

تأثیر ورمی کمپوست و ژئولیت بر عملکرد گل و برخی از صفات گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)

محبوبه عبدالهی نوروژی^۱، محمدرضا مرادی تلاوت^{۲*}، سید عطاءالله سیادت^۲ و آیدین خدائی جوقان^۲

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، 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@asnrkh.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 ورمی کمپوست و ژئولیت بر روی گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه رامین خوزستان در سال ۱۳۹۶، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. ورمی کمپوست (صفر، ۳، ۶ و ۹ تن در هکتار) به عنوان فاکتور اصلی و ژئولیت (صفر، ۴، ۸ و ۱۲ تن در هکتار) به عنوان فاکتور فرعی بررسی شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ورمی کمپوست و ژئولیت اثر معنی داری بر عملکرد گل، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، کلروفیل a و کلروفیل b، کاروتنوئید برگ، کاروتنوئید گلبرگ همیشه بهار، برداشت نیتروژن، برداشت فسفر و شدت رنگ گلبرگ‌ها داشتند. همچنین برهم کنش بین ورمی کمپوست و ژئولیت بر تمامی صفات ذکر شده معنی دار گردید. بیشترین عملکرد گل (۶۹/۵۳ گرم در متر مربع) و عملکرد بیولوژیک (۴۷۴/۸۴ گرم در متر مربع) به ترتیب در تیمارهای سه تن در هکتار ورمی کمپوست + ۱۲ تن در هکتار ژئولیت و نه تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمدند. بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک (۴۷۴/۸۴ گرم در مترمربع) در تیمار ۹ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد. همچنین بیشترین میزان کاروتنوئید برگ و گلبرگ در تیمار ۹ تن در هکتار ورمی کمپوست و بیشترین میزان کلروفیل‌های a و b مربوط به تیمار ۹ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۴ تن در هکتار ژئولیت بود. بالاترین میزان برداشت نیتروژن در تیمار ۸ تن در هکتار ژئولیت بود. بالاترین مقدار برداشت فسفر نیز در تیمار ۹ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۲ تن در هکتار ژئولیت بدست آمد. در مجموع به دلیل مقرون به صرفه تر بودن ژئولیت نسبت به ورمی کمپوست، با افزایش مقدار ژئولیت مصرفی می توان عملکرد گل را افزایش داد. در این پژوهش برای حاصل شدن بهترین عملکرد گل، ترکیب تیماری ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۲ تن در هکتار ژئولیت مناسب بوده و پیشنهاد می گردد.

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

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 & Espinosa Aguirre, 2004). همیشه بهار (*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 می‌شود. مهمترین مواد مؤثره گل همیشه بهار فلاونوئیدها (۰/۴٪ 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 می‌شود و کمیت محصول در درجه دوم اهمیت قرار می‌گیرد، بنابراین استفاده از کودهای شیمیایی هر چند در تولید گیاهان دارویی موجب افزایش کمیت می‌گردد اما استفاده نامتعادل از آنها باعث کاهش کیفیت محصول می‌شود (Ebhin masto et al., 2006). از منابع آلی جدیدی که برای افزایش کیفیت و کمیت گیاهان دارویی استفاده می‌شود می‌توان به ورمی کمپوست‌ها اشاره کرد. ورمی کمپوست یک کود بیوارگانیک و شامل یک مخلوط بیولوژیک بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها و بقایای گیاهی، کود حیوانی و کرم‌های خاکی می‌باشد 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. از جمله 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 این رو اضافه کردن زئولیت‌ها به اراضی کشاورزی به طور معنی داری هزینه‌های ناشی از مصرف کودها و آب را در زمین‌های کشاورزی کاهش می‌دهد. خصوصیات خاص ساختمانی زئولیت‌ها 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 می‌باشد. همچنین زئولیت‌های طبیعی از نظر واکنش، به مقدار بسیار جزئی قلیایی می‌باشند که همین ویژگی باعث می‌شود 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 ورمی کمپوست در سال دوم انجام شد، مشاهدات بیانگر آن بود که وزن اندام‌های هوایی، سطح برگ و عملکرد میوه گیاه فلفل تیمار شده با ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی داری 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 می‌دهد که کاربرد کودهای آلی در بهبود عملکرد بسیاری از گیاهان موفقیت آمیز 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

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 ورمی‌کمپوست و زئولیت مصرفی در جدول ۲ و ۳ آورده شده است.

