

تأثیر کاربرد ژئولیت، مایه تلقیح میکروبی و ورمی کمپوست بر غلظت عناصر K،P،N، میزان اسانس و عملکرد اسانس در کشت ارگانیک گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)

امین صالحی^۱، امیر فلاوند^{۲*}، فاطمه سفیدکن^۳ و احمد اصغرزاده^۴

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، پست الکترونیک: ghalavaa@modares.ac.ir

۳- استاد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۴- استادیار، بخش بیولوژی خاک، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران

تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۸۹

تاریخ اصلاح نهایی: مهر ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۸۸

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر کودهای زیستی، آلی و ژئولیت بر جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم، درصد اسانس و عملکرد اسانس گیاه دارویی بابونه آزمایشی به صورت فاکتوریل 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. عوامل مورد بررسی شامل کود زیستی: باکتریهای ریزوسفری محرک رشد گیاه (*Azospirillum*، *Azetobacter* و *Pseudomonas*) (B) در دو سطح (عدم تلقیح = B1 و تلقیح با بذر = B2)، ورمی کمپوست (V) در سه سطح (V1 = 0، V2 = 5 و V3 = 10 تن در هکتار) و ژئولیت (Z) طبیعی کلینتیلولیت (*Clinoptilolite*) در دو سطح (Z1 = 0 و Z2 = 9 تن در هکتار) بودند. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که بیشترین درصد اسانس (0/68٪)، عملکرد اسانس (2/52 kg/ha)، غلظت نیتروژن (1/32٪)، فسفر (0/207٪) و پتاسیم (3/05٪) در تلقیح با کود زیستی بدست آمد. ژئولیت تأثیر معنی داری بر تمام صفات یاد شده بجز فسفر داشت. همچنین بیشترین درصد اسانس (0/73٪)، عملکرد اسانس (3/20 kg/ha)، غلظت نیتروژن (1/45٪)، فسفر (0/219٪) و پتاسیم (3/05٪) با کاربرد 10 تن ورمی کمپوست بدست آمد. اثر متقابل مثبت و معنی داری بر روی درصد نیتروژن در اثر کاربرد کود زیستی و ورمی کمپوست بدست آمد. به طوری که بیشترین درصد نیتروژن (1/48) در تیمار مصرف 10 تن ورمی کمپوست و تلقیح با باکتری (V3B2) و کمترین درصد نیتروژن (1/12) در تیمار (V1B1) بدست آمد. مطابق نتایج بدست آمده به نظر می رسد کاربرد تیمار 10 تن ورمی کمپوست، همراه با تلقیح با PGPR و مصرف 9 تن ژئولیت بهترین تیمار در تولید عملکرد اسانس بابونه آلمانی در سیستم کشت ارگانیک باشد.

واژه‌های کلیدی: بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*)، کود زیستی، ژئولیت، کود آلی، زراعت ارگانیک.

مقدمه

در بحث تولید گیاهان دارویی ارزش واقعی به کیفیت محصول و پایداری تولید داده می‌شود و کمیت محصول در درجه دوم اهمیت قرار می‌گیرد. مطالعات انجام شده درباره گیاهان دارویی در اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی گویای آن است که استفاده از نظام کشاورزی پایدار به دلیل تطابق با شرایط طبیعی و اصالت کیفیت محصول، بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می‌آورد و حداکثر ماده مؤثره در چنین شرایطی تولید می‌گردد (درزی، ۱۳۸۶). به همین دلیل رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت سیستم‌های کشاورزی پایدار و بکارگیری روشهای مدیریتی آنها می‌باشد. در این میان گیاهان دارویی معطر و دارای اسانس جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند. از جمله مهمترین این گیاهان می‌توان به گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* 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.

در نظام‌های کشاورزی پایدار کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخوردارند و باکتریهای ریزوسفری محرک رشد گیاه یا اصطلاحاً PGPR (Promoting Rhizobacteria) از مهمترین کودهای زیستی می‌باشند (Sharma, 2002). فراهم‌سازی شرایط لازم برای استفاده بیشتر از فرایندهای طبیعی مانند تثبیت زیستی نیتروژن یکی از راهکارهای تولید بهینه محصول و مهمتر از آن حفظ سلامت محیط زیست است که امروزه در

کشورهای مختلف به‌طور جدی دنبال می‌شود. از این رو، به‌منظور استقرار یک سیستم کشاورزی پایدار، بکارگیری کودهای زیستی از اهمیت بسزایی برخوردار است (Shaharoon et al., 2006). استفاده از باکتریها (ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس) به‌عنوان کود زیستی باعث افزایش کارایی کودهای نیتروژن و فسفر و در نتیجه بهبود رشد چندین گیاه زراعی شده است (Roesty et al., 2006; Shaharoon 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 نیز می‌شود. (Bashan & Dubrovsky, Mrkovacki & Milic, 2001). پتانسیل تولید سیدروفورهای مختلف توسط ازتوباکتر و افزایش قابلیت جذب Zn، Fe و Mo و همچنین توانایی این باکتریها در افزایش حلالیت فسفر از ترکیب‌های نامحلول معدنی به اثبات رسیده است که از جمله روشهای افزایش تحرک و قابلیت جذب عناصر غذایی می‌باشد (Narula et al., 2000). کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و باسیلیوس باعث افزایش رشد رویشی، افزایش وزن تر، وزن خشک و میزان اسانس در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill) گردید (Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007). همچنین در تحقیقی دیگر در مصر کاربرد کود زیستی باعث افزایش رشد و افزایش کمی و کیفی اسانس در گیاه دارویی رازیانه شد (Badran & Safwat, 2004; El-Ghadban et al., 2006). همچنین در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌دلیل شرایط اقلیمی موجود ماده آلی خاک به‌طور مداوم کاهش می‌یابد (Melero et al., 2008).

