Archive of SID

دوماهنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2018.115046.2102
جلد ۳۴، شماره ۵، صفحه ۷۲۳- ۷۱۱ (۱۳۹۷)

اثر ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهی و ورمی‌کمپوست بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)

علی راحمی کاریزکی[1*]، رسول رحیمی[2]، عبدالطیف قلی‌زاده[3]، ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری[3]، حسین صبوری[3] و سیده حکیمه داودی[4]

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

به‌منظور بررسی اثرهای سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) آزمایشی گلدانی به‌صورت 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 ورمی‌کمپوست در ۶ سطح (صفر، ۱۰٪، ۲۰٪، ۴۰٪، ۷۰٪ و ۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست) و عامل دوم کود بیولوژیکی نیتروکسین که شامل دو سطح تلقیح (۲۵ میلی‌لیتر در هر کیلو خاک) و عدم تلقیح نیتروکسین بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروکسین، ورمی‌کمپوست و اثر متقابل آنها بر روی تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بودند. در حالی که صفت فنل کل فقط در تیمار ورمی‌کمپوست معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان فنل کل، کلروفیل a و کلروفیل کل در تیمار ۱۰٪ ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین بدست آمد. در حالی که بیشترین مقدار کلروفیل b مربوط به تیمار ۱۰٪ ورمی‌کمپوست بدون تلقیح نیتروکسین بود. بیشترین درصد نیتروژن در گیاه و میزان کاتالاز به‌ترتیب مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین و ۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست بدون تلقیح نیتروکسین بدست آمد. بیشترین مقدار اسانس گل مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد بدون تلقیح نیتروکسین بود. بیشترین مقدار اسانس گل مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد بدون تلقیح نیتروکسین بدست آمد. با توجه به نتایج بدست‌آمده ۱۰۰٪ و ۷۰٪ ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین را می‌توان به‌عنوان تیمار مناسب در تولید اسانس گیاه دارویی همیشه بهار پیشنهاد داد.

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

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

نظام کشاورزی پایدار به دنبال کاهش آسیب‌های کشاورزی صنعتی است. این نظام براساس کشت‌زارهایی با مساحت کوچک و سودمندی مناسب هستند که به‌میزان 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 به‌منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده های شیمیایی است که از میان کودهای بیولوژیک می توان به میکروارگانیسم‌ها و ورمی‌کمپوست اشاره کرد. مطالعات انجام شده بر روی گیاهان دارویی نیز گویای آن است که حداکثر عملکرد کمّی 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. ازجمله این منابع تجدید پذیر می توان به استفاده از نهاده‌های بوم‌سازگار مانند اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک اشاره کرد (Amiri *et al*., 2017). به‌همین دلیل سیستم های کشاورزی اُرگانیک می توانند به عنوان جایگزینی برای سیستم های رایج کشاورزی برای تولید پایدار در نظر گرفته شوند. ازاین‌رو، بسیاری از کشورهای تولیدکننده داروهای گیاهی، ترکیب های گیاهی را که از طریق کشت ارگانیک یا بیودینامیک تولید شده باشند، ترجیح می‌دهند (Mardani & Amooaghaie, 2016). ازجمله مزایای عمده کود بیولوژیکی ورمی کمپوست می توان 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 آزادزی بوده که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از شکل غیرقابل دسترس به شکل قابل دسترس دارند (Amiri *et al*., 2017). معروف‌ترین باکتری‌های آزادزی تثبیت‌کننده نیتروژن کود بیولوژیک نیتروکسین PGPR (Plant Growth Promoning Rhizobacteria) است که شامل دو باکتری مزبور، از جنس های *Azotobacter* و *Azospirillum* است؛ این دو باکتری از پروکاریوت های بسیار مهم خانواده Azotobacteraceae هستند که به‌صورت غیرهمزیست با گیاهان (آزادزی)، 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) می باشد؛ 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 ساقه ای متشکل از شاخه های زیاد که با کرک نرمی پوشیده شده است. ارتفاع آن به ۴۵ تا ۷۵ سانتی‌متر می‌رسد. برگ‌ها ساده، بیضوی، 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

