

بررسی تأثیر ورمی کمپوست و کودهای بیولوژیک بر برخی خصوصیات کمی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

فاطمه شیرزادی^{1*}، محمدرضا اردکانی² و هادی اسدی رحمانی³

تاریخ دریافت: 1392/04/11

تاریخ پذیرش: 1393/12/02

چکیده

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) متعلق به تیره نعناع است که بعنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و بصورت سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد. امروزه مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده‌ای از جمله آلودگی منابع آب، خاک و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است. استفاده از منابع بیولوژیک به جای منابع شیمیایی، نقش مهمی در باروری و حفظ فعالیت بیولوژیک خاک، افزایش کیفیت محصولات کشاورزی و سلامت اکوسیستم دارد. بدین منظور آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد کرج واقع در ماهدشت در بهار و تابستان 1391 انجام گرفت. آزمایش مزرعه‌ای بصورت فاکتوریل با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل: قارچ میکوریزا *Glomus intraradices*، باکتری *Azotobacter chroococcum* و ورمی کمپوست بودند که هر کدام در دو سطح، مصرف و عدم مصرف اعمال شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سه‌گانه میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست باعث افزایش صفات رشد ریحان نسبت به شاهد شد. ارتفاع بوته، تعداد برگ بوته، تعداد گل آذین بوته، قطر ساقه و عملکرد وزن خشک ($p \leq 0/05$) و عملکرد وزن تر اندام هوایی ($p \leq 0/01$)، معنی‌دار بودند. لذا استفاده از کودهای بیولوژیک به منظور افزایش خصوصیات کمی گیاه ریحان موثر است.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر، رشد، گیاه دارویی، عملکرد، میکوریزا

مقدمه

برای دستیابی به توسعه پایدار در کشاورزی و تحقق اهداف پیش-بینی شده در این راستا استفاده از راهکارهای مناسب برای تأمین نیاز غذایی گیاه ضروری خواهد بود که استفاده از کودهای بیولوژیک می-تواند راهکار مؤثری باشد (Sokhan Sanj, 2001). به منظور افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح، تولیدکنندگان به کودهای شیمیایی روی آورده‌اند، این کودها در درازمدت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها را تخریب کرده و با کاهش نفوذپذیری در خاک، نفوذ ریشه گیاهان را دچار مشکل ساخته و در نهایت کاهش عملکرد را به دنبال خواهند داشت (Sharma, 2002). از طرف دیگر باعث کاهش کیفیت تولیدات کشاورزی و مشکلات زیست محیطی و آلودگی آب-های زیرزمینی نیز می‌شوند (Wu et al., 2005). عنصر نیتروژن، بخش اصلی بسیاری از ترکیب‌های شیمیایی مانند پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک بوده و قسمتی از کلروفیل را نیز تشکیل می‌دهد و عنصری است که در بیشتر موارد، کاهش آن باعث کاهش رشد

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گیاهی علفی، یکساله، معطر از گیاهان مهم متعلق به تیره نعناع (Lamiaceae) است که بعنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و بصورت سبزی تازه استفاده می‌شود (Ozcan et al., 2005; Omidbaigi, 2005). ریحان در اقلیم‌هایی با دمای هوای بین 7 تا 27 درجه سانتیگراد، بارندگی سالیانه 0/6 تا 42 متر و اسیدیته خاک 4/3 تا 8/2 کشت و کار می‌شود. از نظر عملکرد تفاوت-های زیادی بخاطر شرایط محیطی، نحوه مدیریت کاشت و داشت وجود دارد (Akbarinia et al., 2008).

¹ و ² - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و استاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج
³ - دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب کرج
* - نویسنده مسئول: (Email: Shirzady_13@yahoo.com)

بررسی تأثیر کاربرد این گروه از میکروارگانیسم‌ها روی پارامترهای رشد گیاه دارویی ریحان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج واقع در ماهدشت در سال زراعی 91-1390 انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل: فارچ میکوریزا اسپور مخلوط با خاک و ماسه سوبه *Intraradices Glomus*، مایه تلقیح باکتری *Azotobacter chroococcum* و ورمی کمپوست با منشأ دامی (تولید شرکت ایده پردازان نیوشاک) بودند که هر کدام در دو سطح، مصرف و عدم مصرف بکار برده شدند. مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد کرج دارای گواهینامه کشت ارگانیک می‌باشد و زمین اجرای آزمایش به مدت چهار سال آیش بوده است. اندازه هر کرت آزمایش نه متر مربع و شامل شش خط کاشت بود که نمونه‌برداری از چهار خط میانی انجام شد و یک خط از هر سمت بعنوان اثر حاشیه‌ای لحاظ گردید. فاصله بین ردیف‌ها 50 سانتی‌متر در نظر گرفته شد و فاصله بوته‌ها روی ردیف از یکدیگر سه سانتی‌متر بود. میکوریزا و ورمی کمپوست در زیر بذر اعمال شد. از توباکتر بصورت بذرمال (تلقیح با بذر و آب) اعمال شد. بذر ریحان از موسسه تولید بذر گیاه ایران تهیه شد و بصورت دستپاش در خط مستقیم کشت شد و روی بذرهای ماسه بادی پوشانده شد و بلافاصله آبیاری کرتی انجام شد، در ابتدای فصل رشد سه روز یکبار و سپس هفته‌ای یکبار آبیاری انجام شد. در مرحله چهار برگی عملیات تنک کردن بوته‌ها به فاصله سه سانتی‌متر انجام شد. لازم به ذکر است که در این تحقیق از مواد شیمیایی جهت کنترل علف‌های هرز و آفات استفاده نشد و از روش‌های مدیریت زراعی کشت ارگانیک استفاده شد. اندازه‌گیری شاخص‌ها و صفات در مرحله 50 درصد گلدهی انجام شد. جهت اندازه‌گیری ارتفاع بوته‌ها از سانتی‌متر استفاده شد و برای اندازه‌گیری وزن تر گیاه از ترازوی دیجیتال استفاده شد. برای عملکرد ماده خشک گیاه، نمونه‌ها در پاکت گذاشته شدند و به مدت 48 ساعت در دمای 70 درجه سانتی-گراد در آون قرار داده شدند و سپس توزین شدند. برای اندازه‌گیری ساقه گیاه از کولیس دیجیتال استفاده شد. منظور از تعداد برگ، برگ‌های کاملاً توسعه یافته گیاه ریحان می‌باشد. به منظور اثبات همزیستی میکوریزایی با ریشه درصد کلونیزاسیون ریشه به روش