تبادل کاتیونی بالایی که دارند سبب شده تا کاربردهای متعدد و مفیدی در بخش‌های مختلف صنایع کشاورزی پیدا کنند (غلامحسینی، ۱۳۸۷). همچنین زئولیت به دلیل داشتن تخلخل بالا و ساختار کریستالی می‌تواند تا بیش از ۶۰٪ وزنی خود آب را جذب کرده و بتدریج آن را در اختیار گیاه قرار دهد (Pulite et al., 2004) که این امر با توجه به اقلیم خشک و نیمه‌خشک کشورمان می‌تواند بسیار با اهمیت باشد. بنابراین افزودن زئولیت‌ها به کود آلی به شکل مؤثری قابلیت نگهداری نیتروژن و حفظ تعادل نیتروژن به فسفر را افزایش می‌دهد (Dwairi, 1998؛ Lefcourt & Meisinger, 2001). از طرفی تحقیقات نشان داده است که کاربرد زئولیت‌ها در خاک به شکل مؤثری شستشوی عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن را از محیط ریشه گیاه کاهش می‌دهد (Pulite et al., 2004).

به هر حال، در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی تأثیر مصرف زئولیت طبیعی بر روی مقاومت به تنش خشکی و افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبی انجام شد، نتایج نشان داد که مصرف زئولیت بر وزن خشک، ارتفاع بوته، تاریخ گلدهی و درصد اسانس تأثیر معنی‌داری داشت (قلی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۵).

این مطالعه به منظور بررسی تأثیر زئولیت، ورمی‌کمپوست و کودهای زیستی بر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، درصد اسانس و عملکرد اسانس گیاه دارویی بابونه آلمانی انجام شد.

مواد و روشها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل سه عاملی شامل کود زیستی: باکتریهای ریزوسفری محرک رشد گیاه (*Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum*)

یک راه حل برای افزایش مقدار مواد آلی خاکهای زراعی کشور، استفاده از کودهای آلی از قبیل ورمی‌کمپوست می‌باشد. ورمی‌کمپوست منبع غنی از عناصر پُرمصرف، 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 همین رابطه در پژوهشی که با استفاده از مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست در گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) صورت گرفت، نتایج نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش کمیت و کیفیت اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد شد (Anwar et al., 2005). در تحقیقی دیگر ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی رازیانه شد (درزی، ۱۳۸۶). همچنین در مطالعه دیگری که بر روی گیاه دارویی درمنه (*Artemisia pallens*) انجام گردید، نتایج نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست موجب بهبود قابل‌ملاحظه عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد گردید که بهبود عملکرد اسانس در این گیاه ناشی از افزایش ماده خشک حاصل از مصرف ورمی‌کمپوست بود (Pandey, 2005).

به‌منظور کاهش شستشوی عناصر غذایی از محیط ریشه مخصوصاً در زمین‌های با بافت شنی تکنیک‌های مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند که از آن جمله می‌توان به استفاده از کانی زئولیت اشاره کرد که با توجه به خصوصیات منحصر بفردشان می‌توانند به‌طور مؤثری در کشاورزی مورد استفاده قرار بگیرند (Mumpton, 1999). پایداری زئولیت‌ها، خاصیت جذب و ظرفیت

تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان تهیه گردید. به منظور اجرای آزمایش، اندازه هر کرت به ابعاد ۳×۱/۲ 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 به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و نمونه برداری برای اندازه‌گیری صفات فقط از چهار ردیف میانی (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 تاریخ ۲۰ اسفندماه انجام شد. البته قبل از کاشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه برداری بعمل آمد و نمونه‌ها برای تجزیه به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات خاک و آب منتقل شد (جدول ۱).

از مؤسسه تحقیقات خاک و آب در دو سطح (عدم تلقیح = b1 و تلقیح با بذر = b2)، ورمی‌کمپوست (V) تهیه شده از ایستگاه تحقیقات آب و خاک کرج در سه سطح (V1 = 0، V2 = 5 و V3 = 10 تن در هکتار) و ژئولیت (Z) طبیعی کلینتیلولیت (Clinoptilolite) تهیه شده از شرکت افزند توسکا در دو سطح (Z1 = 0 و Z2 = 9 تن در هکتار) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دوازده تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، واقع در ۱۶ کیلومتری غرب تهران با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی؛ و میزان بارندگی سالانه ۲۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح دریا در طی سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ انجام گردید. بذر بابونه (*Matricaria recutita*) رقم زراعی بودگلد (Bodegold) مورد استفاده در این تحقیق از مرکز

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	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذب (p.p.m)	درصد حجمی رطوبت در A.W
۸	گل اشباع ۷/۶	۰/۸۷	۰/۱۲	۳۹/۶	۹
پتاسیم قابل جذب (p.p.m)	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

به آزمایشگاه منتقل شد و مورد تجزیه قرار گرفت (جدول ۲ و ۳).

