نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۳۶۲-۳۵۰

Agroecology
Vol. 5, No. 4, Winter 2014, p. 350-362

اثر ورمی‌کمپوست و کودهای زیستی بر عملکرد رویشی و اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد

علیرضا رضایی مودب[۱]، سید محسن نبوی کلات[۲*] و رضا صدرآبادی حقیقی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۴/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۸/۲۰

چکیده

به‌منظور مطالعه اثرات ورمی‌کمپوست و کودهای زیستی بر عملکرد رویشی و اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مشهد در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا شد. تیمار های آزمایش شامل ۱- ورمی‌کمپوست، ۲- نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.)، ۳- بیوفسفر (حاوی باکتری‌های *Pseudomonas* sp. و *Bacillus* sp.)، ۴- ورمی-کمپوست+ نیتروکسین، ۵- ورمی‌کمپوست+ بیوفسفر، ۶- نیتروکسین+ بیوفسفر، ۷- ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر، ۸- کود شیمیایی (N.P.K) و ۹- شاهد (بدون کود) بودند. در طی فصل رشد دو چین در مرحله رشدی یکسان برداشت شد. نتایج آزمایش حاکی از برتری معنی‌دار ترکیب‌های کودی زیستی و ورمی‌ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد و شیمیایی در بسیاری از صفات اندازه‌گیری شده در هردو چین بود. در چین اول بیشترین عملکرد تازه (۱۱۳۷۷/۸ کیلوگرم در هکتار) و خشک (۱۸۹۵/۶ کیلوگرم در هکتار) در گیاهان تحت تیمار ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر مشاهده شد و تیمارهای ورمی کمپوست+ نیتروکسین و ورمی کمپوست+ بیوفسفر بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد خشک برگ (به ترتیب ۱۱۶۴/۷ و ۱۱۶۶/۸ کیلوگرم در هکتار) داشتند. در چین دوم بیشترین عملکرد تازه کل اندام هوایی (۱۱۳۳۳/۳ کیلوگرم در هکتار) در گیاهان تحت تیمار ورمی+ نیتروکسین+ بیوفسفر، و بیشترین عملکرد خشک کل اندام هوایی و عملکرد خشک برگ (به ترتیب ۲۰۱۷/۸ و ۱۱۰۳/۴ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین مشاهده شد. بیشترین درصد اسانس در هر دو چین در گیاهان تحت تیمار شاهد (به ترتیب ۱/۲ و ۱/۲۳ درصد در چین اول و دوم) حاصل شد. بر اساس نتایج این مطالعه، ورمی‌کمپوست و کودهای زیستی به تنهایی و یا در ترکیب با یکدیگر تاثیری در افزایش درصد اسانس نداشتند، ولی عملکرد رویشی را افزایش دادند.

واژه‌های کلیدی: بیوفسفر، درصد اسانس، عملکرد خشک، کشاورزی پایدار، نیتروکسین

مقدمه

تلاش برای افزایش تولید در واحد سطح و مصرف زیاد و نامتعادل کودهای شیمیایی، علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید و بازدهی کم، پیامدهای منفی زیست محیطی را به همراه داشته است. مطالعات بلندمدت نشان داده است که استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی، عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد که این کاهش نتیجه 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 موجب آلودگی‌های زیست محیطی و صدمات اکولوژیکی شده است که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهد (Ghost & Bahat, 1998). برای کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه بر تأمین نیازهای فعلی گیاه، پایداری سیستم‌های کشاورزی در درازمدت را نیز به دنبال داشته باشد (Murty & Ladha, 1988).

به‌منظور بهبود بخشیدن خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک، استفاده از مواد آلی مثل کمپوست و ورمی‌کمپوست و کاربرد میکروارگانیسم‌های تحریک‌کننده رشد گیاه مناسب ارزیابی می‌شوند. استفاده از کودهای زیستی و انتخاب بهترین گونه میکروارگانیسم که بیشترین سازگاری را نسبت به اقلیم منطقه داشته باشد می‌تواند در پایداری سیستم کشاورزی مفید واقع شود (Ghost & Bahat, 1998).

