

## اثر ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهی و ورمی کمپوست بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)

علی راحمی کاریزکی<sup>۱\*</sup>، رسول رحیمی<sup>۲</sup>، عبدالطیف قلی‌زاده<sup>۳</sup>، ابراهیم غلامعلی پور علمداری<sup>۴</sup>

حسین صبوری<sup>۳</sup> و سیده حکیمه داودی<sup>۴</sup>

۱- نویسنده مسئول، استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

پست الکترونیک: alirahemi@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

۳- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

۴- دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۷

تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۷

### چکیده

به منظور بررسی اثرهای سطوح مختلف ورمی کمپوست و نیتروکسین بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) آزمایشی گلدانی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در گلخانه دانشگاه گنبد کاووس اجرا شد. عامل اول تیمار کودی ورمی کمپوست در ۶ سطح (صفر، ۱۰٪، ۲۰٪، ۴۰٪، ۷۰٪ و ۱۰۰٪ ورمی کمپوست) و عامل دوم کود بیولوژیکی نیتروکسین که شامل دو سطح تلقیح (۲۵ میلی لیتر در هر کیلو خاک) و عدم تلقیح نیتروکسین بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروکسین، ورمی کمپوست و اثر متقابل آنها بر روی تمام صفات مورد مطالعه معنی دار بودند. در حالی که صفت فنل کل فقط در تیمار ورمی کمپوست معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان فنل کل، کلروفیل a و کلروفیل کل در تیمار ۱۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین بدست آمد. در حالی که بیشترین مقدار کلروفیل b مربوط به تیمار ۱۰٪ ورمی کمپوست بدون تلقیح نیتروکسین بود. بیشترین درصد نیتروژن در گیاه و میزان کاتالاز به ترتیب مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین و ۱۰۰٪ ورمی کمپوست بدون تلقیح نیتروکسین بدست آمد. بیشترین مقدار اسانس گل مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین و کمترین مقدار اسانس گل مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ورمی کمپوست بدون تلقیح نیتروکسین بود. بیشترین مقدار اسانس گل مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین و کمترین مقدار اسانس گل مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ورمی کمپوست بدون تلقیح نیتروکسین بدست آمد. با توجه به نتایج بدست آمده ۱۰۰٪ و ۷۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین را می توان به عنوان تیمار مناسب در تولید اسانس گیاه دارویی همیشه بهار پیشنهاد داد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، تلقیح، کلروفیل، کاتالاز، نیتروکسین.

## مقدمه

نظام کشاورزی پایدار به دنبال کاهش آسیب‌های کشاورزی صنعتی است. این نظام براساس کشت زارهایی با مساحت کوچک و سودمندی مناسب هستند که به میزان کمتری نیازمند نهاده‌های خارج از مزرعه می‌باشند. امروزه استفاده از کودهای زیستی اهمیت فراوانی در نظام کشاورزی پایدار دارند (Vessey *et al.*, 2016). یکی از ارکان سیستم کشاورزی پایدار استفاده از کودهای بیولوژیک به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده‌های شیمیایی است که از میان کودهای بیولوژیک می‌توان به میکروارگانیسم‌ها و ورمی‌کمپوست اشاره کرد. مطالعات انجام شده بر روی گیاهان دارویی نیز گویای آن است که حداکثر عملکرد کمی و کیفی در چنین شرایطی حاصل می‌گردد (Darzi & Haj Seyed Hadi, 2012). در سیستم‌های کشاورزی پایدار، استفاده از منابع تجدیدپذیری که حداکثر محاسن اکولوژیکی و حداقل مضرات زیست محیطی را دارا باشند، امری ضروریست. از جمله این منابع تجدیدپذیر می‌توان به استفاده از نهاده‌های بوم‌سازگار مانند اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک اشاره کرد (Amiri *et al.*, 2017). به همین دلیل سیستم‌های کشاورزی ارگانیک می‌توانند به عنوان جایگزینی برای سیستم‌های رایج کشاورزی برای تولید پایدار در نظر گرفته شوند. از این رو، بسیاری از کشورهای تولیدکننده داروهای گیاهی، ترکیب‌های گیاهی را که از طریق کشت ارگانیک یا بیودینامیک تولید شده باشند، ترجیح می‌دهند (Mardani & Amooaghaie, 2016). از جمله مزایای عمده کود بیولوژیک ورمی‌کمپوست می‌توان به بهبود هوادهی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اشاره کرد (Radzi *et al.*, 2017). کودهای بیولوژیک شامل انواع مختلف ریزموجودات آزادی بوده که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از شکل غیرقابل دسترس به شکل قابل دسترس دارند

(Amiri *et al.*, 2017). معروف‌ترین باکتری‌های آزادی تثبیت‌کننده نیتروژن کود بیولوژیک نیتروکسین (PGPR) (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) است که شامل دو باکتری مزبور، از جنس‌های *Azotobacter* و *Azospirillum* است؛ این دو باکتری از پروکاریوت‌های بسیار مهم خانواده *Azotobacteraceae* هستند که به صورت غیرهمزیست با گیاهان (آزادی)، نیتروژن موجود در هوا را تثبیت می‌کنند و در اختیار گیاه قرار می‌دهند (Vejan *et al.*, 2016).