گیاهان سبز می‌شود (Ojaqhllo, 2007).

فسفر نیز بعد از نیتروژن مهمترین عنصر مورد نیاز برای تولید محصول است. فسفر در کلیه فرایندهای بیوشیمیایی، واکنش‌های انتقال انرژی، فتوسنتز و انتقال خصوصیات ژنتیکی نقش دارد مقادیر زیادی از فسفر موجود در کودهای شیمیایی بعد از ورود به خاک، نامحلول شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود. از طرف دیگر تحرک این عنصر در خاک بسیار کم است و نمی‌تواند پاسخگوی جذب سریع آن توسط گیاه باشد. فراهمی و تحرک فسفر در خاک وابستگی زیادی به pH دارد. در خاک‌های اسیدی فسفر خاک با آهن و آلومینیم ترکیب شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود لذا کم‌تحرک است. در pH 6/5 فسفر دارای بیشترین تحرک است. در خاک‌های آهکی که pH بالا است، فسفر با کلسیم موجود ترکیب شده و مجدداً از دسترس خارج می‌شود. لذا هم در خاک‌های اسیدی و هم قلیایی تحرک فسفر کم است و در محدوده خنثی یا 6/5 بیشترین تحرک را دارد. کودهای بیولوژیک از مؤثرترین راهکارها جهت تأمین این عناصر در سطح مطلوب هستند (Hassanzadeh et al., 2007). امروزه با توجه به مشکلاتی که به دنبال مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی بوجود آمده، کاربرد کودهای بیولوژیک مورد توجه بیشتری قرار گرفته است (Zaidi et al., 2003). کودهای بیولوژیک به مجموعه مواد نگهدارنده با تعداد زیادی از یک یا چند میکروارگانیسم مفید خاکزی و یا فرآورده‌های متابولیک آنها اطلاق می‌شود که بیشتر به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و ایجاد شرایط فیزیکی و شیمیایی مناسب خاک برای رشد و نمو گیاه مصرف می‌شود. کودهای زیستی به صورت مایه تلقیح زنده برای مصرف در خاک و یا مصرف همراه با بذر تولید می‌شوند (Saleh Rastin, 2001; Hamidi et al., 2006).

در حال حاضر یک سوم داروهای مورد استفاده را داروهای با منشأ گیاهی تشکیل می‌دهند. نیاز روزافزون کارخانه‌های داروسازی به ماده اولیه و لزوم حفظ منابع طبیعی گیاهی، اهمیت مطالعه روی کشت و فرآوری گیاهان دارویی را دوچندان نموده است (Badi, 2000). با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی در صنایع مختلف، نکته مهم در تولید این گیاهان، افزایش تولید بیوماس آنها بدون کاربرد نهاده‌های شیمیایی است؛ به طوری که استفاده از گونه‌های میکروبی همیار با گیاهان دارویی در بهبود عملکرد و کیفیت آنها مؤثر خواهد بود (Karthikeyan et al., 2008; Koocheki et al., 2008). به همین منظور تحقیق حاضر با هدف

فیلپس و هیمن انجام شد و نتایج حاکی از برقراری همزیستی میکوریزی با ریشه گیاهان بود. داده‌های این آزمایش توسط نرم‌افزار آماری SAS 9.1 تجزیه و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن (در سطح احتمال پنج درصد) انجام شد.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زمین

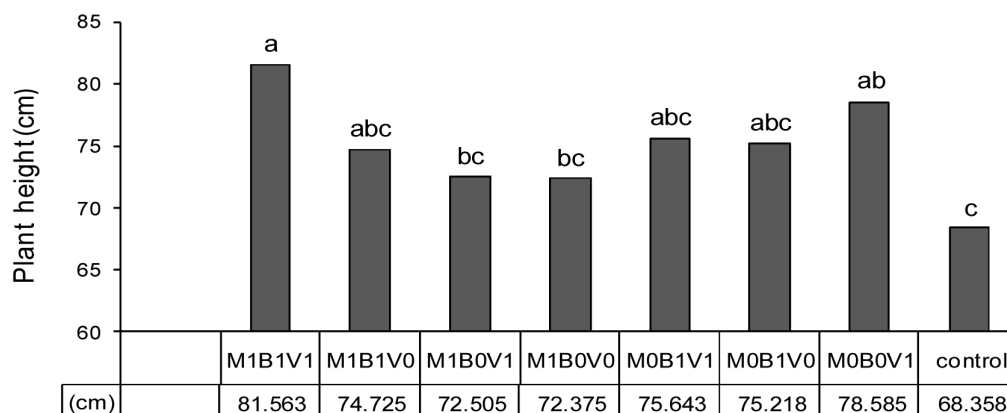
Table 1- Physico-chemical characteristics of cultivated soil

