Archive of SID

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۵، شماره ۲، صفحه ۳۵۰-۳۳۵ (۱۳۹۸)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2019.121728.2310
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0905.1398.35.335.94.2.1578.41

تأثیر ورمی‌کمپوست و زئولیت بر عملکرد گل و برخی از صفات گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)

محبوبه عبدالهی نوروزی[۱]، محمدرضا مرادی تلاوت[۲*]، سید عطاءالله سیادت[۳] و آیدین خدائی جوقان[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران
پست الکترونیک: moraditelavat@asnrukh.ac.ir

۳- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

۴- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۷ تاریخ اصلاح نهایی: دی ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۷

چکیده

آزمایشی برای بررسی اثر ورمی‌کمپوست و زئولیت بر روی گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه رامین خوزستان در سال ۱۳۹۶، به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. ورمی‌کمپوست (صفر، ۳، ۶ و ۹ تن در هکتار) به‌عنوان فاکتور اصلی و زئولیت (صفر، ۴، ۸ و ۱۲ تن در هکتار) به‌عنوان فاکتور فرعی بررسی شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ورمی‌کمپوست و زئولیت اثر معنی‌داری بر عملکرد گل، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، کلروفیل a و کلروفیل b، کاروتنوئید برگ، کاروتنوئید گلبرگ همیشه‌بهار، برداشت نیتروژن، برداشت فسفر و شدت رنگ گلبرگ‌ها داشتند. همچنین برهم‌کنش بین ورمی‌کمپوست و زئولیت بر تمامی صفات ذکر شده معنی‌دار گردید. بیشترین عملکرد گل (۶۹/۵۳ گرم در متر مربع) و عملکرد بیولوژیک (۴۷۴/۸۴ گرم در متر مربع) به‌ترتیب در تیمارهای سه تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۱۲ تن در هکتار زئولیت و نه تن در هکتار ورمی‌کمپوست به دست آمدند. بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک (۴۷۴/۸۴ گرم در مترمربع) در تیمار ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست حاصل شد. همچنین بیشترین میزان کاروتنوئید برگ و گلبرگ در تیمار ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و بیشترین میزان کلروفیل‌های a و b مربوط به تیمار ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۴ تن در هکتار زئولیت بود. بالاترین میزان برداشت نیتروژن در تیمار ۸ تن در هکتار زئولیت بود. بالاترین مقدار برداشت فسفر نیز در تیمار ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۱۲ تن در هکتار زئولیت بدست آمد. در مجموع به‌دلیل مقرون به صرفه‌تر بودن زئولیت نسبت به ورمی‌کمپوست، با افزایش مقدار زئولیت مصرفی می‌توان عملکرد گل را افزایش داد. در این پژوهش برای حاصل شدن بهترین عملکرد گل، ترکیب تیماری ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۱۲ تن در هکتار زئولیت مناسب بوده و پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: حاصلخیزی خاک، کاروتنوئید، کودآلی، کلروفیل، گیاه دارویی.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از محورهای اصلی در زمینه توسعه صادرات غیرنفتی، توسعه کشت و کار گیاهان دارویی و صنعتی می‌باشد. گیاهان دارویی ارزش و اهمیت خاصی در تأمین بهداشت و سلامتی جوامع هم به لحاظ درمان و هم پیشگیری از بیماری‌ها دارند. افزایش جمعیت و نیاز صنایع داروسازی به گیاهان دارویی به عنوان مواد اولیه تولید دارو و اهمیت مواد مؤثره آنها در صنایع مختلف سبب کشت و تولید گیاهان دارویی شده است (Abdullaev & Espinoso Aguirre, 2004). همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) نیز از گیاهان دارویی شناخته شده است که امروزه از گل و اسانس آن استفاده فراوانی در صنایع داروسازی و صنایع آرایشی و بهداشتی می شود. مهمترین مواد مؤثره گل همیشه‌بهار فلاوونوئیدها (۰/۰۴٪ تا ۰/۱٪) و کاروتنوئیدها (۳٪) هستند (Tyler *et al.*, 1998).

از آنجایی که در بحث تولید گیاهان دارویی ارزش واقعی به کیفیت محصول و پایداری داده می شود و کمّیت محصول در درجه دوم اهمیت قرار می‌گیرد، بنابراین استفاده از کودهای شیمیایی هر چند در تولید گیاهان دارویی موجب افزایش کمّیت می گردد اما استفاده نامتعادل از آنها باعث کاهش کیفیت محصول می شود (Ebhin masto *et al.*, 2006). از منابع آلی جدیدی که برای افزایش کیفیت و کمّیت گیاهان دارویی استفاده می‌شود می‌توان به ورمی‌کمپوست‌ها اشاره کرد. ورمی کمپوست یک کود بیوارگانیک و شامل یک مخلوط بیولوژیک بسیار فعال از باکتری ها، آنزیم ها و بقایای گیاهی، کود حیوانی و کرم‌های خاکی می باشد که سبب ادامه عمل تجزیه مواد آلی خاک و پیشرفت فعالیت‌های میکروبی در بستر کشت می‌گردد (Bremness, 1999). کاربرد افزودنی‌های مختلف به کودهای آلی می‌تواند منجر به افزایش تأثیرگذاری آنها شود. ازجمله این افزودنی‌ها زئولیت است، زئولیت‌ها به عنوان اصلاح‌کنندگان خاک، بر خلاف سایر اصلاح‌کنندگان (مانند آهک) در طول مدت حضور خود در خاک شسته نمی‌شوند و شرایط را برای نگهداری عناصر و رطوبت در خاک بهبود می‌بخشند. از این‌رو اضافه کردن زئولیت‌ها به اراضی کشاورزی به‌طور معنی‌داری هزینه‌های ناشی از مصرف کودها و آب را در زمین‌های کشاورزی کاهش می دهد. خصوصیات خاص ساختمانی زئولیت ها از نظر داشتن خلل و فرج بسیار به بهبود شرایط تهویه خاک در طولانی مدت کمک می‌کند که این مسئله برای رشد مناسب گیاه و فعالیت‌های بیولوژیک خاک مفید می باشد. همچنین زئولیت های طبیعی از نظر واکنش، به مقدار بسیار جزئی قلیایی می باشند که همین ویژگی باعث می شود در تنظیم pH مؤثر واقع شوند و از مصرف مقادیر بالای موادی مانند آهک جلوگیری شود (Polat *et al.*, 2004).