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، استادیار و دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: sm_nabavikalat@yahoo.com)

ورمی‌کمپوست دارای موادی مانند هورمون‌های رشد گیاهی و آنزیم‌هایی است که موجب افزایش جامعه میکروبی خاک، و نگهداری عناصر غذایی برای دوره‌ای طولانی‌تر بدون اثرات منفی بر محیط، می‌گردد (Padmavathiamma et al., 2008). ورمی‌کمپوست حاصل یک فرآیند هوازی است که در نتیجه تجزیه مشترک مواد آلی توسط کرم زباله یا کرم خاکی و میکروارگانیسم‌های خاکزی تولید می‌شود (Atiyeh et al., 2000). خاک‌های حاوی ورمی‌کمپوست معمولاً نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیشتری نسبت به خاک‌های فاقد آن دارند. ورمی‌کمپوست غنی از هورمون‌های رشد و ویتأمین‌های بوده و به‌عنوان یک آفت‌کش قوی زیستی مطرح است (Martin et al., 1997). همچنین ورمی‌کمپوست ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک را نیز افزایش می‌دهد و از آبشویی عناصر غذایی جلوگیری می‌کند. از طرفی، ورمی‌کمپوست موجب بهبود ساختمان فیزیکی خاک و بهبود رشد ریشه گیاه می‌شود (Dorzi & Hajseyedhadi, 2003; Gali et al., 1990).

استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی از جمله ریزوباکترهای محرک رشد گیاه[1] می‌تواند به روش‌های مختلفی موجب افزایش رشد و عملکرد گیاهان شود (Vessey, 2003). این گروه از باکتری‌ها از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، افزایش حلالیت فسفر و پتاسیم، افزایش فراهمی زیستی عناصر معدنی خاک، مهار عوامل بیماری‌زا و همچنین تولید هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد گیاه، عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Fatma et al., 2008). از جمله مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد گیاه، باکتری‌های جنس *ازتوباکتر* (*Azotobacter* sp.)، *آزوسپیریلوم* (*Azospirillum* sp.) و *سودوموناس* (*Pseudomonas* sp.) می‌باشند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک، با تولید مقادیر قابل ملاحظه هورمون‌های تحریک کننده رشد به خصوص انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکینین، رشد و نمو و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Vessey, 2003; Zahir et al., 2004).

توجه عمده به کشت و توسعه گیاهان دارویی در سطح جهان از اواسط دهه ۱۹۸۰ آغاز و موجب شد که تقاضای جهانی این محصولات به طور فزاینده‌ای افزایش یابد. سپس در کشورهای مختلف تحقیقات گسترده‌ای در زمینه کاشت، داشت و برداشت این دسته از گیاهان شروع شده و سطوح وسیعی از زمین‌های زراعی به کشت این گیاهان اختصاص یافت (Telci et al., 2006).

گونه ریحان معمولی (*Ocimum bacilicum* L.) مهم‌ترین گونه اقتصادی جنس *Ocimum* محسوب می‌شود و تقریباً در تمام مناطق گرم و معتدل کشت و مصرف می‌شود. ریحان دارای سابقه کشت ۳۰۰۰ ساله بوده و از دیرباز توسط مردم آسیا و اروپا در مراسم سنتی و مذهبی به‌عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و سبزی تازه استفاده شده است. منشاء ریحان ایران، افغانستان و هند گزارش شده است. ریحان در اکثر فارماکوپه‌ها به‌عنوان یک گیاه دارویی معرفی شده و از برگ‌ها و اسانس آن برای معالجه برخی بیماری‌ها مانند سردرد، سرماخوردگی، اسهال و نارسایی کلیه استفاده می‌شود. مواد مؤثره پیکره رویشی این گیاه اشتهاآور است و برای درمان نفخ، تقویت دستگاه گوارش و تسکین حس خستگی استفاده می‌شود. از این گیاه برای معالجه برخی ناراحتی‌های قلبی و همچنین برای مداوای بزرگی طحال می‌توان استفاده کرد (Omidbaigi, 1997).