همیشه‌بهار با نام علمی (*Calendula officinalis* L.) گیاهی علفی از خانواده کاسنی (Asteraceae) می‌باشد؛ این گیاه دارویی بومی نواحی مدیترانه است (Sindhu *et al.*, 2010). اسامی دیگر آن در فارسی قرمه‌ان و همیشه‌بهار است و به انگلیسی به آن *Pot marigold* گفته می‌شود. همیشه‌بهار 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، بیضی، خمیده، پشت و روی برگ کرکدار است (Fallahi *et al.*, 2008). عصاره همیشه‌بهار دارای اثرهای دارویی از قبیل التیام زخم، ضد التهاب، تصفیه‌کننده خون، ضد باکتری، اسانس، کاروتنوئید و اسیدهای آمینه می‌باشد؛ همچنین از گلبرگ‌های خشک گیاه همیشه‌بهار مانند زعفران، به‌عنوان ادویه استفاده می‌شود (Patric & Kumar, 2005). نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان داده است که عصاره آلی گل‌های همیشه‌بهار دارای فعالیت ضد ویروس ایدز می‌باشد (Kalvatchev *et al.*, 1997). امروزه کودهای زیستی به عنوان یک جایگزین برای کودهای شیمیایی با افزایش باروری خاک و تولید محصول در کشاورزی پایدار محسوب می‌شوند (Wu *et al.*, 2005). این گروه از باکتری‌ها در منطقه ریزوسفر از طریق سازوکارهای مختلفی باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (Sajadi Nik & Yadavi, 2013). در تحقیقی که توسط Rahimzadeh و همکاران (۲۰۱۱) بر روی بادرشبی انجام گردید، مشاهده شد که کاربرد کودهای زیستی (نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور) سبب افزایش وزن خشک بوته، عملکرد پیکره رویشی و میزان اسانس در مقایسه

بیوفسفر بدست آمد (Rahimzadeh et al., 2013). در گیاه اسفرزه (*Plantago psyllium*) گزارش شده که ۲۵٪ و ۵۰٪ ورمی کمپوست جامد باعث افزایش معنی دار کلروفیل a, b و کل نسبت به تیمار شاهد گردید (Mardani & Amooaghaie, 2016). Marius و همکاران (۲۰۰۵) تأثیر تلقیح باکتریایی را روی چند شاخص بیوشیمیایی گیاه آفتابگردان بررسی کردند و نتایج آنان نشان داد که فعالیت آنزیم کاتالاز قبل و بعد از گلدهی در فرایند فتوسنتز و تولید انرژی و در نهایت، بهبود رشد آفتابگردان در تیمار کود زیستی نسبت به کنترل افزایش داشته است. افزایش مصرف و بکارگیری نیتروژن سبب بالا رفتن میزان تولید آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گیاه *Populus yunnanensis* شد (Lin et al., 2012). کودهای زیستی نیتروکسین و شیمیایی اوره بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گیاه شوید تأثیر معنی‌داری داشته، به طوری که کود زیستی نیتروکسین و پس از آن کود شیمیایی اوره بیشترین عملکرد اقتصادی (دانه) و اسانس را تولید نموده که نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نشان دادند.

هدف از این آزمایش بررسی اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست و نیتروکسین بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی همیشه‌بهار بود.

### مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در گلخانه رویاز دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبدکاووس انجام شد. عامل اول کود بیولوژیکی نیتروکسین در دو سطح شامل عدم تلقیح و تلقیح ۲۵ میلی‌لیتر نیتروکسین در هر گلدان و عامل دوم کود ورمی کمپوست در ۶ سطح شامل صفر، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد وزنی اجرا شد. کود نیتروکسین نیز از شرکت فناوری زیستی مهر آسیا خریداری شد که شامل دو باکتری آزادی تثبیت‌کننده نیتروژن از توپاکتر و آزوسپیریلوم با  $CFU=10^8/ml$  در زمان تولید کود بود. ورمی کمپوست مورد استفاده در این پژوهش، از

با شاهد گردید. در تحقیقی روی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) نشان داده شد که کاربرد ورمی کمپوست به صورت منفرد و توأم با سایر کودهای آلی و زیستی، سبب افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی و فرعی، اسانس و عملکرد اسانس نسبت به تیمار شاهد گردید (Moradi et al., 2010). در پژوهشی دیگر واکنش گیاه ریحان به کاربرد کودهای بیولوژیک و سوپر جاذب بررسی و گزارش شد که بیشترین عملکرد اسانس به ترتیب در تیمارهای بیوسولفور+ سوپر جاذب، بیوسولفور+ نیتروکسین و نیتروکسین+ سوپر جاذب بدست آمد (Fallahi et al., 2009). Shahhoseini و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی بر روی گیاه دارویی بابونه (*Matricaria recutita* L.) شاهد افزایش تعداد شاخه اصلی، وزن خشک بوته، عملکرد ماده خشک گیاه، اسانس و عملکرد اسانس در تیمارهای مصرف ورمی کمپوست و کود دامی در مقایسه با شاهد بودند. در دو پژوهش دیگر که روی گیاه ریحان و شوید (*Anethum graveolens* L.) در شرایط مزرعه انجام شد، مصرف کود دامی و ورمی کمپوست موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول گردید (Makkizadeh et al., 2012). بنابراین به نظر می‌رسد که کودهای بیولوژیک احتمالاً از طریق افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن به وسیله تثبیت نیتروژن، آزاد کردن متابولیت‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی مانند اکسین، افزایش جذب آب و مواد غذایی و کنترل بیولوژیک پاتوژن‌های خاک زاد باعث بهبود عملکرد گیاه می‌شوند (Amiri et al., 2017). Rezaei و Baradaran (۲۰۱۳) در پژوهش‌های خود به ترتیب روی درمنه (*Artemisia pallens*)، ریحان و همیشه‌بهار، شاهد افزایش عملکرد محصول (عملکرد پیکر و گل خشک) و همچنین شاهد افزایش صفات کیفی (اسانس و کلروفیل) گیاه در تیمارهای حاوی ورمی کمپوست بودند. بر اساس نتایج بدست آمده بر روی گیاه دارویی بابونه آلمانی بیشترین درصد اسانس مربوط به ورمی کمپوست ۱۰ تن در هکتار و کمترین درصد اسانس مربوط به عدم استفاده از ورمی کمپوست بود. در پژوهشی دیگر بیشترین میزان اسانس گیاه دارویی بادرشبو در شرایط کاربرد همزمان کودهای زیستی بیوسولفور، نیتروکسین و