بافت خاک Soil texture	نیتروژن کل Total nitrogen	فسفر قابل دسترس Available P	پتاسیم K	مس Cu	روی Zn	منگنز Mn	آهن Fe	کربن آلی Organic carbon	هدایت الکتریکی EC	
			(میلی‌گرم بر کیلوگرم) (mg.kg ⁻¹)					(%)	دسی زیمنس بر مترمربع اسدیته کل اشباع pH (dS.m ⁻¹)	
لومی Loamy	0.1	9.68	452	1.5	0.7	16.3	3.66	1.1	7.7	1.7

جدول 2- نتایج خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست

Table 2- Analysis of chemical characteristics for vermicompost

رطوبت Humidity	نیتروژن کل Total nitrogen	فسفر قابل دسترس Available P	پتاسیم K	منیزیم Mg	کلسیم Ca	کربن آلی O.C	نسبت کربن به نیتروژن C/N	مواد آلی OM	اسدیته pH	هدایت الکتریکی EC
			(%)					(%)		دسی زیمنس بر مترمربع (dS.m ⁻¹)
9.65	2.21	0.63	1.25	1.8	5.4	21.2	9.6	36.6	9.16	4.1



شکل 1- اثر متقابل سه گانه مایکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست بر ارتفاع گیاه ریحان

Fig. 1- The triple interaction of mycorrhiza and Azotobacter and vermicompost on plant height of Basil

M₁: با مایکوریزا، B₁: با ازتوباکتر، V₁: با ورمی کمپوست، M₀: بدون مایکوریزا، B₀: بدون ازتوباکتر و V₀: بدون ورمی کمپوست

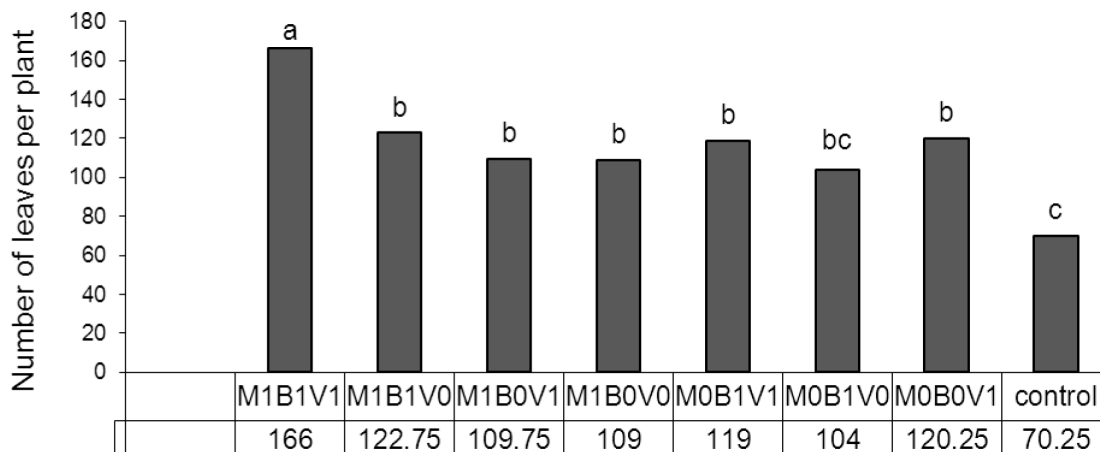
M₁: with mycorrhiza, B₁: with Azotobacter, V₁: Use vermicompost,

M₀: without mycorrhiza, B₀: without Azotobacter and V₀: Without vermicompost

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کاربرد ورمی کمپوست و کودهای بیولوژیک بر خصوصیات رشد و عملکرد ریحان
Table 3- Analysis of variance of quantitative traits in basil

وزن خشک Dry weight	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	تعداد گل آذین بوته Number of inflorescences per plant	تعداد برگ بوته Number of leaves per plant	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع Plant height	منابع تغییرات S.O.V	
						df	درجه آزادی
4102.2813 ^{ns}	124808.833 ^{ns}	6.37500000*	2388.583333*	0.15202520 ^{ns}	19.4783917 ^{ns}	3	تکرار Replication (M)
289370.2813**	596778.125 ^{ns}	10.12500000*	4418.000000**	0.28106253 ^{ns}	5.6616125 ^{ns}	1	مایکوبیژا (M) Mycorrhizal (M)
243427.5313**	1458632**	3.12500000 ^{ns}	5253.125000**	0.90081753**	117.4278125*	1	ازتوباکتر (B) Azotobacter (B)
178652.5313**	5040312.5**	6.12500000 ^{ns}	5940.500000**	1.07567778**	155.2322*	1	ورمی کمپوست (V) Vermicompost (V)
10046.5313 ^{ns}	2476425.125**	3.12500000 ^{ns}	703.125000 ^{ns}	0.19328653 ^{ns}	28.05005 ^{ns}	1	مایکوبیژا هازتوباکتر Mab
12760.0313 ^{ns}	137550.125 ^{ns}	0.12500000 ^{ns}	220.500000 ^{ns}	0.01553203 ^{ns}	6.7896125 ^{ns}	1	مایکوبیژا هازورمی کمپوست M&V
1696.5313 ^{ns}	12640.5 ^{ns}	0.12500000 ^{ns}	28.125000 ^{ns}	0.08313003 ^{ns}	4.7895125 ^{ns}	1	ازتوباکتر هورمی کمپوست B&V
39691.5313*	2550411.125**	10.12500000*	3003.125000*	0.69767578*	136.29005*	1	مایکوبیژا هازتوباکتر هورمی کمپوست M&B&V
9046.7336	162689.02	1.89880952	562.25000	0.11314032	22.725625	21	خطا Error
12.70998	17.5607	30.05291	20.59658	7.659800	6.367117	-	ضریب تغییرات (%) C.V (%)

*، **، *** و ns: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیرمعنی دار
*، **، *** and ns: are significant at 5 and 1% probability levels and non-significant, respectively.



