارهای مختلف کودی می‌تواند بر عملکرد اسانس تأثیرگذار باشد. طی تحقیقی گزارش شده است که کاربرد کودهای آلی در گیاه

رازیانه سبب افزایش عملکرد اسانس تولیدی می‌شود (Mona *et al*., 2008).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش، حاکی از برتری کود ورمی‌کمپوست و کود مایع جلبک دریایی نسبت به شاهد و نیز پاسخ مثبت گیاه دارویی همیشه بهار نسبت به مصرف این کودها می‌باشد. کاربرد ورمی‌کمپوست در سطوح پایین‌تر به همراه۳ درصد جلبک دریایی می‌تواند تأثیر بهتری روی اکثر صفات بگذارد. در صفاتی مانند حجم ریشه کود ورمی‌کمپوست و در برخی صفات دیگر مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، قطر یقه، تعداد شاخه‌های فرعی، طول بلندترین ریشه و سطح برگ عصاره جلبک دریایی اثرات مثبتی روی خصوصیات مورد مطالعه داشتند. همچنین مصرف توام ورمی کمپوست و عصاره جلبک دریایی اثر افزایشی بیشتری نسبت به مصرف جداگانه این کودها در برخی از صفات بررسی شده داشته است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physicochemical properties of soil on experimental site

pH	شوری EC	کربن آلی C(%)	نیتروژن N (%)	فسفر P ppm	پتاسیم K ppm	آهن Fe ppm	درصد اشباع SP	رس Clay (%)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	بافت Texture
7.71	5.2	0.64	0.06	9.8	2.4	1.81	56	43	38	19	لوم رسی شنی

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست

Table 2- Chemical characteristics of vermicompost

pH **1:10**	شوری EC **1:10**	C/N	نیتروژن N %	فسفر P %	پتاسیم K %	کلسیم Ca %	منیزیم Mg %	آهن Fe mg/Kg	منگنز Mn mg/Kg	مس Cu mg/Kg	روی Zn mg/Kg
7.64	1.12	21.25	1.55	0.4	0.4	2.73	0.95	5000	275	20	110

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی کود مایع جلبک دریایی

Table 3- Chemical characteristics of liquid seaweed fertilizer

ترکیبات Compounds	Sea weed	پتاسیم (K)	نیتروژن (N)	فسفر (P_2O_5)	اسیدهای آمینه Amino acids	آهن (Fe)	منگنز (Mn)	روی (Zn)	مس (Cu)	بر (B)	مولیبدن (Mo)	ویتامین‌ها vitamins (b_1-b_{12})
درصد (٪)	20	15	8	5	2	0.5	0.07	0.05	0.05	0.01	0.006	0.003

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بر ویژگی‌های مورفولوژیک همیشه بهار

Table 4- Analysis of variance of the effect of vermicompost and seaweed fertilizer on morphological properties of marigold

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد گل Number of flowers	قطر گل Flower diameter	حجم ریشه Root volume	شاخه-فرعی Number of branches	قطر یقه Collar diameter	تعداد برگ Leaf number	سطح برگ LA
بلوک Block	2	1.79^{ns}	0.078^{ns}	0.36^{*}	0.53^{ns}	0.58^{ns}	0.034^{**}	57.49^{ns}	808.5^{**}
ورمی کمپوست (a) vermicompost	3	13.37^{**}	2.83^{*}	0.64^{**}	2.41^{**}	2.14^{*}	0.014^{ns}	134.34^{ns}	68.07^{*}
جلبک دریایی (b) Seaweed	3	13.72^{**}	15.55^{**}	0.24^{ns}	0.51^{**}	5.15^{**}	0.018^{*}	865.6^{**}	144.72^{**}
a×b	9	1.27^{ns}	2.3^{*}	0.25^{*}	0.28^{ns}	0.4^{ns}	0.009^{ns}	52.24^{ns}	15.06^{ns}
خطا Error	30	1.96	0.91	0.098	0.47	0.59	0.005	48.34	16.47
ضریب تغییرات CV (٪)	-	8.06	15.4	5.62	24.86	20.82	8.12	15.59	6.52

*: معنی‌دار در سطح ۵٪ و **: معنی دار در سطح ۱٪ ns : غیر معنی‌دار.

