اثر فسفر، ورمی‌کمپوست و زئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گل آهار

حمیده امجزی[۱] و محسن حمیدپور[۲*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۹/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۱۵)

چکیده

گل آهار به علت داشتن تنوع رنگ و طول دوره گل دهی، از گیاهان زینتی و بسیار زیبا و جذاب می‌باشد. اثر عنصر غذایی فسفر و بسترهای کشت ورمی‌کمپوست و زئولیت طبیعی بر خصوصیات رشد و عملکرد گل آهار در یک آزمایش گلخانه‌ای بررسی شد. تیمارها شامل فسفر در سه سطح (صفر، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) و زئولیت و ورمی‌کمپوست در سه سطح (صفر، ۵ و ۱۰ درصد وزنی) بودند که به‌صورت طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار اجرا گردیدند. گیاهان در شرایط گلخانه به مدت دو ماه رشد کردند. سپس گیاهان از محل طوقه قطع و برگ و ساقه آنها جدا گردید. صفات اندازه‌گیری شده شامل میزان سطح برگ، میزان کلروفیل، وزن تر و خشک گیاه، وزن خشک برگ، وزن خشک ریشه و غلظت عناصر فسفر، روی و آهن در اندام هوایی گیاه بود. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار پارامترهای رویشی مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست بود که اختلاف معنی داری نسبت به بقیه تیمارها و هم چنین تیمار شاهد داشت. زئولیت باعث کاهش مقدار پارامترهای رویشی مورد مطالعه نسبت به شاهدگردید. به‌طوری‌که کمترین مقدار پارامترهای رویشی مربوط به تیمار زئولیت بود.

واژه‌های کلیدی: گیاهان زینتی، بستر کاشت، عناصر غذایی

مقدمه

گل آهار (*Zinnia elegans thumbelina*) یکی از گل‌های زینتی خانواده *Asteraceae* با گل‌های رنگارنگ و بومی مکزیک است (۲ و ۹). آهار از جمله گل‌های فصلی تابستانه است که به دلیل طول دوره گل‌دهی طولانی که از اواخر بهار تا اواسط پاییز ادامه دارد و هم‌چنین تحمل آن به خشکی و گرمای زیاد، از ارزش بالایی در فضای سبز برخوردار است (۱). یکی از راهکارهای مهم برای رسیدن به حداکثر محصول در حداقل زمان و تولید گل‌های با کیفیت قابل قبول، استفاده از مواد آلی و معدنی به‌عنوان بستر کاشت گیاهان زینتی می‌باشد (۱، ۲ و ۳). با گسترش شهرها و افزایش آلاینده‌های زیست محیطی، نقش گیاهان در فضاهای شهری هر روز افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، با رشد روزافزون جمعیت و رشد پدیده شهرنشینی، دفع زباله و مواد زاید آلی به یک مشکل بزرگ تبدیل شده است. تولید کود از مواد آلی زاید به کمک گونه‌های خاصی از کرم‌های خاکی که به ورمی‌کمپوست یا کمپوست کرمی معروف است در کشورهای مختلف جهان با استقبال گسترده‌ای رو به رو شده است. ورمی‌کمپوست کود آلی بیولوژیک است که در اثر عبور مداوم و آرام مواد آلی در حال پوسیده شدن از دستگاه گوارش گونه‌هایی از کرم‌های خاکی و دفع این مواد از بدن کرم‌ها، حاصل می‌شود. این مواد هنگام عبور از بدن کرم آغشته به مخاط دستگاه گوارش (موکوس)، ویتامین‌ها و آنزیم‌ها

۱.گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جیرفت

۲ گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mohsen_hamidpour@yahoo.com

شده که در نهایت به عنوان یک کود آلی غنی شده و بسیار مفید می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۷ و ۱۰). در مطالعات متعـدد، بر اهمیت ورمی‌کمپوست در کشاورزی و پرورش گیاهان بـاغی و زینتی تأکید شده است. آتیه و همکاران (۶) گزارش کردند که ورمی‌کمپوست طول دوره گل‌دهی گل همیشه بهـار را افـزایش داده است. گاجالاکشمی و عباسی (۱۱) نیز گـزارش دادنـد کـه مصرف ورمی‌کمپوست منجر به بهبـود چـشم‌گیـر خـصوصیات رشد و گل‌دهی در سنبل آبی و گـل فشفـشه نـسبت بـه تیمـار شاهد شده است. باچمن و متسر (۷) مشاهده نمودند که اضـافه کردن ورمی‌کمپوست به خاک باعث افزایش وزن ریشه، ساقه و مساحت برگ در نهال‌های گوجـه‌فرنگـی و گـل همیـشه بهـار فرانسوی گردید.