شکل 2- اثر متقابل سه گانه میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست بر تعداد برگ در بوته گیاه ریحان
 Fig 2 - The triple interaction of mycorrhiza and Azotobacter and vermicompost on plant leaves of basil.

M₁: با میکوریزا، B₁: با ازتوباکتر، V₁: با ورمی کمپوست، M₀: بدون میکوریزا، B₀: بدون ازتوباکتر و V₀: بدون ورمی کمپوست
 M₁: with mycorrhiza, B₁: with Azotobacter, V₁: Use vermicompost,
 M₀: without mycorrhiza, B₀: without Azotobacter and V₀: Without vermicompost

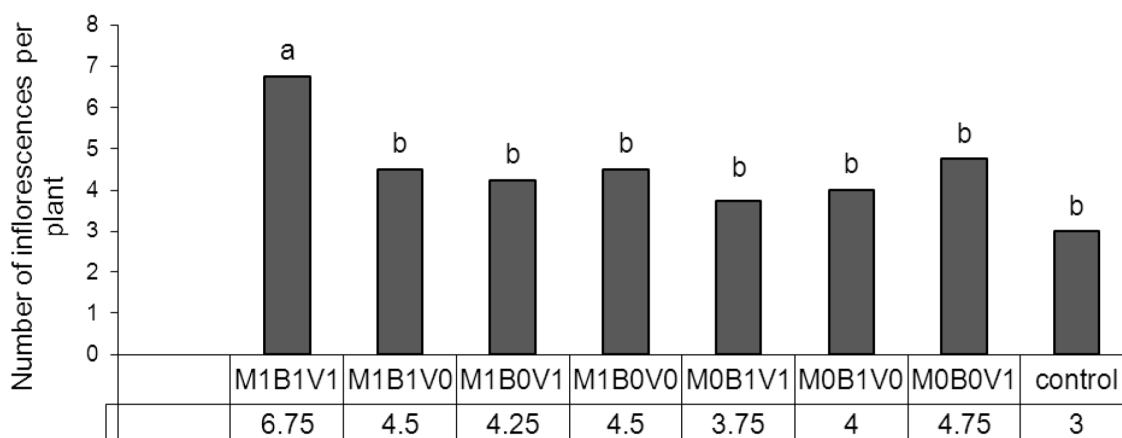
نتایج و بحث

کمترین تعداد 70 برگ مربوط به تیمار شاهد در گروه c قرار داشت. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل سه گانه میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست در سطح (p ≤ 0/05) تأثیر معنی داری بر تعداد گل آذین گیاه ریحان داشت، بر اساس جدول مقایسه میانگین ها، بیشترین تعداد گل آذین در هنگام مصرف میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست در گروه a و کمترین تعداد گل آذین مربوط به تیمار شاهد در گروه b بود. در واقع هر گل آذین حاوی تعدادی بذری می باشد و این صفت کمی می تواند برای تولید بذری بیشتر کاربردی باشد.

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل سه گانه میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست در سطح (p ≤ 0/05) تأثیر معنی داری بر قطر ساقه گیاه ریحان داشت، بر اساس جدول مقایسه میانگین ها، بیشترین قطر ساقه در هنگام مصرف میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست 5/1345 میلی متر در گروه a قرار داشت و کمترین قطر ساقه مربوط به تیمار شاهد 3/9495 میلی متر بود. کودهای زیستی و باکتری های حل کننده فسفات با جذب بهتر عناصر غذایی و تغذیه مناسب و در نتیجه افزایش میزان فتوسنتز و رشد گیاه، در نهایت، باعث بهبود گلدهی و افزایش تعداد سرشاخه گلدار در بوته گردیده است.

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل سه گانه میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست تأثیر معنی داری (p ≤ 0/05) بر ارتفاع گیاه ریحان داشت، بر اساس جدول مقایسه میانگین ها، بیشترین ارتفاع گیاه در هنگام مصرف ورمی کمپوست، میکوریزا و ازتوباکتر 81/5 سانتی متر در گروه a قرار داشت و کمترین ارتفاع در تیمار شاهد 68/4 سانتی متر در گروه c قرار گرفت. در خصوص اثر میکروارگانیزم های مفید بر افزایش ارتفاع بوته، باید اظهار داشت که این امر احتمالاً ناشی از افزایش جذب عناصر غذایی، به ویژه فسفر و نیتروژن توسط مایکوریزا و تأثیر آن بر بهبود فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد بوته بوده است. نتایج این آزمایش با نتایج تحقیق روی چای با مصرف قارچ میکوریزا و باکتری های حل کننده فسفات (Hazarika et al., 2000)، مصرف ازتوباکتر و آزوسپریلیوم روی رازیانه (Azzaz et al., 2009)، مصرف باکتری های حل کننده فسفات روی گیاه نعناع فلفلی (Mentha piperita L.) (Swaefty) (Hend et al., 2007) دارای نتیجه مشابهی است.

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل سه گانه میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست در سطح تأثیر معنی داری (p ≤ 0/05) بر تعداد برگ گیاه ریحان داشت. بر اساس جدول مقایسه میانگین ها، بیشترین تعداد برگ (166) کاملاً توسعه یافته) با مصرف میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست در گروه a قرار داشت و



شکل 3- اثر متقابل سه گانه میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست بر تعداد گل آذین بوته گیاه ریحان

Fig 3- The triple interaction of mycorrhiza and Azotobacter and vermicompost on the number of inflorescences per plant of basil.