مزرعه مخلوط گردید. در مجموع ۴۸ گلدان با ظرفیت ۵ کیلوگرم خاک آماده شد و تلقیح نیتروکسین (۲۵ میلی لیتر در هر گلدان) نیز انجام شد و بعد در هر گلدان ۸ بذر کشت گردید. رطوبت گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی نگه داشته شد. پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها، در تاریخ ۱۳۹۴/۱/۱۷ عملیات تنک کردن انجام و سه بوته نگه داشته شد و بقیه حذف گردیدند. در اواخر رشد گیاه صفات کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، اسانس گل، نیتروژن کل گیاه، جذب کل نیتروژن در گلدان، فنل کل و آنزیم کاتالاز اندازه گیری شد. برداشت گیاه در تاریخ ۹۴/۴/۲۴ انجام گردید.

فعالیت کرم *Foetida Eisenia* روی کود دامی بدست آمد. میزان اسیدیته و هدایت الکتریکی محلول آبی آن به ترتیب ۳/۵۳ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. در این آزمایش از رقم کم‌پر گل همیشه‌بهار استفاده شد. برای تهیه خاک از خاک مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه گنبدکاووس استفاده شد. براساس نتایج حاصل بافت خاک لوم سیلتی بود (جدول ۱).

کشت در تاریخ ۱۵ اسفند ماه ۱۳۹۳ انجام شد. برای کشت ابتدا ورمی‌کمپوست تهیه شده از الک ۵ میلی‌متری عبور داده شد و بعد با درصدهای وزنی ذکر شده با خاک سرند شده

جدول ۱- برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)

مشخصات	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	مواد خنثی شونده (%)	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	(قسمت در میلیون) فسفر قابل جذب	(قسمت در میلیون) پتاسیم قابل جذب	رس (%)	رس (%)	سیلت (%)	ماسه (%)
مقدار	۱/۱۹	۷/۹	۸/۹	۰/۶۸	۰/۰۷	۱۳/۴	۳۵۶	۱۵	۱۵	۶۴	۲۱

#### اندازه‌گیری کلروفیل

برای اندازه‌گیری کلروفیل از روش Arnon (۱۹۴۹) استفاده شد. به این منظور مقدار ۰/۱ گرم از بافت برگ تازه با ۱۰ میلی لیتر استون سرد ۸۰٪ به طور کامل ساییده شد.

پس از ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ میزان جذب نوری نمونه‌ها در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتری ثبت شد. میزان کلروفیل a، b و کل براساس فرمول‌های زیر محاسبه شدند.

$$\text{Chl a} = [12.7 (D663) - 2.69 (D645)] \times V / (1000 \times W) \quad \text{رابطه ۱}$$

$$\text{Chl b} = [22.9 (D645) - 4.68 (D663)] \times V / (1000 \times W) \quad \text{رابطه ۲}$$

$$\text{ChlT} = [20.2 (D64) + 80.2 (D663)] \times V / (1000 \times W) \quad \text{رابطه ۳}$$

آسیاب و بعد پودر گردیدند. پودر حاصل با ۱۵۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط گردید و بعد با کمک دستگاه کلونجر اسانس آنها جدا شد.

نحوه اسانس‌گیری همیشه‌بهار و محاسبه بازده و عملکرد اسانس برای تعیین بازده اسانس همیشه‌بهار، از گل سایه خشک شده گیاه استفاده شد. بدین‌منظور ۵۰ گرم از نمونه‌ها،

$$\text{رابطه ۴} \quad 100 \times (\text{وزن اسانس بدست آمده} / \text{وزن خشک گل اسانس‌گیری شده}) = \text{بازده اسانس}$$

به مدت ۲/۵ ساعت در دستگاه هضم کجدال قرار داده شد. بعد از هضم با دستگاه اتوماتیک کجدال تقطیر گردید تا نیتروژن آن جدا شود؛ سپس با اسیدکلریدریک ۰/۰۱ نرمال تیترا شد و میزان نیتروژن هر نمونه از فرمول زیر تعیین شد.

$$\text{Mg N/Gms} = (V - V_0) \text{mL} \times T (\text{meq/ml}) \times 14 (\text{mg/meq}) \text{N} \times 1/0.1 \text{gMS} \quad \text{رابطه ۵}$$

$$A = bc$$

رابطه ۷

در این رابطه A: نقطه جذب، b: ضریب خاموشی، c: طول سل (1cm)، c: غلظت کاتالاز و ۳۹/۴ میکرومول می باشد.

آنالیز داده های بدست آمده با نرم افزارهای SAS با نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین ها داده ها با آزمون LSD در سطح ۵٪ انجام گردید. شکل ها نیز با نرم افزار Excel 2007 ترسیم شد.

### نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر ورمی کمپوست، نیتروکسین و اثر متقابل ورمی کمپوست × نیتروکسین بر تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد. این در حالی بود که در مورد صفت فنل کل فقط تیمار ورمی کمپوست در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۲).

### اسانس گل

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین، صفت اسانس گل بیشترین میزان را در تیمار ۱۰۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین داشته که با ۴۰٪ و ۷۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح در یک گروه آماری قرار داشتند و کمترین مقدار در تیمار شاهد بدون تلقیح نیتروکسین بدست آمد (جدول ۳).