در یک مطالعه که در شرایط مزرعه‌ای بر روی گیاه فلفل و با استفاده از مقادیر ۱۰ و ۲۰ تن ورمی کمپوست (حاصل از کود دامی و ضایعات کاغذ و غذا) در سال اول و مقادیر ۵ و ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در سال دوم انجام شد، مشاهدات بیانگر آن بود که وزن اندام‌های هوایی، سطح برگ و عملکرد میوه گیاه فلفل تیمار شده با ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر گردید (Arancon *et al.*, 2005). واکنش گیاه گندم در دو محیط کشت شامل کود مرغی و کود مرغی همراه با زئولیت در آزمایشی دیگر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که گیاه گندم در محیط کشت حاوی زئولیت رشد بیشتری داشته و در نهایت عملکرد بیشتری تولید نمود، مهمترین دلیل ذکر شده برای این افزایش عملکرد افزایش فراهمی نیتروژن گزارش شده است (Leggo *et al*, 2000). نتایج تحقیقات انجام شده نشان می دهد که کاربرد کودهای آلی در بهبود عملکرد بسیاری از گیاهان موفقیت‌آمیز است. استفاده از زئولیت به عنوان ماده اصلاح‌کننده خاک و همچنین ماده‌ای که اثرهای قابل توجهی در افزایش کارایی کودهای آلی دارد، ضمن حفظ و نگهداری آب و بهبود خواص فیزیکی خاک توانسته است در آزادسازی عناصر غذایی موجود در کودهای آلی

www.SID.ir

Archive of SID

نقش مهمی ایفاء کند. در همین راستا این تحقیق با هدف بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست و زئولیت بر عملکرد گل و برخی از صفات گیاه دارویی همیشه‌بهار انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست و زئولیت بر خصوصیات گیاه دارویی همیشه‌بهار آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان در شرایط آب و هوایی گرم و خشک اجرا شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار بود که در آن ورمی کمپوست با چهار سطح (صفر، ۳، ۶، ۹ تن در هکتار) به‌عنوان فاکتور اصلی و زئولیت در چهار سطح (صفر، ۴، ۸، ۱۲ تن در هکتار) به عنوان فاکتور فرعی بررسی شد. ورمی‌کمپوست مورد استفاده در این پژوهش از شرکت کشت و صنعت طبیعت اندیشه‌کار همدان و زئولیت نیز از شرکت افرند توسکا کرج تهیه شد، پس از آماده‌سازی زمین در آذر ماه و اعمال تیمارها به خاک، بذرهای مورد استفاده (از توده محلی استان خوزستان بوده) به فاصله ۱۵ سانتی‌متر از هم بر روی ردیف‌هایی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر کشت شدند. ابعاد هر کرت اصلی ۱۲ در ۳ (۳۶ متر) و ابعاد کرت فرعی ۳ در ۲/۵ (۷/۵) متر بود. در هر واحد آزمایشی شش خط همیشه بهار کشت شد. فاصله بین دو کرت اصلی ۲ متر و فاصله بین کرت‌های فرعی ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برخی از ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ و ویژگی‌های ورمی کمپوست و زئولیت مصرفی در جدول ۲ و ۳ آورده شده است.

علف‌های هرز در طول فصل رشد همیشه‌بهار به‌صورت دستی وجین شدند. آبیاری به‌صورت غرقابی، با توجه به نیاز گیاه و شرایط آب و هوایی طوری انجام شد (هر دو هفته یکبار) که بوته‌ها با تنش خشکی مواجه نشوند. با توجه به اینکه گلدهی همیشه‌بهار به‌صورت مداوم انجام می‌شود زمان‌های برداشت گل در سه چین با توجه به درصد گلدهی از تاریخ ۹۵/۱۲/۱۸ آغاز و در تاریخ ۹۶/۱/۱۷ به پایان رسید. به‌منظور ارزیابی شاخص‌های عملکرد از دو خط عملکرد به اندازه یک متر، با حذف اثر حاشیه برداشت شد. از وزن خشک آنها اندازه‌گیری بعمل آمد. به این صورت که گلها به مدت ۴۸ ساعت در آون و در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و وزن خشک آنها ثبت شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

شوری (ds/m)	اسیدیته (pH)	نیتروژن (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	مواد آلی (٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)
۴/۴	۸/۲۵	۰/۰۹	۹/۳	۱۸۱	۰/۸۵	۴۸/۴	۴۰	۱۱/۶

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی‌کمپوست مصرفی

نیتروژن (٪)	فسفر (٪)	اکسید پتاسیم (٪)	Ec ds/m	pH	آهن (mg/kg)	بُر (mg/kg)	روی (mg/kg)
۱/۷۷	۱/۷۴	۱/۴۷	۸/۲۵	۳/۳۶	۱۱۱۴۶/۵	۱۰۳/۱۶	۳۴۷/۵۱

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- درصد ترکیب‌های شیمیایی موجود در زئولیت مورد استفاده

ترکیب شیمیایی	درصد	ترکیب شیمیایی	درصد
SiO_2	۶۵/۰	Fe_2O_3	۱/۵
Al_2O_3	۱۲/۰۰	MnO	۰/۰۴
K_2O	۳/۰	TiO_2	۰/۰۳
Na2O	۱/۱	P_2O_5	۰/۰۱
MgO	۰/۱	SO_3	-
CaO	۲/۳	Cl	-

C.E.C= 200meq/100g

شایان ذکر است که برداشت زمانی آغاز شد که بوته‌ها در مرحله ۸۰٪ گلدهی بودند. برای تعیین عملکرد کل ماده خشک، نمونه‌ها از مساحت یک مترمربع از هر کرت برداشت شدند و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد در آون خشک گردیدند و وزن خشک آنها محاسبه شد. در پایان فصل رشد و پس از اتمام نمونه‌برداری‌ها شاخص برداشت با استفاده از فرمول زیر بدست آمد.

رابطه (۱) شاخص برداشت = $Y/BY\times100$

که در آن Y و BY به‌ترتیب نشان‌دهنده عملکرد گل و عملکرد بیولوژیک است.

در مرحله ۵۰٪ گلدهی از دو خط مربوط به نمونه‌برداری برداشت انجام و کلروفیل برگ به‌وسیله استون استخراج شد (Arnon, 1975). غلظت کلروفیل a و b و کاروتنوئیدهای موجود در برگ و کاروتنوئید گلبرگ محاسبه شد.

درصد نیتروژن نمونه ها به‌وسیله دستگاه کجلدال (Bremner & Mulvani, 1982) اندازه‌گیری شد و برداشت نیتروژن از حاصل‌ضرب درصد نیتروژن کل بوته در ماده خشک تولیدی بدست آمد. پس از اندازه‌گیری میزان فسفر بوته به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (Olsen & Sommers, 1982)، برداشت فسفر از حاصل‌ضرب فسفر کل بوته در ماده خشک تولیدی بر حسب کیلوگرم در هکتار بدست آمد. بر این اساس منظور از برداشت نیتروژن و فسفر به طور کلی میزان جذب این عناصر توسط گیاه از خاک هر مزرعه در هکتار خواهد بود.

