

## میزان جذب عناصر در بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) تحت تأثیر دو گونه قارچ آربسکولار، قارچ شبه میکوریزا و ورمی کمپوست

بهلول عباسزاده<sup>۱\*</sup> و فاطمه ذاکریان<sup>۲</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

پست الکترونیک: babaszadeh@rifr-ac.ir

۲- کارشناس ارشد، گروه باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، ایران

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۳

تاریخ اصلاح نهایی: مهر ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۳

### چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای میکوریزا (*Glomus mosseae* و *G. intraradiceae*)، شبه میکوریزا (*Piriformospora indica*) و ورمی کمپوست بر برخی از عناصر بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مجتمع تحقیقات البرز، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده شامل کاربرد ورمی کمپوست در ۳ سطح (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و تلقیح نشاء با کودهای زیستی در ۴ سطح (بدون تلقیح، تلقیح با میکوریزا، تلقیح با شبه میکوریزا و تلقیح با میکوریزا+ شبه میکوریزا) بودند. نتایج نشان داد که اثر ورمی کمپوست و کود زیستی بر پتاسیم، فسفر، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس در سطح ۱٪ معنی دار بود. اثر ورمی کمپوست بر میزان آهن جذبی در سطح ۱٪ معنی دار بود. تجزیه واریانس اثر متقابل تیمارها بر عناصر فسفر، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس در سطح ۱٪ معنی دار داد. مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که در تیمار مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست مقدار نیتروژن (۲/۸۳٪) و پتاسیم (۱/۶۶٪) بادرنجبویه بیشترین بود. بیشترین مقدار فسفر این گیاه (۰/۵۳٪) متعلق به تیمار مصرف مایکوریزا بود. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که بادرنجبویه با مصرف مایکوریزا به همراه ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بیشترین میزان فسفر را داشت. حداکثر کلسیم (۰/۷۷٪) در تیمار مصرف ۵ تن ورمی کمپوست×عدم مصرف کود زیستی مشاهده شد. حداکثر منیزیم (۰/۰۶٪) را تیمارهای عدم مصرف ورمی کمپوست×مایکوریزا و ۱۰ تن ورمی کمپوست×مایکوریزا داشتند. بیشترین مقدار آهن (۹۲۵/۲ ppm) را تیمار ۵ تن ورمی کمپوست×مایکوریزا نشان داد. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از مایکوریزا و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و یا مایکوریزا به همراه ۵ تن کود ورمی کمپوست موجب افزایش جذب بیشتر عناصر در گیاه دارویی بادرنجبویه شد.

واژه‌های کلیدی: بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)، ورمی کمپوست، کود میکوریزا، شبه میکوریزا، اسانس.

## مقدمه

بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) گیاهی از خانواده نعناعیان می باشد. منشأ آن اروپای جنوبی است. در حال حاضر در سرتاسر نقاط جهان کشت می شود. این گیاه در بیماری های جسمی و آرامبخشی برخی اختلالات روانی مؤثر است. اسانس برگ های بادرنجبویه دارای خواص ضدویروسی، ضدباکتریایی، ضدقارچی، ضدهورمونی، ایمنی بخشی و اثرات دارویی برطرف کننده خلط است و ترکیب های ترپنوئیدی و موسیلاژی گیاه باعث بروز خواص ضدانقباض و گرفتگی، ضدنفخ و معرق می شود (Bajaj, 1993; Weiss & Fintelmann, 2000; McGimpsey, 1993; Morelli, 1977).

در چند دهه اخیر مصرف نهاده های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک ها شده است (Sharma, 2002b). کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای آلی با هدف حذف یا تقلیل چشمگیر در مصرف نهاده های شیمیایی، یک راه حل مطلوب برای غلبه بر این مشکلات به شمار می آید. از مهمترین منابع غیرشیمیایی عناصر غذایی می توان به کودهای بیولوژیک و ورمی کمپوست اشاره کرد.

ورمی کمپوست یک کود آلی حاصل از فعالیت کرم های کمپوستی است که دارای مقدار قابل ملاحظه ای نیتروژن، فسفر، گوگرد و سایر عناصر پرمصرف و کم مصرف به صورت قابل جذب می باشد. از این رو، استفاده از آن در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم های مفید خاک، سبب رشد زیاد و سریع گیاهان از جمله گیاهان دارویی می گردد (Prabha et al., 2007; Atiyeh et al., 2002). برتری ورمی کمپوست نسبت به سایر کودهای آلی اینست که به خوبی تغییر ساختار داده و تعداد ریز موجودات بیماری زای گیاهی در آن به شدت کاهش یافته است، به طوری که فرایند هموسی شدن در مرحله

رسیدگی ورمی کمپوست در سطح وسیع تری انجام می شود که در نهایت کود تولیدی در این روش به علت بالا بودن نسبت کربن به نیتروژن فاقد بوی نامطبوع و فعالیت حشرات مزاحم می باشد (Claudio et al., 2009). ورمی کمپوست علاوه بر تأثیر بر غلظت عناصر غذایی موجود در خاک بر خواص شیمیایی خاک مانند pH، هدایت الکتریکی، درصد مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و همچنین بر خواص فیزیکی خاک نیز تأثیر می گذارد (Matos & Arrunda, 2003).

احمدآبادی و همکاران (۱۳۹۰)، در بررسی اثر ورمی کمپوست بر برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مشاهده کردند که کاربرد ورمی کمپوست به عنوان یک کود آلی به همراه کود شیمیایی نسبت به کاربرد کود شیمیایی به تنهایی تأثیر بیشتری در افزایش هدایت الکتریکی و کربن آلی خاک دارد. Anwar و همکاران (۲۰۰۵)، مشاهده کردند که مصرف پنج تن در هکتار ورمی کمپوست همراه با کود شیمیایی (P25, N50) و K25 کیلوگرم در هکتار) موجب افزایش عملکرد زیستی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*) نسبت به تیمار شاهد شد. در مطالعه ای دیگر، احمدآبادی و همکاران (۱۳۹۰) مشاهده کردند که کاربرد ورمی کمپوست بر میزان عناصر غذایی کم مصرف در خاک و غلظت آنها در گیاه گاوزبان (*Borago officinalis*) اثر معنی دار داشت. در بین میکروارگانیسم هایی که توانایی بهبود رشد گیاهان را دارند، قارچ های میکوریزا از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند. قارچ های میکوریزایی دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی می باشند و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر و برخی عناصر کم مصرف، افزایش جذب آب، کاهش تأثیر منفی تنش های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری زا، سبب بهبود در رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم های کشاورزی پایدار می شوند (Marschner & Dell, 1994; Sharma, 2002a; Cabello).

