

## اثر کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های اگرواکولوژیکی و عملکرد، اسانس گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) در شرایط مشهد

عفت غلامی شرفخانه<sup>۱\*</sup>، محسن جهان<sup>۲</sup>، محمد بنایان اول<sup>۳</sup>، علیرضا کوچکی<sup>۴</sup> و پرویز رضوانی مقدم<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۲۳

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.)، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۱۳۹۰-۹۱ اجرا شد. سطوح مختلف کود گاوی (۲۵ تن در هکتار کود و بدون کود) به عنوان عامل کرت اصلی و انواع کودهای بیولوژیک (نیتروکسین، بیوسولفور، بیوفسفر، ترکیب نیتروکسین+ بیوفسفر+ بیوسولفور)، ورمی کمپوست (هفت تن در هکتار)، کود شیمیایی NPK (با مقادیر خالص ۶۰، ۶۰، ۷۰ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (بدون مصرف هیچ نوع کود) به عنوان عامل کرت فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که کلیه صفات اندازه‌گیری شده شامل: ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، عملکرد سرشاخه گلدار، عملکرد ساقه، درصد اسانس و عملکرد ماده خشک تحت تأثیر کود گاوی قرار گرفتند، به طوری که کاربرد کود گاوی منجر به افزایش معنی‌دار صفات مورد بررسی نسبت به عدم کاربرد گردید. بیشترین ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی به ترتیب مربوط به گیاهان تحت تیمار ورمی کمپوست و ترکیب نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور بود. کود زیستی بیوسولفور بیشترین عملکرد ماده خشک، عملکرد سرشاخه گلدار و عملکرد ساقه را سبب شد. درصد اسانس نیز به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت و کاربرد کود زیستی نیتروکسین، ورمی کمپوست و ترکیب نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور سبب تولید بیشترین درصد اسانس شدند. نتایج ضرایب همبستگی محاسبه شده بین صفات بیانگر آن بود که بیشترین همبستگی به ترتیب بین عملکرد ماده خشک با عملکرد سرشاخه گلدار و ساقه وجود داشت. به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای آلی و زیستی در بهبود صفات کمی و کیفی گیاه دارویی مرزه تأثیری مثبت داشت، لذا می‌توان با استفاده بهینه از نهادهای طبیعی نسبت به تولید سالم گیاه دارویی مرزه اقدام نمود.

**واژه‌های کلیدی:** ریزوباکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه، سیستم کم‌نهاده، عملکرد ماده خشک، کود گاوی، ورمی کمپوست

### مقدمه

آلودگی‌های زیست‌محیطی و آسیب‌های اکولوژیکی می‌شود که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهد (Ghost & Bhat, 1998). به منظور کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهادهایی استفاده کرد که علاوه بر تأمین نیازهای فعلی گیاه، پایداری نظام‌های کشاورزی در دراز مدت را نیز به دنبال داشته باشد (Murty & Ladha, 1988). با مدیریت صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفظ محیط زیست و منابع آب، کاهش فرسایش و حفظ تنوع زیستی، کارایی نهاده‌ها را نیز افزایش داد (Ghost & Bhat, 1998).

در حال حاضر کودهای بیولوژیک به عنوان گزینه‌ای جایگزین برای کودهای شیمیایی، به منظور افزایش حاصلخیزی خاک در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند (Wu et al., 2005). کودهای بیولوژیک در حقیقت شامل انواع ریزجانداران بوده (Chen,

استفاده از کودهای شیمیایی به عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک، صدمات زیست‌محیطی و اقتصادی جبران‌ناپذیری به دنبال داشته است. مطالعات بلند مدت نشان می‌دهند که استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی، عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد. این کاهش به علت اسیدی شدن خاک، کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی خاک، افت خصوصیات فیزیکی خاک و عدم وجود ریزمغذی‌ها در کودهای NPK می‌باشد (Adediran et al., 2004). در بسیاری از موارد کاربرد کودهای شیمیایی باعث

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، استادیار، دانشیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد  
(\* نویسنده مسئول: Email: gholamisharafkhane.eghsh@gmail.com)

باعث تعدیل اسیدیته خاک، بهبود حلالیت و جذب فسفر و در نتیجه ارتقاء رشد و عملکرد گیاهان می‌شود (Garcia, 1991).

مواد آلی به علت اثرات مفیدی که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک دارند یکی از ارکان مهم باروری خاک محسوب می‌شوند. کودهای آلی باعث افزایش ماده آلی خاک می‌شوند و از طریق بهبود خصوصیات شیمیایی خاک مثل pH، ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و میزان دسترسی به مواد غذایی، باعث افزایش باروری خاک می‌شوند (Renato et al., 2003) تا جایی که برخی از پژوهشگران معتقد هستند که حاصلخیزی خاک را تنها با عرضه مواد آلی مانند کودهای دامی و ورمی‌کمپوست می‌توان حفظ و تجدید کرد (Pieri, 1989).

ورمی‌کمپوست در نتیجه فعالیت گونه‌هایی از کرم‌های خاکی روی بستری از مواد آلی تولید شده و حاوی عناصر غذایی است که به راحتی توسط گیاه جذب می‌شود (Atiyeh et al., 2000). این ماده دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری عناصر غذایی بالا، تهویه و زهکشی مناسب، فعالیت میکروبی زیاد و ظرفیت بالای نگهداری آب می‌باشد (Sangwan et al., 2008). کود دامی یکی دیگر از منابع کود آلی است که ضمن تأمین مقادیری عناصر غذایی، باعث حفظ و بهبود باروری خاک، افزایش ماده آلی، غنی‌سازی خاک و در نهایت بهبود رشد و نمو گیاه می‌شود. خاک‌هایی که با کود حیوانی تغذیه می‌شوند، علاوه بر جمعیت میکروبی فعال تر و غنی تر، مقادیر فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و نیترات قابل استفاده بیشتری نسبت به خاک‌های کشاورزی رایج دارند (Azeez et al., 2010).