شدت رنگ گلبرگ با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (مدل کروماتور سری ۴۰۰ شرکت کوکینا مینولتای ژاپن) اندازه گیری شد. برای این کار از هر کرت دو عدد گل با دو رنگ زرد و نارنجی انتخاب شد، سپس با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج با سه پارامتر رنگی L*a*b از شدت رنگ آنها اندازه گیری بعمل آمد. مدل رنگی Lab مرکب از جزء a (دارای طیف رنگی سبز تا قرمز) و جزء b (دارای طیف رنگی آبی تا زرد) می باشد. از مدل Lab اغلب برای مطالعات تحقیقی رنگ مواد غذایی استفاده می‌شود (Yam & Papadakis, 2004). در سال ۱۹۷۶ مدل Lab به‌وسیله کمیسیون بین‌المللی روشنایی (مقدار L که دامنه‌ای از صفر تا ۱۰۰ دارد) و دو جزء رنگی (دامنه‌ای از ۱۲۰- تا ۱۲۰+) شامل جزء a (دارای طیف رنگی سبز تا قرمز) و جزء b (دارای طیف رنگی آبی تا زرد) است (Yam & Papadakis, 2004).

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ رسم، نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

عملکرد گل

اثر متقابل ورمی‌کمپوست و زئولیت بر عملکرد گل در سطح احتمال خطای ۱٪ معنی دار شد (جدول ۴). در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست افزایش زئولیت به‌طور بسیار معنی‌داری عملکرد گل را افزایش داده است، به‌طوری که مصرف سه تن در هکتار ورمی‌کمپوست باعث شده است در سطح ۱۲ تن در هکتار زئولیت (V1Z3) بالاترین عملکرد (۶۹/۵۳ گرم در مترمربع) حاصل شود. کمترین مقدار عملکرد با میانگین ۲۵/۱۹ گرم در مترمربع مربوط به تیمار شاهد (V0Z0) بود (جدول ۵).

عملکرد بیولوژیک

اثر اصلی ورمی‌کمپوست و زئولیت بر عملکرد بیولوژیک (وزن خشک کل) در سطح احتمال خطای ۱٪ معنی دار ولی اثر متقابل تیمارها غیرمعنی‌دار بود (جدول ۴). با استفاده از ورمی کمپوست نسبت به عدم کاربرد آن، عملکرد ماده خشک کل به دلیل افزایش اجزای رویشی افزایش یافته است. در بین سطوح ورمی کمپوست تیمار ۹ تن در هکتار ورمی کمپوست با میانگین ۴۷۸۴/۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست با میانگین ۳۱۶۶/۹ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد بیولوژیک را داشته است (شکل ۱). افزایش معنی‌دار اجزای رویشی گیاه در تیمار ۹ تن ورمی‌کمپوست در هکتار باعث افزایش معنی دار عملکرد زیستی این تیمار گردید. کاربرد زئولیت نیز نسبت به عدم کاربرد آن بر روی عملکرد بیوژیک تأثیر معنی‌داری گذاشته است (شکل ۲).

شاخص برداشت

اثر ورمی‌کمپوست، زئولیت و برهم‌کنش آنها بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین میزان شاخص برداشت در ترکیب تیماری V3Z2 با مقدار ۱۰/۷۲٪ مشاهده شد. کمترین میزان شاخص برداشت نیز با میزان ۶/۶۲٪ مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۵).

کلروفیل a

اثر ورمی‌کمپوست و زئولیت و اثر متقابل آنها بر کلروفیل a معنی‌دار شد (جدول۴). بیشترین میزان کلروفیل a با میانگین ۰/۴۹۹ میلی‌گرم در کیلوگرم در ترکیب تیماری V3Z1 مشاهده شد. کمترین میزان کلروفیل a با میانگین ۰/۱۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مربوط به تیمار شاهد (V0Z0) بود (جدول ۵).

کلروفیل b

تأثیر ورمی‌کمپوست و زئولیت و برهم‌کنش آنها بر روی صفت کلروفیل b معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین میزان کلروفیل b با میانگین ۰/۶۵۴ میلی‌گرم در کیلوگرم در ترکیب تیماری (V3Z1) مشاهده شد و کمترین میزان آن با میانگین ۰/۰۹۸۲ مربوط به تیمار شاهد (V0Z0) بود (جدول ۵).

کاروتنوئید برگ

براساس نتایج تجزیه واریانس فقط اثر ورمی‌کمپوست بر کاروتنوئید برگ معنی‌دار بود (جدول ۴). افزایش سطوح ورمی‌کمپوست باعث افزایش کاروتنوئید برگ شده است. به‌طوری که بیشترین میزان کاروتنوئید برگ (۱/۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست حاصل شد. کمترین میزان آن با میانگین ۱/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر ورمی‌کمپوست و زئولیت بر عملکرد گل، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، کلروفیل **a** و **b**، برداشت نیتروژن و برداشت فسفر

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات								
		عملکرد گل	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	کلروفیل **a**	کلروفیل **b**	کاروتنوئید برگ	کاروتنوئید گلبرگ	برداشت نیتروژن	برداشت فسفر
بلوک	۲	۶/۴۵	۱۷۱۲/۶۲	۳/۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳۵	۰/۰۱۸۰	۰/۰۵۰۹	۵۷۹/۶۹	۲۷/۶۴
ورمی‌کمپوست	۳	۱۳۴۷/۴۸**	۱۸۹۹۶۶/۳۹**	۳۲/۲۳**	۰/۲۰۰۱**	۰/۴۷۲۵**	۱/۳۳**	۱/۷۰**	۱۱۵۸۹/۸۰**	۱۵۴۸۸/۶۴**
خطای اصلی	۶	۹/۴۲	۳۸۹۳/۰۷	۱/۷۷	۰/۰۰۳۰	۰/۰۱۹۳	۰/۰۴۰۸	۰/۰۸۲۲	۵۸۸/۶۶	۳۵/۵۶
زئولیت	۳	۷۶۷۹/۵۲**	۲۰۰۹۱۹/۴۴ **	۱۸/۷۰**	۰/۰۶۰۱*	۰/۸۰۴۹**	۰/۰۷۳۳*	۰/۰۴۵۶ns	۱۱۲۲۷/۷۸**	۲۳۷۶/۷۶**
ورمی‌کمپوست× زئولیت	۹	۱۷۹۲/۴۹**	۴۵۰۲۴/۰۲ns	۱۳/۲۵**	۰/۲۵۴۳**	۰/۱۰۹۷*	۰/۱۵۰۶ns	۰./۱۰۰۴ns	۲۸۱۴/۸۰ns	۸۷۵/۱۷**
خطای فرعی	۲۴	۸۷/۲۴	۵۷۶۷۷/۴۱	۱۰/۵۸	۰/۰۱۵۴	۰/۱۰۳۸	۰/۲۲۸۰	۰/۳۰۴۰	۶۱۱۳/۱۵	۷۵۷/۰۵
ضریب تغییرات (٪)		۵/۰۷	۱۱/۷۹	۷/۹۳	۶/۵۴	۱۴/۷۰	۶/۳۲	۳/۲۴	۲۱/۶۵	۱۵/۱۴

ns، ** و *: به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۱٪ و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵٪

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی‌کمپوست و زئولیت بر عملکرد گل، شاخص برداشت، کلروفیل a، کلروفیل b و برداشت فسفر در بوته همیشه‌بهار

ترکیب‌های تیماری	صفت				
	عملکرد گل (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت (٪)	کلروفیل a (میلی‌گرم در کیلوگرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم در کیلوگرم)	برداشت فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)
V0Z0	۲۵/۱۹g	۶/۶۱g	۰/۱۹۰i	۰/۰۹۸۲e	۱۲/۰۶i
V0Z1	۲۷/۶۹fg	۷/۴۲efg	۰/۲۵۶h	۰/۳۶۷d	۱۲/۶۹i
V0Z2	۲۸/۷۷ef	۸/۰۸def	۰/۳۴۶gf	۰/۳۱۷d	۱۴/۸۳i
V0Z3	۳۱/۹۴cde	۷/۲۳egf	۰/۳۲۹gf	۰/۳۹۳dc	۱۷/۸۰hi
V1Z0	۲۷/۷۰fg	۷/۱۳fg	۰/۳۷۶ef	۰/۱۴۱e	۲۴/۷۵gh
V1Z1	۳۱/۶۶cde	۷/۶۸efg	۰/۳۸۷ef	۰/۴۸۳bc	۲۷/۲۲gf
V1Z2	۳۴/۵۱bc	۹/۴۵abc	۰/۴۳۵bcd	۰/۶۰۲ab	۳۰/۸۰gef
V1Z3	۶۹/۵۳a	۱۰/۷۲a	۰/۴۰۶ecd	۰/۶۳۱a	۳۷/۸۳de
V2Z0	۲۸/۰۶fg	۸/۴۶cde	۰/۳۷۸**ef**	۰/۳۶۰b	۲۹/۶۲gef
V2Z1	۳۱/۷۵cde	۹/۱۲bcd	۰/۳۹۸**ed**	۰/۶۰۶ab	۳۵/۹۰def
V2Z2	۳۲/۶۱cd	۹/۴۹abc	۰/۴۵۰bc	۰/۵۶۴ab	۴۴/۱۲dc
V2Z3	۶۶/۹۹a	۱۰/۲۳ab	۰/۴۲۲ecd	۰/۵۴۶ab	۵۰/۳۸c
V3Z0	۲۸/۶۹fe	۹/۴۶abc	۰/۳۷۸ef	۰/۳۲۳d	۴۷/۳۵c
V3Z1	۳۰/۱۳fde	۹/۱۰bcd	۰/۴۹۹a	۰/۶۵۴a	۵۹/۰۱b
V3Z2	۳۲/۲۷b	۹/۶۷abc	۰/۴۸۸ab	۰/۵۷۹ab	۶۴/۸۸b
V3Z3	۶۸/۱۵a	۹/۶۶abc	۰/۴۷۱ab	۰/۶۴۰a	۸۴/۲۰a

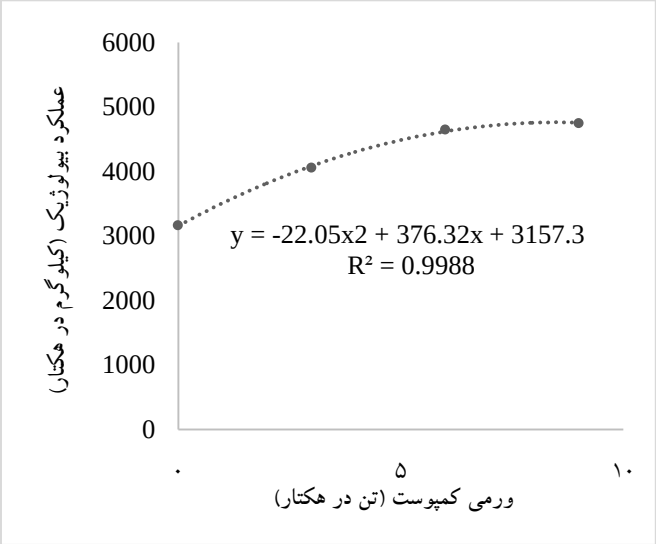
Z0، Z1، Z2، Z3 به‌ترتیب ۰، ۴، ۸ و ۱۲ تن در هکتار زئولیت

V0، V1، V2، V3 به‌ترتیب ۰، ۳، ۶ و ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست

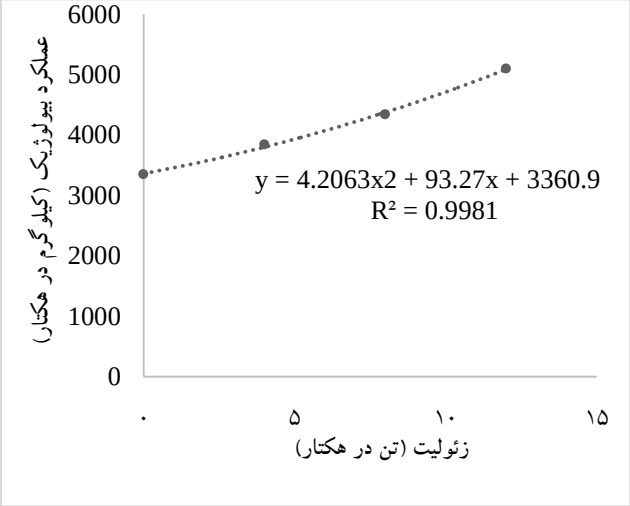
مقادیر دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن می‌باشند.