همچنین به منظور بررسی خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست و ژئولیت مورد استفاده یک نمونه از آنها

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست مصرف شده

نمونه	نیتروژن 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= ۲۰۰meq/۱۰۰g

آسیاب برقی پودر کرده و نهایتاً به روش هضم توسط اسیدسولفوریک، اسیدسالیسیک، آب‌اکسیژنه و سلنیم، عصاره آنها تهیه شد و برای اندازه‌گیری کلیه عناصر مورد نظر در اندام هوایی بابونه از این عصاره استفاده شد. نیتروژن کل به روش تیتراسیون بعد از تقطیر با دستگاه Kjeltac Auto 1030 Analyzer, Tecator پتاسیم کل به روش نشر شعله‌ای (AEP) با دستگاه Flame Photometer, JenWay PFP7 و فسفر کل به روش کالریتری (رنگ زرد مولیدات و انادات) با دستگاه Spectrophotometer, 6505 JenWay اندازه‌گیری شد (امامی، ۱۳۷۵). به‌منظور تعیین مقدار اسانس گل، بعد از برداشت گلها و خشک کردن در سایه از هر کرت آزمایشی یک نمونه تصادفی تهیه کرده که بعد از آسیاب، به‌وسیله دستگاه کلونجر و با استفاده از روش تقطیر با آب، اسانس‌گیری شد (زینلی و همکاران، ۱۳۸۷). بازده اسانس (درصد) نیز پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات سدیم خشک، محاسبه شد. بعد از تعیین بازده

در زمان آماده‌سازی زمین و در طول دوره رشد، هیچ نوع کود شیمیایی، علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کش استفاده نشد. عملیات مبارزه با علف‌های هرز در چهار نوبت به روش مکانیکی و با دست انجام شد. عملیات آبیاری تا مرحله سبز شدن هر روز یکبار و با آبیاری و پس از استقرار گیاه، آبیاری‌های بعدی به روش کرتی و هر ۳ روز یکبار انجام گردید. زمان برداشت گلها هفته آخر خردادماه بود. طول دوره رشد گیاه از تاریخ کاشت تا برداشت نزدیک به ۱۳۰ روز بود. همچنین در این تحقیق ویژگی‌هایی از قبیل غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام‌های هوایی گیاه، درصد اسانس و عملکرد اسانس مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در اندام هوایی بابونه، یک نمونه ۲۰۰ گرمی از زیست‌توده گیاه در مرحله گلدهی از هر کرت به‌طور تصادفی تهیه گردید. نمونه‌های فراهم شده را پس از خشک کردن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت به‌وسیله

ورمی کمپوست به ترتیب باعث افزایش ۲۰/۹۹٪ و ۵/۸٪ فسفر نسبت به سطح اول و دوم گردید (جدول ۵). همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار تلقیح با باکتری در مقایسه با عدم تلقیح باعث افزایش قابل توجهی در حدود ۴/۵۴ بر روی درصد فسفر شد (جدول ۵).

درصد پتاسیم

آنالیز واریانس این صفت نشان دهنده تأثیر معنی دار اثر ساده ورمی کمپوست و زئولیت به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ است (جدول ۴). مقایسه میانگینها نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی کمپوست تفاوت معنی داری وجود دارد، به طوری که درصد پتاسیم در سطح سوم ورمی کمپوست در حدود ۳۳/۷۷٪ بیشتر از سطح اول و ۱۲/۹۶٪ بیشتر از سطح دوم گردید (جدول ۵). بنابراین مقایسه میانگینها نشان داد که مصرف زئولیت باعث افزایش ۸/۹۸ درصدی پتاسیم نسبت به شاهد گردید.

عملکرد بیولوژیک

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر ورمی کمپوست و باکتریهای ریزوسفری افزایش رشد گیاه در سطح یک درصد و اثر زئولیت در سطح ۵٪ بر روی صفت مورد بررسی معنی دار گردید (جدول ۴). مقایسه میانگینها نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی کمپوست تفاوت معنی داری وجود دارد، به طوری که بیشترین (۱۱۶۶/۶۲ kg/ha) و کمترین (۱۸۱۴/۳۰) به ترتیب در تیمار مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست و عدم مصرف ورمی کمپوست بدست آمد (جدول ۵). همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان دهنده آن بود که میان سطوح زئولیت مصرفی نیز اختلاف معنی داری وجود دارد،

اسانس، عملکرد آن نیز به کمک حاصل ضرب عملکرد گل و بازده اسانس محاسبه گردید. در نهایت، داده‌های جمع‌آوری شده توسط نرم‌افزار SAS و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج

درصد نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ورمی کمپوست، زئولیت و باکتریهای ریزوسفری افزایش رشد گیاه بر درصد نیتروژن به تنهایی و همین‌طور اثر متقابل ورمی کمپوست و باکتریهای ریزوسفری افزایش رشد گیاه بر این صفت معنی دار است (جدول ۴). شکل ۱ مقایسه میانگین درصد نیتروژن را در اثر متقابل ورمی کمپوست و باکتریهای ریزوسفری افزایش رشد گیاه نشان می‌دهد. به طوری که بیشترین درصد نیتروژن (۱/۴۸) در تیمار مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست و تلقیح با باکتری (V3P2) و کمترین درصد نیتروژن (۱/۱۲) در تیمار (VIP1) بدست آمد. همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان دهنده آن بود که میان سطوح زئولیت مصرفی نیز اختلاف معنی داری وجود دارد، به نحوی که غلظت نیتروژن در گیاه در اثر مصرف زئولیت در حدود ۲/۳۴٪ بیشتر از شاهد بود (جدول ۵).