www.SID.ir

Archive of SID

بـا شـاهد گردیـد. در تحقیقـی روی گیـاه دارویـی رازیانـه (*Foeniculum vulgare* Mill.) نشـان داده شـد کـه کـاربرد ورمی‌کمپوست به صورت منفرد و توأم با سایر کودهـای آلـی و زیستی، سبب افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصـلی و فرعـی، اسـانس و عملکـرد اسـانس نسـبت بـه تیمـار شـاهد گردیـد (Moradi *et al.*, 2010). در پژوهشی دیگر واکنش گیاه ریحان به کاربرد کودهای بیولوژیک و سوپرجاذب بررسـی و گـزارش شـد کـه بیشـترین عملکـرد اسـانس بـه‌ترتیـب در تیمارهـای بیوسولفور+ سوپرجاذب، بیوسولفور+ نیتروکسین و نیتروکسـین + سـوپرجاذب بدسـت آمـد (Fallahi *et al.*, 2009). Shahhoseini و همکـاران (۲۰۱۲) در بررسـی بـر روی گیـاه دارویی بابونه (*Matricaria recutita* L.) شاهد افزایش تعـداد شاخه اصلی، وزن خشک بوتـه، عملکـرد مـاده خشـک گیـاه، اسانس و عملکرد اسانس در تیمارهای مصرف ورمی کمپوسـت و کود دامی در مقایسه با شاهد بودند. در دو پژوهش دیگـر کـه روی گیـاه ریحـان و شـوید (*Anethum graveolens* L.) در شرایط مزرعه انجام شد، مصرف کود دامـی و ورمـی کمپوسـت موجـب افـزایش عملکـرد کمّـی و کیفـی محصـول گردیـد (Makkizadeh *et al.*, 2012). بنابراین بـه‌نظـر مـی‌رسـد کـه کودهای بیولوژیک احتمالاً از طریق افزایش دسترسی گیـاه بـه نیتروژن به وسیله تثبیت نیتروژن، آزاد کردن متابولیت هـا، تولیـد هورمون‌های گیاهی مانند اکسـین، افـزایش جـذب آب و مـواد غذایی و کنترل بیولوژیک پاتوژن هـای خـاک زاد باعـث بهبـود عملکـرد گیـاه مـی‌شـوند (Amiri *et al.*, 2017). Rezaei و Baradaran (۲۰۱۳) در پـژوهش‌هـای خـود بـه‌ترتیـب روی درمنـه (*Artemisia pallens*)، ریحـان و همیشـه‌بهـار، شـاهد افزایش عملکـرد محصـول (عملکـرد پیکـر و گـل خشـک) و همچنین شاهد افزایش صفات کیفی (اسانس و کلرفیل) گیـاه در تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست بودند. براسـاس نتـایج بدسـت آمده بر روی گیاه دارویی بابونه آلمانی بیشترین درصد اسـانس مربوط به ورمی‌کمپوست ۱۰ تـن در هکتـار و کمتـرین درصـد اسانس مربـوط بـه عـدم اسـتفاده از ورمـی‌کمپوسـت بـود. در پژوهشی دیگر بیشترین میزان اسانس گیاه دارویـی بادرشـبو در شرایط کاربرد همزمان کودهای زیستی بیوسولفور، نیتروکسین و بیوفسفر بدسـت آمـد (Rahimzadeh *et al.*, 2013). در گیـاه اسفرزه (*Plantago psyllium*) گـزارش شـده کـه ۲۵٪ و ۵۰٪ ورمی‌کمپوست جامد باعث افزایش معنی‌دار کلروفیل a، b و کل نسبت به تیمـار شـاهد گردیـد (Mardani & Amooaghaie, 2016). Marius و همکاران (۲۰۰۵) تأثیر تلقـیح باکتریـایی را روی چند شاخص بیوشیمیایی گیاه آفتابگردان بررسی کردنـد و نتایج آنان نشان داد کـه فعالیـت آنـزیم کاتـالاز قبـل و بعـد از گلدهی در فرایند فتوسنتز و تولیـد انـرژی و در نهایـت، بهبـود رشد آفتابگردان در تیمار کود زیستی نسبت به کنتـرل افـزایش داشته است. افزایش مصرف و بکـارگیری نیتـروژن سـبب بـالا رفـتن میـزان تولیـد آنـزیم‌هـای آنتـی‌اکسـیدان در گیـاه *Populus yunnanensis* شـد (Lin *et al.*, 2012). کودهـای زیستی نیتروکسین و شیمیایی اوره بر رشـد، عملکـرد و میـزان اسانس گیاه شوید تأثیر معنی‌داری داشـته، بـه‌طـوری کـه کـود زیستی نیتروکسین و پـس از آن کـود شـیمیایی اوره بیشـترین عملکرد اقتصادی (دانه) و اسانس را تولید نموده کـه نسـبت بـه شاهد اختلاف معنی‌داری نشان دادند.

