

تأثیر کاربرد زئولیت، کودهای زیستی و آلی بر رشد، عملکرد گل و اجزای عملکرد در کشت ارگانیک گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)

امین صالحی^{۱*}، امیر قلاوند^۲، فاطمه سفیدکن^۳، احمد اصغرزاده^۴ و کرامت الله سعیدی^۵

۱- نویسنده مسئول، استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، ایران، پست الکترونیک: sci.asalehi@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳- استاد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- استادیار، بخش بیولوژی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۵- استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۳

تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۰

چکیده

به منظور ارزیابی اثرات کودهای زیستی، آلی و زئولیت بر رشد و عملکرد گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) آزمایشی به صورت فاکتوریل سه عاملی شامل کود زیستی: باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه (*Azotobacter chroococcum*، *Pseudomonas fluorescense*، *Azospirillum lipoferum*) (B) در دو سطح (عدم تلقیح = b_1 و تلقیح با بذر = b_2)، ورمی‌کمپوست (V) در سه سطح ($v_1=0$ ، $v_2=5$ و $v_3=10$ تن در هکتار) و زئولیت (Z) طبیعی کلینتیلولیت (*Clinoptilolite*) در دو سطح ($z_1=0$ و $z_2=9$ تن در هکتار) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دوازده تیمار و سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در سال زراعی ۱۳۸۷ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که بیشترین عملکرد گل ($358/13 \text{ kg/ha}$)، عملکرد زیستی ($1572/09 \text{ kg/ha}$)، تعداد گل در بوته ($61/09$)، قطر گل ($21/84 \text{ mm}$) و ارتفاع ($45/51 \text{ cm}$) در تلقیح با کود زیستی بدست آمد. زئولیت تأثیر معنی‌داری بر روی تمام صفات یادشده بجز قطر گل و شاخص برداشت داشت. همچنین بیشترین عملکرد گل ($434/22 \text{ kg/ha}$)، عملکرد زیستی ($1814/30 \text{ kg/ha}$)، تعداد گل در بوته ($72/71$)، قطر گل ($22/35 \text{ mm}$) و ارتفاع ($47/91 \text{ cm}$) با کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست بدست آمد. اثر متقابل مثبت و معنی‌داری بر روی عملکرد گل در اثر کاربرد کود زیستی و ورمی‌کمپوست و همچنین زئولیت و ورمی‌کمپوست بدست آمد، به طوری که بیشترین عملکرد گل ($448/73 \text{ kg/ha}$) در تیمار مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست و تلقیح با باکتری (v_3b_2) و تیمار مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست و زئولیت ($448/7 \text{ kg/ha}$) در تیمار (v_3z_2) بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)، کود زیستی، زئولیت، ورمی‌کمپوست، عملکرد گل.

مقدمه

امروزه استفاده از سیستم‌های زراعی کم‌نهاد و ابداع شیوه‌های نوین مدیریت بهره‌برداری از منابع به‌منظور دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده که استفاده از کودهای زیستی و آلی به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش عملکرد گیاهان یک مسئله مهم در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار می‌باشد (Abaszadeh, 2005). استفاده از باکتری‌های ریزوسفری افزایش‌دهنده رشد گیاه (ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس) به‌عنوان کود زیستی باعث افزایش کارایی کودهای نیتروژن و فسفر و در نتیجه بهبود رشد چندین گیاه زراعی شده است (Shaharoon et al., 2006; Roesty et al., 2006). ازتوباکتر علاوه بر تثبیت نیتروژن مولکولی موجود در اتمسفر از طریق افزایش تحرک و قابلیت جذب عناصر غذایی و به‌ویژه تولید فیتوهورمون‌های رشد گیاهی موجب بهبود شرایط رشد و تغذیه گیاه می‌شود (Bashan & Dubrovsky, 1996). کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و باسیلیوس باعث افزایش رشد رویشی، افزایش وزن تر، وزن خشک و میزان اسانس در گیاه دارویی رازیانه شد (Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007). در تحقیق دیگری که بر روی رزماری انجام شد نتایج نشان داد که مصرف آزوسپریلیوم و کمپوست باعث افزایش معنی‌داری در رشد رویشی و عملکرد رزماری گردید (Abdelaziz et al., 2007). همچنین یک راه‌حل برای افزایش مقدار مواد آلی خاک‌های زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، استفاده از کودهای آلی از قبیل ورمی‌کمپوست می‌باشد. ورمی‌کمپوست منبع غنی از عناصر پرمصرف، کم‌مصرف، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و هورمون‌های محرک رشد گیاه است. از این رو استفاده از آن در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، سبب رشد زیاد و سریع گیاهان از جمله گیاهان دارویی می‌گردد (Prabha et al., 2007). در پژوهشی که با استفاده از مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست در گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) انجام شد، نتایج نشان داد که مصرف