علف‌های هرز در طول فصل رشد همیشه بهار به صورت دستی وجین شدند. آبیاری به صورت 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 همیشه بهار به صورت 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. به منظور 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 گله‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون و در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و وزن خشک آنها ثبت شد.

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 همیشه بهار انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست و زئولیت بر خصوصیات گیاه دارویی همیشه بهار 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 به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود که در آن ورمی‌کمپوست با چهار سطح (صفر، ۳، ۶، ۹ تن در هکتار) به عنوان 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

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

شوری	اسیدیته	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	مواد آلی	رس	سیلت	شن
(ds/m)	(pH)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(%)	(%)	(%)	(%)
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	pH	آهن	بُر	روی
(%)	(%)	(%)	ds/m		(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
۱/۷۷	۱/۷۴	۱/۴۷	۸/۲۵	۳/۳۶	۱۱۱۴۶/۵	۱۰۳/۱۶	۳۴۷/۵۱

جدول ۳- درصد ترکیب‌های شیمیایی موجود در زئولیت مورد استفاده

ترکیب شیمیایی	درصد	ترکیب شیمیایی	درصد
SiO ₂	۶۵/۰	Fe ₂ O ₃	۱/۵
Al ₂ O ₃	۱۲/۰۰	MnO	۰/۰۴
K ₂ O	۳/۰	TiO ₂	۰/۰۳
Na ₂ O	۱/۱	P ₂ O ₅	۰/۰۱
MgO	۰/۱	SO ₃	-
CaO	۲/۳	Cl	-

C.E.C= 200meq/100g

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) اندازه‌گیری 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 اندازه‌گیری بعمل آمد. مدل رنگی Lab مرکب از جزء a (دارای طیف رنگی سبز تا قرمز) و جزء b (دارای طیف رنگی آبی تا زرد) می‌باشد. از مدل Lab اغلب برای مطالعات تحقیقی رنگ مواد غذایی استفاده می‌شود (Yam & Papadakis, 2004). در سال ۱۹۷۶ مدل Lab به وسیله 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.

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 به مدت 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.

$$\text{رابطه (۱)} \quad Y/BY \times 100 = \text{شاخص برداشت}$$

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

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

درصد نیتروژن نمونه‌ها به وسیله دستگاه کج‌لدال (Bremner & Mulvani, 1982) اندازه‌گیری شد و برداشت نیتروژن از حاصل ضرب 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 حاصل ضرب فسفر کل

نتایج

عملکرد گل

شاخص برداشت معنی دار 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 ورمی کمپوست و زئولیت و اثر متقابل آنها بر کلروفیل a معنی دار شد (جدول ۴). بیشترین میزان کلروفیل a با میانگین ۰/۴۹۹ میلی گرم در کیلوگرم در ترکیب تیماری V3Z1 مشاهده شد. کمترین میزان کلروفیل a با میانگین ۰/۱۹۰ میلی گرم در کیلوگرم مربوط به تیمار شاهد (V0Z0) بود (جدول ۵).

کلروفیل b

تأثیر ورمی کمپوست و زئولیت و برهم کنش آنها بر روی صفت کلروفیل b معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین میزان کلروفیل b با میانگین ۰/۶۵۴ میلی گرم در کیلوگرم در ترکیب تیماری (V3Z1) مشاهده شد و کمترین میزان آن با میانگین ۰/۰۹۸۲ میلی گرم در کیلوگرم مربوط به تیمار شاهد (V0Z0) بود (جدول ۵).

کاروتنوئید برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس فقط اثر ورمی کمپوست بر کاروتنوئید برگ معنی دار بود (جدول ۴). افزایش سطوح ورمی کمپوست باعث افزایش کاروتنوئید برگ شده است. به طوری که بیشترین میزان کاروتنوئید برگ (۱/۷۶ میلی گرم در کیلوگرم) در تیمار ۹ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد. کمترین میزان آن با میانگین ۱/۳۰ میلی گرم در کیلوگرم مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۳).

عملکرد بیولوژیک

اثر اصلی ورمی کمپوست و زئولیت بر عملکرد بیولوژیک (وزن خشک کل) در سطح احتمال خطای ۱٪ معنی دار ولی اثر متقابل تیمارها غیر معنی دار 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 ورمی کمپوست با میانگین ۳۱۶۶/۹ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد بیولوژیک را داشته است (شکل ۱). افزایش معنی دار اجزای رویشی گیاه در تیمار ۹ تن ورمی کمپوست در هکتار باعث افزایش معنی دار عملکرد زیستی این تیمار گردید. کاربرد زئولیت نیز نسبت به عدم کاربرد آن بر روی عملکرد بیولوژیک تأثیر معنی داری گذاشته است (شکل ۲).