سانتی گراد گزارش شده است. جهت باد غالب منطقه از شرق و جنوب شرقی می باشد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۱ نمایش داده شده است.

این تحقیق با استفاده از یک آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شرایط مزرعه اجرا شد. هر تکرار شامل ۱۲ تیمار آزمایشی و در مجموع ۳۶ واحد آزمایشی (کرت) در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند. فاکتورهای مورد مطالعه شامل ورمی کمپوست در سه سطح (صفر، ۵، ۱۰ تن در هکتار) و کود زیستی در چهار سطح شامل عدم تلقیح، تلقیح با میکوریزا (*Glomus mosseae*) و میکوریزا (*G. intraradices* به نسبت مساوی)، تلقیح با شبه مایکوریزا (*Prififormospora indica*) و تلقیح با مایکوریزا + شبه مایکوریزا بودند.

ابتدا بذر بادرنجبویه در خزانه کشت شد و حدود ۴۰ روز پس از کاشت و زمانی که گیاهچه ها به حدود ۸ برگی رسیدند، اقدام به انتقال گیاهان به مزرعه شد. ابعاد کرت ها ۳×۲ متر، فاصله بین کرت ها از یکدیگر ۱/۵ متر، فاصله بلوک ها از یکدیگر ۲/۵ متر، فاصله بین خطوط کشت ۴۵ سانتی متر، فاصله بین بوته ها بر روی یک خط ۴۰ سانتی متر بود. پس از آماده شدن زمین و کرت بندی، کود ورمی کمپوست در کرت های مورد نظر اضافه شد و تا عمق ۳۰ سانتی متری با خاک مخلوط شد. در مرحله انتقال نشاء، قبل از کاشت شبه مایکوریزا را به صورت سوسپانسیون درآورده و نشاء های مورد نظر را به مدت ۱۲ ساعت در داخل آن قرار داده و بعد به زمین مورد نظر منتقل شدند. برای اعمال کودهای مایکوریزا به مقدار ۵ گرم (حاوی ۱۰۰۰ اسپور) از هر کود مورد نظر در چاله و زیر نشاء ریخته شد. پس از انتقال نشاء بلافاصله اقدام به آبیاری به روش نشتی از طریق لوله گردید. در طول دوره رشد رسیدگی روزانه از قبیل آبیاری و مبارزه با علف های هرز انجام شد. برداشت در مرحله شروع گلدهی انجام شد.

همکاران (۲۰۰۵)، مشاهده کردند که قارچ میکوریزی *Glomus mossae* رشد را در نعناع (*Mentha piperita*) افزایش می دهد. طبق بررسی های امیرآبادی و همکاران (۱۳۸۸)، اندام های هوایی ذرت علوفه ای در گیاهان تلقیح شده با قارچ میکوریزی *Glomus intraradices* غلظت آهن و روی بالاتری را نسبت به تیمارهای همراه با ازتوباکتر یا همراه با فسفر داشتند. شبه مایکوریزا یا همان قارچ *Piriformospora indica* از قارچ های اندوفیت است که سبب تحریک شدید رشد میزبان های خود می گردد و با تعداد زیادی از گیاهان عالی تک لپه ای و دو لپه ای، رابطه همزیستی برقرار می کند. این گیاهان شامل انواع خشکی پسند، بوته های یک ساله و چندساله و درختان چوبی می باشند (Singh *et al.*, 2000). تأثیر تلقیح با شبه مایکوریزا در افزایش زیست توده گیاهانی نظیر ذرت، تنباکو، جعفری و درمنه توسط Varma و همکاران (۱۹۹۹) گزارش شده است. مطالعات مختلف نشان می دهد که قارچ *P. indica* بر متابولیسم فسفر، گوگرد و نیتروژن تأثیر مستقیم داشته، همچنین فراهمی فسفر موجود در خاک را افزایش می دهد (Oelmuller *et al.*, 2009).

با توجه به مطالب بیان شده، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر ورمی کمپوست و تلقیح با قارچ های مایکوریزا و شبه مایکوریزا بر میزان عناصر جذبی در گیاه بادرنجبویه انجام شد.

## مواد و روشها

این تحقیق در مجتمع تحقیقات البرز- مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. مجتمع تحقیقات البرز در ۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان کرج در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و ۵۱ درجه شرقی، در ارتفاع ۱۳۲۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. متوسط بارندگی منطقه حدود ۲۳۵ میلی متر، حداقل درجه حرارت آن ۲۰- درجه سانتی گراد و حداکثر درجه حرارت آن ۳۸ درجه

زیستی بر درصد فسفر، کلسیم، منیزیم، روی و مس در سطح ۱٪ معنی‌دار بودند. همچنین اثر ورمی‌کمپوست و کودهای زیستی بر درصد پتاسیم در سطح ۱٪ معنی‌دار بودند (جدول ۲). اثر ورمی‌کمپوست و اثر متقابل ورمی‌کمپوست در کودهای زیستی بر مقدار آهن و منگنز در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲).

#### نیترژن

بیشترین درصد نیترژن در تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۲/۸۳٪ وجود داشت (جدول ۳).

#### فسفر

بیشترین درصد فسفر در تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۰/۵۱٪ بود (جدول ۳). در نتایج مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی بر درصد فسفر، بیشترین درصد را تیمار تلقیح با میکوریزا با میانگین ۰/۵۳٪ نشان داد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین درصد فسفر (۰/۶۲٪) متعلق به ورمی‌کمپوست × میکوریزا بود (جدول ۵).