ورمی‌کمپوست باعث افزایش رشد، زیست توده، عملکرد کمی و کیفی گردید (Anwar et al., 2005). گزارش Azizi و همکاران (۲۰۰۴) هم بیانگر آن بود که مصرف سطوح مختلف ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمار کود شیمیایی موجب بهبود رشد و نمو گیاه دارویی ریحان شد. در تحقیقی دیگر ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) شد (Darzi, 2007). پایداری ژئولیت‌ها، خاصیت جذب و ظرفیت تبادل بالایی که دارند سبب شده تا کاربردهای متعدد و مفیدی در بخش‌های مختلف صنایع کشاورزی پیدا کنند (Gholamhoseini, 2008). همچنین ژئولیت به دلیل داشتن تخلخل بالا و ساختار کریستالی می‌تواند تا بیش از ۶۰٪ وزنی خود آب را جذب کرده و به تدریج آن را در اختیار گیاه قرار دهد (Polat et al., 2004) که این امر می‌تواند در اقلیم خشک و نیمه‌خشک بسیار با اهمیت باشد. البته افزودن ژئولیت‌ها به کود آلی به شکل مؤثری قابلیت نگهداری نیتروژن و حفظ تعادل نیتروژن به فسفر را افزایش می‌دهد (Lefcourt & Meisinger, 2001). در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی تأثیر مصرف ژئولیت طبیعی بر روی مقاومت به تنش خشکی و افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشی انجام شد، نتایج نشان داد که مصرف ژئولیت بر وزن خشک، ارتفاع بوته، تاریخ گلدهی و درصد اسانس تأثیر معنی‌داری داشت (Gholizadeh, 2005). با توجه به تأکیدی که کشاورزی پایدار بر افزایش کیفیت و پایداری عملکرد دارد، گیاهان دارویی که محصولاتی کیفی می‌باشند، گزینه مناسبی برای این سیستم محسوب می‌شوند و به نظر می‌رسد که در چنین شرایطی، حداکثر رشد و عملکرد از آنها حاصل گردد (Gupta et al., 2002). از جمله مهمترین این گیاهان می‌توان به گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) اشاره کرد که با توجه به اهمیت اسانس آن در صنایع مختلف داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی، تغذیه ارگانیک و جذب مناسب عناصر معدنی پرمصرف و بهبود غلظت آنها در گیاه، نقش مهمی در افزایش عملکرد و کیفیت اسانس خواهد داشت. برای دستیابی به این هدف، این

شیمیایی خاک از جمله pH به روش تهیه گل اشباع و توسط pHسنج، هدایت الکتریکی با روش تهیه عصاره گل اشباع و توسط دستگاه هدایت الکتریکی سنج، ماده آلی با روش والکل و بلاک، مقدار نیتروژن کل با روش هضم، تقطیر و تیتراسیون توسط دستگاه کج‌دال، فسفر قابل دسترس با روش السن و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم قابل استخراج با روش عصاره‌گیری و توسط دستگاه فلیم‌فوتومتر (Ghazanshahi, 1997) و وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه‌ای (Blake & Hartge, 1986) اندازه‌گیری گردید. ورمی‌کمپوست از ایستگاه تحقیقات آب و خاک کرج و زئولیت طبیعی کلینوپتیلولیت (Clinoptilolite) از شرکت افردن توسکا تهیه شد. جدول ۲ و جدول ۳ به ترتیب خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست و زئولیت مورد مطالعه را نشان می‌دهد. مایه تلقیح مایع و پودری خالص باکتری از توپاکتر کروئوکوکوم، باکتری آروسپیریلوم لیوفروم و باکتری پseudomonas فلورسنس که همگی از باکتری‌های طبیعی و بومی خاک‌های کشور بود توسط بخش تحقیقات بیولوژی خاک مؤسسه خاک و آب جدا و خالص‌سازی شد. همچنین مایه تلقیح مورد استفاده در این تحقیق، در هر میلی‌متر مایع و هر گرم مایه تلقیح پودری دارای 10^8 عدد باکتری زنده و فعال بود. در این تحقیق ویژگی‌هایی از قبیل ارتفاع بوته، قطر گل، وزن گل، تعداد گل در بوته، زیست‌توده اندام هوایی، شاخص برداشت و عملکرد گل در هکتار مورد بررسی قرار گرفت. در زمان گلدهی کامل با در نظر گرفتن حاشیه، تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و ارتفاع بوته (با خط‌کش) و قطر گل (با کولیس) اندازه‌گیری شد. همچنین با توجه به اینکه بابونه دارای رشد نامحدود می‌باشد و غنچه‌های آن به‌صورت روزانه باز می‌شوند، هر هفته نسبت به برداشت گل‌ها اقدام شد. بدین منظور از هر کرت، ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب شدند. در هر نوبت برداشت گل، تعداد گل هر ۱۰ بوته شمارش شده و میانگین آن به‌عنوان تعداد گل در بوته چین اول در نظر گرفته شد و تا چین آخر بدین ترتیب عمل شد و مجموع تعداد گل در همه چین‌ها، به‌عنوان تعداد گل در بوته ثبت شد. برای تعیین

مطالعه به‌منظور بررسی تأثیر زئولیت، کودهای آلی (ورمی‌کمپوست) و زیستی بر روی رشد و عملکرد گیاه دارویی بابونه آلمانی انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی اثرات کودهای زیستی، آلی و زئولیت بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل سه عاملی شامل کود زیستی: باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه (*Azotobacter chroococcum* *lipoferum* *Pseudomonas fluorescense*) (B) در دو سطح (عدم تلقیح $b_1=0$ و تلقیح با بذر $b_2=1$)، ورمی‌کمپوست (V) در سه سطح ($v_1=0$ ، $v_2=5$ و $v_3=10$ تن در هکتار) و زئولیت (Z) طبیعی کلینوپتیلولیت (Clinoptilolite) در دو سطح ($Z_1=0$ و $Z_2=9$ تن در هکتار) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دوازده تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی تربیت مدرس واقع در کیلومتر ۱۶ بزرگراه تهران-کرج در طی سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ انجام شد. بذر بابونه (*Matricaria chamomilla*) رقم زراعی بودگلد (Bodegold) مورد استفاده در این تحقیق از مرکز تحقیقات منابع طبیعی اصفهان تهیه گردید. به‌منظور اجرای آزمایش، اندازه هر کرت به ابعاد $3 \times 1 \times 2$ متر و حاوی ۶ خط کاشت، فاصله بین کرت‌ها یک متر و فاصله بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد که برای مطالعه تأثیر تیمارهای مورد بررسی بر اجزای عملکرد، دو خط کناری هر کرت آزمایشی به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری صفات فقط از چهار ردیف وسطی (با احتساب حذف ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر ردیف) انجام شد. کاشت بابونه و اعمال تیمارهای آزمایشی بعد از مساعد شدن هوا در نیمه دوم اسفند انجام گردید. البته قبل از کاشت، برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری بعمل آمد و نمونه‌ها برای تجزیه به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات خاک و آب منتقل شدند (جدول ۱). خصوصیات

آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و خشک شدند. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد اقتصادی (وزن گل خشک در هکتار) به عملکرد زیستی (مجموع وزن گل خشک و وزن خشک اندام هوایی در هکتار) ضرب در ۱۰۰ بدست آمد (Hamzei et al., 2006). در نهایت داده‌های جمع‌آوری شده توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

وزن ۱۰۰ گل، ۱۰ نمونه صدتایی از هر تیمار انتخاب شد و وزن آنها توسط ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ تعیین گردید. برداشت محصول با حذف دو ردیف کناری از هر طرف و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت از مساحت ۱/۸ مترمربع (معادل ۳۰ بوته در هر کرت) انجام شد. بعد از برداشت محصول، گل‌ها در سایه به مدت یک هفته در محدوده دمایی ۲۵-۳۰°C خشک شدند و از روی عملکرد گل خشک در سطح برداشت، عملکرد در هکتار محاسبه شد. بوته‌های برداشت شده به مدت ۴۸ ساعت در دستگاه

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک محل آزمایش

عمق (cm)	درصد شن	درصد لای	درصد رس	بافت خاک	درصد حجمی رطوبت در F.C
۰-۳۰	۵۷	۲۶	۱۷	لوم شنی	۲۱
درصد مواد خنثی شونده	واکنش گل اشباع	کربن آلی	نیترژن کل	فسفر قابل جذب (mg/kg)	درصد حجمی رطوبت در A.W
۸	۷/۶	۰/۸۷	۰/۱۲	۳۹/۶	۹
پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	مس (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	E.C (ds/m)
۴۰۲	۲	۳/۲	۰/۵	۶/۷	۱/۲۵

F.C=Field capacity, A.W=Available water

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست مصرف شده

نمونه	نیترژن کل (%)	فسفر کل (%)	پتاسیم کل (%)	کربن آلی (%)	pH	قابلیت هدایت الکتریکی	مس کل (mg/kg)	روی کل (mg/kg)	آهن کل (mg/kg)	منگنز کل (mg/kg)
ورمی کمپوست مصرفی	۱/۲	۰/۴	۰/۶۵	۱۰/۶	۷/۱	۲/۵۵	۷۸/۸	۱۴/۷	۹۸۱۹	۶۷۰

جدول ۳- درصد ترکیب‌های شیمیایی در زئولیت مورد استفاده

CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂
۲/۳	۰/۱	۱/۰۸	۳	۱۲/۰۲	۶۵
Cl	SO ₃	P ₂ O ₅	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃
-	-	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۴	۱/۵

CEC= ۲۰۰ meq/۱۰۰g

نتایج

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ورمی کمپوست، زئولیت و باکتری‌های ریزوسفری افزایش‌دهنده رشد گیاه بر این صفت معنی دار است (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان داد که تفاوت قابل ملاحظه‌ای میان سطوح ورمی کمپوست وجود دارد، به نحوی که بیشترین افزایش ارتفاع بوته (۴۷/۹۱cm) مربوط به مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست و کمترین ارتفاع بوته (۴۰/۲۲cm) مربوط به عدم مصرف ورمی کمپوست بود (جدول ۵). همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان‌دهنده آن بود که میان سطوح زئولیت مصرفی نیز اختلاف معنی داری وجود دارد، به نحوی که بیشترین افزایش ارتفاع (۴۵/۱۵cm) در اثر مصرف ۹ تن زئولیت و کمترین (۴۳/۷۶cm) در اثر عدم مصرف زئولیت بود (جدول ۵). در رابطه با تأثیر باکتری بر روی ارتفاع، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین افزایش ارتفاع (۴۵/۵۱cm) در اثر تلقیح با باکتری و کمترین (۴۳/۴cm) در اثر عدم تلقیح بدست آمد (جدول ۵).

وزن صد گل

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر ورمی کمپوست و باکتری‌های ریزوسفری افزایش‌دهنده رشد گیاه در سطح ۱٪ و اثر زئولیت در سطح ۵٪ بر روی صفت مورد بررسی معنی دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی کمپوست تفاوت معنی داری وجود داشت، به طوری که بیشترین (۳/۷۵gr) و کمترین (۳/۴۲gr) وزن ۱۰۰ گل به ترتیب در تیمار مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست و عدم مصرف ورمی کمپوست بدست آمد (جدول ۵). همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان‌دهنده آن بود که میان سطوح زئولیت مصرفی نیز اختلاف معنی داری وجود داشت، به نحوی که بیشترین وزن ۱۰۰ گل (۳/۶۵gr) در تیمار مصرف ۹ تن زئولیت و کمترین وزن ۱۰۰ گل (۳/۵۵gr) در تیمار عدم مصرف زئولیت بدست آمد (جدول ۵). همچنین در رابطه با مصرف باکتری‌های ریزوسفری افزایش‌دهنده رشد گیاه (PGPR) مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین افزایش وزن ۱۰۰ گل در اثر تلقیح با باکتری (۳/۶۶gr) و کمترین در اثر عدم تلقیح (۳/۵۴gr) بدست آمد (جدول ۵).