M₁: با میکوریزا، B₁: با ازتوباکتر، V₁: با ورمی کمپوست، M₀: بدون میکوریزا، B₀: بدون ازتوباکتر و V₀: بدون ورمی کمپوست
 M₁: with mycorrhiza, B₁: with Azotobacter, V₁: Use vermicompost,
 M₀: without mycorrhiza, B₀: without Azotobacter and V₀: Without vermicompost

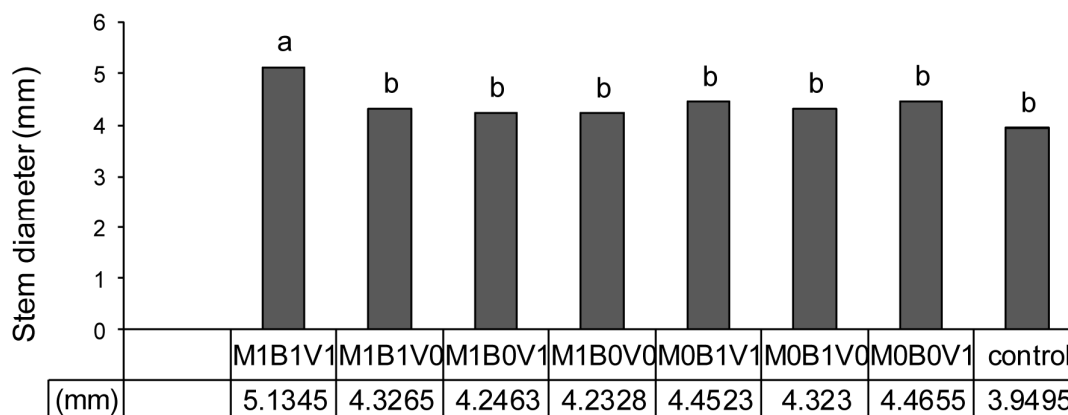
سرشاخه های گلدار ایجاد کند) و یا با ازدیاد رشد ریشه و به تبع آن افزایش زمینه دسترسی به آب و املاح، رشد بیشتر بخش هوایی گیاه را ممکن سازد (Mostajeran & Amooaghaie, 2007). نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج ریبادو و همکاران (Ribaud et al., 2006) در خصوص مصرف آروسپیریلیوم روی گیاه گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) و با نتایج آزات و همکاران (Azzaz et al., 2009) مصرف باکتری های حل کننده فسفات بر روی گیاه دارویی رازیانه مطابقت دارد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل سه گانه میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست در سطح (p ≤ 0/05) تأثیر معنی داری بر وزن خشک ریحان داشت، بر اساس مقایسه میانگین ها، بیشترین وزن خشک 1071 کیلوگرم درهکتار با مصرف میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست بدست آمد که در گروه a بود در حالیکه کمترین وزن خشک مربوط به تیمار شاهد در گروه c بود. استفاده از ورمی کمپوست و کودهای بیولوژیک موجب افزایش عملکرد وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در این تحقیق و استفاده از کود ورمی کمپوست و کودهای بیولوژیک از جمله باکتری های حل کننده فسفات در تحقیقات (Vinutha, 2005; Balakumbahan & Rajamani, 2010; Ajimoddin et al., 2005; Kumar & Singh, 2001; Shalan, 2005; Banchio et

در این تحقیق با مصرف کودهای بیولوژیک و ورمی کمپوست تعداد برگ و گل آذین افزایش یافت، این نتیجه با نتایج تهامی زرنندی و همکاران (Tahami Zarandi et al., 2010) مصرف کودهای آلی شامل ورمی کمپوست، کود گاوی، کود گوسفندی، کود مرغی بر روی گیاه ریحان و نتایج درزی و همکاران (Darzi et al., 2006; Azzaz et al., 2009; Badran & Safwat, 2004) مصرف باکتری های حل کننده فسفات، کود دامی و نیتروکسین و ورمی کمپوست بر روی رازیانه (Falahi et al., 2009) و مصرف کود گاوی، کمپوست، ورمی کمپوست بر روی بابونه آلمانی، مطابقت دارد. افزایش برگ به عنوان اصلی ترین اندام گیاهی جهت انجام عمل فتوسنتز و تولید آسیمیلات در گیاه، به دلیل اثر مثبت نیتروژن روی رشد رویشی می باشد. به طور کلی باکتری های محرک رشد گیاه از طریق تثبیت نیتروژن مولکولی موجود در اتمسفر، حلالیت فسفر نامحلول، افزایش دسترسی به عناصر غذایی در ناحیه ریزوسفر، توسعه سیستم ریشه ای و افزایش سطح جذب یون ها و ترشح هورمون های رشدی در مراحل مختلف رشدی باعث تحریک رشد گیاه می شوند و با تولید بیشتر مواد فتوسنتزی در افزایش تولید نقش مهمی دارند (Glick, 1995). اثر هورمونی القا شده در گیاه توسط تثبیت کننده های نیتروژن مانند ازتوباکتر ممکن است یا به طور مستقیم تغییراتی در مورفولوژی ساقه گیاهان تلقیح شده (قطور شدن ساقه، افزایش شاخ و برگ و تعداد

خشک اندام هوایی گیاهان می‌شود (Kumar & Singh, 2001). میکوریزا موجب افزایش رشد گیاه می‌شود، که دلیل آن توانایی گیاه همزیست با قارچ در جذب کارآمد برخی عناصر معدنی مانند فسفر می‌باشد. محتوای فسفر بر صفات فیزیولوژیک گیاه از جمله فرآیند فتوسنتز مؤثر است که موجب بهبود رشد و عملکرد گیاهان می‌شود (Podila & Douds, 2001).