با توجه به اهمیت و جایگاه ریحان به عنوان یک گیاه دارویی و نیز مطالعه واکنش‌های رشدی و عملکرد این گیاه به کودهای زیستی و آلی، این آزمایش با هدف ارائه روشی جایگزین برای مصرف کودهای شیمیایی در تولید ریحان و بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست و ریزوباکترهای تحریک کننده رشد بر میزان مواد مؤثره، عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه‌ای واقع در شهر مشهد با طول جغرافیایی ۵۹°/۳۷ و عرض جغرافیایی ۳۶°/۱۹ در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۹ تیمار کودی مختلف و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: ۱- ورمی کمپوست، ۲- نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.)، ۳- بیوفسفر (حاوی باکتری‌های *Pseudomonas* sp. و *Bacillus* sp.)، ۴- ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین، ۵- ورمی‌کمپوست+ بیوفسفر، ۶- نیتروکسین+ بیوفسفر، ۷- ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر، ۸- کود شیمیایی (N.P.K به ترتیب ۶۰، ۶۰، و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار) و ۹- شاهد (بدون کود) بود. قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک به طور تصادفی نمونه‌گیری و جهت تجزیه خاک به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج آزمایش خاک در جدول ۱ آمده است. همچنین میزان نیتروژن، فسفر و پتاس موجود در ورمی‌کمپوست مورد استفاده تعیین شد (جدول ۲). مقدار مورد نیاز ورمی‌کمپوست، جهت اضافه کردن به خاک بر اساس درصد نیتروژن و نیتروژن موجود در خاک مقدار هفت تن در هکتار برآورد شد.

تعداد ساقه فرعی در بوته

از نتیجه مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که تعداد ساقه فرعی در بوته در کلیه گیاهان تحت تیمارهای کود زیستی (بجز تیمار بیوفسفر که در چین دوم با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت)، با اختلاف معنی‌داری بیش از تیمار شاهد بود.

1-Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR)

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش
Table 1- Soil physical and chemical properties in experimental site

بافت خاک Soil texture	نیتروژن (ppm) Nitrogen (ppm)	فسفر (ppm) Phosphorus (ppm)	پتاسیم (ppm) Potassium (ppm)	اسیدیته PH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس) EC ($dS.m^{-1}$)
لومی– سیلت Loamy- Silt	15.5	13.7	119	7.47	1.2

جدول ۲- مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در ورمی کمپوست
Table 2- Amount of nitrogen, phosphorus and potassium in vermicompost

	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	فسفر (درصد) Phosphorus (%)	پتاسیم (درصد) Potassium (%)
ورمی‌کمپوست Vermicompost	1.4	1.5	1.2

بیشترین تعداد ساقه فرعی (۱۵ ساقه) در چین اول در تیمار ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر به‌دست آمد، هرچند که تفاوت آن با دو تیمار ترکیبی ورمی‌کمپوست با نیتروکسین و ورمی‌کمپوست با بیوفسفر معنی‌دار نبود (جدول ۵). در هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت به طول پنج متر و به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد شد. بنابراین، ابعاد هر کرت آزمایشی ۳×۵ متر مربع بود. حدود یک ماه قبل از کاشت تیمار ورمی‌کمپوست به مقدار در نظر گرفته شده به کرت‌های مربوطه اضافه شد و به وسیله بیل دستی تا عمق ۱۵ سانتی‌متری با خاک مخلوط شد. کودهای شیمیایی فسفر و پتاسیم، یک روز قبل از کاشت در سطح کرت‌های مورد نظر اعمال شد. کود فسفر از منبع فسفات آمونیم و کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم تأمین شد. کود شیمیایی نیتروژن از منبع اوره نیز به صورت سرک در دو مرحله، نیمی در ابتدای کاشت، همزمان با کاربرد کودهای دیگر و نیمی دیگر بعد از برداشت چین اول به کرت‌های مربوطه اضافه شد. تلقیح بذور با کودهای زیستی به روش استاندارد (Kennedy et al., 2004) و نیز رعایت توصیه‌های شرکت تولید کننده، بلافاصله قبل از کشت انجام شد. بذور ریحان که از توده بومی مشهد انتخاب شده بودند در هر کرت به فاصله شش سانتی‌متر روی ردیف و به عمق ۲-۱ سانتی‌متر در خرداد ماه سال ۱۳۸۸ کاشته شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و بعد از آن هر هفته یک بار به صورت جداگانه برای هر کرت انجام گرفت. حدود ۱۴ روز پس از کاشت بیش از ۸۰ درصد بوته‌های هر کرت سبز شدند. به‌منظور حصول تراکم مناسب، گیاه در یک مرحله و پس از استقرار کامل در مرحله شش برگی تنک شد. مبارزه با علف‌های هرز توسط وجین دستی در دو نوبت انجام گرفت. در طول انجام آزمایش از هیچ‌گونه سم و آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد.