گیاه دارویی مرزه با نام علمی *Satureja hortensis* L. خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است (Zargari, 1989). دارای گل‌های متعدد با اندازه ۱/۵ میلی‌متر، با برگ‌هایی نيزه‌ای شکل و دارای غدد ترشحی حاوی اسانس می‌باشند (Omidbeigi, 2000). مرزه گیاهی است معطر که اثرات مختلفی مانند درمان دردهای عضلانی، تهوع و بیماری‌های عفونی و گوارشی دارد (Vesquez et al., 2000). همچنین از این گیاه در مواد غذایی به عنوان چاشنی استفاده می‌شود (Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007). مرزه در بررسی‌های آزمایشگاهی اثرات ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانت، خواب‌آور و ضد اسپاسم از خود نشان داده است (Ratti et al., 2001). به علاوه به دلیل وجود مواد معطر در گیاه جهت مصارف غذایی، تهیه نوشیدنی‌ها، مصارف صنعتی و همچنین به واسطه خواص ضد

(2006; Vessey, 2003) که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از حالت غیر قابل دسترس به شکل قابل دسترس طی فرآیندهای بیولوژیکی داشته (Rajendran & Devaraj, 2004) و منجر به جوانه‌زنی بهتر بذر و توسعه سیستم ریشه‌ای می‌گردند (Chen, 2006). باکتری‌های آزادزی در برخی از فرآیندهای کلیدی بوم‌نظام مانند کنترل بیولوژیکی عوامل بیماری‌زای گیاهی، چرخه عناصر غذایی و استقرار گیاهچه نقش دارند (Wu et al., 2005). امروزه به تثبیت بیولوژیکی نیتروژن از طریق باکتری‌های همیار از جمله *Azotobacter* و *Azospirillum* در بوم‌نظام‌های کشاورزی توجه ویژه‌ای معطوف شده است (Tilak et al., 2005). این دو گونه باکتری در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های گروه B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتینیک، بیوتین، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و غیره را دارند که در افزایش رشد گیاه نقش مفید و مؤثری دارند (Kader, 2002). *Azotobacter* قادر به تولید ترکیبات ضدقارچی بر علیه بیماری‌های گیاهی بوده و همچنین سبب تقویت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شده که در نهایت، بهبود رشد پایه گیاه را به دنبال دارد (Chen, 2006). *Azospirillum* علاوه بر قابلیت تثبیت نیتروژن، با تولید مواد محرک رشد، سبب بهبود رشد ریشه و متعاقب آن افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی گردیده و از این طریق در افزایش عملکرد مؤثر می‌باشد (Tilak et al., 2005). باکتری‌های حل‌کننده فسفات گروهی از ریزجانداران را در بر می‌گیرند که با ترشح اسیدهای آلی و آنزیم فسفاتاز قادر هستند که فسفر نامحلول در خاک را به شکل محلول قابل دسترس گیاه تبدیل کنند و باعث افزایش رشد گیاه تحت شرایط کمبود فسفر قابل دسترس خاک شوند (Tilak et al., 2005). همچنین، این باکتری‌ها نیاز به استفاده از کودهای شیمیایی فسفره را کاهش می‌دهند (Vessey, 2003). از مهمترین جنس‌های این خانواده می‌توان به *Pseudomonas* و *Bacillus* اشاره کرد (Tilak et al., 2005). باکتری‌های *Thiobacillus* مهمترین اکسیدکنندگان گوگرد در خاک به شمار می‌روند، تلقیح خاک با این باکتری‌ها باعث افزایش سرعت اکسایش گوگرد خواهد شد. در صورتی که جمعیت این باکتری‌ها در خاک پائین باشد، مصرف گوگرد با این باکتری‌ها در خاک‌های قلیایی و آهکی اثرات سودمندی را به دنبال خواهد داشت (Rupela & Tauro, 1973). گزارش شده است که کود زیستی بیوسولفور (حاوی باکتری *Thiobacillus*) همراه با گوگرد از طریق اکسایش گوگرد

طراحی و اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در جنوب شرقی مشهد در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا گردید. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. سطوح مختلف کود دامی (۲۵ تن در هکتار کود گاوی و بدون کود) به عنوان عامل کرت اصلی و انواع کودهای بیولوژیک (نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.)، بیوسولفور (حاوی باکتری *Thiobacillus* sp.)، بیوسففر (حاوی باکتری‌های *Pseudomonas* sp. و *Bacillus* sp.)، ترکیب نیتروکسین + بیوسففر + بیوسولفور)، ورمی کمپوست (هفت تن در هکتار)، کود شیمیایی NPK (با مقادیر خالص ۶۰، ۶۰، ۷۰ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (بدون مصرف هیچ نوع کود) به عنوان عامل کرت فرعی در نظر گرفته شدند. قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک به طور تصادفی نمونه‌گیری و به منظور تعیین میزان عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، pH و ظرفیت تبادل کاتیونی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۱). همچنین میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در کودهای دامی و ورمی کمپوست مورد استفاده تعیین شد (جدول ۲).

باکتریایی و ضد قارچی همواره مورد توجه بوده است (Chen, 2006). در زمینه استفاده از کودهای زیستی تاکنون تحقیقات زیادی انجام شده است. در بررسی کاربرد *Azotobacter* در رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) ارتفاع گیاه، تعداد شاخه در بوته، وزن تر و خشک گیاه و نیز درصد اسانس در مقایسه با تیمار شاهد افزایش قابل توجهی یافت (Kartikayan et al., 2008). در تحقیقی بر روی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) مشاهده شد که کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین نسبت به کودهای شیمیایی، سبب ایجاد بیشترین تعداد شاخه در گیاه شد (Azzaz et al., 2009). تحقیقات در زمینه اثر کاربرد کودهای دامی و به خصوص کود آلی ورمی کمپوست در سال‌های اخیر رو به افزایش بوده است. استفاده از ورمی کمپوست در سبزیجات نشایی، موجب افزایش رشد این گیاهان شد (Bachman & Metzger, 1998). در آزمایشی روی کدو تنبل (*Cucurbita maxima* L.) مشاهده شد که با افزایش سطوح کودهای دامی، عملکرد ماده خشک به صورت خطی افزایش پیدا کرد (Azeez et al., 2010).