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

جدول ۵- تجزیه واریانس اثرات ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بر ویژگی‌های فیزیولوژیک همیشه بهار

Table 5- Analysis of variance of the effect of vermicompost and seaweed fertilizer on physiological properties of marigold

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weigh	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک گل Flower dry weight	نشت الکترولیت Electrolyte leakage	شاخص کلروفیل Chlorophyll content	وزن هزار دانه 1000-seed weight	طول دوره گلدهی Flowering period
بلوک Block	2	0.34^{ns}	0.1^{ns}	0.01^{ns}	0.003^{ns}	149^{ns}	26.65^{ns}	1.48^{ns}	928.9^{**}
ورمی کمپوست (a) Vermicompost	3	0.5^{ns}	1.01^{**}	0.06^{**}	0.014^{ns}	52.12^{ns}	5.83^{ns}	6.34^{ns}	123.5^{**}
جلبک دریایی(b) Seaweed	3	0.72^{ns}	1.16^{**}	0.07^{**}	0.015^{ns}	17.39^{ns}	45.08^{ns}	9.89^{*}	302.2^{ns}
a×b	9	0.05^{ns}	0.66^{**}	0.03^{**}	0.017^{ns}	30.59^{ns}	18.9^{ns}	8.17^{*}	325.3^{ns}
خطا Error	30	0.25	0.11	0.012	0.014	53.39	19.5	2.84	148.1
ضریب تغییرات CV (٪)	-	25.06	19.17	20.1	21.36	9.74	12.42	20.5	15.54

*: معنی‌دار در سطح ۵٪ و **: معنی دار در سطح ۱٪ ns : غیر معنی‌دار.

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

جدول ۶- اثر مقادیر مختلف ورمی کمپوست بر صفات مختلف همیشه بهار

Table 6- Effect of vermicompost on different traits of marigold

ورمی کمپوست vermicompost		ارتفاع بوته Plant height (cm)	شاخه فرعی Branches Number	حجم ریشه Root volume (cm^3)	سطح برگ LA (cm^2)
صفر تن در هکتار	O t/ha	17.34 b	3.72 ab	2.71 b	59.92 b
۵ تن در هکتار	5 t/ha	18.58 a	4.3 a	2.59 b	65.55 a
۱۰ تن در هکتار	10 t/ha	16.03 c	3.44 b	2.35 b	62 b
۱۵ تن در هکتار	15 t/ha	17.66 ab	3.37 b	3.4 a	61.5 b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

Means within a column followed by the same letter do not differ significantly at P<0.05 according to Duncan's multiple range test.

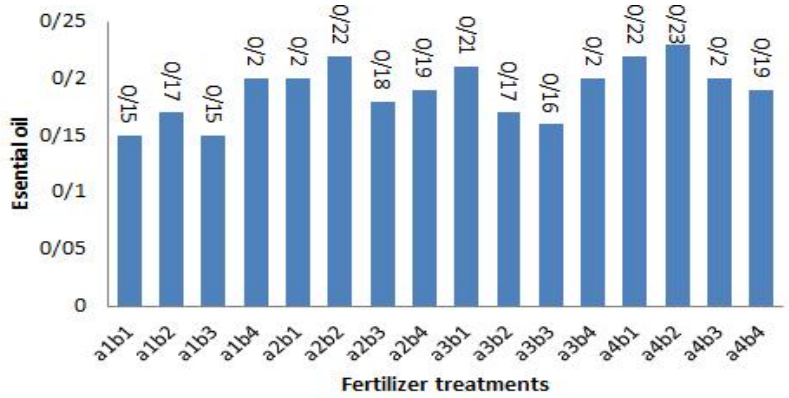
جدول ۷- اثر غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی بر صفات مختلف همیشه بهار

Table 7- Effect of different concentrations of seaweed fertilizer on different traits of marigold

کود جلبک دریایی seaweed fertilizer	ارتفاع بوته Plant height (cm)	شاخه فرعی Branches Number	قطر یقه Collar diameter (cm)	سطح برگ LA (cm^2)	تعداد برگ Leaf number/plant
1%	16.17 c	3.03 c	0.86 b	61.93 b	34.34 c
2%	17.01 bc	3.47 bc	0.88 ab	57.99 c	42.54 b
3%	17.74 ab	3.75 b	0.94 a	62.48 b	46.88 b
4%	16.68 a	4.58 a	0.93 a	66.48 a	54.69 a

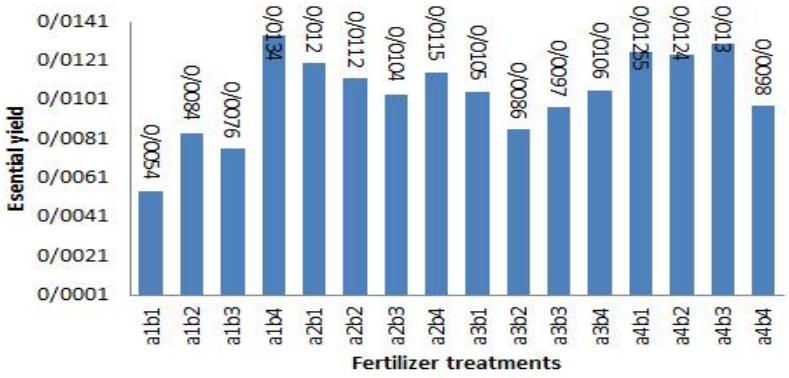
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

Means within a column followed by the same letter do not differ significantly at P<0.05 according to Duncan's new multiple range test.