هـدف از ایـن آزمـایش بررسـی اثـر سـطوح مختلـف ورمی‌کمپوسـت و نیتروکسـین بـر خصوصـیات کیفـی گیـاه دارویی همیشه‌بهار بود.

مواد و روش‌ها

آزمـایش بـه‌صـورت فاکتوریـل در قالـب طـرح کـاملاً تصـادفی در چهـار تکـرار در سـال زراعـی ۹۴-۱۳۹۳ در گلخانه روباز دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گنبدکـاووس انجام شد. عامل اول کود بیولوژیکی نیتروکسین در دو سطح شامل عدم تلقیح و تلقیح ۲۵ میلـی‌لیتـر نیتروکسـین در هـر گلدان و عامل دوم کود ورمی کمپوسـت در ۶ سـطح شـامل صفر، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد وزنی اجرا شـد. کـود نیتروکسین نیز از شرکت فناوری زیستی مهر آسیا خریـداری شـد کـه شـامل دو بـاکتری آزادزی تثبیـت‌کننـده نیتـروژن ازتوباکتر و آزوسپیریلوم با CFU=۱۰۸C/ml در زمان تولید کود بود. ورمی‌کمپوست مورد اسـتفاده در ایـن پـژوهش، از

www.SID.ir

Archive of SID

فعالیت کرم Foetida Eisenia روی کود دامی بدست آمد. میزان اسیدیته و هدایت الکتریکی محلول آبی آن به‌ترتیب ۸ و ۳/۵۳ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. در این آزمایش از رقم کم‌پَر 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 مزرعه مخلوط گردید. در مجموع ۴۸ گلدان با ظرفیت ۵ کیلوگرم خاک آماده شد و تلقیح نیتروکسین (۲۵ میلی‌لیتر در هر گلدان) نیز انجام شد و بعد در هر گلدان ۸ بذر کشت گردید. رطوبت گلدان ها در حد ظرفیت زراعی نگه داشته شد. پس از استقرار کامل گیاهچه ها، 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.

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

مشخصات	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	مواد خنثی‌شونده (٪)	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)	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 میلی‌لیتر استون سرد ۸۰٪ به‌طور 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 کلرفیل a، b و کل براساس فرمول‌های زیر محاسبه شدند.

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

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

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

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 نمونه ها، آسیاب و بعد پودر گردیدند. پودر حاصل با ۱۵۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر مخلوط گردید و بعد با کمک دستگاه کلونجر اسانس آنها جدا شد.

بازده‌اسانس = (وزن اسانس بدست آمده / وزن خشک گل اسانس‌گیری شده) ×۱۰۰ رابطه ۴

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری نیتروژن کل به روش کجلدال

اندازه‌گیری 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 میلی‌لیتر اسید سولفوریک تجاری غلیظ به لوله هضم افزوده و به‌مدت ۲/۵ ساعت در دستگاه هضم کجلدال قرار داده شد. بعد از هضم با دستگاه اتوماتیک کجلدال تقطیر گردید تا نیتروژن آن جدا شود؛ سپس با اسیدکلریدریک ۰/۰۱ نرمال تیتر شد و میزان نیتروژن هر نمونه از فرمول زیر تعیین شد.