تعداد گل در بوته

نتایج ارائه شده در جدول آنالیز واریانس این صفت نشان‌دهنده تأثیر معنی دار اثرات ساده ورمی کمپوست، زئولیت و باکتری به ترتیب در سطح یک درصد است (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی کمپوست تفاوت معنی داری وجود داشت، به طوری که بیشترین تعداد گل در تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست (۷۲/۷۱) و کمترین تعداد گل در تیمار عدم مصرف (۴۲/۶۵) بدست آمد. همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان‌دهنده آن بود که میان سطوح زئولیت مصرفی نیز اختلاف معنی داری وجود داشت، به نحوی که بیشترین افزایش تعداد گل در اثر مصرف ۹ تن زئولیت (۶۱/۱۹) و کمترین در اثر عدم مصرف زئولیت (۵۶/۱۲) بود (جدول ۵). در رابطه با تأثیر باکتری بر روی تعداد گل، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین افزایش تعداد گل در اثر تلقیح با باکتری (۶۱/۰۹) و کمترین در اثر عدم تلقیح (۵۶/۲۲)

قطر گل

اثرات ساده تیمارهای ورمی کمپوست و باکتری بر روی قطر گل در سطح ۱٪ و ۵٪ دارای اختلافات معنی دار بود ولی مصرف زئولیت تأثیر معنی داری بر روی قطر گل نداشت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن بیانگر تفاوت معنی داری بین سطوح تیماری ورمی کمپوست و باکتری بود، بدین صورت که بیشترین و کمترین افزایش قطر گل به ترتیب مربوط به مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست (۲۲/۳۵mm) و عدم مصرف آن (۲۰/۵۴mm) بود. به عبارت دیگر با افزایش مصرف ورمی کمپوست قطر گل افزایش یافت. همچنین بیشترین قطر گل (۲۱/۸۴mm) مربوط به تیمار تلقیح با باکتری و کمترین قطر گل (۲۱/۱۳mm) مربوط به تیمار عدم تلقیح با باکتری بود (جدول ۵).

بدست آمد (جدول ۵).

عملکرد گل افزایش یافت. همچنین بیشترین عملکرد گل مربوط به تیمار تلقیح با باکتری و کمترین عملکرد گل مربوط به تیمار عدم تلقیح با باکتری بود. در مورد تأثیر زئولیت بر روی عملکرد گل، بیشترین و کمترین عملکرد گل خشک به ترتیب با مصرف ۹ تن و عدم مصرف زئولیت بدست آمد (جدول ۵). شکل ۱ مقایسه میانگین عملکرد گل را در اثر متقابل ورمی‌کمپوست و باکتری‌های ریزوسفری افزایش‌دهنده رشد گیاه نشان می‌دهد. بیشترین عملکرد گل (۴۴۸/۷۳ kg/ha) در تیمار مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست و تلقیح با باکتری (v_3b_2) و کمترین عملکرد گل (۲۰۴/۳۱ kg/ha) در تیمار (v_1b_1) بدست آمد. همچنین شکل ۲ مقایسه میانگین عملکرد گل را در اثر متقابل ورمی‌کمپوست و زئولیت نشان می‌دهد. بیشترین عملکرد گل (۴۴۸/۷۱ kg/ha) در تیمار مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست و مصرف ۹ تن زئولیت (v_3z_2) و کمترین عملکرد گل (۲۰۸/۶۴ kg/ha) در تیمار (v_1z_1) بدست آمد.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده ورمی‌کمپوست بر روی شاخص برداشت در سطح ۱٪ دارای اختلافات آماری معنی‌دار بود ولی مصرف زئولیت و باکتری تأثیر معنی‌داری بر روی شاخص برداشت نداشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست نشان داد که کمترین میزان شاخص برداشت با عدم مصرف ورمی‌کمپوست بدست آمد. اما دو تیمار مصرف ۵ و ۱۰ تن ورمی‌کمپوست از لحاظ تأثیر بر روی شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۵).

ضریب همبستگی

همچنین نتایج ضریب همبستگی در میان صفات مورد مطالعه (جدول ۶) نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد ولی میزان این همبستگی بین عملکرد گل با ارتفاع بوته، قطر گل، تعداد گل در بوته، عملکرد بیولوژیک، بسیار بالا و قابل اعتماد می‌باشد.

عملکرد زیستی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر ورمی‌کمپوست و باکتری‌های ریزوسفری افزایش‌دهنده رشد گیاه در سطح ۱٪ و اثر زئولیت در سطح ۵٪ بر روی صفت مورد بررسی معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که بیشترین (۱۸۱۴/۳۰ kg/ha) و کمترین (۱۱۶۶/۶۲ kg/ha) عملکرد زیستی به ترتیب در تیمار مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست و عدم مصرف ورمی‌کمپوست بدست آمد (جدول ۵). همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان‌دهنده آن بود که میان سطوح زئولیت مصرفی نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به نحوی که بیشترین عملکرد زیستی (۱۵۴۰/۸۷ kg/ha) در تیمار مصرف ۹ تن زئولیت و کمترین عملکرد زیستی (۱۴۴۰/۹۱ kg/ha) در تیمار عدم مصرف زئولیت بدست آمد (جدول ۵). همچنین در رابطه با مصرف باکتری‌های ریزوسفری افزایش‌دهنده رشد گیاه (PGPR) مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین افزایش عملکرد زیستی در اثر تلقیح با باکتری (۱۵۷۲/۰۹ kg/ha) و کمترین در اثر عدم تلقیح (۱۴۰۹/۶۹ kg/ha) بدست آمد (جدول ۵).