درصد فسفر

اثر ساده تیمارهای ورمی کمپوست و باکتری بر درصد فسفر در سطح ۱٪ افزایش معنی دار داشت (جدول ۴). مصرف زئولیت تأثیر معنی داری بر روی درصد فسفر نداشت. مقایسه میانگینها نشان داد که سطح سوم

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

درجه آزادی (df)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (kg/ha)	بیوماس (kg/ha)	درصد نیتروژن گیاه	درصد فسفر گیاه	درصد پتاسیم گیاه
۲	۰/۰۰۵۵ ns	۰/۰۷ ns	۳۰۶۶/۹۸ ns	۰/۰۰۴۸ ns	۰/۰۰۱۵۲ ns	۰/۰۸ ns
۲	۰/۱۴ **	۱۱/۵۵ **	۱۲۵۸۴۸۷/۷۷ **	۰/۳۰ **	۰/۰۰۴۶۸۱ **	۱/۸ **
۱	۰/۰۳ *	۱/۴۶ **	۸۹۹۴۰/۰۱ *	۰/۰۰۵ *	۰/۰۰۰۲۱۵ ns	۰/۴۹ *
۱	۰/۰۷ **	۲/۵۴ **	۲۳۷۳۶۳/۸۴ **	۰/۰۳۵۰ **	۰/۰۰۰۶۷۶ *	۰/۰۱ ns
۲	۰/۰۰۰۴ ns	۰/۰۲ ns	۱۲۰۰/۶۴ ns	۰/۰۰۱۶ ns	۰/۰۰۰۰۸۵ ns	۰/۰۵ ns
۲	۰/۰۰۳۳ ns	۰/۱۳ ns	۶۳۵۶/۳۰ ns	۰/۰۰۲۵ *	۰/۰۰۰۱۳۳ ns	۰/۰۰۴۱ ns
۱	۰/۰۲ ns	۰/۰۸ ns	۴۶۲/۲۵ ns	۰/۰۰۲۸ ns	۰/۰۰۰۰۰۴ ns	۰/۰۲ ns
۲	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۲ ns	۵۶۸۴/۰۱ ns	۰/۰۰۰۵ ns	۰/۰۰۰۰۱۶ ns	۰/۰۱ ns
۲۲	۰/۰۰۵۳	۰/۰۸	۲۰۷۰۲/۵۹	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۱۱۶	۰/۱۱
	۱۱/۴۷	۱۲/۹۷	۹/۶۵	۲/۰۳	۵/۳۴	۱۲/۳۶

گیاه در اثر مصرف زئولیت در حدود ۸/۲ بیشتر از شاهد بود (جدول ۵). از این رو مصرف باکتریهای ریزوسفری افزاینده رشد گیاه (PGPR) باعث تفاوت معنی داری در درصد اسانس نسبت به شاهد (۱۵/۲۵) شد.

عملکرد اسانس

نتایج ارائه شده در جدول آنالیز واریانس این صفت نشان دهنده تأثیر معنی دار ورمی کمپوست، زئولیت و باکتریهای ریزوسفری افزاینده رشد گیاه بر عملکرد اسانس در سطح ۱٪ است (جدول ۴). تفاوت قابل ملاحظه‌ای میان سطوح ورمی کمپوست مشاهده شد، به نحوی که عملکرد اسانس در سطح سوم در حدود ۳۷٪ بیشتر از سطح دوم و ۱۵۸/۰۶٪ بیشتر از سطح اول بود (جدول ۵). همچنین مقایسه میانگین تیمارها در میان سطوح زئولیت نیز معنی دار بود، به طوری که عملکرد اسانس در حضور مصرف زئولیت در حدود ۱۹/۵۱٪ بیشتر از تیمار شاهد بود (جدول ۵). همچنین در رابطه با باکتری مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار تلقیح در مقایسه با عدم تلقیح باعث افزایش قابل توجهی در حدود ۲۶/۶۳ بر روی عملکرد اسانس شد (جدول ۵).

به نحوی که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۵۴۰/۸۷ kg/ha) در تیمار مصرف ۹ تن زئولیت و کمترین عملکرد بیولوژیک (۱۴۴۰/۹۱ kg/ha) در تیمار عدم مصرف زئولیت بدست آمد (جدول ۵). همچنین در رابطه با مصرف باکتریهای ریزوسفری افزاینده رشد گیاه (PGPR) مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین افزایش عملکرد بیولوژیک در اثر تلقیح با باکتری (۱۵۷۲/۰۹ kg/ha) و کمترین در اثر عدم تلقیح (۱۴۰۹/۶۹ kg/ha) بدست آمد (جدول ۵).