قبل از برداشت نهایی تعداد سه بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفات و ویژگی‌هایی از جمله ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی بوته، وزن تر و خشک برگ و کل اندام‌های هوایی بوته اندازه‌گیری شد. برای محاسبه عملکرد نهایی در هر کرت، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای حذف شد. و از سطح باقی‌مانده به مساحت هشت متر مربع برداشت محصول انجام و عملکرد تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه و عملکرد برگ خشک تعیین شد. برداشت در هر دو چین در مرحله رشدی یکسان و زمانی که گیاهان در ۱۰ درصد گلدهی بودند انجام شد. ۵۰ گرم برگ خشک شده از هر کرت به‌طور 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 آن اضافه و سپس به مدت چهار ساعت در دستگاه کلونجر قرار داده شد) و در نهایت، مقدار و درصد اسانس برگ ریحان تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver. 9.1 انجام شد. برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار MS-Excel Ver. 11 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار در چین اول بر تمامی صفات و در چین دوم نیز بر تمام صفات جز درصد اسانس در معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول‌های ۳ و ۴).

در چین دوم هم بیشترین تعداد ساقه (۱۴ ساقه) در تیمار ورمی‌کمپوست به‌همراه نیتروکسین و بیوفسفر و تیمار ورمی‌کمپوست+نیتروکسین حاصل شد (جدول ۶). همچنین تیمارهای کود زیستی به‌کار رفته در آزمایش باعث تأثیر مثبت بیشتری نسبت به کاربرد کود شیمیایی در افزایش تعداد ساقه فرعی بوته شد که این

تأثیر به‌خصوص در چین اول در اکثر موارد معنی‌دار بود (جدول ۵).

تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده رشد گیاه و در پی آن افزایش تعداد ساقه‌های فرعی گیاه است. تیمارهای کود آلی و زیستی با تأمین تدریجی عناصر غذایی تا حد زیادی باعث افزایش تعداد ساقه‌های فرعی گیاه شدند. تهامی زرندی (Tahami-Zarandi, 2000) گزارش کرد که استفاده از کودهای آلی و زیستی باعث افزایش معنی‌دار تعداد ساقه فرعی در گیاه ریحان نسبت به تیمارهای کود شیمیایی و شاهد شد. در تحقیقی مشاهده شد که استفاده از کمپوست و ورمی‌کمپوست در گیاه سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) باعث افزایش معنی‌دار تعداد شاخه اصلی و فرعی در بوته شد (Atiyeh et al., 2000). همچنین تأثیر انواع کودهای آلی و زیستی در افزایش تعداد شاخه اصلی و فرعی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) معنی‌دار گزارش شده است (Moradi, 2004).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده ریحان (چین اول)

Table 3- Analysis of variance measured traits in basil (first cutting)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square				
		ارتفاع Height	تعداد ساقه فرعی lateral branches number	وزن تر گیاه Plant fresh weight	وزن خشک گیاه Plant dry weight	وزن تر برگ Leaf fresh weight
بلوک Block	2	29.75*	3.11**	90.1**	11.92**	32.94**
تیمار Treatment	8	56.04**	8.91**	167.21**	6.14**	32.7**
خطا Error	16	6.21	0.444	13.15	0.393	2.01
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	8.38	5.8	13.97	14.44	9.39

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: are Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳- (ادامه)

Table 3- (Continue)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square					
		وزن خشک برگ Leaf dry weight	عملکرد تازه Fresh yield	عملکرد ماده خشک Dry matter yield	عملکرد برگ Leaf yield	محتوی اسانس (٪) Essential oil content (%)	عملکرد اسانس Essential oil yield
بلوک Block	2	1.36**	7161568**	141411.8**	34077.5ns	0.063**	2.39*
تیمار Treatment	8	2.23**	7975205.9**	122895.9**	55055.2**	0.114**	15.61**
خطا Error	16	0.084	702617.8	20049.5	10551.8	0.003	0.649
ضریب تغییرات (٪) C.V(%)	-	17.38	9.47	8.85	10.7	6.8	9.19

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: are Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ٤- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده ریحان (چین دوم)

Table 4- Analysis of variance measured traits in basil (Second cutting)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square				
		ارتفاع Height	تعداد ساقه فرعی lateral branches number	وزن تر گیاه Plant fresh weight	وزن خشک گیاه Plant dry weight	وزن تر برگ Leaf fresh weight
بلوک Block	2	53.85*	3.81**	368.56**	25.09**	72.83*
تیمار Treatment	8	76.98**	4.31**	1366.55**	24.67**	256**
خطا Error	16	8.73	0.444	48.75	1.46	18.9
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	8.01	5.8	11.51	11.35	14.69

* و** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: are Significant at 5and 1% probability levels, respectively.