(al., 2009) و نیز در تحقیقی مصرف باکتری‌های حل‌کننده فسفات شامل سودوموناس‌ها و ریزوبیوم روی سویا (*Glycine max L.*) (Raei Por & Aliasgharzadeh, 2007) موجب افزایش عملکرد وزن تر و خشک شد. ورمی‌کمپوست به عنوان یک کود غنی شده دارای آنزیم‌ها و هورمون‌های رشد بوده و در افزایش رشد و عملکرد گیاهان تأثیر دارد (Rigi, 2003). ورمی‌کمپوست از طریق حلالیت مطلوب فسفر در بستر کشت، سبب جذب فسفر توسط ریشه‌های گسترده میکوریزا شده و متعاقب آن بهبود رشد خصوصاً وزن تر و



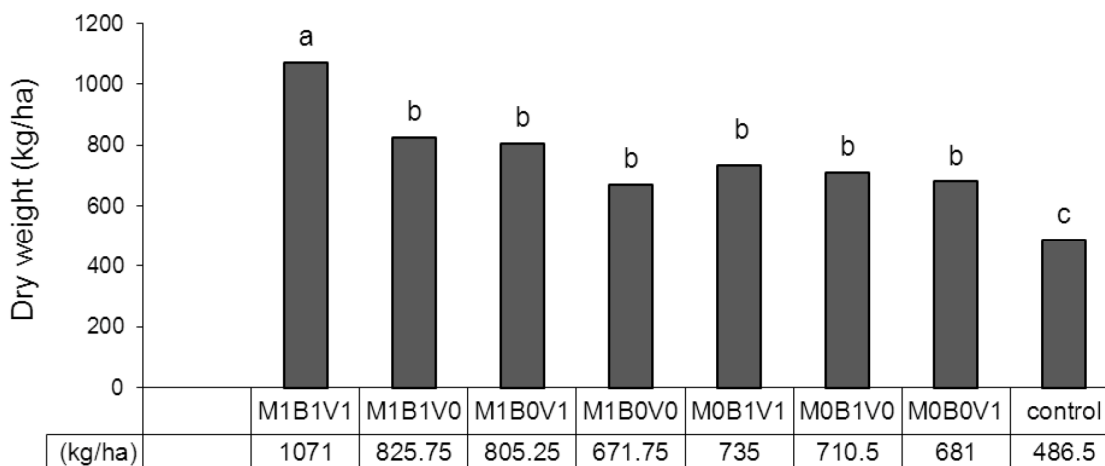
شکل 4- اثر متقابل سه گانه میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی‌کمپوست بر قطر ساقه گیاه ریحان

Fig 4- The triple interaction of mycorrhiza and Azotobacter and vermicompost on plant Stem diameter of basil.

M₁: با میکوریزا، B₁: با ازتوباکتر، V₁: با ورمی‌کمپوست، M₀: بدون میکوریزا، B₀: بدون ازتوباکتر و V₀: بدون ورمی‌کمپوست

M₁: with mycorrhiza, B₁: with Azotobacter, V₁: Use vermicompost,

M₀: without mycorrhiza, B₀: without Azotobacter and V₀: Without vermicompost



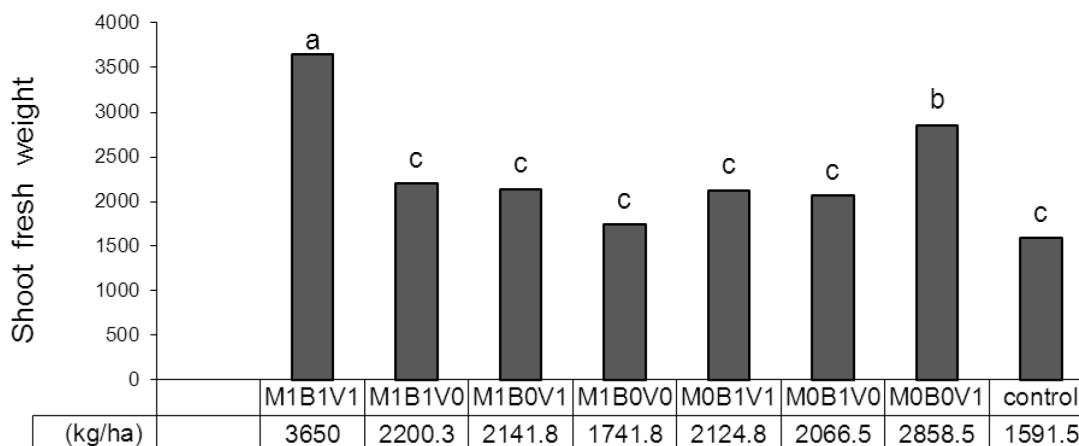
شکل 5- اثر متقابل سه گانه میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی‌کمپوست بر وزن خشک گیاه ریحان

Fig 5- The triple interaction of mycorrhiza and Azotobacter and vermicompost on Dry weight of basil.

M₁: با میکوریزا، B₁: با ازتوباکتر، V₁: با ورمی‌کمپوست، M₀: بدون میکوریزا، B₀: بدون ازتوباکتر و V₀: بدون ورمی‌کمپوست

M₁: with mycorrhiza, B₁: with Azotobacter, V₁: Use vermicompost,

M₀: without mycorrhiza, B₀: without Azotobacter and V₀: Without vermicompost



شکل 6- اثر متقابل سه گانه میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست بر وزن تر اندام هوایی گیاه ریحان
Fig 6- The triple interaction of mycorrhiza and Azotobacter and vermicompost on shoot fresh weight of basil.