با توجه به اهمیت مدیریت تغذیه گیاهی در افزایش و پایداری تولید در کنار حفظ محیط زیست، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی مرزه و همچنین امکان‌سنجی ارایه روشی جایگزین در تولید سالم و عاری از بقایای شیمیایی مرزه در یک نظام زراعی کم‌نهاد

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زمین مورد کشت

Table 1- Some physico-chemical characteristics of experimental soil

بافت Texture	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	فسفر (قسمت در میلیون) Phosphorus (ppm)	پتاسیم (قسمت در میلیون) Potassium (ppm)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS.m <sup>-1</sup> )	اسیدیته pH
لومی-سیلت Loamy-silt	0.063	14	119	1.2	7.47

جدول ۲- درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش

Table 2- Nitrogen, phosphorus and potassium percentage in different manures used in experiment

	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	فسفر قابل دسترس (درصد) Available P (%)	پتاسیم قابل دسترس (درصد) Available K (%)
کود گاوی Cattle manure	0.28	0.07	0.2
ورمی کمپوست Vermicompost	1.5	1.5	1.2

جهت اضافه کردن به خاک تعیین گردید. پس از پیاده کردن نقشه طرح و انجام عملیات خاکورزی، کرت‌هایی با ابعاد ۳×۲/۵ متر ایجاد و

بر اساس درصد نیتروژن هر کدام از کودهای آلی، نیاز کودی مرزه و اطلاعات خاک، مقدار مورد نیاز از هر کدام از کودهای آلی

هکتار استفاده گردید و بذره‌های تلقیح شده پس از خشک شدن در سایه مورد کشت قرار گرفتند. در تیمار بیوسولفور، ابتدا پودر گوگرد و بیوسولفور براساس مقدار توصیه شده توسط شرکت تولیدکننده با یکدیگر مخلوط شدند، سپس در ردیف‌های کاشت اضافه شدند و بلافاصله کشت صورت گرفت. آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و بعد از آن هر هفت روز یک‌بار به صورت نشتی انجام شد. برای رسیدن به تراکم مناسب، گیاهان در یک مرحله و پس از استقرار کامل در مرحله شش برگی تنک شدند. کنترل علف‌های هرز توسط وجین دستی در دو نوبت انجام گرفت. برداشت مرزه در مرحله ۵۰ درصد گلدهی انجام گرفت. قبل از برداشت تعداد پنج بوته به طور تصادفی انتخاب و ویژگی‌های مورد نظر اندازه‌گیری و ثبت شدند. به منظور تعیین عملکرد نهایی در هر کرت، دو ردیف کناری و یک بوته از ابتدا و انتهای کرت به عنوان اثر حاشیه‌ای حذف و از سطح باقی‌مانده عملکرد ماده خشک تعیین شد.

در داخل هر کرت پنج ردیف کاشت ایجاد شد. حدود یک ماه قبل از کاشت کود دامی و نیز ورمی‌کمپوست به میزان مقادیر در نظر گرفته شده به کرت‌های مربوطه اضافه و توسط بیل دستی تا عمق ۲۵ سانتی‌متری با خاک مخلوط شد. کود شیمیایی (NPK)، یک روز قبل از کاشت در سطح کرت‌های مورد نظر اعمال شد. کشت روی ردیف‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و با فاصله کاشت پنج سانتی‌متر در روی ردیف و عمق ۱-۰/۵ سانتی‌متری خاک انجام گرفت. به دلیل ریز بودن بذر مرزه و نیز به منظور سهولت در کاشت، بذرها با نسبت یک به پنج با ماسه بادی مخلوط گردید. قبل از کشت، به منظور تلقیح کودهای بیولوژیک به شرح زیر عمل شد: در تیمار بیوفسفر، بذور ابتدا در یک ماده چسبناک و بی‌اثر (۲۰ گرم صمغ عربی در یک لیتر آب) غوطه‌ور شده و پس از آن در پودر مایه تلقیح قرار گرفته و به خوبی مخلوط شدند (Koocheki et al., 2008)، در تیمار کود بیولوژیک نیتروکسین، از روش اختلاط کود با بذر به میزان دو لیتر در

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات اندازه‌گیری شده مرزه تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف

Table 3- ANOVA (mean squares) of some measured characteristics of summer savory affected by different fertilizers

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع Plant height	تعداد شاخه جانبی No. of lateral branches	عملکرد سرشاخه گلدار Flowering shoot yield	عملکرد ساقه Stem yield	اسانس Essential oil	عملکرد ماده خشک Dry matter yield
تکرار Replication	2	0.934 <sup>ns</sup>	0.166 <sup>ns</sup>	40800.470 <sup>ns</sup>	80760.721 <sup>ns</sup>	3.308 <sup>**</sup>	161611.61 <sup>ns</sup>
کود گاوی Cattle manure	1	50.380 <sup>**</sup>	36.214 <sup>**</sup>	2550289.292 <sup>**</sup>	5045872.126 <sup>**</sup>	0.173 <sup>**</sup>	18102462.31 <sup>**</sup>
خطای Error a	2	2.005	2.000	18136.756	13776.167	0.009	106885.07
نوع کود Fertilizer type	6	15.690 <sup>**</sup>	15.884 <sup>**</sup>	331726.625 <sup>**</sup>	245630.216 <sup>**</sup>	0.237 <sup>**</sup>	1237267.39 <sup>**</sup>
کود دامی × نوع کود Cattle manure × fertilizer types	6	1.019 <sup>ns</sup>	1.214 <sup>ns</sup>	197700.625 <sup>**</sup>	150550.604 <sup>*</sup>	0.174 <sup>**</sup>	568049.67 <sup>**</sup>
خطای Error b	24	1.685	1.701	38607.696	52294.442	0.006	94264.21
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	2.780	6.624	13.056	17.613	5.021	8.850

ns، \* و \*\*: به ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, \* and \*\*: Indicates non-significant and significant at the 5 and 1% probability levels, respectively.