آماده سازی نمونه‌ها برای اندازه‌گیری میزان عناصر شامل مراحل شستشو، خشک و آسیاب کردن بود. برگ‌ها ابتدا با آب معمولی و بعد با اسید هیدروکلریک ۰/۱ مول و سپس دوباره با آب مقطر شستشو شد. نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و بعد آسیاب شدند. نمونه آسیاب شده از الک ۰/۵ میلی متری عبور داده شد و میزان جذب عناصر معدنی آن اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ازت کل از روش تیتراسیون بعد از تقطیر استفاده شد (Wahing *et al.*, 1989). از هضم به روش سوزاندن خشک و ترکیب با اسید هیدروکلریک برای اندازه‌گیری فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم استفاده شد. پتاسیم به روش نشر شعله‌ای و آهن، منگنز، روی و مس نیز به روش جذب اتمی شعله‌ای اندازه‌گیری شدند (Wahing *et al.*, 1989; Elmer, 1982). برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

#### نتایج

اثر ورمی‌کمپوست بر درصد نیترژن (ازت) کل در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر ورمی‌کمپوست و کودهای زیستی و اثر متقابل ورمی‌کمپوست در کودهای

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Sand	Silt	Clay	Fe	Mn	Cu	Zn	Mg	Ca	K	P	
%	%	%	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(Meq/lit)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
۲۵/۵۱	۳۸/۷۸	۳۵/۷۱	۳/۱۸	۱۲/۸۸	۰/۴۲	۰/۳۷	۶۸	۹/۷۸	۵۸۰	۸/۱۶	۰/۱

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کودهای زیستی و ورمی کمپوست بر عناصر بادرنجبویه

میانگین مربعات									
ورژن	پتاسیم	فسفر	کلسیم	منیزیم	آهن	روی	منگنز	مس	
۲۲/۱	۳/۲۹**	۰/۴۵**	۰/۰۰۷**	۰/۰۲**	۱۰۹۹۳۲/۱۱**	۲۱۳۴/۶۹**	۴۵۲۳۵۲/۲۵**	۳/۷۷**	۲۲/۱
۲/۹	۰/۰۷**	۰/۰۳**	۰/۰۵۸**	۰/۰۳**	۷۹۶۳۷۲/۶۸**	۲۰۹/۳۳**	۵۰۰۹/۶۲**	۳۳/۷۹**	۲/۹
۰/۳	۰/۰۱**	۰/۰۴**	۰/۳۴**	۰/۱**	۲۰۱۴۴۳/۷۴**	۴۰۶/۹۳**	۴۷۶۷/۶۴**	۸۷/۶۳**	۰/۳
۰/۱	۰/۰۰۱ns	۰/۰۰۴**	۰/۰۴**	۰/۰۱**	۴۶۸۳۲/۹۳**	۳۲۴/۱۹**	۹۸۴۶/۷۱**	۳۲/۹۴**	۰/۱
۰/۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۲	۱۰/۷۱	۱/۷۸	۶/۴۳	۰/۵۸	۰/۱
۱۹	۳/۰۲۱	۱/۵۷	۳/۶۵	۳/۵۲	۰/۵۹	۳۰	۰/۵۴	۱۷/۲۴	۱۹

گی معنی دار و همبستگی معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ بین تیمارهاست.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح ورمی کمپوست بر عناصر بادرنجبویه

Cu	Mn	Zn	Fe	Mg	Ca	K	
(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(%)	(%)	(%)	(%)
۵/۱۵ a	۴۸۶/۸۶ a	۳۵/۹۵ c	۲۷۰/۰۵ c	۰/۳۶ c	۰/۵۱ a	۱/۵۱ c	۰/۱
۲/۵۲ b	۴۵۳/۸۵ b	۴۰/۹۲ b	۶۱۴/۰۲ b	۰/۴۵ b	۰/۴۶ b	۱/۶ b	۰/۱
۵/۶۳ a	۴۴۹/۵ c	۴۴/۲۵ a	۷۷۴/۲۳ a	۰/۴۶ a	۰/۳۷ c	۱/۶۶ a	۰/۱

تلاف معنی دار در بین میانگینهاست.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر انواع کود زیستی بر عناصر بادرنجبویه

Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)	Mg (%)	Ca (%)	K (%)	P (%)	N (%)
۲/۲ c	۴۹۱/۰۷ a	۴۸/۳۶ a	۶۵۰/۶۸ b	۰/۴۴ b	۰/۶۰ a	۱/۵۳ b	۰/۳۷ d	۲/۱۸
۲/۹۹ b	۴۵۳/۹۴ c	۴۲/۲۷ b	۶۸۵/۵۱ a	۰/۵۷ a	۰/۱۹ c	۱/۶۱ a	۰/۵۳ a	۲/۶۲
۳/۵۱ b	۴۳۷/۹۴ d	۳۲/۳۲ d	۵۱۹/۱ c	۰/۴۰ c	۰/۵۹ a	۱/۶۳ a	۰/۵۰ b	۲/۳۵
۹/۰۵ a	۴۷۱/۶ b	۳۸/۵۵ c	۳۵۵/۷۷ d	۰/۳۰ d	۰/۴۰ b	۱/۶ a	۰/۴۳ c	۲/۱۸

تلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست.