جدول ٤- (ادامه)

Table 4- (Continue)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square					
		وزن خشک برگ Leaf dry weight	عملکرد تازه Fresh yield	عملکرد خشک Dry yield	عملکرد برگ Leaf yield	محتوی اسانس (٪) Essential oil content (%)	عملکرد اسانس Essential oil yield
بلوک Block	2	3.13**	4147324**	42326.1ns	8176.6ns	0.02ns	0.46ns
تیمار Treatment	8	5.26**	7964951.1**	132111**	33608.5**	0.11ns	7.07**
خطا Error	16	0.289	156176.1	16244.4	6810.3	0.006	0.774
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	10.5	4.2	7.3	9.18	9.15	10.93

ns غیر معنی دار، ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد

ns and **: are non significant and Significant at 1% probability level, respectively.

ارتفاع بوته

بین تیمارهای مختلف در هر دو چین برداشت شده، از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در چین اول بیشترین ارتفاع بوته (۳۴/۸ سانتی‌متر) در گیاهان تحت تیمار ترکیب سه کود ورمی‌کمپوست به علاوه بیوفسفر و نیتروکسین حاصل شد که علاوه بر تیمارهای کود شیمیایی و شاهد با تیمارهای نیتروکسین و بیوفسفر نیز اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۵). در چین دوم بیشترین ارتفاع بوته (۴۳/۱ سانتی‌متر) در تیمار نیتروکسین به‌علاوه ورمی‌کمپوست مشاهده شد که با دیگر تیمارها، به جز تیمارهایی که در آنها ورمی‌کمپوست به‌کار رفته بود اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۶).

در شرایط یکسان محیطی، فراهم آوردن عناصر غذایی برای گیاه توسط کودهای مختلف می‌تواند باعث افزایش رشد گیاه و در پی آن افزایش ارتفاع بوته شود. به نظر می‌رسد که در این آزمایش تیمارهایی که در آنها ورمی‌کمپوست وجود داشت بیشترین تأثیر را در افزایش ارتفاع بوته داشتند که با توجه به قابلیت‌های این کود از جمله بهبود تغذیه گیاه و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک تا حد زیادی توجیه‌پذیر می‌باشد، چرا که کاربرد کمپوست در مقادیر بهینه، رشد گیاه و همچنین مقدار عناصر غذایی پتاسیم و احتمالاً گوگرد را در خاک بهبود می‌بخشد (Ouedraogo et al., 2001).

جدول ۵- مقایسه میانگین های برخی صفات ریحان در تیمارهای مختلف کودی (چین اول)

Table 5- Mean comparisons of basil traits in various treatment of fertilizer (First cutting)

وزن خشک برگ (گرم) Leaf dry weight (g)	وزن تر برگ (گرم) Leaf fresh weight (g)	وزن خشک گیاه (گرم) Plant dry weight (g)	وزن تر گیاه (گرم) Plant fresh weight (g)	تعداد ساقه فرعی Lateral branches number	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	تیمار Treatment
2.28cd	14.68c	4.16cde	25.32cd	13.6b	31.2ab*	ورمی‌کمپوست Vermicompost
2.74bc	13.5cde	4.24cde	23.76cd	13.6b	28.8bc	نیتروکسین Nitroxin
2.02d	11.56e	3.6de	21.08d	12c	24.7cd	بیوفسفر Biophosphorus
3.74a	18.01ab	5.92ab	34.7ab	14.6ab	34ab	ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین Vermicompost+ Nitroxin
3.24ab	15.28c	4.87bc	29.5bc	14.3ab	32.3ab	ورمی‌کمپوست+ بیوفسفر Vermicompost+ Biophosphorus
2.58c	15.66bc	4.66cd	29.83bc	13.6b	32.5ab	نیتروکسین+ بیوفسفر Nitroxin+ Biophosphorus
3.57a	19.18a	6.56a	36.57a	15a	34.8a	ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر Vermicompost+Nitroxin+ Biophosphorus
2.02d	12.42de	3.34e	19.26de	11cd	26.3cd	شیمیایی Chemicals
1.01e	8.38f	1.69f	13.49e	10d	22.6d	شاهد Control

* در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

* In each column, means which followed by the same letters, are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$).