آن اضافه و سپس به مدت چهار ساعت در دستگاه کلونجر قرار داده شد) و در نهایت مقدار و درصد اسانس هر نمونه مشخص شد (Tahami et al., 2010). تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با

پنجاه گرم سرشاخه خشک شده از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و توسط دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد (هر نمونه ابتدا کمی خرد و سپس درون بالن یک لیتری ریخته شد و ۶۰۰ میلی‌لیتر آب به

استفاده از نرم افزار SAS Ver. 9.1 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد ماده خشک در نتیجه تیمار بیوسولفور به دست آمد، اگر چه با بقیه تیمارها به جز شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

اثر متقابل کود دامی و کودهای مختلف بر عملکرد ماده خشک مرزه معنی‌دار بود (جدول ۳)، به طوری که بیشترین و کمترین عملکرد ماده خشک به ترتیب در نتیجه کاربرد کود دامی به همراه تلقیح با نیتروکسین و شاهد حاصل شد (جدول ۵).

## نتایج و بحث

### عملکرد ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کود دامی و تیمارهای کودی مختلف تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک مرزه داشت (جدول

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی صفات اندازه‌گیری شده مرزه تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف

Table 4- Mean comparisons of some measured characteristics of summer savory affected by different fertilizers

تیمارها Treatments	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه جانبی No. of lateral branches	عملکرد سرشاخه گلدار (کیلوگرم در هکتار) Flowering shoot yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	عملکرد ساقه (کیلوگرم در هکتار) Stem yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	اسانس (درصد) Essential oil (%)	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry matter yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
کود گاوی Cattle manure						
کاربرد کود گاوی Application of cattle manure	47.7 <sup>a</sup>	20.6 <sup>a</sup>	1751.33 <sup>a</sup>	1644.94 <sup>a</sup>	1.70 <sup>a</sup>	4125 <sup>a</sup>
عدم کاربرد کود گاوی No application of cattle manure	45.5 <sup>b</sup>	18.7 <sup>b</sup>	1258.50 <sup>b</sup>	951.71 <sup>b</sup>	1.58 <sup>b</sup>	2812 <sup>b</sup>
نوع کود Fertilizer types						
نیتروکسین Nitroxin	46.3 <sup>abc</sup>	17.3 <sup>c</sup>	1588.67 <sup>ab</sup>	1348.42 <sup>b</sup>	1.80 <sup>a</sup>	3707 <sup>a</sup>
بیوسولفور Biosulfur	47.3 <sup>abc</sup>	20.1 <sup>abc</sup>	1790.00 <sup>a</sup>	1645.63 <sup>a</sup>	1.45 <sup>bc</sup>	3975 <sup>a</sup>
بیوفسفر Biophosphor	47.5 <sup>ab</sup>	18.7 <sup>bc</sup>	1635.50 <sup>ab</sup>	1276.90 <sup>b</sup>	1.70 <sup>a</sup>	3509 <sup>a</sup>
نیتروکسین+ بیوفسفر+ بیوسولفور Nitroxin+ biophosphor+ biosulfur	44.6 <sup>bc</sup>	22.0 <sup>a</sup>	1568.50 <sup>ab</sup>	1176.75 <sup>bc</sup>	1.80 <sup>a</sup>	3500 <sup>a</sup>
ورمی کمپوست Vermicompost	48.5 <sup>a</sup>	19.2 <sup>abc</sup>	1350.00 <sup>bc</sup>	1277.40 <sup>b</sup>	1.81 <sup>a</sup>	3357 <sup>a</sup>
کود شیمیایی NPK	47.9 <sup>a</sup>	21.3 <sup>ab</sup>	1540.75 <sup>ab</sup>	1381.05 <sup>ab</sup>	1.30 <sup>c</sup>	3691 <sup>a</sup>
شاهد Control	44.4 <sup>c</sup>	18.9 <sup>bc</sup>	1061.00 <sup>c</sup>	982.13 <sup>c</sup>	1.65 <sup>ab</sup>	2542 <sup>b</sup>

\* برای هر گروه تیماری در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند ( $p \leq 0.05$ ).

\* In each column, means which followed by the same letter(s) are not significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

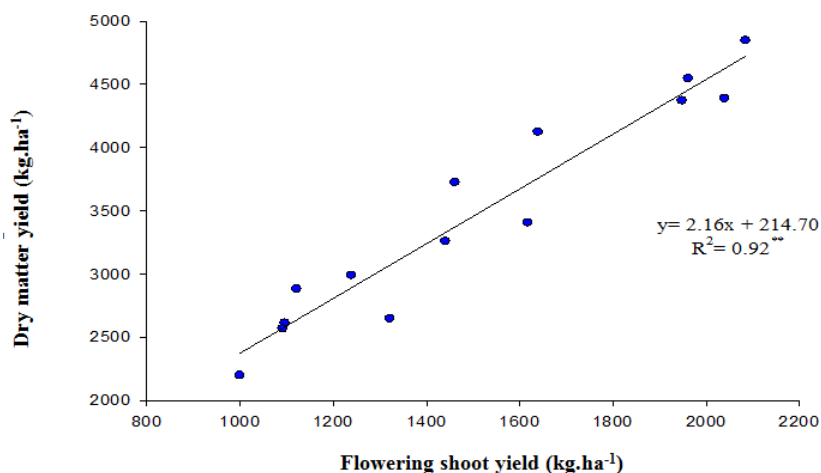
هورمون‌ها و مواد محرک رشد (نظیر سیتوکینین، اکسین، بیوتین و اسیدهای آلی) و نیز افزایش فراهمی عناصر غذایی (Kartikeyan et

چنین به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای آلی و کودهای بیولوژیک از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و ترشح انواع

(Azeez et al., 2010).