### اندازه گیری نیتروژن کل به روش کجدال

اندازه گیری نیتروژن شامل سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون است. ۰/۱ گرم از نمونه خشک شده در لوله هضم ریخته شد؛ سپس ۰/۲ کاتالیزور و ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک تجاری غلیظ به لوله هضم افزوده و

$$V = \text{حجم } H_2SO_4 \text{ (یا HCl) اضافه شده به نمونه}$$

$$V_0 = \text{حجم } H_2SO_4 \text{ (یا HCl) اضافه شده به نمونه شاهد}$$

$$T = \text{نرمالیتة } H_2SO_4 \text{ (یا HCl)}$$

$$MS = \text{ماده خشک (نمونه)}$$

$$\text{Mg N/g MS} = (V - V_0) \times 1.4 \quad \text{رابطه ۶}$$

### فنل کل

سنجش میزان فنل کل براساس روش فولین سیوکالتو (Malik & Singh, 1980) انجام شد. بدین ترتیب که مقدار ۰/۱ گرم از نمونه گیاهی با ۱۰ میلی لیتر اتانول داغ ۸۰٪ در هاون چینی ساییده شد و به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتری با مدل در نقطه جذب ۶۵۰ نانومتر خوانده شد. میزان فنل کل نمونه بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک نمونه محاسبه شد.

### آنزیم کاتالاز (Catalaz)

برای اندازه گیری آنزیم کاتالاز از روش Sizer و Beers (۱۹۵۲) استفاده گردید. ۰/۲۵ گرم (۵۰ گرم) نمونه تازه گیاهی در هاون چینی محتوای ۱/۵ CC بافر فسفات برابر با pH=۷/۵ به طور کامل در نیتروژن مایع ساییده شد. سپس در سانتیفریوژ به مدت ۲۵ دقیقه قرار داده شد. بعد با دستگاه اسپکتوفوتومتری در طول ۲۴۰ نانومتر در اثر حذف پراکسید هیدروژن در طی یک دقیقه اندازه گیری شد.

۱۰٪ ورمی کمپوست بدون عدم تلقیح نیتروکسین و کمترین مقدار مربوط به ۱۰۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین بود (جدول ۳).

#### آنزیم کاتالاز

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین بیشترین و کمترین مقدار کاتالاز به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰٪ ورمی کمپوست بدون تلقیح نیتروکسین و ۱۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین مشاهده شد (جدول ۳).

#### میزان فنل کل

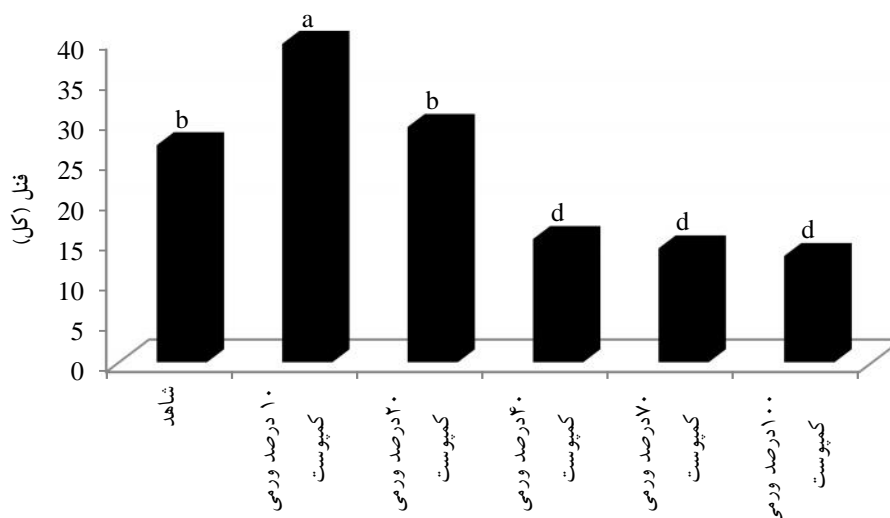
در صفت فنل کل بیشترین مقدار مربوط به تیمار ۱۰٪ ورمی کمپوست و کمترین مقدار در تیمار ۱۰۰٪ ورمی کمپوست بدست آمد، این در حالی بود که بین تیمارهای ۴۰٪، ۷۰٪ و ۱۰۰٪ ورمی کمپوست از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱).

درصد نیتروژن گیاه (برگ و ساقه) و جذب کل نیتروژن در گلدان

براساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین مقدار غلظت نیتروژن در گیاه مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین و کمترین مقدار در تیمار ۴۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین می‌باشد. همچنین براساس نتایج مقایسه میانگین جذب نیتروژن در گلدان بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب مربوط به تیمار ۴۰٪ ورمی کمپوست بدون تلقیح نیتروکسین و تیمار شاهد با تلقیح نیتروکسین است (جدول ۳).

#### میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کل

براساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین مقدار کلروفیل a و کلروفیل کل مربوط به تیمارهای ۱۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین و کمترین مقدار کلروفیل a و کلروفیل کل مربوط به تیمار ۲۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین است. همچنین بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به تیمار