امروزه از زئولیـت‌هـا بـه دلیـل ویژگـی‌هـای سـاختمانی و ترکیبات شیمیایی منحصر به فـرد و نیـز امکـان تهیـه فـرم‌هـای اصلاح شده آنها، در زمینه‌های مختلف علمی و صنعتی از قبیـل پتروشیمی، صنایع هسته‌ای، کشاورزی، دامپروری و پـاک‌سـازی فاضلاب‌های صنایع گوناگون، استفاده‌هـای فراوانـی مـی‌شـود. زئولیت‌ها متعلق به گروه کـانی‌هـای تکتوسـیلیکات‌هـا هـستند. ساختار این کانی‌ها شامل کانال‌ها و منفذهایی است که به وسیله آب و یا کاتیون‌های قابل تبادل پر شـده اسـت (۱۴). مطالعـات مختلف در مورد اثر زئولیت بر رشد گیاهان، نتـایج متفـاوتی را در پی داشته است. مطالعه سمرتزیدیس و همکاران (۱۹) نـشان داد که زئولیت اثری بر رشـد گـل سـرخ نداشـته اسـت. چنـین نتیجه‌ای در مورد اثر زئولیت بـر رشـد هـویج توسـط گرونـر و همکاران (۱۲) نیز گزارش شده است. در حـالی کـه در برخـی مطالعات، اثر مثبت زئولیت در افزایش رشد کـاهو (۱۳)، فلفـل دلمه‌ای (۴)، ژربرا (۱۵) و گل جعفری (۱۷) بیان گردیده است.

انواع کانی‌های زئولیت، به دلیل ترکیبات متنوع، رفتار شیمیایی متفاوتی از خود نشان می‌دهند. به عنوان مثال، برخی از زئولیت‌های اشباع از سدیم در برخی از شرایط می‌توانند برای برخی از گیاهان مضر باشند (۱۴). نهشته‌های عظیمی از کانی‌های زئولیت در مناطق مختلفی از ایران یافت شده و استفاده‌های کشاورزی و زیست محیطی از آنها آغاز گردیده است. با وجود این‌که چندین تحقیق در مورد اثر زئولیت و ورمی‌کمپوست بر رشد برخی گیاهان انجام شده ولی اطلاعات کمی در مورد اثر زئولیت و ورمی‌کمپوست بر رشد و پرورش گل‌ها در منابع در دسترس است. هدف اصلی این پژوهش، بررسی اثر کود فسفره و بسترهای کشت ورمی‌کمپوست و زئولیت بر رشد گل آهار در محیط گلخانه بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش گلخانه‌ای به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۱۱ تیمار و سه تکرار در گلخانه دانـشکده کـشاورزی دانـشگاه آزاد واحـد جیرفـت در سـال زراعـی ۱۳۸۹ اجـرا گردیـد. زئولیـت، ورمی‌کمپوست و فسفر به نحوی به گلدان‌های یـک کیلـوگرمی حاوی خاک اضافه شدند که تیمارهای آزمایـشی شـامل شـاهد، ۵٪ زئولیت، ۱۰٪ زئولیت، ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک، ۱۵۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک، ۵٪ زئولیت + ۷۵ میلـی-گرم فسفر در کیلوگرم خاک، ۵٪ زئولیت +۱۵۰ میلی‌گرم فـسفر در کیلوگرم خاک، ۱۰٪ زئولیت+ ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک، ۱۰٪ زئولیت + ۱۵۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگـرم خـاک، ۵٪ ورمی کمپوست و ۱۰٪ ورمی‌کمپوست حاصل شد.