شاخص برداشت

اثر ورمی کمپوست، زئولیت و برهم کنش آنها بر

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

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

ns, ** و *: به ترتیب نشان دهنده عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال خطای ۱٪ و معنی داری در سطح احتمال خطای ۵٪

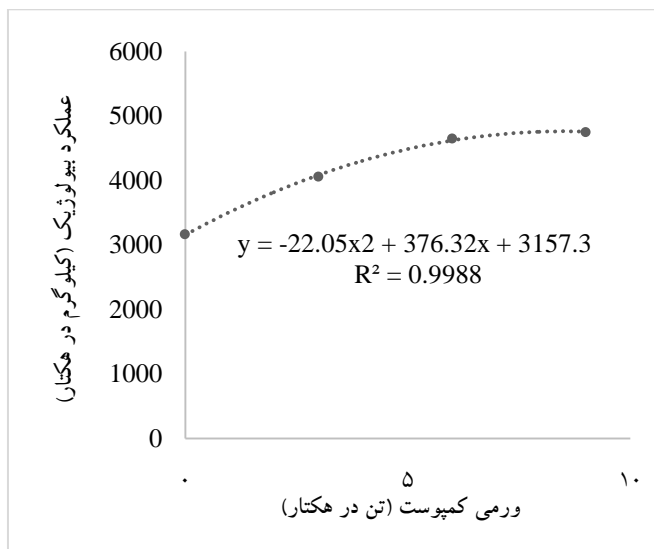
جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و زئولیت بر عملکرد گل، شاخص برداشت، کلروفیل a، کلروفیل b و برداشت فسفر در بوته همیشه بهار

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

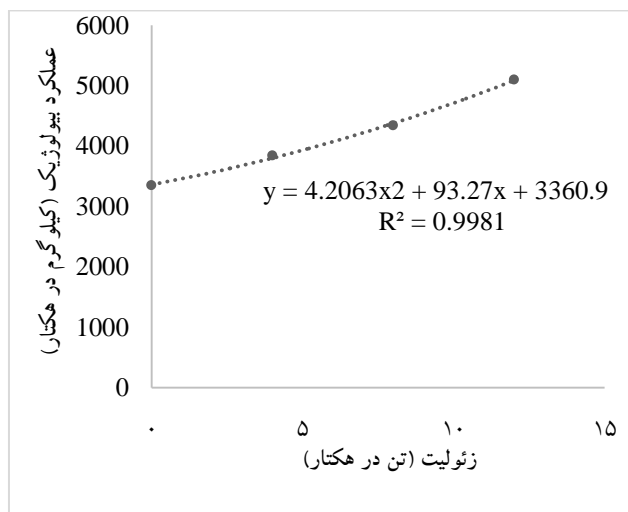
Z0, Z1, Z2, Z3 به ترتیب ۰، ۴، ۸ و ۱۲ تن در هکتار زئولیت

V0, V1, V2, V3 به ترتیب ۰، ۳، ۶ و ۹ تن در هکتار ورمی کمپوست

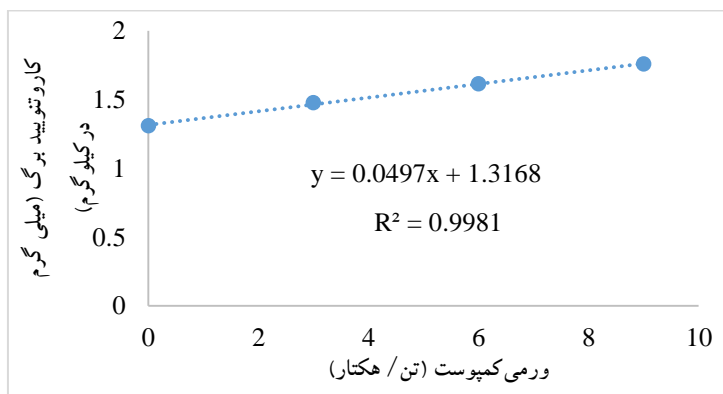
مقادیر دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی دار آماری در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن می باشند.