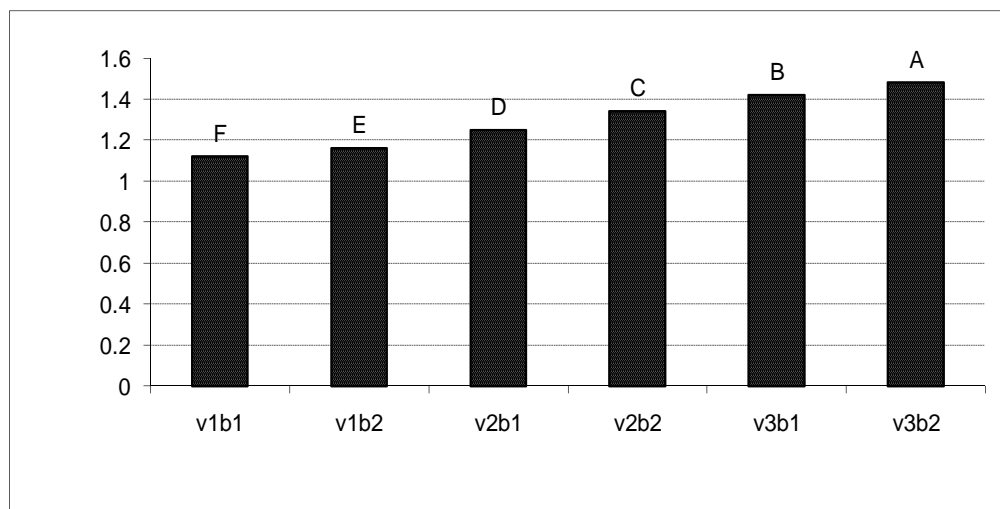
درصد اسانس

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر ورمی کمپوست و باکتریهای ریزوسفری افزاینده رشد گیاه در سطح ۱٪ و اثر زئولیت در سطح ۵٪ بر روی صفت مورد بررسی معنی دار گردید (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی کمپوست تفاوت معنی داری وجود دارد، به طوری که درصد اسانس در سطح سوم ورمی کمپوست در حدود ۴۰/۳۸٪ بیشتر از سطح اول و ۱۰/۶۱٪ بیشتر از سطح دوم گردید (جدول ۵). همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان دهنده آن بود که میان سطوح زئولیت مصرفی نیز اختلاف معنی داری وجود دارد، به نحوی که درصد اسانس در

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

سطوح تیماری	درصد اسانس	عملکرد اسانس (kg/ha)	بیوماس (kg/ha)	درصد نیتروژن گیاه	درصد فسفر گیاه	درصد پتاسیم گیاه
۱۰ تن ورمی کمپوست	۰/۷۳ ε	۳/۲۰ a	۱۸۱۴/۳۰ a	۱/۴۵ a	۰/۲۱۹ a	۳/۰۵ a
۵ تن ورمی کمپوست	۰/۶۶ ε	۲/۳۲ b	۱۴۹۱/۷۵ ε	۱/۳۰ b	۰/۲۰۷ b	۲/۷ b
بدون ورمی کمپوست	۰/۵۲ ε	۱/۲۴ c	۱۱۶۶/۶۲ c	۱/۱۴ c	۰/۱۸۱ c	۲/۲۸ c
زئولیت	۰/۶۶ ε	۲/۴۵ a	۱۵۴۰/۸۷ a	۱/۳۱ a	۰/۲۰۵ a	۲/۷۹ a
بدون زئولیت	۰/۶۱ ε	۲/۰۵ b	۱۴۴۰/۹۱ ε	۱/۲۸ b	۰/۲۰۰ a	۲/۵۶ b
تلقیح	۰/۶۸ ε	۲/۵۲ a	۱۵۷۲/۰۹ a	۱/۳۲ a	۰/۲۰۷ a	۲/۷ a
عدم تلقیح	۰/۵۹ ε	۱/۹۹ b	۱۴۰۹/۶۹ ε	۱/۲۷ b	۰/۱۹۸ b	۲/۶۶ a

میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر ستون برای هر تیمار، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ فاقد اختلاف معنی داری می‌باشند.



شکل ۱- مقایسه درصد نیتروژن در اثر متقابل ورمی کمپوست با باکتری

بحث

در رابطه با تأثیر معنی‌دار باکتریهای جنس ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و سودوموناس بر نیتروژن و فسفر جذب شده توسط بابونه می‌توان گفت که باکتریهای ریزوسفری افزایش رشد گیاه علاوه بر تثبیت نیتروژن باعث آزادسازی هورمون‌های گیاهی از جمله جیبرلیک اسید و اکسین می‌گردند که باعث تحریک رشد گیاه، افزایش فتوسنتز و افزایش جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فسفر می‌گردد که با نتایج Mahfouz و Sharaf-Eldin (۲۰۰۷)، دهدشتی‌زاده و همکاران (۱۳۸۸) و درزی (۱۳۸۶) مطابقت دارد. همچنین به نظر می‌رسد که افزایش فعالیت بیولوژیک در محیط رشد حاوی ورمی کمپوست و پیامد آن بهبود جذب عناصری چون نیتروژن، ضمن افزایش وزن خشک بابونه، می‌تواند باعث افزایش نیتروژن جذب شده توسط بابونه شود که با نتایج درزی و همکاران (۱۳۸۷) بر روی رازیانه مطابقت دارد. در رابطه با افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب شده در اثر مصرف

کودهای آلی از جمله ورمی کمپوست توسط بابونه، نتایج مشابهی توسط درزی (۱۳۸۶) و اکبری‌نیا (۱۳۸۲) گزارش شده است. علاوه بر این، در خصوص تأیید تأثیر مصرف ورمی کمپوست بر روی افزایش غلظت پتاسیم در گیاه بابونه، نتیجه مشابهی توسط Zaller (۲۰۰۷) بر روی گیاه گوجه‌فرنگی گزارش شده است. وی بهبود فعالیت میکروبی، وجود تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و افزایش جذب عناصر معدنی نظیر پتاسیم در تیمار حاوی ورمی کمپوست را به‌عنوان دلایل عمده افزایش غلظت پتاسیم در مقایسه با تیمار عدم مصرف دانست.