بذر گل آهار از شرکت پاکان بذر اصـفهان خریـداری شـد. زئولیت طبیعی مورد استفاده از شرکت معـدنی افرازنـد سـمنان تهیه گردید. ذرات زئولیت (با انـدازه کـوچکتر از ۲ میلـی‌متـر)، چندین مرتبه با آب مقطر آبشویی شدند تا در حد امکان امـلاح اضافی آن خارج گردند. سپس به مـدت ۲۴ سـاعت در آون در دمای ۶۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. نتایج تجزیه شیمیایی زئولیـت در جـدول ۱ آورده شـده اسـت. ورمی‌کمپوست از شرکت کیان کمپوست مرودشت تهیه گردیـد. برخی خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست مطابق با روش‌هـای استاندارد اندازه‌گیری شد (جدول ۲). ماده آلی به روش والکلـی و بلک، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره ۱ بـه ۵ بـه وسـیله هدایت‌سنج الکتریکی، پ- هاش در عصاره ۱ بـه ۵ بـه وسـیله

جدول ۱. نتایج تجزیه شیمیایی زئولیت

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	SO_3	Na_2O	K_2O	Cl^-
۶۷/۸۳	۱۱/۶۴	۰/۵۴	۰/۸۴	۰/۲۰	۴/۵۰	۴/۳۲	۰/۹۸

جدول ۲. برخی خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست

خصوصیت	مقدار
pH	۸/۶
EC (دسی‌زیمنس بر متر)	۷/ ۸
نیتروژن کل (٪)	٪۲/۸
کربن آلی(٪)	٪۲۹
مس قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳
منگنز قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۲۰
آهن قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳۴/۶
روی قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۶۵
فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۹۵۲/۵
پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۴۶۹

جدول ۳. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

خصوصیت	مقدار
بافت	لوم شنی
pH	۷/۸
EC (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۳۵
نیتروژن کل (٪)	۰/۰۲
پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۲۱/۴
فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۴/۲

پ- هاش‌متر، نیتروژن کل به روش کلدال، فسفر قابل استفاده با استفاده از عصاره‌گیر بی‌کربنات سدیم، غلظت عناصر کم مصرف کاتیونی (منگنز، مس، روی و آهن) به روش عصاره‌گیری با DTPA و قرائت با دستگاه جذب اتمی (GBC Avanta-Australia) و پتاسیم به وسیله عصاره‌گیری با استات آمونیوم و قرائت توسط دستگاه شعله‌سنجی تعیین شد (۱۸).

خاک مورد مطالعه از عمق ۲۵ سانتی‌متری مزرعه‌ای در شهرستان جیرفت برداشته شد. نمونه خاک پس از انتقال به آزمایشگاه هواخشک گردید و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مانند پ- هاش، قابلیت هدایت الکتریکی، بافت خاک (به روش پیپت)، میزان مواد آلی (به روش والکلی و بلک) و مقدار نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب اندازه‌گیری شد (جدول ۳).

در هر گلدان، شش عدد بذر گل آهار در تاریخ ۱۱ آبان‌ماه

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی‌کمپوست، زئولیت و فسفر بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل آهار

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		وزن تر کل	وزن خشک ریشه	وزن خشک گل	وزن خشک برگ	(F_w/F_m)	سطح برگ	فسفر	روی	آهن
تکرار	۲	۰/۸۱^{ns}	۰/۰۰۰۷۲^{ns}	۰/۰۰۱۱^{ns}	۰/۰۲۴*	۰/۰۰۴۳^{ns}	۰/۴۵	۰/۰۰۳۴^{ns}	۶/۲۹	۹۵۰/۹۴^{ns}
تیمار	۱۰	۸۲/۵۴**	۰/۰۴۶**	۰/۵۹**	۰/۴۱**	۰/۰۰۶۸*	۰/۸۱*	۰/۰۸۸**	۲۰۷/۳۸**	۴۰۷۷/۱۷*
خطا	۲۲	۱/۵۴	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۴۵	۰/۰۱۱	۰/۰۰۶۲	۰/۵۸	۰/۰۰۷	۷/۸	۱۴۰۷/۲۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۵/۸۲	۱۹/۲۷	۱۶/۸۳	۱۲/۰۵	۱۱/۰۹	۲۴/۵	۱۸/۴۸	۱۰/۴۸	۱۳/۵