جدول ۵- (ادامه)

Table 5- (Continue)

تیمار Treatment	عملکرد تازه (کیلوگرم در هکتار) Fresh yield (kg.ha^{-1})	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry matter yield (kg.ha^{-1})	عملکرد برگ (کیلوگرم در هکتار) Leaf yield (kg.ha^{-1})	محتوی اسانس (٪) Essential oil content (%)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) Essential oil yield (kg.ha^{-1})
ورمی کمپوست Vermicompost	8766.7bc	1620bcd	889.9bc	1.03bc	9.12b
نیتروکسین Nitroxin	8122.2c	1484.4cde	959.2bc	0.7e	6.59c
بیوفسفر Biophosphorus	7584.4cd	1404.4de	798.6c	0.7e	5.39c
ورمی کمپوست+ نیتروکسین Vermicompost+ Nitroxin	10911.1a	1844.4ab	1164.7a	0.94cd	11.03a
ورمی کمپوست+ بیوفسفر Vermicompost+ Biophosphorus	9888.9ab	1753.3abc	1166.8a	0.9d	10.55ab
نیتروکسین+ بیوفسفر Nitroxin+ Biophosphorus	8555.6bc	1586.7bcd	879.5bc	0.64e	5.55c
ورمی کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر Vermicompost+ Nitroxin+ Biophosphorus	11377.8a	1895.6a	1032.4ab	1.04bc	10.77a
شیمیایی Chemicals	8133.3c	1517.8cde	916.1bc	1.06b	9.79ab
شاهد Control	6240d	1286.7e	839.3bc	1.2a	10.09ab

در هر ستون میانگین های با حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن معنی دار نمی باشند.

In each column, means which followed by the same letters, are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$).

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های برخی صفات ریحان در تیمارهای مختلف کودی (چین دوم)

Table 6- Mean comparisons of basil traits in various treatment of fertilizer (Second cutting)

وزن خشک برگ (گرم) Leaf dry weight (g)	وزن تر برگ (گرم) Leaf fresh weight (g)	وزن خشک گیاه (گرم) Plant dry weight (g)	وزن تر گیاه (گرم) Plant fresh weight (g)	تعداد ساقه فرعی Lateral branches number	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	تیمار Treatment
5.7bc	33.72bc	10.61cd	65.57b	12.3bc	40.2abc*	ورمی کمپوست Vermicompost
4.91cd	21.26e	9.41de	45.78c	11.6bc	36cd	نیتروکسین Nitroxin
4.24d	21.83e	8.2e	43.44c	11.3cd	32.3cde	بیوفسفر Biophosphorus
7.55a	41.37ab	13.8ab	86.64a	14a	43.1a	ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین Vermicompost+ nitroxin
6.08b	33.73bc	11.91bc	74.29b	12.6b	39.7abc	ورمی‌کمپوست+ بیوفسفر Vermicompost+ Biophosphorus
6.12b	30.25cd	12.69abc	65.04b	12.3bc	37.4bcd	نیتروکسین+ بیوفسفر Nitroxin+ Biophosphorus
6.61b	43.52a	14.75a	91.57a	14a	42.2ab	ورمی کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر Vermicompost+nitroxin+ Biophosphorus
4.58d	22.91de	8.41de	43.98c	11.6bc	32.4de	شیمیایی Chemicals
3.25e	17.71e	6.09f	29.22d	10.3d	28.2e	شاهد Control

* در هر ستون میانگین های با حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

* In each column, means which followed by the same letters, are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$).

جدول -٦ (ادامه)

Table 6- (Continue)