M₁: با میکوریزا، B₁: با/ازتوباکتر، V₁: با ورمی کمپوست، M₀: بدون میکوریزا، B₀: بدون ازتوباکتر و V₀: بدون ورمی کمپوست
 M₁: with mycorrhiza, B₁: with Azotobacter, V₁: Use vermicompost,
 M₀: without mycorrhiza, B₀: without Azotobacter and V₀: Without vermicompost

Khalid et al., 2006; Vinutha, 2005; Toussaint et al., 2007; Balakumbahan & Rajamani, 2010; Banchio et al., 2009; Sifola & Barbieri, 2006; Tahami Zarandi et al., 2010) حاکی از آن بود که کودهای بیولوژیک بر روی خصوصیات رشد ریحان تأثیر معنی داری دارند.

نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از این تحقیق حاکی از تأثیرگذاری مصرف قارچ میکوریزا *Glomus intraradices*، باکتری *Azotobacter chroococcum* و ورمی کمپوست بر صفات کمی ریحان می باشد اما بیشترین تأثیرگذاری ناشی از اثر متقابل سه گانه این فاکتورها بود. با توجه به نتایج بدست آمده، مصرف همزمان قارچ میکوریزا *Glomus intraradices*، باکتری *Azotobacter chroococcum* و ورمی کمپوست در افزایش پارامترهای رشد ریحان نسبت به شاهد نقش موثری داشت. در واقع یک رابطه افزایشی بین ورمی کمپوست، میکوریزا و ازتوباکتر بوجود آمده است که نشان می دهد در اینجا آنها مکمل یکدیگرند و مصرف همزمان آنها باعث افزایش رشد شده است. ریحان یک گیاه دارویی مهم و بعنوان یکی از سبزیجات خوراکی پر مصرف می باشد. تولید و برداشت تر و خشک این محصول بسیار حائز اهمیت است. لذا بدلیل مصرف خوراکی آن بعنوان سبزی تازه و همچنین وجود اسانس و مواد موثره در ترکیبات این گیاه بهتر است بصورت ارگانیک کشت شود و استفاده از کودهای بیولوژیک در

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل دو گانه میکوریزا و ازتوباکتر در سطح (p ≤ 0/01) و اثر متقابل سه گانه میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست در سطح تأثیر معنی داری (p ≤ 0/05) بر وزن تر اندام هوایی ریحان داشت، بر اساس مقایسه میانگین ها، بیشترین وزن تر اندام هوایی 3650 کیلوگرم در هکتار با مصرف میکوریزا، ازتوباکتر و ورمی کمپوست بدست آمد که در گروه a بود و کمترین وزن تر اندام هوایی مربوط به تیمار شاهد در گروه c بود. باتوجه به مصرف تر ریحان بعنوان یک سبزی خوراکی این مقدار جهت گزارش در مقاله عنوان شده است و در زمان های مختلف اندازه گیری می تواند دستخوش تغییرات وزنی شود.

یافته های بسیاری از پژوهشگران (Hazarika et al., 2000;) (Sharma, 2002; Toro et al., 1997) مؤید این حقیقت است که حضور میکروارگانیسم های مفید در نظام های مختلف کشاورزی پایدار به ویژه از طریق اثرهای هم افزایی و تشدیدکننده ای که میان آنها به وجود آید، می تواند با ایجاد یک بستر مناسب و پیامد آن دسترسی مطلوب گیاه به عناصر غذایی، موجبات بهبود رشد و افزایش بیوماس گیاه را فراهم آورد.

اگرچه تحقیقی با این فاکتورها، روی گیاه ریحان انجام نشده است اما نتایج به دست آمده در این تحقیق با تحقیقات نسبتاً مشابهی که روی ریحان انجام شده بود یکسان بود. یافته های برخی محققان از جمله (Basu & Srivastava, 1998; Kandeel et al., 2002;)

منابع

- Ajimoddin, I., Vasundhara, M., Radhakrishna, D., Biradar, S.L., and Rao, GGE. 2005. Integrated nutrient management studies in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Indian Perfume* 49: 95-101.
- Akbarinia, A., Jalilee Vand, H., and Kazemi, F. 2008. *Cultivation of Medicinal Plants Vol. 2*. Qazvin, Press Sayehgostar. (In Persian)
- Amooaghaie, R., and Mostajeran, A. 2007. *Symbiotic (Plants and Bacteria Assistance Systems) .Vol. III*. University of Isfahan, Isfahan, Iran 237 pp. (In Persian)
- Azzaz, N.A., Hassan, E.A., and Hamad, E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of Fennel Plants treated with organic and biofertilizer instead of mineral fertilizer. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 3(2): 579-587.
- Badran, F.S., and Safwat, M.S. 2004. Response of fennel plants to organic manure and biofertilizers in replacement of chemical fertilization. *Egypt Journal Agriculture Research* 82(2): 247-256.
- Baghaliyan, K., and Naghadi Badi, C.A. 2000. *Aromatic Plants (translated)*. Press Release Advice, Tehran, Tehran, Iran 236 pp. (In Persian)
- Balakumbahan, R., and rajamani, K. 2010. Effect of biostimulant on growth and yield of (*Cassia angustifolia*) senna var KKM.1 *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, IDOSI publication 2(1): 16-18.
- Banchio, E., Xie, X., Zhang, H., and Pare, PW. 2009. Soil bacteria elevate essential oil accumulation and emissions in sweet basil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57: 653-657.
- Basu, M., and Srivastava, N.K. 1998. Root endophytes in medicinal plants: their population and effects. Abstract of 7th International Congress of Plant Pathology, Edinburgh, Scotland 19 August p. 9-16.
- Darzi, M.T., Ghalavand, A., Rejali, F., and Sefidkon, F. 2006. Effects of biofertilizers application on yield and yield components in Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 22(4): 276-292. (In Persian with English Summary)
- Falahi, J., Koocheki, A.R., and Rezvani Moghaddam, P. 2009. Biological Effects of fertilizers on the yield and quality of German chamomile herbs. (*Matricaria chamomilla*). *Iranian Journal of Agricultural Research* (1): 127-135. (In Persian with English Summary)
- Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian Journal of Microbiology* 41(2): 109-117.
- Hamidi, A., Hadi, H., and Babai, N. 2006. Application of bio-fertilizers in order to achieve sustainable agriculture. *Agriculture and Sustainable Development* 28: 20-21. (In Persian with English Summary)
- Hassanzadeh, A., Mazaheri, D., Chaichei, M. R., and Khavazy, K. 2007. Facilitating bacterial phosphorus uptake and use efficiency of fertilizer phosphorus on yield and yield components of barley. *Research and Development* 77: 111-118. (In Persian with English Summary)
- Hazarika, D.K., Taluk Dar, N.C., Phookan, A.K., Saikia, U.N., Das, B.C., and Deka, P.C. 2000. Influence of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria on nursery establishment and growth of tea seedlings in Assam. Symposium, No. 12, Assam Agricultural University, Jorhat- Assam, India, 7-12 December: 379.
- Kandeel, A.M., Naglaa, S.A.T., and Sadek, A.A. 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant. *Ann. Journal of Agricultural Science Cairo* 1: 351-371. (In Arabic with English Summary)
- Karthikeyan, B., Abdul Jaleel, C., Lakshmanan, G.M.A., and Deiveekasundaram, M. 2008. Studies on rhizosphere microbial diversity of some commercially important medicinal plants. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 62: 143-145.
- Khalid, A., Hendawy, S.F., and El-Gezawy, E. 2006. *Ocimum basilicum* L. Production under Organic Farming. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 2(1): 25-32.
- Koocheki, A., Tabrizi, L., and Ghorbani, R. 2008. Effects of biofertilizers on growth characteristics and yield characteristics-quality herbal hyssop. *Iranian Journal of Field Crops Research* 6(1): 137-127. (In Persian with