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

۱۳۸۹ کاشته شدند. گیاهان در شرایط گلخانه (دمای ۳±۲۷درجه سلسیوس) به مدت ۲ ماه رشد نمودند. در طول این مدت، آبیاری گلدان‌ها بر اساس ۶۰٪ ظرفیت زراعی صورت گرفت. قبل از برداشت، ارتفاع گیاه و تعداد برگ در هر گلدان اندازه‌گیری شد. گیاهان از محل طوقه برداشت شده و برگ و ساقه آنها جدا گردید. ریشه نیز از خاک خارج و همراه با برگ و ساقه پس از شستشو با آب معمولی و مقطر، در دمای ۶۰ درجه سلسیوس داخل آون تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد. سطح برگ‌های میانی هر بوته با استفاده از دستگاه مساحت‌سنج اندازه‌گیری شد. قطر گل با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر تعیین شد. وزن خشک ریشه و اندام هوایی پس از خشکاندن آنها در آون در دمای ۶۰ درجه سلسیوس، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری کلروفیل فلورسانس، پس از نمونه‌برداری تعدادی از برگ‌های میانی هر بوته و قرار دادن آنها در گیره مخصوص، از دستگاه کلروفیل فلوریمتر (Han Satesh Instrument – Pocket PEA) استفاده گردید. این دستگاه میزان کلروفیل فلورسانس را بر اساس نسبت فلورسانس متغیر (F_v) به فلورسانس حداکثر (F_m) تعیین می‌کند. برای اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی، از روش سوزاندن خشک و حل کردن در اسید کلریدریک استفاده شد. غلظت فسفر قابل جذب به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر و غلظت روی و آهن قابل جذب به وسیله دستگاه جذب اتمی (GBC Avanta-Australia) تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش به کمک نرم‌افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ انجام گردید.

نتایج

با توجه به جدول ۴، اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن تر کل گیاه، وزن خشک ریشه، وزن خشک گل، وزن خشک برگ، غلظت فسفر و غلظت روی در اندام هوایی گیاه در سطح آماری ۱٪ و بر میزان فتوسنتز، سطح برگ و غلظت آهن دراندام هوایی گیاه در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار بود.

بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) بیشترین مقدار وزن تر کل گیاه (۱۹/۲۷ گرم) مربوط به تیمار ۱۰٪ ورمی‌کمپوست بود که با تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری نشان نداد، ولی اختلاف معنی‌داری نسبت به بقیه تیمارها و هم‌چنین تیمار شاهد داشت. زئولیت طبیعی باعث کاهش وزن تر کل گیاه گردید. به‌طوری که کمترین میزان وزن تر کل (۳/۹۲ گرم) مربوط به تیمار ۵٪ زئولیت بود. تیمار فسفر و نیز تیمارهای مخلوط زئولیت + فسفر، اثر معنی‌داری بر وزن تر کل گیاه نداشتند.

بر اساس جدول ۵، بیشترین میزان وزن خشک ریشه (۰/۴۸ گرم) مربوط به تیمار ۵٪ ورمی‌کمپوست و کمترین میزان آن (۰/۱۲ گرم) مربوط به تیمار ۱۰٪ زئولیت بود. بجز تیمارهای ورمی‌کمپوست و مخلوط ۵٪ زئولیت + ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک، سایر تیمارها اثر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های اثر زئولیت، فسفر و ورمی‌کمپوست بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گل آهار