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

V= حجم H_2SO_4 (یا HCl) اضافه شده به نمونه

V_0= حجم H_2SO_4 (یا HCl) اضافه شده به نمونه شاهد

T= نرمالیته H_2SO_4 (یا HCl)

MS= ماده خشک (نمونه)

رابطه ۶ $$Mg\ N/g\ MS=(V - V0)\times 1.4$$

فنل کل

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

آنزیم کاتالاز (Catalaz)

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

رابطه ۷ $$A=\varepsilon\ bc$$

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

آنالیز داده های بدست آمده با نرم‌افزارهای SAS با نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها داده‌ها با آزمون LSD در سطح ۵٪ انجام گردید. شکل‌ها نیز با نرم‌افزار Excel 2007 ترسیم شد.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر ورمی‌کمپوست، 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 ورمی‌کمپوست در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار 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٪ ورمی‌کمپوست با تلقیح در یک گروه آماری قرار داشتند و کمترین مقدار در تیمار شاهد بدون تلقیح نیتروکسین بدست آمد (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

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٪ ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین می‌باشد. همچنین براساس نتایج مقایسه میانگین جذب نیتروژن در گلدان بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب 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

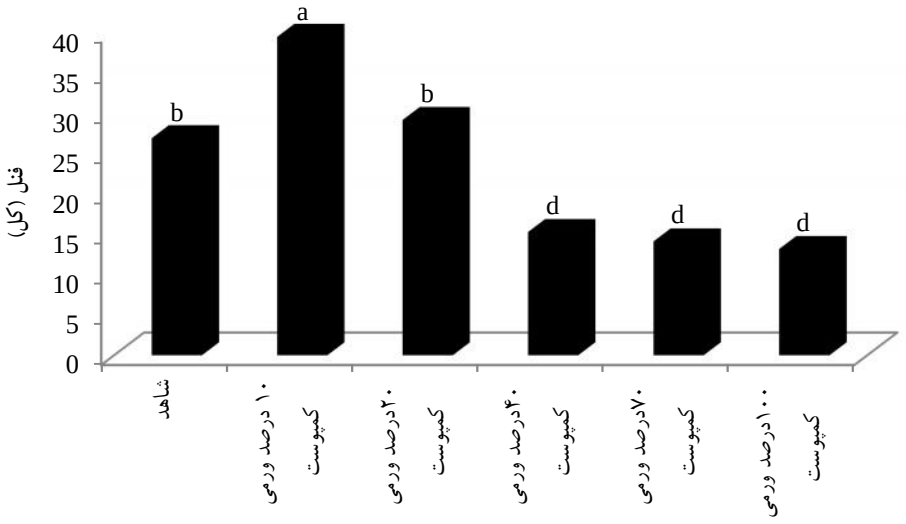
براساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین مقدار کلروفیل a و کلروفیل کل مربوط به تیمارهای ۱۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین و کمترین مقدار کلروفیل a و کلروفیل کل مربوط به تیمار ۲۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین است. همچنین بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به تیمار ۱۰٪ ورمی‌کمپوست بدون عدم تلقیح نیتروکسین و کمترین مقدار مربوط به ۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین بود (جدول ۳).

آنزیم کاتالاز

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

میزان فنل کل

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



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر روی فنل کل

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس صفات کیفی مورد بررسی

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

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودهای ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر صفات کیفی همیشه‌بهار