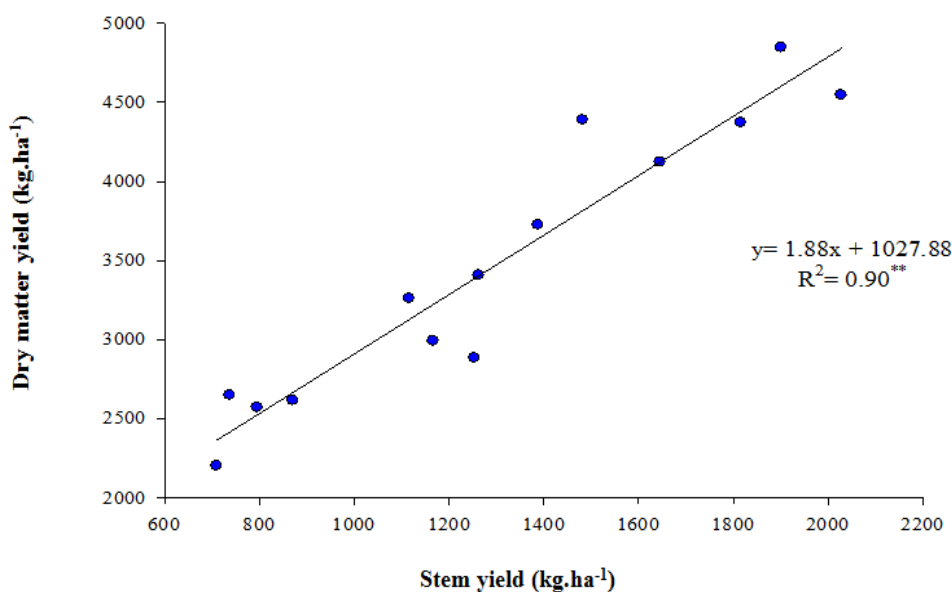
رابطه بین عملکرد ماده خشک با عملکرد سرشاخه گلدار و عملکرد ساقه در شکل‌های ۱ و ۲ آمده است.

(al., 2008) سبب افزایش فتوسنتز و در نهایت بهبود ماده خشک مرزه گردید. نتایج پژوهشی که بر روی نوعی تاج‌ریزی (*Solanum retroflexum* L.) انجام شد نشان داد که کاربرد کودهای دامی باعث افزایش عملکرد کل اندام‌های هوایی خشک گیاه گردید



شکل ۱- رابطه بین عملکرد سرشاخه گلدار و عملکرد ماده خشک مرزه تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف

Fig. 1- Relationship between flowering shoot yield and dry matter yield of summer savory affected by different fertilizers



شکل ۲- رابطه بین عملکرد ساقه و عملکرد ماده خشک مرزه تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف

Fig. 2- Relationship between stem yield and dry matter yield of summer savory affected by different fertilizers

عملکرد سرشاخه گلدار و ساقه باعث افزایش در عملکرد ماده خشک نیز شده است. نتایج مشابهی در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) گزارش شده است (Aghhavani Shajari, 2012).

با توجه به همبستگی بالایی که بین عملکرد سرشاخه گلدار و ماده خشک ( $r^2 = 0.92^{**}$ ) و همچنین عملکرد ساقه و ماده خشک ( $r^2 = 0.90^{**}$ ) مشاهده می‌شود در تیمارهای مختلف افزایش در

## ارتفاع بوته

اثر کود دامی و تیمارهای کودی مختلف بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود ( $p \leq 0/01$ ) (جدول ۳)، به طوری که بیشترین ارتفاع بوته در نتیجه کاربرد کود دامی به دست آمد (جدول ۴). یکی از عوامل اصلی تعیین کننده ارتفاع گیاه، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است، کودهای آلی، با تأمین تدریجی عناصر غذایی این عمل را به خوبی انجام داده و باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شوند. در بین تیمارهای کودی مختلف، بیشترین ارتفاع بوته در نتیجه اعمال تیمار ورمی کمپوست به دست آمد، اگر چه با بقیه تیمارها به جز شاهد و ترکیب نیتروکسین + بیوفسفر + بیوسولفور اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۴). از آن جایی که کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل اصلی تعیین کننده ارتفاع گیاه است، به نظر می‌رسد که گیاهان تحت تیمار شاهد به علت کمبود مواد غذایی از رشد کمتری برخوردار بودند، در حالی که میزان مواد غذایی در کلیه تیمارهای کودی مورد استفاده برای رشد رویشی گیاه مناسب بود. در تیمار ترکیب نیتروکسین + بیوفسفر + بیوسولفور به نظر می‌رسد که به دلیل رقابت ریزموجودات بر سر استقرار و مواد غذایی و یا تأثیر منفی (اثر ضدیتی) آن‌ها بر همدیگر به دلیل ترشح مواد بازدارنده خاص، هنگامی که با هم به کار برده شدند، گیاهان از نظر ارتفاع بوته اختلافی با شاهد نشان ندادند. برهمکنش کود دامی و تیمارهای مختلف کودی بر ارتفاع مرزه معنی‌دار نشد (جدول ۳)، اما مقایسه میانگین‌ها نشان داد که استفاده از کود دامی حدود پنج درصد این ویژگی را افزایش داد (جدول ۵). در آزمایشی تأثیر معنی‌دار کودهای آلی بر ارتفاع گیاه رازبانه گزارش شد (Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007). در برخی منابع به تأثیر مثبت کودهای بیولوژیکی در رشد گیاه دارویی آویشن باغی (L. *Thymus vulgaris*) (Vital et al., 2002) و رزماری (Leithy et al., 2006) گزارش شده است.