تیمار	وزن تر کل (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن خشک گل (g)	وزن خشک برگ (g)	(F_w/F_m)	سطح برگ (cm^2)
شاهد	۵/۴۷bc	۰/۱۶c	۰/۲۸bc	۰/۶۱ef	۰/۷۲ab	۱/۷۲abc
۵٪ زئولیت	۳/۹۲c	۰/۱۳c	۰/۱۹cd	۰/۴۹f	۰/۷۵a	۲/۲۹ab
۱۰٪ زئولیت	۵/۳۴bc	۰/۱۲c	۰/۱۱d	۰/۶۵def	۰/۷۰ab	۲/۳۳a
۵٪ زئولیت + ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک	۷/۲۵b	۰/۲۹b	۰/۳۱b	۰/۹۲b	۰/۷۲ab	۱/۸۵abc
۵٪ زئولیت + ۱۵۰میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک	۵/۸۷bc	۰/۱۹c	۰/۱۶d	۰/۸۲bcd	۰/۷۵a	۲/۱۰abc
۱۰٪ زئولیت + ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک	۵/۵۷bc	۰/۱۸c	۰/۱۷d	۰/۸۶bc	۰/۷۰ab	۱/۲۵abc
۱۰٪ زئولیت +۱۵۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک	۵/۸۷bc	۰/۱۷c	۰/۲۰bcd	۰/۷۹bcde	۰/۷۴a	۲/۲۱abc
۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک	۵/۲۶bc	۰/۱۹c	۰/۲۲bcd	۰/۷۱cde	۰/۶۷ab	۱/۰۱bc
۱۵۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک	۷/۱۱c	۰/۱۵c	۰/۱۶d	۰/۷۳cde	۰/۵۹b	۰/۹۳c
۵٪ ورمی‌کمپوست	۱۷/۳۲a	۰/۴۸a	۱/۲۴a	۱/۵۴a	۰/۷۷a	۲/۲۴ab
۱۰٪ ورمی‌کمپوست	۱۹/۲۷a	۰/۴۴a	۱/۳۴a	۱/۶۵a	۰/۷۲ab	۱/۹۶abc

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ ندارند.

نسبت به تیمار شاهد نداشتند.

با توجه به جدول ۵، بیشترین میزان وزن خشک گل (۱/۳۴ گرم) مربوط به تیمار ۱۰٪ ورمی‌کمپوست بود که اختلاف معنی‌داری نسبت به بقیه تیمارها و هم‌چنین تیمار شاهد داشت. زئولیت طبیعی باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک گل گردید. به طوری که کمترین میزان وزن خشک گل (۰/۱۱ گرم) مربوط به تیمار ۱۰٪ زئولیت بود.

وزن خشک برگ گیاه تحت تأثیر تیمارهای زئولیت و تیمارهای فسفر به تنهایی قرار نگرفت. ولی تیمارهای زئولیت + فسفر، وزن خشک برگ را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دادند. ورمی‌کمپوست در هر دو سطح باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک برگ گردید. به طوری که بیشترین میزان وزن خشک برگ (۱/۶۵ گرم) مربوط به تیمار ۱۰٪ ورمی‌کمپوست بود. هیچ‌کدام از تیمارهای مورد مطالعه اثر معنی‌داری بر سطح برگ نسبت به تیمار شاهد نداشتند.

نسبت F_v به F_m، که حداکثر عملکرد فتوسیستم ۲ نامیده می‌شود، تحت تأثیر هیچ‌کدام از تیمارهای مورد مطالعه قرار نگرفت. نسبت F_v به F_m در یک برگ سالم و در شرایط بهینه حدود ۰/۸ گزارش شده است. اگرچه بیشترین مقدار این شاخص در تیمار ۱۰٪ ورمی‌کمپوست و کمترین مقدار آن در تیمار۱۵۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک بود (جدول ۵).

بر اساس جدول ۶، بستر زئولیت، غلظت عنصر غذایی روی را در اندام هوایی گیاه به طور معنی‌داری افزایش داد. به طوری که حداکثر میزان غلظت روی (۴۱/۶۷ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در تیمار ۵٪ زئولیت به دست آمد. غلظت روی در اندام هوایی گیاه در تیمارهای ورمی‌کمپوست، فسفر و مخلوط ۵٪ زئولیت + فسفر نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد.