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر روی فنل کل

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس صفات کیفی مورد بررسی

صفات							درجه	منبع تغییرات	
فنل	کاتالاز	کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	جذب کل نیتروژن در گلدان	نیتروژن کل گیاه (برگ و ساقه)	اسانس گل	آزادی	
۱۴۱۸/۹۴۴***	۱۵/۵۰۳***	۰/۲۵۲***	۰/۰۶۴***	۰/۰۶۷***	۷/۶۲۵***	۳۷/۹۴۶***	۰/۱۲۱***	۵	ورمی کمپوست
۲۰۹/۹۷۴ns	۲۱/۲۶۹***	۰/۰۰۸*	۰/۰۳۳***	۰/۰۷۵***	۱۲۸/۵۱۱***	۳۰۰/۲۳۳۸***	۰/۶۶۱***	۱	نیتروکسین
۷۲/۸۳۲ns	۴/۳۹۵***	۰/۱۰۳***	۰۱۶/۰***	۰/۰۴۷***	۵/۸۷۱***	۳۲۸/۵۱***	۰/۰۵۲***	۵	ورمی کمپوست×نیتروکسین
۵۵/۲۳۲	۰/۲۵۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۷۳	۰/۴۰۵	۰/۰۰۴	۳۶	خطا
۲۹/۵۸	۶/۵۷	۱۴/۷۱	۲۶/۹۲	۱۱/۷۱	۱۱/۲۸	۶/۲۹	۳۰/۰۳	-	ضریب تغییرات (%)

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودهای ورمی کمپوست و نیتروکسین بر صفات کیفی همیشه بهار

کاتالاز (میکرومول بر دقیقه در میلی گرم پروتئین)	صفات						تیمارها
	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم)	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم)	جذب کل نیتروژن در گلدان (%)	نیتروژن کل گیاه (%)	اسانس گل (%)	
۶/۹۵ cd	۰/۹۰ a	۰/۳۱ ab	۰/۵۹ a	۰/۲۴ h	۲/۸۷ h	۰/۰۱۴ de	بدون ورمی کمپوست + تلقیح نیتروکسین
۶/۰۴ e	۰/۵۱ de	۰/۲۱ cd	۰/۳۰ cdef	۱/۰۴ ef	۱۰/۸۷ f	۰/۰۰۴ e	بدون ورمی کمپوست + عدم نیتروکسین
۴/۶۴ f	۰/۹۵ a	۰/۳۲ ab	۰/۶۳ a	۱/۲۴ e	۴/۸۳ g	۰/۰۹۸ cde	۱۰٪ ورمی کمپوست + تلقیح نیتروکسین
۶/۸۲ d	۰/۷۵ b	۰/۳۷ a	۰/۳۷ b	۲/۶۴ d	۱۳/۰۲ e	۰/۰۳۸ cde	۱۰٪ ورمی کمپوست + عدم نیتروکسین
۷/۵۰ cd	۰/۳۳ g	۰/۰۹ ef	۰/۲۴ f	۰/۵۶ gh	۲/۷۹ h	۰/۴۴ b	۲۰ ورمی کمپوست + تلقیح نیتروکسین
۷/۵۹ cd	۰/۵۲ de	۰/۲۱ cd	۰/۳۰ bcde	۴/۵۲ c	۱۶/۲۴ d	۰/۰۷۷ cde	۲۰ ورمی کمپوست + عدم نیتروکسین
۵/۳۵ ef	۰/۴۹ ef	۰/۱۷ de	۰/۳۱ bcde	۰/۷۸ fg	۲/۵۷ h	۰/۵۱ ab	۴۰ ورمی کمپوست + تلقیح نیتروکسین
۸/۹۶ b	۰/۶۳ bcd	۰/۲۷ bc	۰/۳۵ bc	۵/۴۸ a	۱۸/۵۶ c	۰/۱۳ c	۴۰ ورمی کمپوست + عدم نیتروکسین
۷/۷۲ c	۰/۵۴ cde	۰/۱۷ de	۰/۳۶ bc	۰/۸۳ fg	۲/۸۷ h	۰/۴۹ ab	۷۰ ورمی کمپوست + تلقیح نیتروکسین
۱۰/۵۹ a	۰/۶۵ bc	۰/۳۱ ab	۰/۳۴ bcd	۵/۴۴ ab	۲۱/۲۸ b	۰/۱۱ cd	۷۰ ورمی کمپوست + عدم نیتروکسین
۹/۲۳ b	۰/۳۷ fg	۰/۰۸ f	۰/۲۸ def	۰/۹۳ efg	۲/۸۷ h	۰/۵۶ a	۱۰۰ ورمی کمپوست + تلقیح نیتروکسین
۱۰/۶۶ a	۰/۳۷ fg	۰/۱۰ ef	۰/۲۷ ef	۵/۰۹ b	۲۲/۲۶ a	۰/۱۱ cd	۱۰۰ ورمی کمپوست + عدم نیتروکسین
۰/۷۹	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۳۸	۰/۹۱	۰/۱۰	LSD <sub>0.05</sub>

حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می باشد.



## بحث

افزایش نیتروژن گیاه در مقایسه با شاهد می گردد که این نتیجه با نتایج Khaledro و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت. بیشترین مقدار کلروفیل a و کلروفیل کل مربوط به تیمارهای ۱۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین بود که احتمالاً به دلیل این است که کودهای آلی حاوی عناصر ریزمغذی است که موجب افزایش معنی دار مواد آلی خاک گردیده و قابلیت جذب روی، مس، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن خاک را افزایش می دهد. افزایش جذب عناصر غذایی خاک و جذب مواد توسط گیاه و رشد ناشی از آن موجب افزایش میزان کلروفیل می شود. آهن از جمله عناصر موجود در ساختمان سیتوکروم است که در عملیات اکسیداسیون و احیاء و بیوستنز کلروفیل شرکت داشته و به دلیل اعمال کودهای آلی این ریزمغذی ها و متعاقباً جذب آن توسط گیاه افزایش می یابد.