## تعداد شاخه جانبی

اثر کود دامی بر تعداد شاخه جانبی مرزه معنی‌دار بود ( $p \leq 0/01$ ) (جدول ۳)، به طوری که صفت مذکور در نتیجه کاربرد کود دامی مقدار بیشتری نسبت به حالت عدم کاربرد آن داشت (جدول ۴). مقایسه

میانگین‌ها حاکی از این بود که در بین تیمارهای کودی مختلف، تیمار ترکیبی نیتروکسین + بیوفسفر + بیوسولفور بیشترین تعداد شاخه جانبی را ایجاد نمود که با تیمار ورمی کمپوست، بیوسولفور و کود شیمیایی تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۴). اثر متقابل کود دامی و تیمارهای کودی مختلف بر تعداد شاخه جانبی معنی‌دار نبود (جدول ۳)، اما مقایسه میانگین‌ها نشان داد که استفاده از کود دامی این ویژگی را حدود ده درصد افزایش داد (جدول ۵). در شرایط یکسان محیطی، فراهم شدن عناصر غذایی برای گیاه توسط کودهای مختلف می‌تواند باعث افزایش رشد گیاه و متعاقباً تعداد شاخه فرعی گیاه شود (Tahami et al., 2010). در آزمایشی مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی باعث افزایش شاخه‌های فرعی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) شد (Jahan & Koocheki, 2004). در پژوهشی دیگر، تلقیح با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (*ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم*)، افزایش معنی‌داری را در تعداد گل و شاخه در گیاه دارویی رزماری سبب شد (Abdelaziz et al., 2007).

## عملکرد سرشاخه گلدار و ساقه

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳)، کود دامی و تیمارهای مختلف کودی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد سرشاخه گلدار و ساقه داشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد کود دامی باعث افزایش ویژگی یاد شده گردید (جدول ۴) که علت آن را می‌توان به تأمین کافی و مناسب تمامی عناصر مورد نیاز گیاه در طی دوره رشد توسط کود دامی نسبت داد (Tahami et al., 2010)، که شرایط مطلوب برای رشد و افزایش وزن گیاه را فراهم می‌نماید. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بیشترین عملکرد سرشاخه گلدار و ساقه در نتیجه تلقیح با کود زیستی بیوسولفور به دست آمد (جدول ۴). اثر متقابل کود دامی و تیمارهای کودی مختلف بر عملکرد سرشاخه گلدار و ساقه معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد سرشاخه گلدار در درجه اول در نتیجه کاربرد کود دامی به همراه تلقیح با نیتروکسین و در درجه دوم در نتیجه کاربرد کود دامی به همراه ترکیب نیتروکسین + بیوفسفر + بیوسولفور و بیشترین عملکرد ساقه از کاربرد کود دامی به همراه بیوسولفور و همچنین از کاربرد کود دامی به همراه نیتروکسین به دست آمد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل کود گاوی و نوع کود بر برخی صفات اندازه‌گیری شده مرزه

Table 5- Mean comparisons of cattle manure and fertilizer types interaction on some measured characteristics of summer

savory							
تیمار Treatments	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه جانبی No. of lateral branch	عملکرد سرشاخه گلدار (کیلوگرم در هکتار) Flowering shoot yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	عملکرد ساقه (کیلوگرم در هکتار) Stem yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	اسانس (درصد) Essential oil (%)	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry matter yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	
کاربرد کود دامی Application of cattle manure	نیتروکسین Nitroxin	47.333 <sup>ab</sup>	18.667 <sup>bcd</sup>	2085 <sup>a</sup>	1901.0 <sup>a</sup>	1.90 <sup>bc</sup>	4845.7 <sup>a</sup>
	بیوسولفور Biosulfur	47.833 <sup>ab</sup>	20.500 <sup>bc</sup>	1962 <sup>ab</sup>	2028.0 <sup>a</sup>	1.36 <sup>gh</sup>	4545.3 <sup>ab</sup>
	بیوفسفر Biophosphor	49.333 <sup>a</sup>	19.667 <sup>bcd</sup>	1949 <sup>ab</sup>	1816.0 <sup>ab</sup>	1.50 <sup>fg</sup>	4371.0 <sup>ab</sup>
	نیتروکسین + بیوفسفر + بیوسولفور Nitroxin+ biophosphor+ biosulfur	45.500 <sup>bcd</sup>	23.000 <sup>a</sup>	2040 <sup>a</sup>	1482.2 <sup>bcd</sup>	2.10 <sup>a</sup>	4387.2 <sup>ab</sup>
	ورمی کمپوست Vermicompost	49.500 <sup>a</sup>	19.833 <sup>bcd</sup>	1461 <sup>cd</sup>	1387.9 <sup>cd</sup>	2.00 <sup>ab</sup>	3725.2 <sup>cd</sup>
	کود شیمیایی NPK	49.333 <sup>a</sup>	23.000 <sup>a</sup>	1640 <sup>bc</sup>	1645.5 <sup>abc</sup>	1.30 <sup>h</sup>	4122.3 <sup>bc</sup>
	شاهد Control	45.667 <sup>bc</sup>	19.667 <sup>bcd</sup>	1122 <sup>def</sup>	1254.0 <sup>cde</sup>	1.80 <sup>cd</sup>	2883.3 <sup>ef</sup>
	نیتروکسین Nitroxin	45.333 <sup>bcd</sup>	16.000 <sup>e</sup>	1092 <sup>ef</sup>	795.8 <sup>fg</sup>	1.70 <sup>de</sup>	2569.3 <sup>fg</sup>
	بیوسولفور Biosulfur	46.833 <sup>b</sup>	19.833 <sup>bcd</sup>	1618 <sup>bc</sup>	1263.3 <sup>cde</sup>	1.53 <sup>fg</sup>	3406.3 <sup>de</sup>
	بیوفسفر Biophosphor	45.833 <sup>bc</sup>	17.833 <sup>de</sup>	1322 <sup>cdef</sup>	737.8 <sup>g</sup>	1.90 <sup>bc</sup>	2647.9 <sup>fg</sup>
عدم کاربرد کود دامی No applicati on of cattle manure	نیتروکسین + بیوفسفر + بیوسولفور Nitroxin+ biophosphor+ biosulfur	43.833 <sup>cd</sup>	21.167 <sup>ab</sup>	1097 <sup>ef</sup>	871.3 <sup>efg</sup>	1.50 <sup>fg</sup>	2614.6 <sup>fg</sup>
	ورمی کمپوست Vermicompost	47.667 <sup>ab</sup>	18.667 <sup>bcd</sup>	1239 <sup>def</sup>	1166.9 <sup>def</sup>	1.63 <sup>ef</sup>	2989.9 <sup>ef</sup>
	کود شیمیایی NPK	46.500 <sup>b</sup>	19.667 <sup>bcd</sup>	1441 <sup>cde</sup>	1116.6 <sup>defg</sup>	1.30 <sup>h</sup>	3259.8 <sup>de</sup>
	شاهد Control	43.167 <sup>d</sup>	18.167 <sup>cde</sup>	1000 <sup>f</sup>	710.3 <sup>g</sup>	1.50 <sup>fg</sup>	2200.9 <sup>g</sup>

\* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند ( $p \leq 0.05$ ).