شکل ۱- اثر سطوح ورمی کمپوست بر عملکرد بیولوژیک همیشه بهار



شکل ۲- اثر سطوح ژئولیت بر عملکرد بیولوژیک همیشه بهار

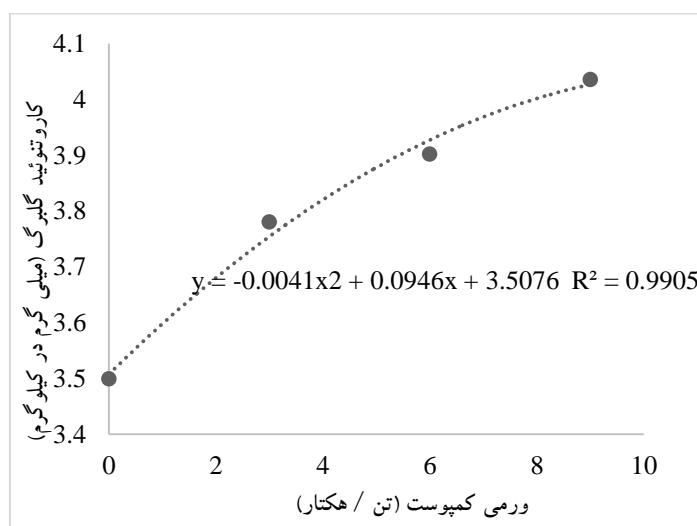


شکل ۳- اثر سطوح ورمی کمپوست بر غلظت کاروتنوئید برگ

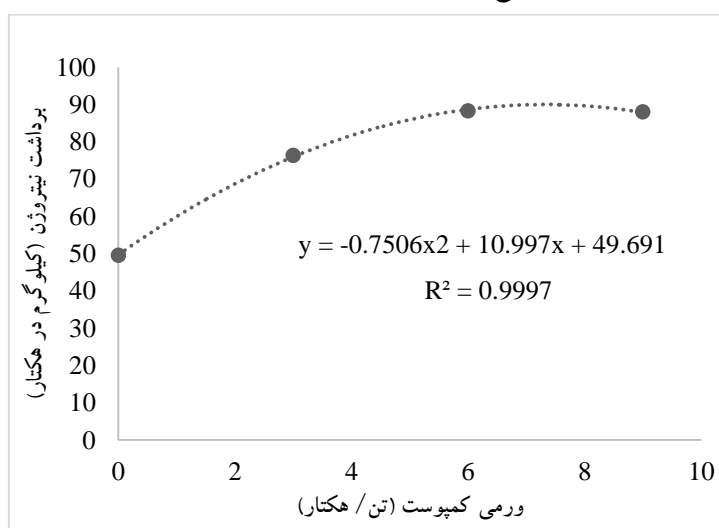
کاروتنوئید گلبرگ

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 ورمی کمپوست تا بالاترین سطح، میزان کاروتنوئید افزایش یافت. به نحوی که میزان کاروتنوئید به ازای هر واحد افزایش ورمی کمپوست ۰/۰۹ افزایش یافت و پس از آن نسبتاً ثابت شد. این موضوع نشان دهنده تأثیر قابل توجه ورمی کمپوست بر این ماده مؤثره گیاه بود.

نتایج این آزمایش مشخص می کند که تنها اثر ورمی کمپوست بر کاروتنوئید گلبرگ معنی دار است (جدول ۴). مقایسه میانگین سطوح مختلف ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست با میانگین ۴/۰۳ میلی گرم در کیلوگرم



شکل ۴- اثر سطوح ورمی کمپوست بر غلظت کاروتنوئید گلبرگ



شکل ۵- اثر سطوح ورمی کمپوست بر برداشت نیتروژن

برداشت نیتروژن توسط گیاه

تأثیر ورمی کمپوست و زئولیت بر برداشت نیتروژن در سطح احتمال خطای ۱٪ معنی دار بود (جدول ۴). با مصرف ورمی کمپوست 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 معنی داری بوده است، به گونه‌ای که باعث افزایش قابل توجه برداشت نیتروژن شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تفاوت معنی داری از لحاظ این شاخص بین سطوح ۸ و ۱۲ تن در هکتار زئولیت مشاهده نشد (شکل ۶).