Allen و همکاران (۱۹۸۰) گزارش کردند که حضور کودهای بیولوژیک مقادیر سیتوکینین و کلروفیل را در برگ گیاه افزایش می دهد و در نهایت موجب افزایش رشد گیاه می شود. در این رابطه Peñuelas و همکاران (۱۹۹۴) نیز نشان داده اند که محدودیت نیتروژن به عنوان محرک کاهش محتوای کلروفیل می باشد؛ اما آنچه در این مطالعه حائز اهمیت است، تأثیر مثبت کودهای زیستی بر افزایش اثر کود شیمیایی نیتروژن بر مقدار کلروفیل برگ می باشد؛ زیرا مقدار کلروفیل b در تیمار کاربرد کود زیستی به همراه ۲۵ کیلوگرم کود شیمیایی نیتروژن در حد تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی بود و این امر بدان معنی است که اگر کود زیستی به همراه کود شیمیایی بکار گرفته شود؛ می توان میزان مصرف کود شیمیایی را به نصف کاهش داد؛ بدون اینکه مقدار کلروفیل برگ کاهش معنی داری یابد. این احتمال وجود دارد که کودهای زیستی با ترشح هورمون های رشد میزان سنتز کلروفیل را بالا ببرند. البته اثر مثبت کودهای زیستی بر رنگ دانه های برگ قبلاً نیز توسط Khoramdel و همکاران (۲۰۱۱) در گیاه کنجد به اثبات رسیده است. Kiani و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعاتی دیگر بر روی گیاه دارویی نعناع (*Mentha apicata* L.) مشخص کردند که مصرف

مشاهده بیشترین میزان اسانس گل در تیمار ۱۰۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین احتمالاً به دلیل این است که این مقدار ورمی کمپوست مصرفی نیاز نیتروژن گیاه را از نظر بهبود وضعیت اسانس بر طرف کرده، از این رو کاربرد نیتروکسین در کنار ورمی کمپوست اثر مثبت بر این صفت داشته است. Rahimi و همکاران (۲۰۰۹) بیان نمودند که تیمارهای کود زیستی همراه ۳۷/۵ کیلوگرم نیتروژن و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن بدون تلقیح کود زیستی به طور معنی داری باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، وزن خشک گل، عملکرد میوه، درصد اسانس، عملکرد اسانس بر گیاه، محتوای لینالول در اسانس و عملکرد لینالول گشنی (*Corianderum sativum* L.) در مقایسه با شاهد شد. نتایج تحقیقات Shokrani و همکاران (۲۰۱۲) در مورد تأثیر کود زیستی بر رشد و عملکرد گیاه همیشه بهار، نشان داد که کود زیستی نیتروکسین بر وزن ساقه و قطر کاپیتول تأثیر معنی داری داشت. همچنین اثر متقابل تنش خشکی و کود زیستی نیتروکسین بر میزان اسانس، عملکرد گل و عملکرد اسانس در برداشت اول، دوم، سوم، چهارم، پنجم و عملکرد سالانه تأثیر معنی داری داشت. به طوری که بیشترین عملکرد خشک گل (۲۷۴۲) از تیمار شاهد (آبیاری مطلوب) و ۶ لیتر بر هکتار نیتروکسین حاصل شد. در تحقیقی بر روی بابونه نشان داده شد که مصرف تلفیقی ۱۳ تن ورمی کمپوست و باکتری های نیتروژنوباکتر، آزوسپیریوم و سودوموناس موجب افزایش درصد نیتروژن گیاه شده است (Salehi et al., 2010). این پژوهشگران بیان کردند که مصرف همزمان این باکتری ها با ورمی کمپوست می تواند سبب افزایش فعالیت این باکتری های تثبیت کننده نیتروژن و همچنین بهبود فرایند معدنی شدن نیتروژن از طریق افزایش قابلیت دسترسی نیتروژن ورمی کمپوست گردد که در نهایت منجر به افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه می شود. همچنین Mahfouz و Sharaf Eldin (۲۰۰۷) نیز در طی پژوهشی بر روی رازیانه، گزارش کرده اند که کاربرد توأم باکتری های زیستی (نیتروژنوباکتر، آزوسپیریوم و باسیلوس) موجب

که بالا بودن ترکیب های فنلی دلیل عمده بالا بودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی بعضی از عصاره‌ها از جمله عصاره‌های متانولی و اتانولی است. زیرا براساس شواهد موجود ارتباط مثبتی بین میزان ترکیب های فنلی و قدرت آنتی‌اکسیدانی گیاهان وجود دارد. Król (۲۰۱۱) در پژوهش خود در مورد گیاه دارویی همیشه‌بهار، با بررسی مقدار ترکیب‌های فنولی کل گل‌های همیشه‌بهار تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی، اثر تیمارهای مختلف کود را بر محتوای فنولی کل گیاه معنی‌دار گزارش نکرد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی براساس نتایج بدست آمده در این آزمایش می‌توان بیان کرد که کاربرد کودهای زیستی ورمی‌کمپوست و نیتروکسین به‌صورت تلفیقی باعث افزایش عملکرد کیفی گیاه دارویی همیشه‌بهار گردید. صفات مورد بررسی در تمامی سطوح مختلف تیماری با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. این اثر مثبت را می‌توان به تأثیر بهبودپذیری وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک توسط این کودها و فراهمی بهتر عناصر غذایی برای گیاه نسبت داد. بنابراین توصیه می‌گردد از تیمارهای کودی ۷۰ و ۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین استفاده گردد؛ زیرا به‌دلیل بالا بودن میزان شوری در ورمی‌کمپوست خالص باعث ایجاد تنش و در نتیجه افزایش اسانس در گیاه می‌گردد.