شکل ۱- درصد اسانس همیشه بهار در تیمارهای مختلف کودی (میلی لیتر در ۱۰۰ گرم گل خشک)

Figure 1- Essential oils content of marigold in different fertilizer treatments (ml/100 g of dry flowers)



شکل ۲- عملکرد اسانس همیشه بهار در تیمارهای مختلف کودی (گرم در هر بوته)

Figure 2- Marigold essential oil yield in different fertilizer treatments (g/plant)

جدول ۸- اثرات متقابل تیمار ورمی کمپوست و عصاره جلبک دریایی بر صفات اندازه گیری شده در گیاه همیشه بهار

Table 8- Mutual effect of vermicompost and liquid seaweed fertilizer on evaluated traits of marigold

ورمی کمپوست vermicompost	عصاره جلبک دریایی seaweed	قطر گل Flower diameter (cm)	تعداد گل Number of flowers	وزن خشک ساقه Stem dry weight (cm)	وزن خشک ریشه Root dry weigh (g)	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)
0 t/ha	0%	5.28 cf	4.55 f	0.42 e	0.83 g	7.83 cd
0 t/ha	1%	5.68 ae	5.11 ef	0.51 cde	1.92 bcd	7.37 cd
0 t/ha	2%	5.88 abc	7.22 abc	0.64 ad	2.58 a	9.41 abc
0 t/ha	3%	6.15 a	7.77 ad	0.79 a	1.79 cde	11.36 ab
5 t/ha	0%	5.28 def	5.33 def	0.55 be	2.47 ab	8.49 bcd
5 t/ha	1%	5.47 bf	7.11 ad	0.47 de	1.39 dg	7.97 cd
5 t/ha	2%	5.72 ad	6.55 be	0.59 ad	2.42 ab	6.75 cd
5 t/ha	3%	5.63 ae	8.44 ad	0.69a	1.42 dg	7.05 cd
10 t/ha	0%	5.5 bf	4.44 f	0.41e	0.94 fg	5.97 d
10 t/ha	1%	5.58 ae	7.33 abc	0.39 e	1.21 efg	9.59 abc
10 t/ha	2%	5.07 ef	4.77 ef	0.47 de	1.46 dg	7.39 cd
10 t/ha	3%	4.96 f	6.22 bf	0.5 cde	1.49 def	7.53 cd
15 t/ha	0%	5.45 bf	4.44 f	0.54 cde	1.44 dg	7.97 cd
15 t/ha	1%	5.86 ad	6.99 ad	0.59 ae	2.02 ad	7.97 cd
15 t/ha	2%	5.76 ad	5.77 cf	0.75 ab	2.13 abc	6.78 cd
15 t/ha	3%	6.02 ab	7.11 ad	0.48 cde	1.7 cde	12.05 a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

Means within a column followed by the same letter do not differ significantly at P<0.05 according to Duncan's new multiple range test.

References منابع مورد استفاده

- Azizi, M., F. Rezvani, M. Hasanzadeh- Khayat, A. Lakzian, and H, Nemati. 2008. Effects of various levels of vermicompost and irrigation on morphological characteristics and essence of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants.* 24(1): 82-93. (In Persian).
- Bachman, C.R., and J.D. Metzger. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource Technology Science*. 99: 3155-3161.
- Blunden, G., and P.B. Wildgoos. 1977. The effect of aqueous seaweed extract and kinetin on potato yields. *Journal of Food Agriculture Science*. 28: 138-143.
- Campbell, N.S. 2008. The use of rockdust and composted materials as soil fertility amendments. M.Sc thesis, University of Glasgow. 402 pp.
- Chamani, E., D.C. Joyce, and A. Reyhanytabar. 2008. Vermicompost effects on the growth and flowering of petunia hybrida '*Dream Neon Rose*. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science*. 3 (3): 506- 512.
- Darzi, M.T., A. Ghalavand, F. Rejali, and F. Sephidkon. 2007. Effects of biofertilizers application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants.* 22(4): 276-292. (In Persian).
- •Falahatgar, A. 2003. Medicinal plants. Advertising Bureau of Tehran. 379 pp. (In Persian).
- Gajdos, R. 1997. Effects of two composts and seven commercial cultivation media on germination and yield. *Compost Science and Utilization*. 5: 16-37.
- Hidlago, P.R., F.B. Matta, and R.L. Harkess. 2006. Physical and chemical properties of substrates containing earthworm castings and effects on marigold growth. *Horticulture Science*. 41: 1474-1476.
- Jashankar, S., and K. Wahab. 2005. Effect of integrated nutrient management on the growth, yield components and yield of sesame. *Sesame and Safflower Newsletter*. 20: 602-608.
- Karthick, A. 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants: A hope for sustainability and quality enhancement. *Journal of Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye Yielding Plants.* 2: 36-47.
- Koochaki, A.R., Sh. Amir Moradi, J. Shabahang, and S. Kalantari Khandani. 2013. Effect of organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of medicinal plants *Plantago Ovate* Forssk., *Alyssum homolocarpum* L., *Lepidium perfoilatum* L., and *Lalementia iberica* L. *Journal of Agroecology*. 1: 16-26. (In Persian).
- Mahfouz, S.A., and M.A. Sharaf-Eldin. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential of fennel (*Foeniculum vulgarw* Mill.). *International Journal of Agrophysics Science*. 21: 361-366.