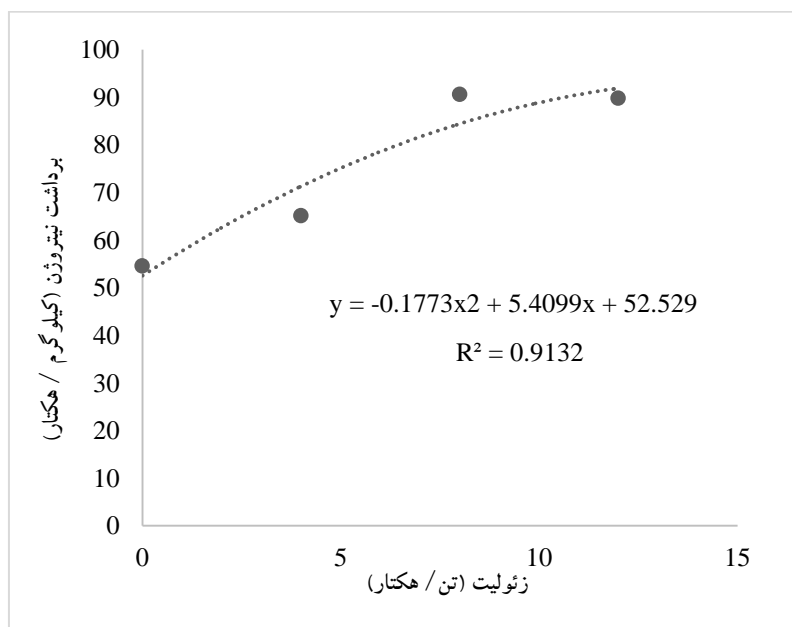
برداشت فسفر توسط گیاه

اثرهای ورمی کمپوست و زئولیت و اثر متقابل آنها بر برداشت فسفر در سطح احتمال خطای ۱٪ معنی دار بود (جدول ۴). در سطح ۹ تن در هکتار ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست و زئولیت بر درجه تمایل به رنگ قرمز (a) و درجه تمایل به رنگ زرد (b) گل زرد معنی دار بود (جدول ۶ و ۸). همچنین اثر ورمی کمپوست و زئولیت بر درجه شفافیت (L) گل نارنجی معنی دار بوده است، به طوری 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 ورمی کمپوست و زئولیت نشان داد (جدول ۷ و ۸).



شکل ۶- اثر سطوح زئولیت بر برداشت نیتروژن

جدول ۶- تجزیه واریانس شدت رنگ گل زرد همیشه بهار تحت تأثیر ورمی کمپوست و زئولیت

مجموع مربعات			درجه آزادی	منابع تغییر
b (تمایل به زردی)	a (تمایل به قرمزی)	L (شفافیت)		
۱۵۰/۴۵	۰/۱۸۰۱	۵۶/۳۰	۲	بلوک
۴۴۹/۴۳**	۲۰/۰۴**	۲۴/۸۴ns	۳	ورمی کمپوست
۳۶/۶۲	۱/۴۴۰	۲۵/۷۸	۶	خطای اصلی
۳۶۰/۷۸**	۷۹/۵۷**	۱۶۷/۴۷*	۳	زئولیت
۲۳۴/۰۳ns	۲۱/۸۲ns	۲۷۰/۵۸ns	۹	ورمی کمپوست × زئولیت
۴۶۴/۹۸	۲۹/۲۵	۳۷۲/۵۰	۲۴	خطای فرعی
۸/۰۵	۲۱/۰۴	۵/۷۴		ضریب تغییرات (%)

ns, ** و * به ترتیب نشان دهنده عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال خطای ۱٪ و معنی داری در سطح احتمال خطای ۵٪ می باشد.

جدول ۷- تجزیه واریانس شدت رنگ گل نارنجی همیشه بهار تحت تأثیر ورمی کمپوست و زئولیت

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

ns, ** و * به ترتیب نشان دهنده عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال خطای ۱٪ و معنی داری در سطح احتمال خطای ۵٪ می باشد.

بحث

عملکرد گل

کاربرد توأم مقادیر مناسب اصلاح کننده های خاک، ضمن بهبود فعالیت های بیولوژیک خاک و فراهمی و جذب مطلوب عناصر غذایی توسط گیاه از طریق بهبود اجزای عملکرد می تواند موجب افزایش عملکرد گل گردد. کاربرد ورمی کمپوست 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. مطالعه ای روی فلفل نیز تأثیر تیمارهای مذکور را در بهبود عملکرد گل تأیید می کند (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