www.SID.ir

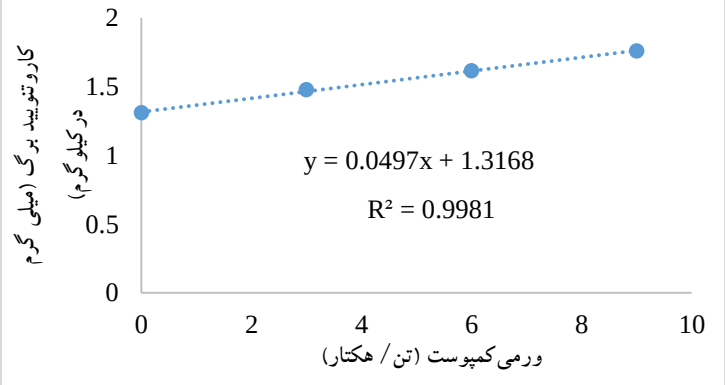
Archive of SID



شکل ۱- اثر سطوح ورمی‌کمپوست بر عملکرد بیولوژیک همیشه‌بهار



شکل ۲- اثر سطوح زئولیت بر عملکرد بیولوژیک همیشه‌بهار



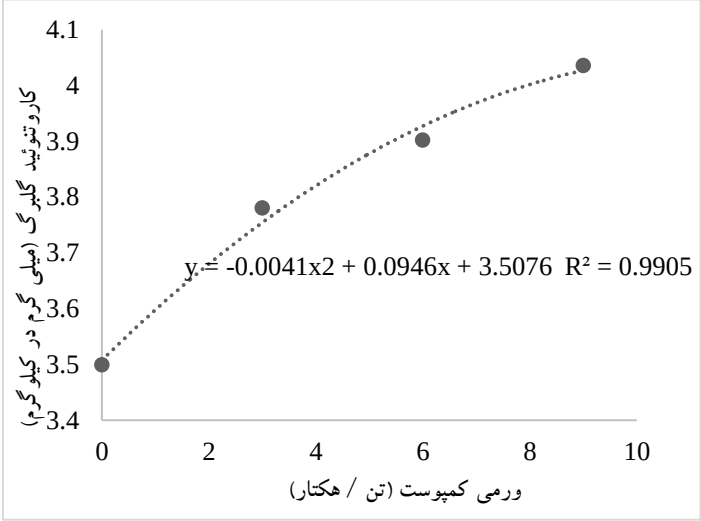
شکل ۳- اثر سطوح ورمی‌کمپوست بر غلظت کاروتنوئید برگ

www.SID.ir

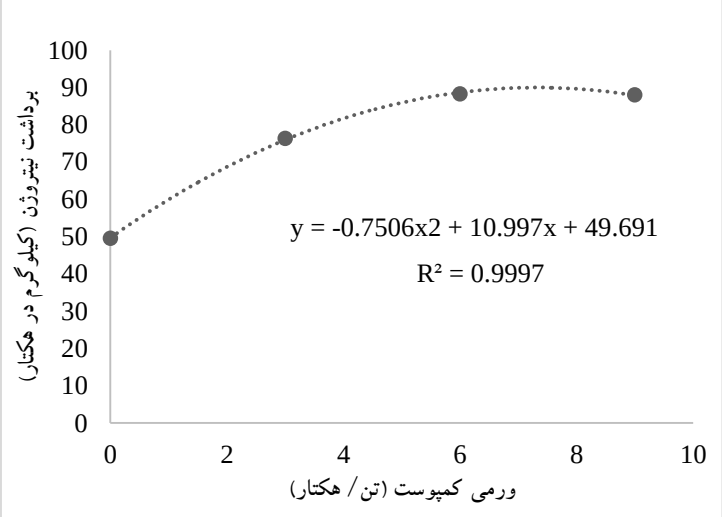
Archive of SID

کاروتنوئید گلبرگ

نتایج این آزمایش مشخص می کند که تنها اثر ورمی‌کمپوست بر کاروتنوئید گلبرگ معنی‌دار است (جدول ۴). مقایسه میانگین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست نشان داد که با افزایش مصرف ورمی کمپوست، کاروتنوئید گلبرگ افزایش یافته است. به گونه ای که بیشترین کاروتنوئید گلبرگ در بالاترین سطح ورمی کمپوست حاصل شد. تیمار ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۴/۰۳ میلی گرم در کیلوگرم بیشترین و تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست با میانگین ۳/۴۹ میلی گرم در کیلوگرم کمترین میزان کاروتنوئید گلبرگ را داشت (شکل ۴). براساس برازش رگرسیونی مشاهده می شود که با افزایش مصرف ورمی‌کمپوست تا بالاترین سطح، میزان کاروتنوئید افزایش یافت. به‌نحوی که میزان کاروتنوئید به ازای هر واحد افزایش ورمی‌کمپوست ۰/۰۹ افزایش یافت و پس از آن نسبتاً ثابت شد. این موضوع نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه ورمی‌کمپوست بر این ماده مؤثره گیاه بود.



شکل ۴- اثر سطوح ورمی‌کمپوست بر غلظت کاروتنوئید گلبرگ



شکل ۵- اثر سطوح ورمی‌کمپوست بر برداشت نیتروژن

www.SID.ir

Archive of SID

برداشت نیتروژن توسط گیاه

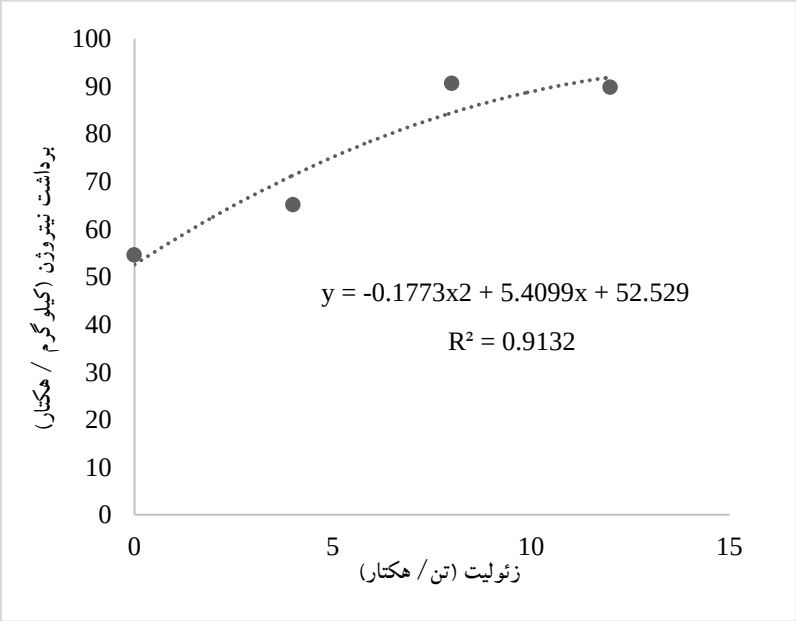
تأثیر ورمی‌کمپوست و زئولیت بر برداشت نیتروژن در سطح احتمال خطای ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۴). با مصرف ورمی‌کمپوست تا سطح ۶ تن در هکتار، برداشت نیتروژن افزایش یافت و پس از آن تقریباً ثابت شد (شکل ۵). کاربرد زئولیت نیز نسبت به عدم کاربرد آن دارای تفاوت معنی‌داری بوده است، به گونه‌ای که باعث افزایش قابل توجه برداشت نیتروژن شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تفاوت معنی‌داری از لحاظ این شاخص بین سطوح ۸ و ۱۲ تن در هکتار زئولیت مشاهده نشد (شکل ۶).

برداشت فسفر توسط گیاه

اثرهای ورمی‌کمپوست و زئولیت و اثر متقابل آنها بر برداشت فسفر در سطح احتمال خطای ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۴). در سطح ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۱۲ تن در هکتار زئولیت (V3Z3) بالاترین میزان برداشت فسفر (۲۰/۸۴ کیلوگرم در هکتار) حاصل شده است. کمترین میزان برداشت فسفر (۱۲/۰۶ کیلوگرم در هکتار) نیز در تیمار شاهد (V0Z0) مشاهده شد (جدول ۵).