### منابع مورد استفاده

- Allen, M.F., Moore, T.S. and Christensen, M., 1980. Phytohormone, changes in *Bouteloua gracilis* infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. I. Cytokine increase in the host plant. *Canadian Journal of Botany*, 58: 371-374.
- Amiri, M., Rezvani, M., Moghaddam, P. and Jahan, M., 2017. Effects of organic acids, mycorrhiza and rhizobacteria on yield and some phytochemical characteristics in low-input cropping system. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 27(1): 45-61.
- Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24: 1-15.
- Beers, G.R. and Sizer, I.V., 1952. A spectrophotometric method for measuring the

۱۰٪ ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع بوته و میزان کلروفیل در مقایسه با گیاهان شاهد گردید. بیشترین مقدار کاتالاز به‌ترتیب در تیمارهای ۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست بدون تلقیح نیتروکسین مشاهده شد. گیاهان برای کاهش دادن اثر مخرب گونه‌های اکسیژن‌فعال سازوکارهای متفاوتی دارند. از جمله این سازوکارها می‌توان به سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی اشاره کرد. این سیستم شامل سیستم آنزیمی و غیرآنزیمی است. مهمترین ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی، شامل گلوکاتینون، توکوفرول فلاونوئیدها و آسکوربات می‌باشند که در پاکسازی گونه‌های فعال اکسیژن به‌طور مستقیم نقش دارند. همچنین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز و پراکسیداز در پاکسازی رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول نقش دارند. از آنجایی که ورمی‌کمپوست دارای عناصر ریزمغذی با قابلیت جذب زیاد می‌باشد و از سویی این عناصر به‌ویژه آهن و روی در ساختارهای مختلف این آنزیم‌ها شرکت دارند، بنابراین می‌توان افزایش فعالیت این آنزیم‌ها را احتمالاً با افزایش و بهبود جذب این عناصر توسط گیاه مرتبط دانست (Kiani et al., 2014). به‌طوری‌که فلاونوئیدها و کاروتنوئیدهای موجود در همیشه‌بهار، این گیاه را منبع غنی از ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی کرده است (Meda et al., 2005). نتایج پژوهش Saikia و Upadhyaya (۲۰۱۱) بر روی گیاه دارویی مارچوبه (*Asparagus racemosus*) بیانگر تأثیر معنی‌دار ورمی‌کمپوست بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی این گیاه است. نتایج پژوهش Marius و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که تلقیح باکتریایی روی چند شاخص بیوشیمیایی گیاه آفتابگردان موجب فعالیت آنزیم کاتالاز قبل و بعد از گلدهی در فرایند فتوسنتز و تولید انرژی و در نهایت بهبود رشد آفتابگردان در تیمار کود زیستی نسبت به تیمار شاهد شده است. در این مطالعه با افزایش میزان ورمی‌کمپوست میزان فنل کل کاهش یافت؛ بنابراین براساس نتایج می‌توان بیان کرد که ورمی‌کمپوست از طریق بهبود شرایط رشد باعث کاهش فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی در گیاهان می‌شود. پژوهش‌های Mazandarani و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد

- basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 22(1): 1-12.
- Malik, C.P. and Singh, M.B., 1980. Plant Enzymology and Histo-Enzymology. Kalyani Publishers. New Dehli, 434p.
  - Mardani, F. and Amooaghaie, R., 2016. Effect of vermicompost and its extract on emergence and the growth parameters of (*Plantago psyllium*). Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center Ejjcst, 7(1): 1-13.
  - Marius, S., Octavita, A., Eugen, U. and Vlad, A., 2005. Study of a microbial inoculation on several biochemical indices in sun flower (*Helianthus annuus* L.). Analele tiinifice aleUniversitii Alexandru Ioan Cuza Genetici Biologie Molecular, TOM V, 234: 215-273.
  - Mazandarani, M., Zarghami Moghadam., Zolfaghari, M.R. and Ghaemi, E., 2012. Effect of solvent type on TP and TF content and antioxidant activity in *Onosma dichroanthum* Boiss. in Golestan province, North of Iran. Journal of Medicinal plant Research, 6(28): 4481-4488.
  - Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J. and Nacoulma, G.O., 2005. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. Food Chemistry, 91(3): 571-577.
  - 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.
  - Patric, K. and Kumar, S., 2005. Calendula. EBSCO Publishin, 14: 100-171.
  - Peñuelas, J., Gamon, J., Freeden, A., Merino, J. and Field, C., 1994. Reflectance indices associated with physiological changes in N and water-limited sunflower leaves. Remote Sensing and Environment, 48(2): 135-146.
  - Radzi, M.N., Mahadzir, N. and Rashid, F.N., 2017. Effect of different rate of vermicompost on growth performance and yield of rice (*Oryza sativa*). International Journal of Engineering Sciences & Management Research, 4(3): 47-49.
  - Rahimi, A.R., Mashayekhi, K., Amini, S. and Soltani, E., 2009. Effect of mineral vs. biofertilizer on the growth, yield and essential oil content of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology, 3(2): 82-84.
  - Rahimzadeh, S., Sohrabi, Y., Heidari, G.R., Eivazi, A. and Hoseini, S.M., 2013. Effect of biofertilizers on macro and micro nutrients uptake and essential oil breakdown of hydrogen peroxide by catalase. Journal of Biological Chemistry, 195: 133-140.
  - 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*). Journal of Medicinal Plants Research, 6(16): 3266-3271.
  - Fallahi, J., Koocheki, A. and Rezvani Moghaddam, P., 2008. Investigating the effects of organic fertilizer on quantity index and the amount essential oil and chamazulene in chamomile (*Matricaria recutita*). Agricultural Research: Water, Soil and Plant in Agriculture, 1(8): 157-168.
  - Kalvatchev, Z., Walder, R. and Garzaro, D., 1997. Anti-HIV activity of extracts from *Calendula*. Biomedicine & Pharmacotherapy, 51(4): 176-180.
  - Khaledro, Sh., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzadeh, A., 2010. 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.
  - Khoramdel, S., Amin Ghafoori, A., Rezvani Moghaddam, P. and Nasiri Mahalati, M., 2011. Evaluation different irrigation regimes along with biofertilizer on grain yield, chlorophyll and relative water content of sesame. First Congress of Sustainable Agriculture and Healthy Food, Isfahan, 10-11 November.
  - Kiani, Z., Esmailpour, B., Hadian, J., Soltani Toolarood, A.A. and Fathololumi, S., 2014. Effect of organic fertilizers on growth properties nutrient absorption and essential oil yield of medicinal plant of spearmint (*Mentha spicata* L.). Journal of Plant Production, 21(4): 63-80.
  - Król, B., 2011. Yield and the chemical composition of flower head of Pot marigold (*Calendula officinalis* L.) depending on nitrogen fertilization. ACTA Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus, 10(2): 235-243.
  - Lin, T., Zhu, X. and Zhang, F., 2012. The interaction effect of cadmium and nitrogen on *Populus yunnanensis*. Journal of Agricultural Science, 4(2): 125-134.
  - Mahfouz, S.A. and Sharaf Eldin M.A., 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21(4): 361-366.
  - Makkizadeh, 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