همچنین اثر متقابل ورمی کمپوست و باکتری بر روی درصد نیتروژن گیاه معنی‌دار بود که می‌تواند ناشی از اثر هم‌افزایی و تشدیدکننده کودهای آلی و زیستی باشد. به نظر می‌رسد که مصرف همزمان باکتریهای زیستی از جمله ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و سودوموناس با ورمی کمپوست می‌تواند سبب افزایش فعالیت این باکتریهای تثبیت‌کننده نیتروژن و همچنین بهبود فرایند

افزایش حلالیت فسفر از ترکیب‌های نامحلول معدنی به اثبات رسیده است که از جمله روشهای افزایش تحرک و قابلیت جذب عناصر غذایی می‌باشد (Narula *et al.*, 2000).

همچنین با توجه به این که زئولیت مورد استفاده از نوع پتاسیم‌دار بود و بخش قابل توجهی از آن را (حدود ۳٪) پتاسیم تشکیل می‌دهد (جدول ۳)، بنابراین مصرف زئولیت در خاک علاوه بر افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، جذب رطوبت و جلوگیری از آبشویی نیتروژن می‌تواند نقش قابل توجهی در تأمین بخشی از پتاسیم مورد نیاز گیاه داشته باشد. گزارش Nus و Brauen (۱۹۹۱) حکایت از آن دارد که زئولیت کلینوپتیلولیت در خاکهای شنی باعث افزایش غلظت عناصر غذایی به‌خصوص پتاسیم و نیتروژن در ناحیه ریشه گیاه می‌شود. بنا به گزارش Hershey و همکاران (۱۹۸۰) و Kavooosi (۲۰۰۷) زئولیت کلینوپتیلولیت (زئولیت پتاسیم‌دار) تأثیر معنی‌داری بر روی جذب پتاسیم داشت. آنها بیان نمودند که این قابلیت زئولیت به‌دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی بالای زئولیت و همچنین غنی بودن آن از پتاسیم است که باعث می‌شود زئولیت به‌عنوان یک کود کندرها و پتاسیم‌دار مطرح شود. همچنین تأثیر زئولیت بر جذب نیتروژن را به ظرفیت بالای تبادل کاتیونی آن نسبت داده‌اند که باعث می‌شود نیتروژن به راحتی در محلول خاک آزاد شده و قابلیت دسترسی ریشه به نیتروژن افزایش یابد که در نهایت باعث افزایش نیتروژن جذب شده می‌شود که با نتایج غلامحسینی (۱۳۸۷) بر روی کلزا مطابقت دارد.

همچنین یکی از هدف‌های اصلی از کشت ارگانیک گیاهان دارویی اسانس‌دار از جمله بابونه، بهبود کمیت و کیفیت اسانس است. در رابطه با افزایش درصد اسانس و

معدنی شدن نیتروژن و افزایش قابلیت دسترسی نیتروژن ورمی‌کمپوست گردد که در نهایت باعث افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه گردیده است.

کودهای آلی و از جمله ورمی‌کمپوست محیط مناسبی را برای تکثیر باکتریها فراهم می‌کند که در نتیجه این اثرهای تشدیدکننده و مثبت در نهایت باعث افزایش رشد گیاه می‌گردد. نتایج مشابهی توسط Sharma و Johri (۲۰۰۳) و درزی (۱۳۸۶) گزارش شده است. Kumar و Singh (۲۰۰۱) گزارش کردند که اثر متقابل مثبت و معنی‌داری در اثر مصرف همزمان باکتریهای آزادزی تثبیت‌کننده نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر روی درصد نیتروژن مشاهده شد. آنها بیان نمودند که در اثر اضافه شدن باکتری به ورمی‌کمپوست به سرعت تعداد آنها افزایش یافته و باعث افزایش تثبیت نیتروژن و همچنین آزادسازی نیتروژن ورمی‌کمپوست شدند. همچنین به نظر می‌رسد که مصرف ورمی‌کمپوست از طریق بهبود فراهم کردن جذب عناصر غذایی و فعالیت میکروبی خاک، باعث افزایش بیوماس گیاه و در نتیجه افزایش غلظت فسفر جذب شده توسط گیاه می‌گردد که با نتایج درزی (۱۳۸۶) بر روی رازیانه و Mohanty و همکاران (۲۰۰۶) بر روی بادام‌زمینی مطابقت دارد. در همین رابطه ملکوتی (۱۳۷۵) گزارش نمود که با اضافه کردن کود آلی به یک سیستم کشت، هوموس موجود در خاک باعث پوشاندن سطح ذرات رس شده و مانع تثبیت فسفر می‌گردد. همچنین وجود فسفر در ورمی‌کمپوست که به تدریج معدنی شده و قابل جذب گیاه می‌شود در افزایش میزان جذب فسفر توسط گیاه مؤثر است. پتانسیل تولید سیدروفورهای مختلف توسط ازتوباکتر و افزایش قابلیت جذب Zn، Fe و Mo و همچنین توانایی این باکتریها در