شدت رنگ گلبرگ

درجه شفافیت گل زرد (L) تحت تأثیر تیمار زئولیت قرار گرفت و اثر ورمی‌کمپوست و زئولیت بر درجه تمایل به رنگ قرمز (a) و درجه تمایل به رنگ زرد (b) گل زرد معنی‌دار بود (جدول ۶ و ۸). همچنین اثر ورمی‌کمپوست و زئولیت بر درجه شفافیت (L) گل نارنجی معنی‌دار بوده است، به‌طوری که درجه تمایل به رنگ قرمز (a) گل نارنجی تحت تأثیر تیمار زئولیت قرار گرفت و درجه تمایل به رنگ زرد (b) گل نارنجی نیز واکنش مثبتی به کاربرد ورمی‌کمپوست و زئولیت نشان داد (جدول ۷ و ۸).



شکل ۶- اثر سطوح زئولیت بر برداشت نیتروژن

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- تجزیه واریانس شدت رنگ گل زرد همیشه‌بهار تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و زئولیت

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات		
		L (شفافیت)	a (تمایل به قرمزی)	b (تمایل به زردی)
بلوک	۲	۵۶/۳۰	۰/۱۸۰۱	۱۵۰/۴۵
ورمی‌کمپوست	۳	۲۴/۸۴ns	۲۰/۰۴**	۴۴۹/۴۳**
خطای اصلی	۶	۲۵/۷۸	۱/۴۴ ۰	۳۶/۶۲
زئولیت	۳	۱۶۷/۴۷*	۷۹/۵۷**	۳۶۰/۷۸**
ورمی‌کمپوست× زئولیت	۹	۲۷۰/۵۸ns	۲۱/۸۲ns	۲۳۴/۰۳ns
خطای فرعی	۲۴	۳۷۲/۵۰	۲۹/۲۵	۴۶۴/۹۸
ضریب تغییرات (٪)		۵/۷۴	۲۱/۰۴	۸/۰۵

ns، ** و *: به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۱٪ و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵٪ می‌باشد.

جدول ۷- تجزیه واریانس شدت رنگ گل نارنجی همیشه‌بهار تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و زئولیت

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات		
		L (شفافیت)	a (تمایل به قرمزی)	b (تمایل به زردی)
بلوک	۲	۱۵۶/۷۳	۵۱/۴۵	۴۷/۳۰
ورمی‌کمپوست	۳	۴۲۳/۴۳**	۴۳/۱۵ ns	۳۰۲/۶۱*
خطای اصلی	۶	۷۶/۷۷	۳۵/۵۰	۱۳۰/۹۴
زئولیت	۳	۴۰۴/۵۹**	۴۴/۷۶**	۲۶۸/۹۷**
ورمی‌کمپوست× زئولیت	۹	۲۸۲/۲۵ns	۳۴/۵۷ns	۱۸۹/۵۹ns
خطای فرعی	۲۴	۶۰۰/۵۹	۸۰/۴۴	۳۰۲/۷۲
ضریب تغییرات (٪)		۷/۹۱	۷/۵۲	۷/۸۷

ns، ** و *: به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۱٪ و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵٪ می‌باشد.

بحث

عملکرد گل

کاربرد توأم مقادیر مناسب اصلاح‌کننده‌های خاک، ضمن بهبود فعالیت‌های بیولوژیک خاک و فراهمی و جذب مطلوب عناصر غذایی توسط گیاه از طریق بهبود اجزای عملکرد می‌تواند موجب افزایش عملکرد گل گردد. کاربرد ورمی‌کمپوست نیز از طریق تأثیر بر قدرت جذب، نگهداری و فراهمی بالای رطوبت و عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر روی افزایش اجزای عملکرد تأثیر گذاشته و عملکرد گل را بهبود بخشیده است. مطالعه‌ای روی فلفل نیز تأثیر تیمارهای مذکور را در بهبود عملکرد گل تأیید می‌کند (Arancon *et al.*, 2005).

عملکرد بیولوژیک

افزودن ورمی کمپوست به خاک با بهبود بخشیدن به شرایط زیستی خاک ضمن فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، موجبات افزایش پیکره رویشی و تولید بیوماس و در نهایت

www.SID.ir

Archive of SID

افـــزایش وزن خشـــک نهـــایی را فـــراهم کـــرده اســـت (Jat & Ahlavat, 2006).

Rezaei و Baradaran (۲۰۱۳) در پژوهشـــی روی گیاه همیشه‌بهار بیان کردند کـه مصـرف مقـادیر مناسـب ورمی کمپوست از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز تدارک جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش میزان ماده فتوسنتز و ماده خشک گیاه شده اسـت. یافتـه‌هـای Kheiry و همکاران (۲۰۱۶) روی همیشه‌بهـار نیـز ایـن مطلب را تأیید کـرده اسـت. مصـرف زئولیـت در خـاک توانسته است با تأمین بخشی از عناصر غذایی مورد نیـاز گیاه باعث افزایش رشد و عملکرد زیستی گردد. افـزایش عملکرد بیولوژیک توسط زئولیت را می توان بـه اثرهـای مثبت زئولیت روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، توانایی بالای آن در جذب و نگهداری آب قابل دسـترس و بهبود بـازدهی مصـرف مـواد غـذایی توسـط افـزایش دسترسی و جذب مواد معدنی ماکرو و میکرو گیاه نسـبت داد (Kavoosi, 2007). چنین استنباط می‌شود که اضـافه کردن زئولیت مانع از هدر رفتن نیتروژن و سـایر عناصـر غـذایی موجـود در خـاک شـده و بـا جلـوگیری از شست‌وشوی نیتروژن باعث افزایش وزن خشک کل گیـاه مـی‌شـود کـه در تحقیـق Azogh و همکـاران (۲۰۱۸) گزارش شده است و با نتایج تحقیقی بر روی آفتـابگردان نیز مطابقت دارد (Gholamhosseini *et al*., 2010).