جدول ۵- اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست\* کود زیستی بر عناصر بادرنجبویه

Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)	Mg (%)	Ca (%)	K (%)	P (%)	N (%)
۰/۶۵ e	۵۹۴/۴۷ a	۴۵/۱۰ c	۳۶۲/۱۰h	۰/۴۰ ef	۰/۵۵ c	۱/۴۵ f	۰/۳۴ i	۱/۷۸ d
۱/۸۸ de	۴۶۱/۴۳ cd	۵۱/۰۳ b	۳۶۷/۰ h	۰/۶۰ a	۰/۳۷ g	۱/۵۳ ef	۰/۴۷ e	۲/۱۳ a-d
۲/۶۳ d	۴۵۲/۰۳ e	۱۴/۵۰ j	۲۰۷/۶۳ j	۰/۳۶ g	۰/۷۳ b	۱/۵۲ ef	۰/۴۸ d	۱/۷۰ d
۱۵/۴۷ a	۴۳۹/۵۳ g	۳۳/۲۰ i	۱۴۳/۴۷ k	۰/۱۳ h	۰/۴۰ f	۱/۵۵ ed	۰/۳۶ h	۱/۷۴ d
۱/۴۵ de	۴۶۴/۸۳ c	۴۲/۲۰ de	۶۹۳/۹۳ e	۰/۴۷ c	۰/۷۷ a	۱/۵۷ ed	۰/۴۲ g	۱/۹۷ cd
۱/۹۲ de	۴۵۸/۴۳ d	۳۶/۳۳ h	۹۲۵/۲۰ a	۰/۵۳ b	۰/۰۹ h	۱/۶۴ a-d	۰/۵۱ c	۲/۹ ab
۲/۰۱ de	۴۴۴/۵۳ f	۴۱/۶۳ d-f	۵۷۷/۶۳ g	۰/۴۲ e	۰/۵۵ c	۶۴/۱ a-d	۰/۴۷ e	۲/۴۰ a-d
۴/۷۰ c	۴۴۷/۶۳ f	۴۳/۵۳ cd	۲۵۹/۳۳ i	۰/۴۰ ef	۰/۴۳ e	۱/۵۹ c-e	۰/۴۴ f	۲/۰۸ b-d
۴/۵۲ c	۴۱۳/۹۳ h	۵۷/۸۰ a	۸۹۶/۰۳ b	۰/۴۵ cd	۰/۵۱ d	۱/۶۰ b-e	۰/۳۷ h	۲/۸۱ a-c
۵/۱۷ c	۴۳۹/۱۷ g	۳۹/۴۷ fg	۷۶۴/۳۳ b	۰/۶۰ a	۰/۱۲ h	۱/۶۸ ab	۰/۶۲ a	۲/۸۳ a-c
۵/۸۹ bc	۴۱۷/۲۷ h	۴۰/۸۳ e-g	۷۷۲/۰۳ c	۰/۴۴ d	۰/۵۰ d	۱/۷ a	۰/۵۷ b	۲/۹۸ a
۶/۹۸ b	۵۲۷/۶۳ b	۳۸/۹۳ g	۶۶۴/۵۳ f	۰/۳۸ f	۰/۳۷ g	۱/۶۷ a-c	۰/۵۱ c	۲/۷۲ a-c

تلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست.

## پتاسیم

نتایج مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی بر مقدار منگنز بیشترین مقدار را تیمار عدم تلقیح با میانگین  $491/07$  ppm نشان داد (جدول ۴). در نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها بر مقدار منگنز، بیشترین مقدار در تیمار ۱۱ (عدم مصرف کود) با میانگین  $594$  ppm مشاهده شد (جدول ۵).

## مس

در نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها بر مقدار روی بیشترین مقدار شاهد\*تلقیح با مایکوریزا و شبه مایکوریزا با میانگین  $15/47$  ppm مشاهده شد (جدول ۵).

## همبستگی

نتایج همبستگی ساده صفات نشان داد که نیتروژن با پتاسیم، فسفر و آهن همبستگی مثبت معنی دار داشت (جدول ۶).

## بحث

علت افزایش درصد نیتروژن در گیاه می تواند ناشی از آزاد شدن عنصر نیتروژن از ورمی کمپوست و نیز افزایش میزان رطوبت خاک و مدت زمان نگهداری آن در خاک در اثر مصرف ورمی کمپوست و نیز افزایش میزان فعالیت میکروارگانیسم های خاک باشد. هر عاملی که منجر به افزایش جذب یکی از عناصر فوق شود، می تواند در افزایش جذب نیتروژن تأثیرگذار باشد، به طوری که در بررسی گیاه رازیانه با سیستم های تغذیه ای مشاهده شد که بین شرایط تلقیح گیاه رازیانه با *Piriformospora indica* و شرایط عدم تلقیح از نظر میزان نیتروژن ساقه، برگ و دانه تفاوت معنی داری وجود دارد، به نحوی که غلظت نیتروژن در اندام هوایی در شرایط تلقیح نسبت به عدم تلقیح افزایش یافت (جمشیدی و همکاران، ۱۳۹۰). Salehi و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی مایه تلقیح میکروبی و ورمی کمپوست بر کشت گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) مشاهده کردند که اثر ورمی کمپوست، ژئولیت و باکتری های ریزوسفری به تنهایی بر درصد نیتروژن و همین طور اثر متقابل ورمی کمپوست و باکتری های ریزوسفری بر رشد گیاه افزایشی بود.

نتایج مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست بر درصد پتاسیم نشان داد که بیشترین درصد پتاسیم در تیمار مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست با میانگین  $1/66$ % نمایان بود (جدول ۳). در نتایج مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی بر درصد پتاسیم بیشترین درصد را تیمار تلقیح با شبه مایکوریزا با میانگین  $1/63$ % نشان داد (جدول ۴).

## کلسیم

مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها بر درصد کلسیم نشان داد که بیشترین درصد از تیمار ۵ تن ورمی کمپوست\*بدون تلقیح با میانگین  $0/77$ % بدست آمد (جدول ۵).

## منیزیم

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها بر درصد منیزیم نشان داد که بیشترین درصد از تیمار شاهد\*مایکوریزا و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست\*مایکوریزا با میانگین  $0/6$ % حاصل شد (جدول ۵).

## آهن

نتایج مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست بر مقدار آهن نشان داد که در تیمار ۱۰ تن در هکتار دارای بیشترین مقدار آهن با میانگین  $774/23$  ppm بود (جدول ۳). در نتایج مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی بر مقدار آهن بیشترین مقدار را تیمار تلقیح با میکوریزا با میانگین  $685/51$  ppm نشان داد (جدول ۴).

## روی

در نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها بر مقدار روی، بیشترین مقدار تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست\*بدون تلقیح با میانگین  $57/8$  ppm را نشان داد (جدول ۵).