عملکرد گل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد گل نشان داد که اثر ورمی‌کمپوست، اثر زئولیت، اثر باکتری و اثر متقابل ورمی‌کمپوست با باکتری دارای اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۱٪ و همچنین اثر متقابل ورمی‌کمپوست با زئولیت دارای اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۵٪ می‌باشند (جدول ۴). تفاوت قابل ملاحظه‌ای میان سطوح ورمی‌کمپوست مشاهده شد، بدین صورت که بیشترین و کمترین افزایش عملکرد گل به ترتیب مربوط به مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست و عدم مصرف آن بود. به عبارت دیگر با افزایش مصرف ورمی‌کمپوست

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در گیاه دارویی بابونه

شاخص برداشت	عملکرد زیستی	عملکرد گل	تعداد گل در بوته	وزن صد گل	قطر گل	ارتفاع بوته	درجه آزادی	منابع تغییر
۰/۱۴ ns	۳۰۶۶/۹۸ ns	۴۵۳/۲۰ ns	۲۷۷۹/۰۶ **	۱۰/۲۱ **	۰/۳۷ ns	۰/۵۲ ns	۲	بلوک
۶۱/۲۴ **	۱۲۵۸۴۸۷/۷۷ **	۱۲۰۸۳۳/۲۵ **	۲۷۴۴/۱۴ **	۰/۳۳ **	۹/۹۳ **	۱۸۲/۸۵ **	۲	ورمی کمپوست
۹/۹۴ ns	۸۹۹۴۰/۰۱ *	۱۱۵۸۶/۷۳ **	۲۳۱/۲۴ **	۰/۰۹ *	۰/۰۸ ns	۱۷/۲۱ *	۱	ژئولیت
۰/۵۶ ns	۲۳۷۳۶۳/۸۴ **	۱۲۱۹۰ **	۲۱۳/۳۵ **	۰/۱۱ **	۴/۳۷ *	۴۰/۱۷ **	۱	باکتری
۴/۰۵ ns	۱۲۰۰/۶۴ ns	۵۵۳/۱۶ *	۸/۱۲ ns	۰/۰۲ ns	۱/۱۶ ns	۵/۰۷ ns	۲	ورمی کمپوست×ژئولیت
۱۷/۳۱ ns	۶۳۵۶/۳۰ ns	۱۲۷۷/۰۶ **	۲۷/۴۰ ns	۰/۰۲ ns	۰/۱۴ ns	۶/۰۶ ns	۲	ورمی کمپوست×باکتری
۲/۲۶ ns	۴۶۲/۲۵ ns	۲۲۱/۷۶ ns	۲۵/۵۷ ns	۰/۰۴ ns	۰/۰۱ ns	۲/۸۹ ns	۱	ژئولیت×باکتری
۱/۲۵ ns	۵۶۸۴/۰۱ ns	۱۷۲/۶۱ ns	۷/۷۹ ns	۰/۰۲ ns	۱/۰۴ ns	۳/۷۶ ns	۲	ورمی کمپوست×ژئولیت×باکتری
۵/۶	۲۰۷۰۲/۵۹	۱۵۳/۶۹	۱۹/۱۱	۰/۰۱	۰/۷۷	۳/۳۸	۲۲	خطا

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

جدول ۵- مقایسه میانگین تیمارهای کود زیستی، ژئولیت و ورمی کمپوست برای صفات مختلف

شاخص برداشت	عملکرد زیستی (kg/ha)	عملکرد گل (kg/ha)	تعداد گل در بوته	وزن صد گل (gr)	قطر گل (mm)	ارتفاع بوته (cm)	سطوح تیماری
۲۴/۰۷ a	۱۸۱۴/۳۰ a	۴۳۴/۲۲ a	۷۲/۷۱ a	۳/۷۵ a	۲۲/۳۵ a	۴۷/۹۱ a	۱۰ تن ورمی کمپوست
۲۳/۷۵ a	۱۴۹۱/۷۵ b	۳۵۰/۵۷ b	۶۰/۵۹ b	۳/۶۳ b	۲۱/۵۷ b	۴۵/۲۴ b	۵ تن ورمی کمپوست
۲۰/۰۱ b	۱۱۶۶/۶۲ c	۲۳۴/۴۰ c	۴۲/۶۵ c	۳/۴۲ c	۲۰/۵۴ c	۴۰/۲۲ c	بدون ورمی کمپوست
۲۳/۱۳ a	۱۵۴۰/۸۷ a	۳۵۷/۶۷ a	۶۱/۱۹ a	۳/۶۵ a	۲۱/۵۳ a	۴۵/۱۵ a	ژئولیت
۲۲/۰۸ a	۱۴۴۰/۹۱ b	۳۲۱/۷۹ b	۵۶/۱۲ b	۳/۵۵ b	۲۱/۴۴ a	۴۳/۷۶ b	بدون ژئولیت
۲۲/۷۳ a	۱۵۷۲/۰۹ a	۳۵۸/۱۳ a	۶۱/۰۹ a	۳/۶۶ a	۲۱/۸۴ a	۴۵/۵۱ a	تلقیح
۲۲/۴۸ a	۱۴۰۹/۶۹ b	۳۲۱/۳۳ b	۵۶/۲۲ b	۳/۵۴ b	۲۱/۱۳ b	۴۳/۴ b	عدم تلقیح

میانگین‌های دارای حرف مشابه، در هر ستون برای هر تیمار، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند.