غلظت آهن در اندام هوایی گیاه در تیمارهای زئولیت افزایش یافت. ولی این افزایش نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۶). تیمارهای فسفر و تیمارهای مخلوط زئولیت + فسفر اثر معنی‌داری بر غلظت آهن در اندام هوایی گیاه نداشتند. ورمی‌کمپوست در هر دو سطح مصرف شده، غلظت آهن در اندام هوایی گیاه را به طور معنی‌داری افزایش داد. به طوری که حداکثر میزان غلظت آهن (۳۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) مربوط به تیمار ۱۰٪ ورمی‌کمپوست بود.

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های اثر زئولیت، فسفر و ورمی‌کمپوست بر غلظت فسفر، روی و آهن در اندام هوایی گل آهار

تیمارها	فسفر (٪)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)
شاهد	۰/۳۳cd	۳۱/۶۷b	۲۳۴/۰۰d
۵٪ زئولیت	۰/۳۲cd	۴۱/۶۷a	۲۴۹/۵۰cd
۱۰٪ زئولیت	۰/۳۰d	۳۹/۶۲a	۲۸۵/۳۳abcd
۵٪ زئولیت + ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک	۰/۳۷cd	۱۸/۶۷e	۲۵۰/۶۷cd
۵٪ زئولیت + ۱۵۰میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک	۰/۵۲b	۱۸/۰۰e	۲۴۴/۵۰cd
۱۰٪ زئولیت + ۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک	۰/۴۶bc	۲۹/۶۷bc	۳۱۵/۰۰ab
۱۰٪ زئولیت +۱۵۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک	۰/۵۶b	۲۷/۵۰bc	۲۷۳/۶۷bcd
۷۵ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک	۰/۵۱b	۲۰/۰۰e	۳۰۴/۶۷abc
۱۵۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک	۰/۸۹a	۲۲/۳۳de	۲۴۰/۳۳d
۵٪ ورمی‌کمپوست	۰/۳۴cd	۱۹/۰۰e	۳۱۹/۰۰ab
۱۰٪ ورمی‌کمپوست	۰/۳۶cd	۲۵/۰۰cd	۳۳۹/۰۰a

غلظت فسفر در اندام هوایی گیاه تحت تأثیر تیمارهای زئولیت و ورمی‌کمپوست قرار نگرفت. ولی تیمارهای فسفر تنها و تیمارهای مخلوط زئولیت + فسفر، غلظت فسفر در اندام هوایی گیاه را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۶).

بحث

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ورمی‌کمپوست بر اکثر خواص رویشی مانند وزن تر کل گیاه، وزن خشک گل، وزن خشک برگ، وزن خشک ریشه و فتوسنتز گل آهار اثر مثبت داشت. ورمی‌کمپوست به طرق مختلفی روی رشد گیاه تأثیر می‌گذارد. بخشی از آن به نقش ویژگی‌های فیزیکی یا شیمیایی ورمی‌کمپوست در بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مربوط است و بخشی دیگر احتمالاً ناشی از تحریک رشد به دلیل افزایش فعالیت هورمون‌های گیاهی مانند اکسین و جیبرلین می‌باشد که به میکروفلور همراه با ورمی‌کمپوست مربوط است و نیز به متابولیت‌هایی مربوط می‌شود که در اثر متابولیسم ثانویه تولید می‌شوند (۱۰). ورمی‌کمپوست علاوه بر قابلیت جذب آب با حجم زیاد، شرایط مناسب برای دانه‌بندی خاک و قدرت نگه داری مواد غذایی مورد نیاز گیاهان را فراهم می‌نماید (۸).

همانطور که جدول ۲ نشان می‌دهد، ورمی‌کمپوست مورد استفاده حاوی عناصر غذایی بسیار غنی، به ویژه نیتروژن، بوده که به تدریج آنها را در اختیار گیاه قرار می‌دهد. ورمی‌کمپوست علاوه بر عناصر پر مصرف مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم که در فعالیت‌های حیاتی گیاه نقش اساسی دارند، حاوی عناصر کم مصرفی مانند آهن، مس، روی و منگنز نیز می‌باشد. علاوه بر این، با داشتن موادی مانند ویتامین B_{12} و اکسین موجب تحریک رشد گیاه می‌شود (۸). نتایج این تحقیق با مطالعه گاجالاکشمی و عباسی (۱۱) روی سنبل آبی و گل فشفشه، مطالعه کشاورزی و همکاران (۱۶) روی گل نرگس و مطالعه باچمن و متسر (۷) روی گل همیشه بهار فرانسوی مطابقت دارد. این محققین ذکر کردند که ورمی‌کمپوست منجر به بهبود چشم‌گیر رشد و گل‌دهی گیاهان ذکر شده گردیده است.