## منگنز

نتایج مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست بر مقدار منگنز نشان داد که در تیمار شاهد (صفر) با میانگین  $486/86$  ppm بیشترین مقدار مربوط به منگنز بود (جدول ۳).

جدول ۶- همبستگی ساده صفات اثر کودهای بیولوژیک بر بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) در سال ۱۳۹۱

نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیوم	آهن	روی	منگنز	مس
۱								
فسفر	۰/۸۴ **							
پتاسیم	۰/۶۳ *	۰/۷۷ **						
کلسیم	-۰/۵۶ ns	-۰/۴۱ ns	-۰/۴۵ ns					
منیزیوم	۰/۵ ns	۰/۲۵ ns	۰/۵۲ ns	-۰/۳۳ ns				
آهن	۰/۸۷ **	۰/۶۳ *	۰/۴۱ ns	-۰/۳۳ ns	۰/۵۷ *			
روی	۰/۳۴ ns	۰/۰۳ ns	-۰/۲۴ ns	-۰/۱۶ ns	۰/۳۹ ns	۰/۴۰ ns		
منگنز	-۰/۳۳ ns	-۰/۵۰ ns	-۰/۳۴ ns	۰/۰۸ ns	-۰/۰۸ ns	-۰/۲۲ ns	۰/۰۱ ns	
مس	-۰/۰۴ ns	۰/۲۰ ns	-۰/۰۷ ns	-۰/۲۰ ns	-۰/۷۰ *	-۰/۲۸ ns	-۰/۱۶ ns	-۰/۲۷ ns

ns. \* و \*\* به ترتیب عدم همبستگی معنی دار و معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

قارچ های میکوریزا بر غلظت عنصر پتاسیم برگ لوبیا معنی دار بود.

مشاهده شد که ورمی کمپوست با افزایش آهن، مقدار منیزیوم را بالا می برد، چون بین منیزیوم و آهن همبستگی مثبت وجود دارد، بنابراین در دسترس بودن منیزیوم کافی به فتوسنتز آسان تر گیاه کمک خواهد کرد. در مورد میکوریزا نیز با افزایش نیتروژن، آهن زیاد شده و با افزایش آهن، منیزیوم هم زیاد شده است. محبوب خماسی (۱۳۸۹) گزارش کرد که مقدار ورمی کمپوست نشان دهنده افزایش معنی دار نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیوم در برگ گیاه در مقایسه با شاهد می باشد.

در تیمارهای ورمی کمپوست کلسیم کم شد که این عامل بسیار مناسبی برای افزایش پروتئین سازی می تواند باشد، چون کلسیم زیاد مانع فعالیت های منیزیوم در گیاه می شود (Cox et al., 1976).

در نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها بر مقدار آهن، بیشترین مقدار تیمار ۵ تن ورمی کمپوست × میکوریزا با میانگین ۹۲۵/۲ ppm مشاهده شد (جدول ۵). Mohammad و همکاران (۱۹۹۵) به این نتیجه رسیدند که همزیستی گندم بهاره با قارچ میکوریزی غلظت روی را در اندام هوایی بالا برد و غلظت آهن را کاهش داد. احمدآبادی

قارچ های میکوریزا با ریشه گیاهان به صورت همزیست زندگی کرده و به درون سلول های کورتکس راه می یابند و در عین حال با گسترش ریشه خود به درون خاک، جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر را که از تحرک اندکی برخوردار است، افزایش می دهند و به این ترتیب فسفر غیر قابل جذب در خاک را به صورت فسفر قابل استفاده برای گیاه در می آورند. امیرآبادی و همکاران (۱۳۸۸) بیان کردند که استفاده از قارچ میکوریزا موجب افزایش غلظت فسفر و کاهش برخی عناصر کم مصرف شد. در آزمایشی دیگر، غلظت فسفر در گیاه و دانه رازیانه در اثر تلقیح گیاه با شبه میکوریزا نسبت به شرایط عدم تلقیح افزایش یافت (جمشیدی و همکاران، ۱۳۹۰).

با توجه به اینکه ورمی کمپوست دارای خاصیت افزایش قابلیت نگهداری آب می باشد، بنابراین به دلیل اسیدهای آلی موجود در آن قادر است عناصر غذایی موجود در خاک به خصوص عناصر میکرو نظیر آهن را از طریق کمپلکس نمودن به صورت محلول در آورده و در اختیار گیاه قرار دهد (Rienecke & Vilijoen, 1990). مواد آلی حاوی مقدار زیادی پتاسیم می باشند که با تجزیه قابل استفاده گیاه می باشد. پارسا مطلق و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی تأثیر قارچ میکوریزا بر عناصر غذایی لوبیا مشاهده کردند که



باشد که افزایش یا کاهش غلظت عناصر کم مصرف در گیاهان تلقیح شده، به نوع گیاه و شرایط آزمایش ارتباط پیدا می‌کند.

بنابراین با توجه به همبستگی بین نیتروژن با پتاسیم، فسفر و آهن می‌توان بیان کرد که بین این ۴ عنصر رابطه مثبت در جذب و انتقال به گیاه وجود دارد که این مسئله می‌تواند به دلیل افزایش نیاز گیاه به جذب سایر عناصر بعد از جذب شدن یک عنصر یا چند عنصر از عناصر ذکر شده باشد و یا به عبارتی شرایط لازم ادافیکی برای جذب این عناصر مشابه می‌باشد. در این میان شاید نقش نیتروژن به دلیل مشارکت در پروتئین‌سازی و آهن در ساخت کلروفیل بیشتر از بقیه نمایان باشد، زیرا عنصر آهن برای ساخت کلروفیل ضروریست. عنصر آهن در تثبیت نیتروژن، فتوسنتز و انتقال الکترون نقش دارد (Bennet, 1993). این عنصر برای ساخت پروتئین مورد نیاز است و یک جزء از هموپروتئین است. همچنین آهن جزئی از تعدادی از آنزیم‌هاست که به عنوان بخشی از سیتوکروم و هموگلوبین در سیستم‌های آنزیمی تنفس انجام وظیفه می‌کند (Bennet, 1993). وجود همبستگی مثبت معنی‌دار بین سه عنصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم حکایت از اهمیت مدیریت تغذیه گیاه نسبت به استفاده از این سه عنصر دارد. وجود رابطه مثبت معنی‌دار بین منیزیم و آهن می‌تواند ناشی از مشارکت این دو عنصر در کلروفیل‌سازی، کمک به جذب یکدیگر و نیز نیاز داشتن به شرایط مشابه برای جذب باشد. بین عنصر مس و منیزیم همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده شد. گزارش شده است، عواملی که می‌توانند در کمبود آهن در گیاهان دخیل باشند شامل کمبود آهن در خاک، مصرف زیاد فسفر و آهن، مقدار زیاد فلزات سنگین مثل روی، مس و منگنز، درجه حرارت کم یا زیاد، مقدار زیاد نیتروژن بصورت نترات، تهویه ضعیف، نسبت‌های کاتیونی نامتوازن و آلودگی ریشه به نماتدها می‌باشد (Fageria, 1990).

به عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمار کودهای زیستی در

و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی کاربرد ورمی‌کمپوست بر گیاه گاوزبان (*Borago officinalis*) مشاهده کردند که ورمی‌کمپوست بر میزان غلظت عناصر کم مصرف (مس، منگنز، آهن و روی) در برگ و گل گاوزبان دارای اثر معنی‌دار بود و تعداد سال‌های بکارگیری ورمی‌کمپوست در برگ گیاه بر میزان غلظت روی، منگنز و آهن معنی‌دار بود، و در گل گیاه فقط بر میزان غلظت آهن و روی اثر معنی‌دار داشت. اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال‌های بکارگیری آنها نیز در برگ و گل گیاه فقط در مورد آهن اختلاف معنی‌دار نشان داد.

ورمی‌کمپوست با خاصیت بافری خود از نوسانهای pH جلوگیری می‌کند (Bowman & Reinecke, 1991) و در نتیجه عناصر به‌ویژه کاتیون‌ها راحت‌تر جذب می‌شوند، چون کاتیون‌ها در خاک‌های قلیایی رسوب می‌کنند و جذب آنها با مشکل روبرو می‌شود. Al-Karaki و Al-Raddad (۱۹۹۷) بیان کردند که در گیاهان تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزی افزایش جذب مس و روی انجام می‌شود.

امیرآبادی و همکاران (۱۳۸۸) بیان کردند که همزیستی قارچ میکوریزی *Glomus intraradices* بر غلظت منگنز و مس اندام‌های هوایی ذرت علوفه‌ای اثر معنی‌دار داشته است. ولی کارایی کمتری برای انتقال این عناصر به گیاه داشت. Bagayoko و همکاران (۲۰۰۰) در آزمایشی دریافتند، اگرچه میزان روی در گیاه ارزن با کلنیزاسیون میکوریزی افزایش یافته، ولی در گیاه نخود گاوی تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزی میزان روی کاهش قابل ملاحظه‌ای یافته، در حالی که در گیاه سورگوم در حالت تلقیح و عدم تلقیح میزان روی گیاه تقریباً برابر بوده است.

Marschner و Dell (۱۹۹۴) گزارش کردند که همزیستی گندم با قارچ‌های میکوریزی سبب افزایش غلظت مس و روی در اندام‌های هوایی گردید ولی موجب کاهش اندکی در غلظت آهن و منگنز گیاه شد، اما غلظت کلسیم و منیزیم تحت تأثیر تلقیح با قارچ‌های میکوریزی قرار نگرفت. امیرآبادی و همکاران (۱۳۸۸) نیز در همین زمینه اظهارات مشابهی کردند. نتایج محققان می‌تواند مؤید این نظر

۷۰۱ و ۲۵۰۳ کیلوگرم در هکتار و در تیمار استفاده از ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست به ترتیب ۱۸۰۳، ۶۰۰ و ۲۴۰۳ کیلوگرم در هکتار) می‌توان با در نظر گرفتن میزان عملکرد کل ماده خشک تولید شده، سهم هر یک از عناصر ماکرو اندازه‌گیری شده را در ماده خشک تیمارهای مختلف مشخص کرد (جدول ۷).

صفات عملکرد اندام هوایی، اندام زمینی و کل ماده خشک بادرنجبویه، و وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای ورمی کمپوست در صفات یادشده (عملکرد اندام هوایی، زمینی و کل ماده خشک به ترتیب در تیمارهای عدم مصرف کود ۱۲۷۷، ۷۰۸ و ۱۹۸۵ کیلوگرم در هکتار، در تیمار مصرف ۵ تن کود ورمی کمپوست در هکتار به ترتیب ۱۸۰۲،

جدول ۷- میزان عناصر ماکرو جذب شده از خاک تحت تیمارهای مختلف ورمی کمپوست توسط گیاه بادرنجبویه

Mg (kg/ha)	Ca (kg/ha)	K (kg/ha)	P (kg/ha)	N (kg/ha)	عملکرد کل ماده خشک (kg/ha)	تیمار
۷/۱۴	۱۰/۱۲	۲۹/۹۷	۸/۱۴	۳۶/۳۲	۱۹۸۵	شاهد
۱۱/۲۶	۱۱/۵۱	۴۰/۰۴	۱۱/۲۶	۵۸/۳۱	۲۵۰۳	۵ تن
۱۱/۰۶	۸/۹	۳۹/۸۹	۱۲/۲۵	۶۸	۲۴۰۳	۱۰ تن

عملکرد گیاه ریحان با مصرف ورمی کمپوست مشاهده شد، البته افزایش عملکرد با کاربرد کود ورمی کمپوست بر گیاه جو (Kumawat *et al.*, 2006)، نخود (Jat & Ahlawat, 2006)، گوجه فرنگی (Zaller, 2007) و اسفرزه (Astaraei, 2006) نیز مشاهده شد.