- Moradi, R., M. Nasiri Mahallati, P. Rezvani Moghaddam, A. Lakzian, and A. Nejad Ali. 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. (In Persian).
- Omidbaigi, R. 2007. Production and processing of medicinal plants. Behnashr Publications. Tehran. 347 pp. (In Persian).
- Rezaee, M., and R. Baradaran. 2013. Effect of biofertilizers on the yield and yield components of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 29: 635-650. (In Persian).
- Salehi Surmaghi, H. 2006. Medicinal plants and phytotherapy. Donyaee Taghzie, Tehran, Iran, 434 pp. (In Persian).
- Samsam Shariat, S.H. 2004. Collection of medicinal herbs. Rozbahan Publications. 393 pp. (In Persian).
- Sasikumar K., T. Govindan, and C. Anuradha. 2011. Effect of seaweed liquid fertilizer of *Dictyota dichotoma* on growth and yield of *Abelmoschus esculantus* L. *European Journal of Experimental Biology*. 1(3): 223-227.
- Sing, K.B., R.S. Malhaotra, M.C. Saxena, and G. Bejiga. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. *Agronomy Journal*. 89: 112-118.
- Sivasankari, S., V. Venkatesalu, M. Anantharaj, and M. Chandrasekaran. 2006. Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vigna sinensis*. *Bioresource Technology*. 97: 1745-1751.
- Sridhar, S., and R. Rengasamy. 2011. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth, pigment concentration and yield of *Amaranthus roxburghinus* and *Amaranthus tricolor* under field trial. *Journal of Current Research*. 3(7): 131-134.
- Whalen, J.K., C. Ching, and B.M. Olsen. 2001. Nitrogen and phosphorus mineralization potentials of soil receiving repeated annual cattle manure applications. *Biology and Fertility of Soils Journal*. 34: 334-341.
- Zodap, S.T., A. Gupta, S.C. Bhandari, U.S. Rawat, D.R. Chaudhary, K. Eswarana, and J. Chikara. 2011. Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersican esculentum* Mill). *Journal of Scientific and Industrial Research*. 70:215-219.

Effect of Vermicompost and Liquid Seaweed Fertilizer on Morpho-physiological Properties of Marigold (*Calendula officinalis* L.)

Milad Heydari[1], Amir Mohammad Daneshian Mogaddam[2*], and Hassan Nourafcan[3]

Received: October 2015, Revised: 10 January 2016, Accepted: 13 September 2016

Abstract

Marigold is an ornamental and medicinal plant and has also industrial in cosmetalogical uses. To evaluate the effects of vermicompost and seaweed fertilizers on some morpho-physiological properties of the plant, a factorial experiment based on a randomized complete block (RCB) design with three replications was conducted in pot in Mianeh. In this experiment, the first factor was vermicompost fertilizer at four levels (0, 5, 10 and 15 $t.ha^{-1}$) added to the pot soil and the second factor was for levels of liquid seaweed fertilizer (0, 1, 2 and 3 percent) sprayed on foliage. The assessed traits were leaf, root and stem dry weights, root volume, number of secondary shoots, plant height, leaf number, flowering period, number of flowers, flower diameter, dry weight of flowers, leaves electrolyte leakage, leaf area (LA) and essential oil percentage and yield. The results showed that application of vermicompost increased some traits, including plant height (18.58 cm), number of branches (4.3 branches), root volume (3.4 cm^3) and leaf area index (65.55 cm^2). Using 3 percent of liquid seaweed fertilizer was also effective. In general, application of 5 tons per hectare of vermicompost with 3 percent of liquid seaweed fertilizer resulted in highest flower and stem dry weights.

Key words: Marigold, Medicinal plant, Ornamental plant, Vermicompost fertilizer, Seaweed liquid fertilizer.

1- M.Sc. Graduate in Landscape Engineering, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran
2- Assistant Prof., Faculty of Agriculture, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran
3- Assistant Prof., Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Mianeh Branch, Islamic Azad University, Mianeh, Iran
* ***Corresponding Author****:daneshian.a.m@gmail.com*