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

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

مشاهده بیشترین میزان اسانس گل در تیمار ۱۰۰٪ ورمی کمپوست با تلقیح نیتروکسین احتمالاً به‌دلیل این است که این مقدار ورمی‌کمپوست مصرفی نیاز نیتروژن گیاه را از نظر بهبود وضعیت اسانس بر طرف کرده، از این‌رو کاربرد نیتروکسین در کنار ورمی‌کمپوست 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 به‌طور 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 (*Coriandrum 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 معنی‌داری 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. به‌طوری 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 ورمی‌کمپوست و باکتری‌های نیتروژنوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس موجب افزایش درصد نیتروژن گیاه شده است (Salehi *et al*., 2010). این پژوهشگران بیان کردند که مصرف همزمان این باکتری ها با ورمی‌کمپوست می‌تواند سبب افزایش فعالیت این باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و همچنین بهبود فرایند معدنی شدن نیتروژن از طریق افزایش قابلیت دسترسی نیتروژن ورمی‌کمپوست 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 کرده‌اند که کاربرد توأم باکتری‌های زیستی (نیتروژنوباکتر، آزوسپیریلوم و باسیلوس) موجب افزایش نیتروژن گیاه در مقایسه با شاهد می گردد که این نتیجه با نتایج Khalesro و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت. بیشترین مقدار کلروفیل a و کلروفیل کل مربوط به تیمارهای ۱۰٪ ورمی‌کمپوست با تلقیح نیتروکسین بود که احتمالاً به‌دلیل 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 می‌دهد. افزایش جذب عناصر غذایی خاک و جذب مواد توسط گیاه و رشد ناشی از آن موجب افزایش میزان کلروفیل می‌شود. آهن ازجمله عناصر موجود در ساختمان سیتوکروم است که در عملیات اکسیداسیون و احیاء و بیوسنتز کلروفیل شرکت داشته و به‌دلیل اعمال کودهای آلی این ریزمغذی‌ها و متعاقباً جذب آن توسط گیاه افزایش می‌یابد.

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 داده‌اند که محدودیت نیتروژن به‌عنوان محرک کاهش محتوای کلروفیل می‌باشد؛ 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؛ می‌توان میزان مصرف کود شیمیایی را به نصف کاهش داد؛ بدون اینکه مقدار کلروفیل برگ کاهش معنی‌داری 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

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰٪ ورمی کمپوست 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 گونه های اکسیژن فعال سازوکار های متفاوتی دارند. ازجمله این سازوکارها می‌توان به سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی اشاره کرد. این سیستم شامل سیستم آنزیمی و غیرآنزیمی است. مهمترین ترکیب های آنتی اکسیدانی، شامل گلوتاتیون، توکوفرول فلاونوئیدها و آسکوربات می‌باشند که در پاکسازی گونه های 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). به‌طوری که فلاونوئیدها و کاروتنوئیدهای موجود در همیشه‌بهار، این گیاه را منبع غنی از ترکیب های آنتی‌اکسیدانی کرده است (Meda *et al.*, 2005). نتایج پژوهش Saikia و Upadhyaya (۲۰۱۱) بر روی گیاه دارویی مارچوبه (*Asparagus racemosus*) بیانگر تأثیر معنی دار ورمی کمپوست 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 که بالا بودن ترکیب های فنلی دلیل عمده بالا بودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی بعضی از عصاره ها ازجمله عصاره های متانولی و اتانولی است. زیرا براساس شواهد موجود ارتباط مثبتی بین میزان ترکیب های فنلی و قدرت آنتی اکسیدانی 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 می توان بیان کرد که کاربرد کود های زیستی ورمی کمپوست و نیتروکسین به‌صورت تلفیقی باعث افزایش عملکرد کیفی گیاه دارویی همیشه‌بهار گردید. صفات مورد بررسی در تمامی سطوح مختلف تیماری با شاهد اختلاف معنی داری 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 می گردد از تیمارهای کودی ۷۰ و ۱۰۰٪ ورمی کمپوست 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 Cheristenses, 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

www.SID.ir

Archive of SID

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-Enzymologhy. 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 Ejgcst, 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 anuus* 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.
- Khalesro, 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., Esmaeilpour, 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

www.SID.ir

Archive of SID

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 prodution, 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

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of plant growth promoning rhizobacteria and vermicompost on quality traits of druge marigold (*Calendula officinalis* L.)

A. Rahemi Kahrizaki[1*], R. Rahimi[2], A. Gholizadeh[3], E. Gholamalipour Alamdari[3], H. Saboori[3] and S.H Davoodi[4]

1*- Corresponding author, Department of Palnt Production, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavoos University, Golestan, Iran, E-mail: Alirahemi@yahoo.com
2- M.Sc. student, Agroecogology, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavoos University, Golestan, Iran
3- Department of Palnt Production, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavoos University, Golestan, Iran
4- Ph.D. student Plant Physiology, Gonbad Kavoos 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.

www.SID.ir