\* In each column, means which followed by the same letter(s) are not significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

(جدول ۳). بالا بودن درصد اسانس در گیاهان تحت تیمار کودهای آلی را شاید بتوان به تأثیر عمومی و مثبت این کودها بر ویژگی‌های رشدی گیاه نسبت داد. به عبارت دیگر، درصد نسبتاً بالای اسانس در گیاهان تحت تیمارهای کود آلی به خاطر نمود بهتر گیاه مثلاً تولید سطح برگ و ماده خشک بیشتر در اثر مصرف این کودها دانست (Tahami, 2010). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2015) گزارش نمودند که در شرایط تلقیح با مایکوبیوزا درصد اسانس رازیانه و زنیان به ترتیب ۴/۲ و ۳/۰ درصد بود. آنها دلیل این امر را به تولید

گزارش شد که کاربرد توأم کودهای آلی با باکتری‌های حل‌کننده فسفات و باکتری *Thiobacillus* از طریق بهبود وضعیت خاک، افزایش اکسایش گوگرد و افزایش کربن آلی خاک، باعث افزایش زیست‌توده تولیدی ذرت (*Zea mays* L.) گردید (Mohamadi- Ariya et al., 2010).

#### درصد اسانس

درصد اسانس مرزه تحت تأثیر کود دامی قرار گرفت ( $p \leq 0.01$ )



گاو افزایش یافت (Aghavani Shajari, 2012). نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که اثر مثبت کودهای بیولوژیک بر درصد اسانس گیاه دارویی مرزنجوش (*Majorana hortensis L.*) بیشتر از کودهای شیمیایی بود (Gharib et al., 2008).

#### همبستگی صفات مورد مطالعه با عملکرد ماده خشک

برای تعیین عملکرد ماده خشک با معیارهای اندازه‌گیری شده، ضرایب همبستگی خطی برای هر یک از آن‌ها محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۶ منعکس شده است.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود برخی صفات مطالعه شده با عملکرد ماده خشک همبستگی مثبت و معنی‌دار و برخی فاقد همبستگی هستند. در بین صفات مورد مطالعه عملکرد سرشاخه گلدار و عملکرد ساقه بیشترین همبستگی مثبت را با عملکرد ماده خشک نشان دادند.

انواع هورمون‌ها و مواد بیولوژیکی محرک رشد گیاه و همچنین بهبود توسعه سیستم ریشه‌ای و فراهمی رطوبت و دسترسی به عناصر غذایی به ویژه فسفر نسبت دادند. نتایج مطالعه شباهنگ و همکاران (Shabahng et al., 2014) نشان داد که تلقیح مایکوریزایی بهبود وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد اسانس زوفا (*Hyssopus officinalis L.*) را به ترتیب برابر با ۱۹ و ۱۴ درصد به دنبال داشت. اثر کاربرد تیمارهای کودی مختلف بر درصد اسانس معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد اسانس در نتیجه استفاده از ورمی‌کمپوست، نیتروکسین، بیوفسفر و ترکیب نیتروکسین + بیوفسفر + بیوسولفور به دست آمد (جدول ۴). اثر متقابل کود دامی و تیمارهای کودی مختلف بر درصد اسانس معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین درصد اسانس در نتیجه کاربرد کود دامی به همراه ترکیب نیتروکسین + بیوفسفر + بیوسولفور به دست آمد (جدول ۵). در پژوهشی بر روی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum L.*) مشاهده شد که مقدار درصد اسانس گیاه با مصرف کود

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین برخی صفات اندازه‌گیری شده مرزه تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف

Table 6- Correlation of some measured characteristics of summer savory affected by different fertilizers

	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه جانبی No. of lateral branches	عملکرد سرشاخه گلدار Flowering shoot yield	عملکرد ساقه Stem yield	درصد اسانس Essential oil	عملکرد ماده خشک Dry matter yield
ارتفاع بوته Plant height	1					
تعداد شاخه جانبی No. of lateral branches	0.24 <sup>ns</sup>	1				
عملکرد سرشاخه گلدار Flowering shoot yield	0.55*	0.45 <sup>ns</sup>	1			
عملکرد ساقه Stem yield	0.71**	0.47 <sup>ns</sup>	0.82**	1		
درصد اسانس Essential oil	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	1	
عملکرد ماده خشک Dry matter yield	0.67**	0.50 <sup>ns</sup>	0.96**	0.95**	0.10 <sup>ns</sup>	1

ns, \* و \*\*: به ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

ns, \* and \*\*: Indicates non-significant and significant at the 5 and 1% probability levels, respectively.

#### نتیجه‌گیری

کودهای بیولوژیک حاوی ریزموجودات باکتریایی و ورمی‌کمپوست، به تنهایی و یا در ترکیب با کود دامی، در بهبود ویژگی‌های رشدی و

به طور کلی، نتایج این تحقیق حاکی از آن است که کاربرد

که به‌کارگیری این کودها ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیز نداشتن عواقب سوء زیست‌محیطی، روشی مناسب برای تولید سالم و پایدار این گونه محصولات می‌باشد.