نیترژن جذب شده توسط گیاه افزایش یافته و در نهایت باعث افزایش عملکرد گل، درصد اسانس و عملکرد اسانس گردیده است که نتایج مشابهی توسط قلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۵) بر روی بادرشی و Machado و Caldas (۲۰۰۳) بر روی جینگو بیلوبا گزارش شده است. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان گفت که اثرات مفید کاربرد ورمی‌کمپوست، PGPR و زئولیت به عنوان یک سیستم تغذیه جایگزین و ارگانیک در تأمین عناصر غذایی عمده مورد نیاز گیاه دارویی بابونه و در نتیجه افزایش بیوماس، درصد اسانس و عملکرد اسانس قابل توجه است. علاوه بر این، مزایای سیستم‌های تغذیه جایگزین می‌توانند در مقایسه با سیستم‌های کشاورزی متداول از نظر محیطی قابل توجه باشند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از رئیس و کلیه کارکنان بخش تحقیقات گیاهان دارویی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور که ما را صمیمانه در انجام این تحقیق یاری نمودند، تشکر می‌کنیم.

منابع مورد استفاده

- اکبری‌نیا، ا.، ۱۳۸۲. بررسی عملکرد و ماده موثره زنیان در سیستم‌های کشاورزی متداول، تلفیقی و ارگانیک. پایان‌نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- امامی، ع.، ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه (جلد اول)، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۲(۹۸۲): ۱۲۸-۱۲۸.
- درزی، م.ت.، ۱۳۸۶. بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی رازیانه به منظور دستیابی به یک سیستم زراعی پایدار. پایان‌نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

عملکرد اسانس در تیمار ۱۰ تن ورمی‌کمپوست، به نظر می‌رسد با افزایش میزان ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه (به‌ویژه نیترژن و فسفر) افزایش یافت (Arancon et al., 2004؛ Prabha et al., 2007)، بلکه ورمی‌کمپوست با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، باعث افزایش تولید ماده خشک، عملکرد گل و درصد اسانس گردید که در نهایت بهبود عملکرد اسانس را نیز فراهم آورده است. نتایج بدست آمده از این تحقیق مبنی بر افزایش درصد اسانس در راستای افزایش مقدار ورمی‌کمپوست با نتایج محققان دیگر بر روی رازیانه (درزی و همکاران، ۱۳۸۷)، ریحان (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۳)، بابونه رومی (Liuc & Pank, 2005)، ریحان (Anvar et al., 2005) و بادرشی (Hussein et al., 2006) مطابقت دارد. بنابراین تلقیح با کودهای زیستی سبب افزایش معنی‌داری در درصد و عملکرد اسانس شده است که با نتایج Khalil (۲۰۰۶) بر روی اسفرزه، Kalra (۲۰۰۳) بر روی نعنا و درزی و همکاران (۱۳۸۷) بر روی رازیانه مطابقت دارد. بررسی‌های انجام گرفته نشان داده که اسانس‌ها ترکیب‌های ترپنوئیدی بوده و واحدهای سازنده آنها نیاز ضروری به عناصری نظیر نیترژن و فسفر دارد. از این رو باکتریهای افزاینده رشد گیاه (PGPR) با تأثیر بر روی جذب نیترژن و فسفر (Arancon et al., 2004؛ Gupta et al., 2002) باعث افزایش درصد و عملکرد اسانس می‌گردند. همچنین با مصرف زئولیت عملکرد اسانس افزایش یافته است که در همین رابطه می‌توان گفت که زئولیت به دلیل دارا بودن ظرفیت بالای تبادل کاتیونی، غلظت نیترژن و سایر عناصر غذایی را در ناحیه اطراف ریشه افزایش داده که در نتیجه، غلظت