در این تحقیق، زئولیت نه تنها اثر مثبتی بر رشد گل آهار نداشت، بلکه مقدار صفات رویشی مانند وزن تر کل گیاه، وزن خشک گل، وزن خشک برگ، وزن خشک ریشه و فتوسنتز را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد. سمرتزیدیس و همکاران (۱۹) اثر زئولیت بر پرورش گل سرخ را بررسی کردند. مطالعه آنها نشان داد که زئولیت اثری بر رشد و عملکرد گل سرخ نداشته

است. چنین نتیجه‌ای نیز در مورد اثر زئولیت بر رشد هویج توسط گرونر و همکاران (۱۲) گزارش شده است. حمیدپور و همکاران (۱۴) گزارش کردند که کانی‌های زئولیت معمولاً به دلیل اشباع بودن از سدیم در برخی از شرایط، برای برخی از گیاهان مضر می‌باشند. استفاده غیرعلمی و نادرست از زئولیت‌ها می‌تواند باعث افزایش شوری خاک، افزایش پ- هاش، کاهش کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک و در نتیجه کاهش عملکرد گیاهان شود. بنابراین انتخاب نوع زئولیت و نسبت آن در بسترهای کاشت می‌تواند نقش مهمی در افزایش عملکرد گیاهان داشته باشد (۱۴).

بر اساس تحقیق حاضر، تیمارهای مخلوط زئولیت و فسفر نسبت به تیمارهای زئولیت، اثر مثبت بر صفات رویشی مانند وزن تر کل گیاه، وزن خشک گل، وزن خشک برگ و وزن خشک ریشه داشتند که این موضوع احتمالاً به دلیل جذب سطحی کلسیم محلول در خاک روی مکان‌های تبادلی زئولیت و در نتیجه تثبیت نشدن فسفر به صورت فسفات‌های کلسیم کم محلول و پیامد آن افزایش فراهمی فسفر محلول خاک می‌باشد (۱۴). مطالعه عباسی و همکاران (۵) نشان داد که کاربرد فسفر طول عمر قفسه‌ای و کیفیت پس از برداشت گل آهار را افزایش داده است

کاهش غلظت روی و آهن در اندام هوایی گیاه در تیمارهای حاوی فسفر ممکن است ناشی از تثبیت آهن و روی در خاک به صورت فسفات‌های کم محلول روی و آهن و در نتیجه کاهش فراهمی آهن و روی برای گیاه باشد.

افزایش غلظت فسفر در اندام هوایی گیاه در تیمارهای مخلوط زئولیت و فسفر نسبت به تیمار شاهد ممکن است به دلیل افزایش حلالیت فسفات‌های کلسیم و در نتیجه افزایش فراهمی فسفر در محلول خاک به واسطه جذب کلسیم در مکان‌های تبادلی زئولیت باشد (۱۴).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست‌آمده، کاربرد ورمی‌کمپوست در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گل آهار مؤثر است و زئولیت اثر مثبتی بر خصوصیات کمی و کیفی گل آهار ندارد.

منابع مورد استفاده

۱. ابراهیم زاده، ا. و ی. سیفی. ۱۳۷۵. انبارداری و جابجایی گل‌های بریده، گیاهان سبز زینتی و گیاهان گلدانی (ترجمه). انتشارات اختر، تبریز، ۲۳۳ صفحه.

۲. کریمی، ه. ۱۳۸۱. فرهنگ رستنی‌های ایران. جلد دوم. انتشارات پرچم، تهران، ۴۶۷ صفحه.