عملکرد گیاه دارویی مرزه، تأثیری مثبت داشته است. عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی در تولید گیاهان دارویی و فرآورده‌های آن‌ها، شرط اصلی سالم و طبیعی بودن آن‌ها است، بنابراین، با توجه به پاسخ مثبت گیاه دارویی مرزه به کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک، به نظر می‌آید

## منابع

- Abdelaziz, M., Pokluda, R., and Abdelwahab, M.M. 2007. Influence of compost, microorganisms and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus officinalis* L. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici cluj-Napoca* 35: 86-90.
- Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A., and Idowu, O.J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. *Journal of Plant Nutrition* 27: 1163-1181.
- Aghhavan Shajari, M. 2012. Effects of single and combined application of nutrients on quantitative and qualitative indices of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). MSc Thesis Faculty Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Bachman, G., Metzger, J.D., and Shuster, W. 2000. Effect of vermicomposts and composts in horticultural container media and soil. *Pedo Biologia* 44: 579-590.
- Azeez, J.O., Van Averbeke, W., and Okorogbona, A.O.M. 2010. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. *Bioresource Technology* 101: 2499-2505.
- Azzaz, N.A., Hassan, E., 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: 579-587.
- Bachman, G.R., and Metzger, J.D. 1998. The use of vermicompost as a media amendment. *Pedo Biologia* 32: 419-423.
- Chen, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. *International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use*. October 16-20. Thailand 11 pp.
- Garcia, O. 1991. Isolation and characterization of Aciditobacillus thiooxidans and Aciditobacillus ferrooxidans from mineral mines. *Revista Brasileira de Microbiologia* 20: 1-6.
- Gharib, F.A., Moussa, L.A., and Massoud, O.N. 2008. Effect of compost and biofertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. *International Journal of Agricultura and Biology* 10(4): 381-387.
- Ghost, B.C., and Bhat, R. 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. *Environment and Pollution* 102: 123-126.
- Jahan, M., and Koocheki, A. 2004. Effect of organic production of german chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) on its chemical composition. *Pajouhesh and Sazandegi* 61: 87-95. (In Persian with English Summary)
- Kader, M.A. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Journal of Biological Sciences* 2: 259-261.
- Kartikeyan, 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: Bionterfaces* 62: 143-145.
- Koocheki, A., Shabahng, J., Khorramdel, S., and Nadjafi, F. 2015. Effects of mycorrhiza inoculation and different irrigation levels on yield, yield components and essential oil contents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and ajwain (*Trachyspermum ammi* L.). *Journal of Agroecology* 7(1): 20-37. (In Persian with English Summary)
- Koocheki, A., Tabrizi, L., and Ghorbani, R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of hyssop (*Hyssopus officinalis*). *Iranian Journal of Field Crops Research* 6: 127-137. (In Persian with English Summary)
- Leithy, S., El-Meseiry, T.A., and Abdallah, E.F. 2006. Effect of biofertilizers, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil yield and quality. *Journal of Applied Research* 2: 773-779.

- Mahfouz, S.A., and Sharaf-Eldin, A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Agrophysics Journal* 21: 361-366.
- Mohamadi-Ariya, M., Lakziyan, A., and Haghniya, G. 2010. Evaluation of thiobacillus bacteria and aspergillus inoculum effect on corn growth. *Iranian Journal of Field Crops Research* 8: 82-89. (In Persian)
- Murty, M.G., and Ladha, J.K. 1988. Influence of Azospirillum inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. *Plant and Soil* 108: 281-285.
- Omidbeigi, R. 2000. Approaches to Production and Processing of Medicinal Plants, Vol. III. Astanghods Razavi Publisher, Mashhad. (In Persian)
- Pieri, C. 1989. Fertilité des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud-du sahara. *Ministere de la cooperation et CIRAD-IRAT (Eds.) Paris* 444 pp.
- Rajendran, K., and Devaraj, P. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. *Biomass and Bioenergy* 26: 235-249.
- Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N., and Gautam, S.P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martini* var. motia by rhizobacteria, AMF and Azospirillum inoculation. *Microbiol Research* 156: 145-149.
- Renato, Y., Ferreira, M.E., Cruz, M.C., and Barbosa, J.C. 2003. Organic matter fractions and soil fertility under influence of liming, vermicompost and cattle manure. *Bioresource Technology* 60: 59-63.
- Rupela, O.P., and Tauro, P. 1973. Utilization of thiobacillus to reclaim alkali soils. *Soil Biology and Biochemistry* 5: 899-901.
- Sangwan, P., Kaushik, C.P., and Garg, V.K. 2008. Vermiconversion of industrial sludge for recycling the nutrients. *Bioresource Technology* 99: 8699-8704.
- Shabahang, J., Khorramdel, S., and Gheshm, R. 2013. Evaluation of symbiosis with Mycorrhizal on yield, yield components and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and ajowan (*Carum copticum* L.) under different nitrogen levels. *Journal of Agroecology* 5(3): 289-298. (In Persian with English Summary)
- Tahami, S.M.K. 2010. Evaluation of the effects of organic, biological and chemical fertilizers on yield, yield components and essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.). MSc Thesis Faculty Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- Tahami, S.M.K., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agroecology* 2: 70-82. (In Persian with English Summary)
- Tilak, K.V.B.R., Ranganayaki, N., Pal, K.K., De, R., Saxena, A.K., Shekhar Nautiyal, C., Shilpi Mittal, A., Tripathi, K., and Johri, B.N. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. *Current Science* 89: 136-150.
- Vesquez, P., Holguin, G., Puente, M.E., Lopez-Cortes, A., and Bashan, Y. 2000. Phosphate-solubilizing microorganisms associated with the rhizosphere of mangroves in a semiarid coastal lagoon. *Biology and Fertility of Soils* 30: 460-468.
- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil* 255: 571-586.
- Vital, W.M., Teixeira, N.T., Shigihara, R., and Dias, A.F.M. 2002. Organic manuring with pig biosolids with applications of foliar biofertilizers in the cultivation of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Ecossistema* 27: 69-70.
- Wu, S.C., Caob, Z.H., Lib, Z.G., Cheunga, K.C., and Wong, M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma* 125: 155-166.
- Zargari, A. 1989. Medicinal Plants. Tehran University publisher, Tehran, Iran. (In Persian)