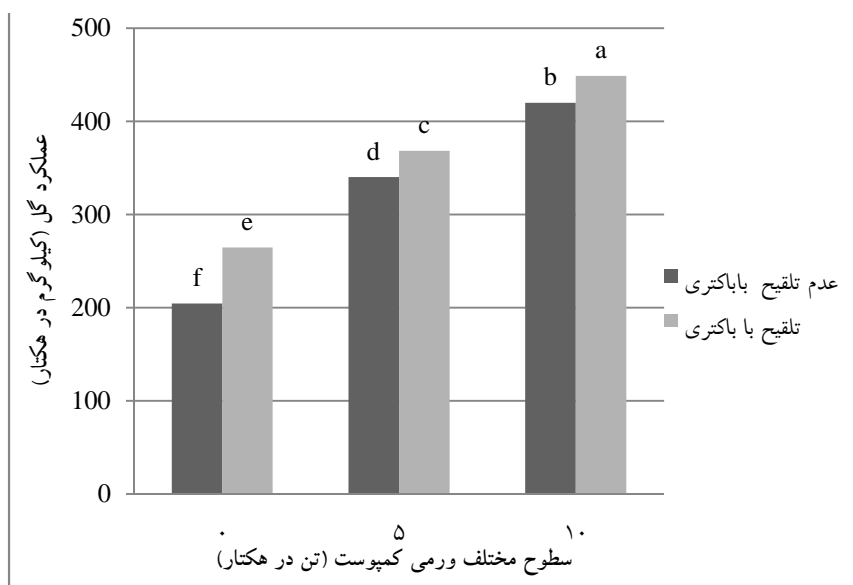
جدول ۶- ضریب همبستگی بین برخی صفات در تیمارهای مختلف آزمایش

ارتفاع	قطر گل	وزن صد گل	تعداد گل در بوته	عملکرد گل	عملکرد زیستی	شاخص برداشت	
۱	۰/۶۷ **	۰/۳۶ ns	۰/۶۷ **	۰/۹۰ **	۰/۸۲ **	۰/۶۲ **	ارتفاع
	۱	۰/۳ ns	۰/۳۶ *	۰/۶۹ **	۰/۶۶ **	۰/۴۲ *	قطر گل
		۱	-۰/۵۲ **	۰/۱۵ ns	۰/۱۵ ns	۰/۱۲ ns	وزن صد گل
			۱	۰/۷۵ **	۰/۶۶ **	۰/۵۱ **	تعداد گل در بوته
				۱	۰/۹۰ **	۰/۶۸ **	عملکرد گل
					۱	۰/۳۰ ns	عملکرد زیستی
						۱	شاخص برداشت

بحث

تولید ماده خشک و عملکرد گل شد. نتایج بدست آمده از این تحقیق مبنی بر افزایش عملکرد در راستای افزایش مقدار ورمی کمپوست با نتایج محققان دیگر بر روی رازیانه (Darzi, 2007)، بابونه رومی (Liuc & Pank, 2005) و ریحان (Anvar et al., 2005) مطابقت دارد. همچنین اثر متقابل ورمی کمپوست و باکتری بر روی عملکرد گیاه معنی دار بود (شکل ۱) که می تواند ناشی از اثر هم افزایی و تشدیدکننده کودهای آلی و زیستی باشد.

در رابطه با افزایش عملکرد گل در تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست، به نظر می رسد با افزایش میزان ورمی کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه (به ویژه نیتروژن و فسفر) افزایش یافت (Arancon et al., 2004؛ Prabha et al., 2007)، بلکه ورمی کمپوست با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، باعث افزایش



شکل ۱- مقایسه عملکرد گل در اثر متقابل ورمی کمپوست و باکتری

و Johri (۲۰۰۳) و Darzi (۲۰۰۷) گزارش شده است. علاوه بر این افزایش عملکرد گل در اثر متقابل بین ورمی کمپوست با ژئولیت (جدول ۴) ممکن است به دلیل بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک نظیر کاهش اسیدیته، افزایش میزان هوموس، افزایش میزان جذب آب، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و کاهش آبشویی نیتروژن باشد (Polat et al., 2004) که باعث بهبود غلظت نیتروژن و پتاسیم در ناحیه اطراف ریشه شده که در نتیجه این بهبود در وضعیت رطوبتی و تغذیه ای گیاه، عملکرد گل افزایش یافته است. البته نتیجه مشابهی توسط Nus و Brauen (۱۹۹۱) گزارش شده است.

بنابراین به نظر می رسد مصرف همزمان باکتری های زیستی از جمله ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس با ورمی کمپوست می تواند سبب افزایش فعالیت این باکتری های تثبیت کننده نیتروژن و همچنین بهبود فرایند معدنی شدن نیتروژن (Kumar & Singh, 2001) و فسفر و افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی ورمی کمپوست گردد که در نهایت باعث افزایش عملکرد توسط گیاه می شود. کودهای آلی و از جمله ورمی کمپوست محیط مناسبی را برای تکثیر باکتری ها (Kumar & Singh, 2001) فراهم می کنند که در نتیجه این اثرات تشدیدکننده و مثبت در نهایت باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می گردد. نتایج مشابهی توسط Sharma