- English Summary)
- Kumar, V., and Singh, K.P. 2001. Enriching vermicompost by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Bioresource Technology* 76: 173-175.
- Ojaqhllo, P. 2007. Effect of inoculation with bio-fertilizers (*Azotobacter* and phosphate fertilization) on the growth, yield and yield components of safflower. Master Thesis of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Tabriz, Tabriz, Iran. (In Persian with English Summary)
- Omidbaigi, R. 2005. Approaches to the Production and Processing of Medicinal Plants, Behnashr Publications, Mashhad, Vol. I p. 347. (In Persian)
- Ozcan, M., Derya, A.M., and Unver, A. 2005. Effect of drying methods on the mineral content of basil (*Ocimum basilicum*). *Journal. Food Engine* 69: 375-379.
- Podila G.K., and Douds, D.D. 2001. Current advances in Mycorrhizae Research. APS Press, St. Paul. 2001, p. 127-40.
- Raei Por, L., and Aliasgharzadeh, N. 2007. The interaction of phosphate solubilizing bacteria (*Bradyrhizobium japonicum*) on growth, tuber formation and absorption of nutrients in soybean. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 40: 53- 63. (In Persian with English Summary)
- Ribaudó, C.M., Krumpholz, E.M., Cassan, F.D., Bottini, R., Cantore, M.L., and Cura, J.A. 2006. *Azospirillum* sp. promotes root hair development in tomato plants through a mechanism that involves ethylene. *Journal of Plant Growth Regulation* 24: 175-185.
- Rigi, M.R. 2003. Study of greenhouse effect three type of vermicompost and nitrogen on yield and chemical composition of corn and rice. MSc Thesis. University of Shiraz, p. 5-7. (In Persian with English Summary)
- Saleh Rastin, N. 2001. Biological fertilizers and their role in achieving sustainable agriculture: 1-54. In: Khavazy, K., Asadi Rahmani, H., and Malakoti, M.J., (Written) Proceedings of the need for industrial production of biological fertilizers. Publication of Agriculture, Tehran, Iran p. 610. (In Persian with English Summary)
- Tahami Zarandi, M.K, Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2010. Effect organic and chemical treatment on yield and essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agroecology* 2: 70-82. (In Persian with English Summary)
- Shalan, M.N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of *Nigella sativa* L. Plants. *Egyptian Journal of Agriculture Research* 83: 811-828.
- Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. *Agrobios India* 407 pp.
- Sifola, M.I., and Barbieri, G. 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae* 108: 408-413.
- Sokhan Sanj, M. 2001. The residual chemical-free products. *Journal of Agricultural Research Olive* 11: 6-9. (In Persian with English Summary)
- Swaefy Hend, M.F., Weaam, R.A., Sabh, A.Z., and Ragab, A.A. 2007. Effect of some chemical and biofertilizers on peppermint plants grown in sandy soil. *Agricultural Science* 52(2): 451-463.
- Toro, M., Azcon, R., and Barea, J.M. 1997. Improvement of arbuscular mycorrhiza development by inoculation of soil with phosphate solubilizing rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability and nutrient cycling. *Applied and Environmental Microbiology* 63(11): 4408-4412.
- Toussaint, J.P., Smith, F.A., and Smith, S.E. 2007. Arbuscular mycorrhizal fungi can induce the production of phytochemicals in sweet basil irrespective of phosphorus nutrition. *Mycorrhiza* 17(4): 291-297.
- Vinutha T. 2005. Biochemical studies on *Ocimum* sp. inoculated with microbial inoculants. MSc (Agri.) thesis, University of Agricultural Sciences, Bangalore, India.
- Wu, S.C., Caob, Z.H., Lib, Z.G., Cheunga, K.C., and Wong, M.H. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K Solubilizers and AM fungi on maize growth: a green house trial. *Geoderma* 125: 155-166.
- Zaidi, A., Khan, M.S., and Amil, M.D. 2003. Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *European Journal of Agronomy* 19: 15-21.