- Medicinal and Aromatic Plants, 27(2): 188-201.
- Shahhoseini, R., Omidbaigi, R. and Kiani, D., 2012. Effect of biological fertilizers of biosulfur, nitroxin and super absorbent polymer on growth, yield and essential oil content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Horticulture Science, 26: 246-254.
  - Shokrani, F., Pirzad, A., Zardoshti, M.R. and Darvishzadeh, R., 2012. Effect of irrigation disruption and biological nitrogen on growth and flower yield in (*Calendula officinalis* L.). African Journal of Biotechnol, 11(21): 4795-4802.
  - Sindhu, G., Raborthy, C. and Prashant, M., 2010. Determination of quercetin HPTLC in *Calendula officinalis* extract. International Journal of Pharma and Biology Science, 1(1): 1-4.
  - Vessey, H., Liaghati, H. and Alipour, A., 2016. Developing an ethics-based approach to indicators of sustainable agriculture using analytic hierarchy process (AHP). Ecological Indicators, 60: 644-654.
  - Vejan, P., Abdullah, R., Khadiran, T., Salmah, I. and Nasrulhaq Boyce, A., 2016. Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Agricultural Sustainability-A Review. Molecules, 21(5): 2-17.
  - Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C. and Wong, M.H., 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth: a greenhouse trail. Geoderma, 125: 155-166.
  - content in (*Dracocephalum moldavica* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 11: 179-190.
  - Rahimzadeh, S., Sohrabi, Y., Heidary, G.R. and Pirzad, A.R., 2011. Effect of biofertilizers application on some morphological traits and yield of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Journal of Horticultural Science, 25(3): 335-343.
  - Rezaei, M. and Baradaran, R., 2013. Effects of biofertilizers on the yield and yield components of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(3): 635-650.
  - Saikia, L.R. and Upadhyaya, S., 2011. Antioxidant activity, phenol and flavonoid content of *A. racemosus* Willd. A medicinal plant grown using different organic manures. Research Journal of Pharmaceutical, Biological & Chemical Sciences, 2(2): 457-463.
  - Sajadi Nik, R. and Yadavi, A.R., 2013. Effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth indexes, phonological stages and grain yield of Sesame. Electronic Journal of crop production, 6(2): 73-99.
  - Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzade, A., 2010. The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of

## The effect of plant growth promoting rhizobacteria and vermicompost on quality traits of drug marigold (*Calendula officinalis* L.)

A. Rahemi Kahrizaki<sup>1\*</sup>, R. Rahimi<sup>2</sup>, A. Gholizadeh<sup>3</sup>, E. Gholamalipour Alamdari<sup>3</sup>,  
H. Saboori<sup>3</sup> and S.H Davoodi<sup>4</sup>

1\*- Corresponding author, Department of Plant Production, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Golestan, Iran, E-mail: Alirahemi@yahoo.com

2- M.Sc. student, Agroecology, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Golestan, Iran

3- Department of Plant Production, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Golestan, Iran

4- Ph.D. student Plant Physiology, Gonbad Kavous University, Golestan, Iran

Received: April 2018

Revised: July 2018

Accepted: July 2018

### Abstract

In order to investigate the effects of different levels of vermicompost and nitroxin on the qualitative properties of medicinal plant marigold (*Calendula officinalis* L.), an experiment was conducted as factorial based on a completely randomized design with four replications in the greenhouse of Gonbad-e-Kavos University during 2014-2015. The first factor was vermicompost fertilizer treatment at six levels (0%, 10%, 20%, 40%, 70% and 100%) and the second factor was biological nitroxin fertilizer at two levels of inoculation (25 ml/kg soil) and no inoculation with nitroxin. The results of analysis of variance showed that the effects of nitroxin, vermicompost and their interaction on all traits studied were significant. However, the total phenol content was only significant in the vermicompost treatment. The results showed that the highest total phenol content, chlorophyll a, and total chlorophyll were obtained in 10% vermicompost treatment with nitroxin inoculation. The highest chlorophyll b content was related to 10% vermicompost treatment without nitroxin inoculation. The highest nitrogen content in the plant and catalase content were obtained from 100% vermicompost treatment with nitroxin inoculation, and 100% vermicompost without nitroxin inoculation, respectively. The highest amount of essential oil was obtained from 100% vermicompost treatment with nitroxin inoculation and the lowest was obtained from control treatment without nitroxin inoculation. According to the results, 100% and 70% vermicompost with nitroxin inoculation could be suggested as a suitable treatment for the production of marigold essential oil.

**Keywords:** Essential oil, inoculate, chlorophyll, catalase, nitroxin.