Gholamhoseini (۲۰۰۸) بر روی کلزا مطابقت دارد. همچنین در رابطه با شاخص برداشت، نتایج بدست آمده در این تحقیق بیانگر آن است که مصرف مقدار ورمی کمپوست تا میزان ۵ تن در هکتار، می تواند از طریق بهبود میزان فتوسنتز بابونه و بدنبال آن افزایش عملکرد بیولوژیک و نیز سهم قابل توجهی از عملکرد بیولوژیک به اندام های قابل برداشت (گل) اختصاص می یابد، موجب افزایش شاخص برداشت گردد ولی در صورت مصرف مقادیر بالاتر ورمی کمپوست (۱۰ تن در هکتار) مشاهده می شود که تأثیر آن بر افزایش توزیع مواد فتوسنتزی به سایر اندام های بابونه بیشتر از گلهای آن می باشد، از این رو سهم بیشتری از عملکرد بیولوژیک بابونه به بخش هایی غیر از گل آن اختصاص می یابد. بنابراین افزایشی نیز در شاخص برداشت ملاحظه نمی شود؛ که با نتایج Darzi (۲۰۰۷) بر روی رازیانه مطابقت دارد. همچنین در رابطه با ضرایب همبستگی می توان گفت که در صورت بررسی در مورد تیمارهای مختلف تغییرات این چهار صفت (با ارتفاع بوته، قطر گل، تعداد گل در بوته، عملکرد زیستی) با عملکرد وزن گل خشک از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. بنابراین به نظر می رسد که وجود همبستگی مطلوب در بین صفات مذکور ناشی از افزایش وزن خشک از طریق جذب مطلوب عناصر غذایی و به دنبال آن، بهبود فتوسنتز و رشد در تیمارهای کودهای آلی و زیستی باشد. نتایج مشابهی بر روی گیاه دارویی زنیان (Akbarinia, 2003) و رازیانه (Darzi, 2007) گزارش شده است. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می توان گفت که اثرات مفید کاربرد ورمی کمپوست، PGPR و ژئولیت به عنوان یک سیستم تغذیه جایگزین و ارگانیک در تأمین عناصر غذایی عمده مورد نیاز گیاه دارویی بابونه و در نتیجه افزایش عملکرد قابل توجه است. علاوه بر این، مزایای سیستم های تغذیه جایگزین می توانند در مقایسه با سیستم های کشاورزی متداول از نظر محیطی و اکولوژیکی دارای اهمیت زیادی باشند.

بنابراین به نظر می رسد که ورمی کمپوست حاوی عناصر معدنی پر مصرف و کم مصرف قابل استفاده فراوانی بوده که موجب تغذیه مستقیم گیاهان مذکور شده و از طریق بهبود رشد و نمو، سبب افزایش عملکرد زیستی شده است. در همین رابطه Anwar و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که افزودن ورمی کمپوست به خاک با بهبود بخشیدن به شرایط بیولوژیکی خاک، ضمن فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، موجبات افزایش رشد اندام های هوایی نظیر ارتفاع، تعداد گل در بوته، پیکره رویشی و تولید عملکرد زیستی را نیز فراهم آورده است که با نتایج Darzi (۲۰۰۷) بر روی رازیانه و Mohanty و همکاران (۲۰۰۶) بر روی بادام زمینی مطابقت دارد. در رابطه با تأثیر معنی دار باکتری های جنس ازتوباکتر، آزوسپیریوم و سودوموناس بر روی صفات مورفولوژیک و عملکرد زیستی بابونه می توان گفت که باکتری های ریزوسفری افزایش یافته رشد گیاه علاوه بر تثبیت نیتروژن باعث آزادسازی هورمون های گیاهی از جمله جیبرلیک اسید و اکسین می گردند (Vikram et al., 2007؛ de Salamone et al., 2001) که در اثر این سازوکار، رشد ریشه (Galleguillos et al., 2000) و دسترسی و جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فسفر افزایش می یابد که در نهایت باعث افزایش ارتفاع، تعداد گل در بوته و عملکرد زیستی شده است که با نتایج Mahfouz و Sharaf-Eldin (۲۰۰۷)، Darzi (۲۰۰۷) و Abdelaziz و همکاران (۲۰۰۷) بر روی رزماری مطابقت دارد. در رابطه با تأثیر ژئولیت بر روی ویژگی های رشد و عملکرد بابونه می توان گفت با توجه به اینکه ژئولیت مورد استفاده از نوع پتاسیم دار بود و بخش قابل توجهی از آن را (حدود ۳٪) پتاسیم تشکیل می دهد (جدول ۳)، به نظر می رسد مصرف ژئولیت در خاک علاوه بر افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، جذب رطوبت و جلوگیری از آبشویی نیتروژن (Polat et al., 2004) توانسته با تأمین بخشی از نیتروژن و پتاسیم مورد نیاز گیاه (Nus & Brauen, 1991) باعث افزایش رشد، عملکرد زیستی و عملکرد گل گردد که با نتایج