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر زئولیت بر شدت رنگ گلبرگ‌های زرد و نارنجی همیشه‌بهار

تیمار	سطوح تیمار (تن در هکتار)	صفات					
		L (شفافیت) گل زرد	a (تمایل به قرمزی) گل زرد	b (تمایل به زردی) گل زرد	L (شفافیت) گل نارنجی	a (تمایل به قرمزی) گل نارنجی	b (تمایل به زردی) گل نارنجی
V	۰	۶۹/۷۶a	۴/۱۱b	۵۲/۵۷c	۶۱/۲۵b	۲۴/۰۱a	۴۲/۵۰b
	۳	۶۹/۰۴a	۵/۹۰a	۵۶/۶۷b	۶۲/۲۸b	۲۵/۰۷a	۴۵/۲۹ab
	۶	۷۰/۹۷a	۵/۶۸a	۵۶/۹۸b	۶۶/۱۰a	۲۶/۲۵a	۴۷/۸۵a
	۹	۷۰/۴۹a	۵/۶۲a	۶۱/۶۴a	۶۸/۹۹a	۲۶/۴۳a	۴۸/۸۵a
Z	۰	۶۷/۴۴b	۳/۱۵a	۵۱/۸۶b	۶۰/۸۷c	۲۳/۹۷c	۴۲/۴۲b
	۴	۶۹/۳۴ab	۶/۴۲a	۵۷/۵۷a	۶۲/۳۸c	۲۵/۰۴bc	۴۶/۱۵a
	۸	۷۲/۷۹a	۶/۲۴a	۵۸/۲۱a	۶۶/۵۸b	۲۵/۸۲ab	۴۷/۲۴a
	۱۲	۷۰/۹۵ab	۵/۶۸a	۶۰/۲۵a	۶۸/۳۲a	۲۶/۷۸a	۴۸/۶۶a

V و Z: به‌ترتیب ورمی کمپوست و زئولیت

مقادیر دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن می‌باشند.

شاخص برداشت

نتایج بدست آمده در این تحقیق بیانگر آنست که هماننـد عملکـرد گـل، مصـرف ورمـی‌کمپوسـت تـا سـطح ۳ تن در هکتار مـی‌توانـد از طریـق بهبـود میـزان فتوسـنتز همیشه بهار و به‌دنبال آن افزایش عملکرد بیولوژیـک کـه بـه اندام‌های قابل برداشت گل اختصاص می‌یابد موجب افزایش شاخص برداشت (۱۰/۷۲) گردد (شکل ۲). ولی در صـورت استفاده از مقادیر بالاتر ورمی‌کمپوست (۶ و ۹ تن در هکتار) مشاهده مـی شـود کـه تـأثیر آن بـر افـزایش توزیـع مـواد فتوسنتزی به سایر اندام‌های هوایی بیشتر از گلها مـی باشـد،

www.SID.ir

Archive of SID

ازاین‌رو سهم بیشتری از عملکرد بیولوژیک به بخش‌هایی غیر از گلها اختصاص می‌یابد، بنابراین افزایشی نیز در شاخص برداشت ملاحظه نمی‌شود.

کلروفیل a و b

میزان کلروفیل گیاه با فراهمی عناصر کم‌مصرف مثل آهن و منگنز ارتباط تنگاتنگی دارد. میزان آهن و منگنز قابل دسترس برای گیاه موجب افزایش ساخت کلروفیل می شود. با توجه به خاصیت مواد آلی در ایجاد کمپلکس با عناصر غذایی به‌ویژه عناصر کم‌مصرف و در دسترس قرار دادن این عناصر برای گیاهان، نتایج حاصل مؤید این ویژگی مواد آلی است (Hashemimajd & Golchin, 2009). نیتروژن موجود در ورمی‌کمپوست در تلفیق با زئولیت شرایط مناسب رشد و نموی را برای گیاه همیشه بهار فراهم نمودند که منجر به سبزینگی بیشتر برگ‌ها و افزایش کلروفیل آنها گردید. احتمالاً افزایش محتوای کلروفیل مربوط به عناصر مغذی موجود در ورمی‌کمپوست باشد، به‌طوری که گزارش شده است ورمی‌کمپوست غنی از مواد مغذی میکرو و مواد هیومیکی می‌باشد که باعث بهبود زیست‌فراهمی عناصری مانند آهن و روی می شود که این عناصر در سنتز کلروفیل نقش اساسی دارند (Theunissen *et al*., 2010).

کاروتنوئید برگ و گلبرگ

اثر مثبت کودهای زیستی بر روی فلفل به‌منظور افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی ازجمله کاروتنوئید در تحقیقی دیگر نیز گزارش شده است (Berova *et al*., 2010). تحقیقات Ayyobi و همکاران (۲۰۱۳) بر روی نعناع فلفلی (*Mentha piperata*) و تحقیقی دیگر بر روی همیشه‌بهار تأثیر ورمی‌کمپوست را بر افزایش میزان کاروتنوئید تأیید می‌کند (Salehi Sardoei, 2014). البته افزایش در مقدار کاروتنوئید ممکن است به دلیل افزایش تأثیر نیتروژن و سایر عناصر آلی موجود در ورمی‌کمپوست باشد.

برداشت نیتروژن

به نظر می‌رسد فراهمی نیتروژن باعث تسهیل انتقال دوباره نیتروژن شده و این شاخص را افزایش داده است. البته نتایجی مشابه با این تحقیق نیز بر روی توت‌فرنگی گزارش شده است (Arancon *et al*., 2004).

برداشت فسفر

در تحقیقی که بر روی شبدر قرمز و خیار انجام شد، گزارش شد که ورمی کمپوست حاوی عناصر معدنی قابل استفاده فراوانی است که موجب تغذیه مستقیم گیاهان مذکور گردیده و از طریق بهبود رشد و نمو، سبب افزایش وزن خشک و بهبود غلظت فسفر اندام هوایی شده‌اند، نتایج تحقیق ذکر شده با نتایج این پژوهش مطابقت داشت (Sainz *et al*., 1998).

شدت رنگ گلبرگ

کاربرد ورمی‌کمپوست به‌دلیل دارا بودن عناصر و مواد مغذی فراوان و استفاده از زئولیت با قابل جذب کردن و افزایش فراهمی عناصر غذایی شرایط را برای متابولیت‌های مربوط به شدت رنگ گل مناسب کرده و بر این صفت مؤثر واقع شده است. در تحقیقی دیگر نیز کاربرد کود آلی و اصلاح‌کننده‌های خاک این صفت گیاه را بهبود بخشیده است (Nourollahi, 2016).

به‌طور کلی باید گفت که نتایج این آزمایش مشخص کرد که ورمی کمپوست و زئولیت اثر مثبتی بر خصوصیات کمّی و کیفی گیاه همیشه‌بهار داشته‌اند. کود آلی ورمی‌کمپوست با در دسترس قرار دادن مواد غذایی لازم برای گیاه دارویی همیشه‌بهار باعث افزایش عملکرد گل، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت شده است. خصوصیات کیفی همیشه‌بهار ازجمله کلروفیل a و b، کاروتنوئید برگ و گلبرگ و شدت رنگ گلبرگ نیز تحت تأثیر معنی‌دار این تیمارها قرار گرفتند. با توجه به ویژگی زئولیت در حفظ رطوبت در محیط ریشه و افزایش کارایی کودهای آلی، این ماده

www.SID.ir

Archive of SID

می تواند به‌عنوان یک گزینه مناسب برای استفاده همزمان بـا کودهای آلی در شرایط آب و هوایی خشک و نیمـه‌خشـک مطرح باشد.