در تحقیقات مختلف عنوان شده‌است که همزیستی میکوریزایی، سبب افزایش جذب عناصر غذایی کم‌تحرک شده و آنها را به صورت قابل جذب برای گیاه در می‌آورد، از جمله این عناصر فسفر می‌باشد که بر رشد و عملکرد گیاه تأثیرگذار است (Smith & Read, 2008). قارچ میکوریزا بر روابط رطوبتی گیاه نیز تأثیر می‌گذارد و باعث افزایش آب موجود در بافت‌های گیاهی می‌شود (Auge, 2001)، که با نتایج تحقیقات ما مطابقت نداشت و نیاز به بررسی‌های بیشتر پیشنهاد می‌شود.

### منابع مورد استفاده

- احمدآبادی، ز.، قاجار سپانلو، م. و رحیمی آلاشتی، س.، ۱۳۹۰. اثر کاربرد ورمی کمپوست بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، ۱۵(۵۸): ۱۲۷-۱۲۵.

بنابراین می‌توان با در نظر گرفتن نیاز گیاه به ازای هر واحد تولیدی و وضعیت خاک و میزان قابلیت جذب هر یک از عناصر و نیز مسائل دیگر از جمله رطوبت خاک، pH، فعالیت میکروبی و غیره نسبت به انتخاب نوع کود و میزان آن اقدام کرد. با توجه به اینکه ورمی کمپوست منبعی غنی از عناصر پرمصرف، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و هورمون‌های محرک رشد گیاه است، می‌تواند سبب رشد گیاه شود (Prabha *et al.*, 2007). بنابراین ورمی کمپوست یکی از کودهای حاوی شرایط فوق می‌باشد اما مسئله ماندگاری کود در خاک، ماندگاری آثار کود در خاک و نیز مسئله اقتصادی آن می‌تواند بسیار مهم باشد، به طوری که در تحقیق Darzi و همکاران (۲۰۰۸) در گیاه رازیانه اثر افزایش ورمی کمپوست بر عملکرد گیاه تأیید شد. از آنجایی که ورمی کمپوست دارای تخلخل زیاد می‌باشد و از طرفی بر ساختمان خاک اثر می‌گذارد، توانایی جذب و نگهداری عناصر غذایی و آب را افزایش داده و علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در اختیار گیاه قرار داده، در نتیجه رشد و عملکرد گیاه بهتر خواهد شد (Arancon *et al.*, 2004). در تحقیق Anwar و همکاران (۲۰۰۵)، افزایش

- Bagayoko, M., George, E., Romheld, V. and Buerkert, A.B., 2000. Effects of mycorrhizal fungi and phosphorus on growth and nutrient uptake of millet, cow pea and sorghum in West African. *The Journal of Agricultural Science*, 135: 399-407.
- Bajaj, Y.P.S., 1993. *Biotechnology in Agriculture and Forestry* 24. Springer-verlag, 242-267.
- Bennett, W.F., 1993. Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. The APS Press, The American Phytopathologica, 350p.
- Bowman, H. and Reinecke, A., 1991. A defined medium for the study of growth and reproduction of earthworm *Eisenia fetida* (Oligochaeta). *Journal of Biology and Fertility of Soils*, 10(4): 285-289.
- Cabello, M., Irrazabal, G., Bucsinszky, A.M., Saparrat, M. and Schalamuk, S., 2005. Effect of an arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus mosseae*, and a rock-phosphate-solubilizing fungus, *Penicillium thomii*, on *Mentha piperita* growth in a soilless medium. *Journal of Basic Microbiology*, 45: 182-189.
- Claudio, P.J., Raphael, B., Alves, F., Kamiila, L.R., Brunade, S.N. and Priscila, M., 2009. Zn (II) adsorption from synthetic solution and kaolin wastewater on vermicompost. *Journal of Hazardous Materials*, 162: 804-811.
- Cox, G., Sanders, F.E., Tinker, P.B. and Wild, J.A., 1976. Ultrastructural evidence relating to host-endophyte transfer in a vesicular-arbuscular mycorrhiza. In: Sanders, F.E., Mosse, B. and Tinker, P.B., (Eds.), *Endomycorrhizas*. Proceedings of a Symposium held at the University of Leeds, 22-25 July 1974, Academic Press, London, 297-312.
- Darzi, M., Ghalavand, A. and Rejali, F., 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fenel (*Feoniculum vulgare*). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10(1): 88-109.
- Elmer, P., 1982. Biochemistry, BC5, BC7. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Perkin-Elmer Cooperation, Norwalk, CT, p, 200.
- Fageria, N.K., Baligar, V.C. and Wright, R.J., 1990. Iron nutrition of plants: an overview on the chemistry and physiology of its deficiency and toxicity. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 25(4): 553-570.
- 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.
- Kumawat, P.D., Jat, N.L. and Yadav, S.S., 2006. Effect of organic manure and nitrogen fertilization on growth, yield and economics of barley (*Hordeum* - امیرآبادی، م.، رجالی، ف.، اردکانی، م.ر. و برجی، م.، ۱۳۸۸. تأثیر کاربرد مایه تلقیح ازتو باکتر و قارچ میکوریزی بر جذب برخی عناصر معدنی توسط ذرت علوفه‌ای (رقم سینگل کراس 704) در سطوح مختلف فسفر. پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب)، ۱۰۷-۱۱۵: (۱)۲۳.
- پارسا مطلق، ب.، محمودی، س.، سیاری زهان، م.ح. و نقی‌زاده، م. ۱۳۹۰. تأثیر قارچ میکوریزا و کود فسفر بر غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی و عناصر غذایی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط تنش شوری. بوم‌شناسی کشاورزی، ۳(۲): ۲۳۳-۲۴۴.
- جمشیدی، ا.، امیر قلاوند، ا.، سفیدکن، ف. و محمدی گل‌تپه، ا. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای (آلی، شیمیایی، بیولوژیک و تلفیقی) بر عملکرد و غلظت عناصر شاخ و برگ و دانه رازیانه. علوم محیطی، ۸(۴): ۷۲-۵۹.
- محبوب خماسی، ع. ۱۳۸۹. اثر ورمی‌کمپوست خاک اره در بستر کشت گلدانی بر تغذیه و رشد گیاه دیفن باخیا. به‌زراعی نهال و بذر، ۲۶-۲۴: (۴)۲-۴۳۵-۴۴۴.
- Al-Karaki, G.N. and Al-Raddad, A., 1997. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Mycorrhiza*, 7: 83-88.
- Anwar, M.D., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A. and Khanuja, S., 2005. Effect of organic manure and inorganic fertilizer on growth, herb, 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. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93(2): 145-153.
- Astaraei, A., 2006. Effect of municipal solid waste compost and vermicompost on yield and yield components of *Plantago ovata*. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 3: 180-187.
- Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A. and Metzger, J.D., 2002. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology*, 81: 103-108.
- Auge, R.M., 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*, 11: 3-42.