۳. صابری، ز.، ا. خوشگفتارمنش، م. مبلی و م. کلباسی. ۱۳۸۸. اثر بستر کشت بدون خاک بر غلظت و جذب عناصر غذایی در گیاه گوجه‌فرنگی. اولین کنگره ملی فناوری تولید و فرآوری گوجه‌فرنگی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ۲۸ الی ۳۰ مهر ماه، صفحه ۱۰۳-۱۰۵.

۴. عقدک، پ.، م. مبلی و ا. خوشگفتارمنش. ۱۳۸۸. اثر بسترهای مختلف کاشت بر ویژگی‌های ظاهری و کیفی فلفل دلمه‌ای رقم امیلی. اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ۲۸ الی ۳۰ مهر ماه، صفحه ۷۴-۷۵.

5. Abbasi, N. A., S. Zahoor and K. Nazir. 2004. Effect of preharvest phosphorus and potassium fertilizers and postharvest $AgNO_3$ pulsing on the postharvest quality and shelf life of Zinnia (*Zinnia elegans* cv. Blue point) cut flowers. Intl. J. Agric. Biol. 6: 129-131.
6. Atiyeh, R. M., S. Lee, C. A. Edwards, N. Q. Arancon and J. D. Metzger. 2002. The infiuence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresour. Technol. 84: 7-14.
7. Bachman, C. R. and J. D. Metzger. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresour. Technol. 99: 3155-3161.
8. Dash, M. C. and U. C. Petra .1979. Wormcast production and nitrogen contribution to soil by tropical earthworm population from a grassland site in Orissa, India. Revue De Ecologie Et De Biologie 16: 79-83.

9. Dole, J. M. and H. F. Wilkins. 2005. Floriculture: Principles and Species. Prentice Hall, USA.
10. Edwards, C. A. and I. Burrows. 1988. The potential of earthworm composts as plant growth media. PP. 211-219. *In:* Edwards, C. A. and E. F. Neuhauser (Eds.), Earthworms in Waste and Environmental Management, SPB Academic Publ. Co., The Hague, The Netherlands.
11. Gajalakshmi, S. and S. A. Abbasi. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on growth and flowering of Crossandera undolaefolia and on several vegetables. Bioresour. Technol. 85: 197-199.
12. Gruener, J. E., D. W. Ming, Jr., C. Galindo, K. E. Henderson and D. C. Golden. 2007. Plant productivity and characterization of zeoponic substrates after three successive crops of radish (*Raphanus sativus* L.). Micropor. and Mesopor. Mater. 105: 279-284.
13. Gul, A., D. Erogŏl and A. R .Ongun. 2005. Comparison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisp-head lettuce. Sci. Hort. 106: 464-471.
14. Hamidpour, M., H. Shariatmadari and M. Soleimani. 2012. Zeoponic systems. PP. 588-600. *In:* Inglezakis, V. J. and A. A. Zorpas (Eds.), Handbook of Natural Zeolites, Bentham Science Publ., Sharjah, UAE.
15. Issa, M., G. Ousounidou, H. Maloupa and H.A. Constantinidou. 2001. Seasonal and diurnal photosynthetic responses of two gerbera cultivars to different substrates and heating systems. Sci. Hort. 88: 215-34.
16. Keshavarzi, M., J. Tabatabaei and M. Bagheri. 2005. The effect different amounts of compost in growth media on growth, development and flowering of *Narcissus pseudonadcissus* cv. Golden harvest. Proc. of 4th Iranian Hort. Sci. Cong., 8-10 Nov., Ferdowsi Univ. of Mashhad, Iran.
17. Nazari, F., M. Khoshkhui, S. Eshghi and H. Salehi. 2007. Effects of natural zeolite on vegetative, reproductive and physiological characteristics of African marigold (*Tagetes erecta* L., Queen). Hort. Environ. Biotechnol. 8: 241-245.
18. Pansu, M. and J. Gautheyrou. 2006. Handbook of Soil Analysis: Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. Springer-Verlag, Berlin.
19. Samartzidis, C., T. Awada, E. Maloupa, K. Radoglou and H. I. A. Constantinidou. 2005. Rose productivity and physiological responses to different substrates for soil-less culture. Sci. Hort. 106: 203-212.