- Badran, F.S. and Safwat, M.S., 2004. Response of fennel plants to organic manure and bio-fertilizers in replacement of chemical fertilization. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 82(2): 247-256.
- 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: 435-440.
- Dwairi, I.M. 1998. Conserving toxic ammoniacal nitrogen in manure using natural zeolite tuff; A comparative study. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 60(1): 126-133.
- El-Ghadban, E.A.E., Shalan, M.N. and Abdel-Latif, T.A.T., 2006. Influence of biofertilizers on growth, volatile oil yield and constituents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 84(3): 977-992.
- 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 (*Menta arvensis*) under field condition. *Journal of Bioresource Technology*, 81(1): 77-79.
- Hershey, D.R., Paul, J.L. and Carlson, R.M., 1980. Evaluation of potassium- enriched clinoptilolite as a potassium source for potting media. *HortScience*, 15: 87-89.
- Hussein, M.S., El-Sherbeny, S.E., Khalil, M.Y., Naguib, N.Y. and Aly, S.M., 2006. Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. *Journal of Scientia Horticulturae*, 108(3): 322-331.
- Kalra, A., 2003. Organic Cultivation of Medicinal and Aromatic Plants. A Hope for Sustainability and Quality Enhancement. *Journal of Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs)*, FAO, 198p.
- Kavoosi, M., 2007. Effects of Zeolite Application on Rice Yield, Nitrogen Recovery, and Nitrogen Use Efficiency. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38(1-2): 69-76.
- Khalil, M.Y., 2006. How-far would *Plantago afra* L. respond to bio and organic manures amendments. *Research Journal of Agriculture and Biological Science*, 2(1): 12-21.
- 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 alud and zeolite to dairy slurry on ammonia volatilization and chemical composition. *Journal of Dairy Science*. 84: 1814-1824.
- درزی، م.ت.، فلاوند، ا.، سفیدکن، ف. و رجالی، ف.، ۱۳۸۷. تأثیر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی رازیانه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴(۴): ۳۹۶-۴۱۳.
- دهدشتی‌زاده، ب.، آرویی، ح.، عزیزی، م.، و داوری نژاد، ح.، ۱۳۸۸. بررسی اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست و عنصر معدنی فسفر بر رشد و نمو و جذب برخی از عناصر غذایی در نشاء گوجه فرنگی. علوم باغبانی ایران، ۴۰(۳): ۵۸-۴۹.
- زینلی، ح.، باقری خولنجانی، م.، گلپور، م.، جعفرپور، م. و شیرانی‌راد، ا.ح.، ۱۳۸۷. اثر تاریخ کاشت و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد گل و اجزای آن در بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*). علوم زراعی ایران، ۱۰(۳): ۲۳۰-۲۲۰.
- عزیزی، م.، لکزیان، ا. و باغانی، م.، ۱۳۸۳. بررسی تأثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست بر شاخصهای رشد و میزان اسانس ریحان اصلاح شده. خلاصه مقالات دومین همایش گیاهان دارویی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد، ۸-۷ بهمن: ۶۲.
- غلامحسینی، م. ۱۳۸۷. تأثیر مقادیر مختلف زئولیت طبیعی و نیتروژن بر رشد و عملکرد دانه کلزا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- قلی‌زاده، آ.، اصفهانی، م. و عزیزی، م.، ۱۳۸۵. مطالعه اثرات تنش آب به همراه کاربرد زئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*). پژوهش و سازندگی (در منابع طبیعی)، ۳۳: ۱۰۲-۹۶.
- ملکوتی، م.ج.، ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد یا بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۷۹ صفحه.
- 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.

- Pandey, R. 2005. Management of *Meloidogyne incognita* in *Artemisia pallens* with bio-organics. *Phytoparasitica*, 33(3): 304-308.
- Pulite, E., Karaca, M., Demir, H. and Naci Onus, A., 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in 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 on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. *Asian Journal of microbiology, biotechnology and environmental Sciences*, 9: 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.
- 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. *Microbiological research*, 158(3): 243-248.
- Sharma, A., 2002. *Biofertilizers for Sustainable Agriculture*. Agrobios, India, 300p.
- Zaller, J.G., 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientia Horticulturae*, 112(2): 191-199.
- 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.
- Machado, L. and Caldas, E.D., 2003. Influence of Zeolite on Cadmium Absorption in Medicinal Herbs in Brazil. *College of Health Science Publication, Brazil*.
- 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: 361-366.
- Melero, M., Vanderlinden, K., Ruiz, J.C. and Madejon, E., 2008. Long-term effect on soil biochemical status of a Vertisol under conservation tillage system in semi-arid Mediterranean conditions. *European journal of soil biology*, 44(4): 437-442.
- 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(3-4): 225-230.
- Mrkovacki, N. and Milic, V., 2001. Use of *Azotobacter Chroococcum* as potentially useful in agricultural application. *Annals of Microbiology*, 51: 145-158.
- Mumpton, F. 1999. *la roca magica; Uses of natural zeolites in agriculture and industry*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96: 3463-3470.
- Narula, N., Kumar, V., Behl, R.K., deubel, A., Gransee, A. and Merbach, W., 2000. Effect of P-solubilizing *Azotobacter Chroococcum* on N, P and K uptake in P-responsive wheat genotypes grown under greenhouse conditions. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 163(4): 393-398.
- Nus, J.L. and S.E. Brauen. 1991. Clinoptilolite zeolite as an amendment for establishment of creeping bentgrass on sandy media. *Horticultural Science*, 26(2): 117-119.

The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.)

A. Salehi¹, A. Ghalavand^{2*}, F. Sefidkon³ and A. Asgharzade⁴

1 Department of Agronomy, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

2*- Corresponding author, Department of Agronomy, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

3- Research institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

E-mail: ghalavaa@modares.ac.ir

4- Department of Soil Biology, Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran

Received: October 2009

Revised: October 2010

Accepted: October 2010

Abstract

In order to study the effects of zeolite, bio and organic fertilizers on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla*), a factorial experiment in randomized complete blocks design with twelve treatments and three replications was conducted in the faculty of agriculture, Tarbiat Modares University, 2005. The factors were PGPR inoculums (inoculated and no inoculated), zeolite (0 and 9 tons/ha) and vermicompost (0, 5, 10 tons/ha). Results showed that the highest concentration of N, P and K in plant, essential oil content and yield were obtained with PGPR inoculums. Zeolite also showed significant effects on the mentioned traits except P concentration. With application of zeolite 9 ton/ha, essential oil content, essential oil yield, N and K concentration were increased. Essential oil content, essential oil yield, N, P and K concentration were also increased with increasing of vermicompost levels as the highest values were obtained with application of 10 ton/ha vermicompost. There was positive and synergistic interaction between PGPR inoculums and vermicompost on N concentration as the highest and lowest N concentration percentage in herb were obtained in treatments of V3B2 (1.48) and V1B1 (1.12), respectively. According to the results, it appears that application of 10 tons vermicompost, inoculation with PGPR and 9 tons zeolite was the best treatment in production of German chamomile essential oil yield in organic system.

Key words: Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), PGPR, zeolite, organic manure, organic farming.