منابع مورد استفاده

- genetically modified derivative) on a non-legume plant species in specific interaction with two arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Science*, 159: 57-63.
- Ghazanshahi, J., 1997. Soil and Plant analysis. Motarjem Publication, Iran, 311p.
 - Gholamhoseini, M., 2008. Effect of different rates of the natural zeolite and nitrogen on growth and grain yield of canola (*Brassica napus* L.). MSc. thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, 101p.
 - Gholizadeh, A., 2005. The study the effects of water stress and natural zeolite on qualitative and quantitative features of *Dracocephalum moldavica*. *Journal of Research and Reconstruction*, 73(3): 96-110.
 - Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M. and Kumar, S., 2002. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of mentol mint (*Mentha arvensis*) under field condition. *Journal of Bioresource Technology*, 81: 77-79.
 - Hamzei, R., Majnoon Hosseini, N., Sharifi Ashoor Abadi, E. and Tavakol Afshari, R., 2006. Effect of plant density and nitrogen levels on qualitative and quantitative yield of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 37(3): 545-553.
 - Kumar, V. and Singh, K.P., 2001. Enriching vermicompost by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Bioresource Technology*, 76(2): 173-175.
 - Lefcourt, A.M. and Meisinger, J.J., 2001. Effect of adding alum and zeolite to dairy slurry on ammonia volatilization and chemical composition. *Journal of Dairy Science*, 84: 1814-1824.
 - Liuc, J. and Pank, B., 2005. Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. *Scientia Pharmaceutica*, 46: 63-69.
 - 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.
 - Mohanty, S., Paikaray, N.K. and Rajan, A.R., 2006. Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.)-corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. *Geoderma*, 133: 225-230.
 - Nus, J.L. and Brauen, S.E., 1991. Clinoptilolite zeolite as an amendment for establishment of creeping bentgrass on sandy media. *Hort Science*, 26(2): 117-119.
 - Polat, E., Karaca, M., Demir, H. and Naci Onus, A., 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in
 - Abaszadeh, B., 2005. Effect of Different Levels and Methods of Nitrogen Fertilizer Rate on Essential Oil of Lemon Balm. MSc. Thesis, Islamic Azad University of Karaj, Karaj, Iran.
 - Abdelaziz, M., Pokluda, R. and Abdelwahab, M., 2007. Influence of compost, microorganism and NPK fertilizer on growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus officinalis* L. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 35(1): 86-90.
 - Akbarinia, A., 2003. Study on Yield and Effective Substance of Ajowan (*Trachyspermum ummi*) under Conventional, Organic and Integrated Systems. Ph.D. Thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
 - Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A. A. and Khanuja, S.P.S., 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(13-14): 1737-1746.
 - Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J.D., 2004. Influence of vermicomposts on field strawberries: Part 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93: 145-153.
 - Azizi, M., Lakzyan, A. and Baghani, M., 2004. Effect of different amounts of vermicompost on growth parameters and essential oil content of Basil. *Proceedings of the Second Symposium of Medicinal Plants*, College of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran, 26-27 January: 62.
 - Bashan, Y. and Doubrovsky, J.G., 1996. *Azospirillum* spp. participation in dry matter partitioning in grasses at the whole plant level. *Biology and Fertility of Soils*, 23(4): 435-440.
 - Blake, G.R. and Hartge, K.H., 1986. Bulk density: 363-375. In: Klute, A., (Ed.). *Methods of Soil Analysis*, Part I. Physical and Mineralogical Methods: Agronomy Monograph no9, 1173p.
 - Darzi, M.T., 2007. Effects of Biofertilizers Application on Qualitative and Quantitative Yield of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in Order to Reach to a Sustainable Agroecosystem. PhD thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
 - de Salamone, I.E.G., Hynes, R.K. and Nelson, L.M., 2001. Cytokinin production by plant growth promoting rhizobacteria and selected mutants. *Canadian Journal of Microbiology*, 47: 404-411.
 - Galleguillos, C., Aguirre, C., Barea, J.M. and Azcon, R., 2000. Growth promoting effect of two Sinorhizobium meliloti strains (a wild type and its

- Shaharoon, B., Arshad, M., Zahir, Z.A. and Khalid, A., 2006. Performance of *Pseudomonas* spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(9): 2971-2975.
- Sharma, A. and Johri, B.N., 2003. Growth promoting influence of siderophore-producing *Pseudomonas* strains GRP3A and PRS9 in maize (*Zea mays* L.) under iron limiting conditions. *Microbiol Research*, 158(3): 243-248.
- Vikram, A., Hamzehzarghani, H., Al-Mughrabi, K.I., Krishnaraj, P.U. and Jagadeesh, K.S., 2007. Interaction between *Pseudomonas fluorescens* FPD-15 and *Bradyrhizobium* spp. in peanut. *Biotechnology*, 6(2): 292-298.
- agriculture. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12: 183-189.
- Prabha, M.L., Jayraaj, I.A., Jayraaj, R. and Rao, D.S., 2007. Effective of vermicompost and growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 9(2): 321-326.
- Roesty, D., Gaur, R., Johri, B.N., Imfeld, G., Sharma, S., Kawaljeet, K. and Aragno, M., 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(5): 1111-1120.

Effects of zeolite, bio and organic fertilizers application on the growth, yield and yield components of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) in organic cultivation

A. Salehi^{1*}, A. Ghalavand², F. Sefidkon³, A. Asgharzade⁴ and K. Saeedi⁵

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Agronomy Department, Yasuj University, Yasuj, Iran
E-mail: sci.asalehi@yahoo.com

2- Associate Professor, Agronomy Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

3- Professor, Medicinal Plants Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

4- Assistant Professor, Department of Biology, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

5- Assistant Professor, Department of Horticulture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Received: February 2012

Revised: August 2014

Accepted: August 2014

Abstract

In order to study the effects of zeolite, bio and organic fertilizers on the growth, yield and yield components of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) in organic cultivation, an experiment was conducted at the research field of Tarbiat Modares University in 2005. The factors were PGPR inoculums (inoculated and no inoculated), zeolite (0 and 9 ton/ha) and vermicompost (0, 5, 10 ton/ha). The experimental design was factorial in a randomized complete blocks design with twelve treatments and three replications. Mean comparison was carried out using Duncan's multiple range test (at 5% level). Results showed that the highest value of flower yield (358.13), biological yield (1572.09), number of flower per plant (61.09), flower diameter (21.84) and height (45.51) were obtained with PGPR inoculums. Zeolite also showed significant effects on mentioned traits except flower diameter and harvest index. With increasing of vermicompost levels, all traits were increased as the highest value of flower yield (434.22), biological yield (1814.30), number of flower per plant (72.71), flower diameter (22.35) and height (47.91) were obtained with application of 10 ton/ha vermicompost. In addition, there were positive and synergistic interactions between vermicompost combined with PGPR and vermicompost combined with zeolite on dry flower yield, as the highest flower yield was obtained in v3b2 and v3z2 treatments with 448.73 and 448.7kg/ha, respectively.

Keywords: Chamomile (*Matricaria chamomilla*), biofertilizer, zeolite, vermicompost, flower yield.