سپاسگزاری

بـدین‌وسـیله از کارشناسـان آزمایشـگاه‌هـای دانشـگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان و کلیه عزیزانی که در مراحل اجرایی این پژوهش ما را یاری نمودند، قـدردانی می‌نماییم.

منابع مورد استفاده

- Abdullaev, F.I. and Espinosa Aguirre, J.J., 2004. Biomedical properties of saffron and its potential use in cancer therapy and chemoprevention trials. Cancer Detection and Prevention, 28(6): 426-432.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J.D., 2004. Influence of vermicomposts on field strawberries: 1, effects on growth and yields. Bioresource Technology, 93(2): 145-153.
- Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D. and Lucht, C., 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiologia, 49(4): 297-306.
- Arnon, D.I., 1975. Physiological principles of dry land crop production: 3-20. In: Gupta, U.S., (Ed.). Physiological Aspects of Dry Land Farming., Oxford press, 391p.
- Ayyobi, H., Peyvast, G.A. and Olfati, J.A., 2013. Effect of vermicompost and vermicompost extract on oil yield and quality of peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Agricultural Sciences, 58(1): 51-60.
- Azogh, A., Marashi, S.K. and Babaeinejad, T., 2018. Effect of zeolite on root dry matter and yield parameters of wheat in polluted soil by chemical weapons. Journal of Plant Production (Scientific Jornal of Agriculture), 40(4): 21-30.
- Berova, M., Karanatsidis, G., Sapundzchieva, K. and Nikolova, V., 2010. Effect of organic fertilization on growth and Yield of pepper plants (*Capsicum annum* L.). Folia Horticulturae, 22(1): 3-7.
- Bremner, J.M. and Mulvani, C.S., 1982. Nitrogen-total: 595-624. In: Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R., (Eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph. ASA and SSSA. Madison, 1143p.
- Bremness, L., 1999. Herbs. Eyewitness Handbook London, 176p.
- Ebhin Masto, R., Chhonkar, P.K., Singh, D. and Patra, A.K., 2006. Changes in soil biological and Biochemical characteristics in a long-term field trial on a subtropical inceptisoil. Soil Biology and Biochemistry, 38: 1577-1582.
- Gholamhosseini, M., Ghalavand, A., Dolatabadian, A., Jamshidi, E. and Khodaei Joghan, A., 2010. Integrated fertilizer management to attain sunflower sustainable production under different irrigation regimes. Archives of Agronomy and Soil Science, 56(3): 295-309.
- Hashemimajd, K. and Golchin, A., 2009. The effect of iron-enriched vermicompost on growth and nutrition of tomato. Journal of Agricultural Science and Technology, 11(5): 613-621.
- Jat, R.S. and Ahlawat, I.P.S., 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. Journal of Sustainable Agriculture, 28(1): 41-54.
- Kavoosi, M., 2007. Effects of zeolite application on rice yield, nitrogen, recovery and nitrogen use efficiency. Soil and Water Department, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran Communication in Soil and Plant Analysis, 38: 69-76.
- Kheiry, A., Arghavani, M. and Khastoo, M., 2016. Effects of organic fertilizers application onmorphophysiological characteristics of calendula (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(6): 1047-1057.
- Leggo, P.J., 2000. An investigation of plant growth in an organo-zeolite substrate and its ecological significant. Journal of Plant and Soil, 219: 135-146.
- Nourollahi, P., 2016. Effect of sulfuric acid, humic acid and foliar potassium nitrate application on the quality and quantity yield of Marigold (*calendula officinalis* L.). M.Sc thesis, Department of Agriculture Sciences and Natural Resources University, Ahwaz, Iran.
- Olsen, S.R. and Sommers, L.E., 1982. Phosphorus: 403-431. In: Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R., (Eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph. ASA and SSSA. Madison, 1143p.
- Polat, E., Karaca, M., Demir, H. and Naci Onus, A., 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in

www.SID.ir

Archive of SID

agriculture. Journal of Fruit Ornamental Plant Research, 12: 183-189.
- Sainz, M.J., Taboada-Castro, M.T. and Vilarino, A., 1998. Growthbmineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. Plant and Soil, 205: 85-92.
- 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.
- Salehi Sardoei, A., 2014. Vermicompost effects on the growth and flowering of marigold (*Calendula officinalis* L.). European Journal of Experimental Biology, 4(1): 651-655.
- Theunissen, J., Ndakidemi, P. and Laubscher, C., 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. International Journal of the Physical Sciences, 5(13): 1964-1973.
- Tyler, E., Brady, R. and Robbers, E., 1988. Pharmacognosy. Lea Febiger. Philadelphia, 480p.
- Yam, K.L. and papadakis, S.E., 2004. A digital imaging method for measuring and analyzing colcr of food surfaces. Jornal of Food Engineering, 61: 137-142.

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of vermicompost and zeolite on flower yield and some characteristics of *Calendula officinalis* L.

M. Abdolahi Noruzi[1], M. Moradi Telavat[2*], S.A. Siadat[3] and A. Khodaei Joghan[3]

1- M.Sc. graduated of Agroecology, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran
2*- Corresponding author, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran, E-mail: moraditelavat@asnrukh.ac.ir
3- Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran

Received: May 2018 Revised: January 2019 Accepted: January 2019

Abstract

In order to evaluate the effect of zeolite and vermicompost on Marigold (*Calendula officinalis* L.), a field experiment was conducted in 2017 in the research field of Ramin University, Khuzestan, in split plot as a randomized complete block design with three replications. Vermicompost (0, 3, 6, 9 t ha^{-1}) and zeolite (0, 4, 8 and 12 t ha^{-1}) were investigated as the main factor and sub plot, respectively. Results of variance analysis showed that vermicompost and zeolite had a significant effect on flower yield, biological yield, harvest Index, chlorophylls and carotenoids of leaves, petal carotenoids, nitrogen removal, phosphorus removal, and index of the intensity of the color of the petals. Also, interaction effects of vermicompost and zeolite was significant on all top-mentioned characteristics. The highest flower yield (69.53 g m^{-2}) was obtained at 3 t vermicompost per ha and 12 t zeolite per ha. Maximum biological yield (474.84 g m^{-2}) was achieved at 9 t vermicompost per ha. The highest leaf and petal carotenoids were recorded at 9 t vermicompost per ha and maximum chlorophyll a and b belonged to 9 t vermicompost per ha and 4 t zeolite per ha. The highest soil nitrogen harvest was obtained at 8 t zeolite per ha. Maximum soil phosphorus harvest belonged to 9 t vermicompost per ha and 12 t zeolite per ha. In total, knowing that zeolite is more cost-effective rather than vermicompost, increasing the amount of zeolite consumption can enhance flower yield. In the current research, the best flower performance could be obtained at an optimum amount of 3 t vermicmpost per ha and 12 t zeolite per ha.

Keywords: Soil fertility, carotenoid, bio-fertilizer, chlorophyll, medicinal plant.

www.SID.ir