عملکرد بیولوژیک توسط ژئولیت را می توان به اثرهای مثبت ژئولیت روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، توانایی بالای آن در جذب و نگهداری آب قابل دسترس و بهبود بازدهی مصرف مواد غذایی توسط افزایش دسترسی و جذب مواد معدنی ماکرو و میکرو گیاه نسبت داد (Kavoosi, 2007). چنین استنباط می شود که اضافه کردن ژئولیت مانع از هدر رفتن نیتروژن و سایر عناصر غذایی موجود در خاک شده و با جلوگیری از شست و شوی نیتروژن باعث افزایش وزن خشک کل گیاه می شود که در تحقیق Azogh و همکاران (۲۰۱۸) گزارش شده است و با نتایج تحقیقی بر روی آفتابگردان نیز مطابقت دارد (Gholamhosseini et al., 2010).

افزایش وزن خشک نهایی را فراهم کرده است (Jat & Ahlavat, 2006).

Rezaei و Baradaran (۲۰۱۳) در پژوهشی روی گیاه همیشه بهار بیان کردند که مصرف مقادیر مناسب ورمی کمپوست از طریق بهبود فعالیت های میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز تدارک جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش میزان ماده فتوسنتز و ماده خشک گیاه شده است. یافته های Kheiry و همکاران (۲۰۱۶) روی همیشه بهار نیز این مطلب را تأیید کرده است. مصرف ژئولیت در خاک توانسته است با تأمین بخشی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه باعث افزایش رشد و عملکرد زیستی گردد. افزایش

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر ژئولیت بر شدت رنگ گلبرگ های زرد و نارنجی همیشه بهار

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

V و Z: به ترتیب ورمی کمپوست و ژئولیت

مقادیر دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی دار آماری در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن می باشند.

اندام های قابل برداشت گل اختصاص می یابد موجب افزایش شاخص برداشت (۱۰/۷۲) گردد (شکل ۲). ولی در صورت استفاده از مقادیر بالاتر ورمی کمپوست (۶ و ۹ تن در هکتار) مشاهده می شود که تأثیر آن بر افزایش توزیع مواد فتوسنتزی به سایر اندام های هوایی بیشتر از گلهای می باشد،

شاخص برداشت

نتایج بدست آمده در این تحقیق بیانگر آنست که همانند عملکرد گل، مصرف ورمی کمپوست تا سطح ۳ تن در هکتار می تواند از طریق بهبود میزان فتوسنتز همیشه بهار و به دنبال آن افزایش عملکرد بیولوژیک که به

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 ورمی کمپوست به دلیل دارا بودن عناصر و مواد مغذی فراوان و استفاده از زئولیت با قابلیت 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).

به طور کلی باید گفت که نتایج این آزمایش مشخص کرد که ورمی کمپوست و زئولیت اثر مثبتی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه همیشه‌بهار داشته‌اند. کود آلی ورمی کمپوست 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 از جمله 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

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

کاروتنوئید برگ و گلبرگ

اثر مثبت کودهای زیستی بر روی فلفل به منظور افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی از جمله کاروتنوئید در تحقیقی دیگر نیز گزارش شده است (Berova *et al.*, 2010). تحقیقات Ayyobi و همکاران (۲۰۱۳) بر روی نعنای فلفلی (*Mentha piperata*) و تحقیقی دیگر بر روی همیشه‌بهار تأثیر ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست باشد.

- 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 inceptisoi. *Soil Biology and Biochemistry*, 38: 1577-1582.
 - Gholamhosseini, M., Ghalavand, A., Dolatabadian, A., Jamshidi, E. and Khodaei Joghani, A., 2010. Integrated fertilizer management to attain sunflower sustainable production under different irrigation regimes. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 56(3): 295-309.
 - Hashemimajid, 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.
 - Kavooosi, 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 on morphophysiological 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

می تواند به عنوان یک گزینه مناسب برای استفاده همزمان با کودهای آلی در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک مطرح باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کارشناسان آزمایشگاه های دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان و کلیه عزیزانی که در مراحل اجرایی این پژوهش ما را یاری نمودند، قدردانی می نمایم.

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 Journal of Agriculture)*, 40(4): 21-30.
- Berova, M., Karanatsidis, G., Sapundzhieva, 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.*

- 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 color of food surfaces. Journal of Food Engineering, 61: 137-142.
 - 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*

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

M. Abdolahi Noruzi¹, M. Moradi Telavat^{2*}, S.A. Siadat³ and A. Khodaei Jaghan³

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 vermicompost per ha and 12 t zeolite per ha.

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