- (Oligochaeta). *Biology and Fertility of Soils*, 10(3): 184-187.
- Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzade, A., 2011. 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.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(2): 188-201.
  - Sharma, A.K., 2002a. *Biofertilizers for Sustainable Agriculture*. Agrobios, India, 407p.
  - Sharma, A.K., 2002b. *A Handbook of Organic Farming*. Agrobios, India, 627p.
  - Singh, A., Sharma, J., Rexer K.H. and Varma, A., 2000. Plant productivity determinants beyond Minerals, water and light. *Piriformospora indica: a revolutionary plant growth promoting fungus*. *Current Science*, 79: 101-106.
  - Smith, S.E. and Read, D.J., 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, London, UK, 800p.
  - Varma, A., Verma, S., Sahay, N., Butehorn, B. and Franken, P., 1999. *Piriformospora indica*, a cultivable plantgrowth- promoting root endophyte. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(6): 2741-2744.
  - Wahing, I., Van, W., Houba, V.J.G. and Van der lee, J.J., 1989. *Soil and plant analysis, a series of syllabi. part 7, plant analysis procedure*. Wageningen Agriculture University, The Netherlands.
  - Weiss, R.F. and Fintelmann, V., 2000. *Herbal Medicine*. Thieme Medical Publisher, Stuttgart, New York, 448p.
  - 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: 191-199.
  - *vulgare*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*. 76(4): 226-229.
  - Marschner, H. and Dell, B., 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*, 159: 89-102.
  - Matos, G.D. and Arrunda, M.A.Z., 2003. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. *Process Biochemistry*, 39: 81-88.
  - McGimpsey, J., 1993. *Lemon balm-Melissa officinalis*. [online]. Christchurch, New Zealand: New Zealand Institute for Crop and Food Research Limited. [accessed August 7, 2006]. Available from Word Wide Web (<http://www.semec.ws/cropfood/psp/broadshe/lemon.htm>).
  - Mohammad, M.J., Pan, W.L. and Kennedy, A.C., 1995. Wheat responses to vesicular arbuscular mycorrhizal fungi inoculation of soils from eroded to posequence. *Journal of American Soil Science Society*, 59: 1086-1090.
  - Morelli, I., 1977. Constituents and use of *Melissa officinalis*, *Bollettino Chimico Farmaceutico*, 116(6): 334-340.
  - Oelmuller, R., Sherameti, I., Tripathi S. and Varma, A., 2009. *Piriformospora indica*, a cultivable root endophyte with multiple biotechnological applications. *Symbiosis*, 49: 1-17.
  - 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.
  - Rienecke, A.J. and Vilijoen, S.A., 1990. The influence of feeding patterns on growth and reproduction of the vermicomposting earthworm *Eisenia fetida*

## Elements uptake in Balm (*Melissa officinalis* L.) under the effect of mycorrhiza and *Piriformospora indica* and vermicompost

B. Abbaszadeh<sup>1\*</sup> and F. Zakerian<sup>2</sup>

1\*- Corresponding author, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: babaszadeh@rifr-ac.ir

2- MSc., Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

Received: June 2014

Revised: October 2014

Accepted: December 2014

### Abstract

In order to investigate the effect of vermicompost, mycorrhiza and semimycorrhiza (*Piriformospora indica*) on some micro and macro elements of Balm (*Melissa officinalis* L.), this experiment was conducted in the Alborz research station, Research Institute of Forests and Rangelands, Karaj, Iran, in 2012. The experiment was conducted as factorial in a randomized complete blocks design with three replications. Factors included vermicompost at three levels (0, 5 and 10 t/ha), and inoculation with biofertilizers at four levels (control, inoculation with *Glomus mosseae*+*G. intraradices*, *Piriformospora indica*, and *Glomus mosseae*+*G. intraradices*+*Piriformospora indica*). Results indicated that vermicompost and biofertilizer significantly affected the content of potassium, phosphorus, calcium, magnesium, iron, zinc, manganese and copper ( $p<0.01$ ). Moreover, vermicompost application significantly affected nitrogen content at  $p<0.01$ . Results indicated that interaction of vermicompost and biofertilizer significantly affected the content of phosphorus, calcium, magnesium, iron, zinc, manganese and copper ( $p<0.01$ ). According to mean comparisons of simple effects, the highest content of nitrogen (2.83%) and potassium (1.66%) was obtained from application of 10 t/ha vermicompost. The highest content of phosphorus (0.53%) belonged to the use of mycorrhiza (*Glomus mosseae*+*G. intraradices*). Mean comparisons of the interaction effects indicated that the highest content of phosphorus was obtained from application of 10 t/ha vermicompost×mycorrhiza (*Glomus mosseae*+*G. intraradices*). The highest content of calcium (0.77%) was obtained from 5ton/ha vermicompost × non-inoculation. The highest content of magnesium (0.6%) was obtained from the treatments of no vermicompost × mycorrhiza (*Glomus mosseae*+*G. intraradices*) and 10 t/ha vermicompost×mycorrhiza (*Glomus mosseae*+*G. intraradices*). The highest amount of iron (925.6ppm) was obtained from the treatment of 5 t/ha vermicompost × mycorrhiza (*Glomus mosseae*+*G. intraradices*). Results indicated that the use of mycorrhizae and vermicompost could increase the uptake of most elements in the study species.

**Keywords:** Balm (*Melissa officinalis* L.), vermicompost, mycorrhiza, semimycorrhiza, essential oil.