تیمار Treatment	عملکرد تازه (کیلوگرم در هکتار) Fresh yield (kg.ha^{-1})	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry matter yield (kg.ha^{-1})	عملکرد برگ (کیلوگرم در هکتار) Leaf yield (kg.ha^{-1})	محتوی اسانس (٪) Essential oil content (%)	عملکرد اسانس(کیلوگرم در هکتار) Essential oil yield (kg.ha^{-1})
ورمی کمپوست Vermicompost	9766.7c*	1760bcd	945.3b	0.91cd	8.57a
نیتروکسین Nitroxin	8733.3d	1646.7cd	859.4bc	0.74ef	6.38b
بیوفسفر Biophosphorus	7822.2e	1602.2d	892.2bc	0.686f	5.68b
ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین Vermicompost+ Nitroxin	11055.6ab	2017.8a	1103.4a	0.86de	6.46a
ورمی‌کمپوست+ بیوفسفر Vermicompost+ Biophosphorus	10500b	1900ab	970.7ab	0.87de	8.44a
نیتروکسین+ بیوفسفر Nitroxin+ Biophosphorus	10411.1bc	1860abc	896.9b	0.68f	6.18b
ورمی کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر Vermicompost+ Nitroxin+ Biophosphorus	11333.3a	1942.2ab	870.7b	1.12ab	9.73a
شیمیایی Chemicals	8440de	1640cd	892.2b	1.02bc	9.13a
شاهد Control	6477.8f	1344.4e	716.6c	1.23a	8.82a

* در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

* In each column, means which followed by the same letters, are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$).

بنابراین، کود ورمی کمپوست نسبت به سایر تیمارها ارتفاع ریحان را بیشتر تحت تأثیر قرار داد. خندان (Khandan, 2004) افزایش ارتفاع بوته اسفرزه (*Plantago psyllium* L.) را در نتیجه استفاده از کمپوست نشان داد. در یک آزمایش مزرعه‌ای بر روی ریحان، کاربرد توأم کودهای نیتروژنه آلی و معدنی، باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه نسبت به کاربرد کودهای معدنی به‌تنهایی شد (Kandeel et al., 2002). عزیزی و همکاران (Azizi et al., 2007) نیز گزارش کردند که سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر ارتفاع بوته گیاه ریحان که فقط برای رشد رویشی کشت شده بود، اثر معنی‌دار داشت. تهامی زرندی (Tahami-Zarandi, 2000) با کاربرد کودهای آلی و زیستی در ریحان مشاهده کرد که ارتفاع بوته در کلیه گیاهان تحت تیمارهای کود آلی و زیستی (به‌جز تیمار کمپوست که با تیمار شیمیایی اختلاف معنی‌داری نداشت)، با اختلاف معنی‌داری بیش از تیمارهای کود شیمیایی و شاهد بود. همچنین بیشترین ارتفاع بوته در گیاهان تحت تیمار ورمی‌کمپوست مشاهده شد.

وزن تر و خشک برگ و کل اندام‌های هوایی تک‌بوته

نتایج مقایسه میانگین حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها از لحاظ صفات وزن تر و خشک برگ در بوته و وزن تر و خشک کل اندام هوایی تک‌بوته، در هر دو چین بود (جدول‌های ۵ و۶). در دو چین برداشت شده، تیمار شاهد از نظر این صفات کمترین مقدار را در بین تیمارها داشت. در چین اول بیشترین وزن تر و خشک کل اندام هوایی، گیاهان (به ترتیب ۳۶/۷۵ و ۶/۵۶ گرم) تحت تیمار ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر به‌دست آمد که با دیگر تیمارها به جز تیمار ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین اختلاف معنی‌دار داشت. از لحاظ وزن تر و خشک برگ هر گیاه نیز کاربرد ترکیب کودهای سه‌گانه ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر، باعث تولید بیشترین مقدار شد که با اغلب تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۵). مانند چین اول، در چین دوم نیز بیشترین وزن تر و خشک کل اندام هوایی هر گیاه (به ترتیب ۹۱/۵۷ و ۱۴/۷۵ گرم) و نیز وزن تر برگ (۴۳/۵۲ گرم) با کاربرد توأم سه کود ورمی‌کمپوست، نیتروکسین و بیوفسفر حاصل شد، اما از نظر وزن خشک برگ، تیمار ورمی‌کمپوست به‌علاوه نیتروکسین که از لحاظ صفات یاد شده دیگر اختلافی با تیمار ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر نداشت، دارای بیشترین مقدار (۷/۵۵ گرم) بود (جدول ۶). از نکات حائز اهمیت، افزایش معنی‌دار مقادیر وزن تر و خشک برگ و کل اندام هوایی تک بوته در اغلب تیمارهای دو چین برداشت شده، نسبت به تیمار کود شیمیایی بود.

به نظر می‌رسد که کاربرد ترکیبات کودی سه‌گانه و دو گانه به نوعی باعث اثرات هم‌افزایی مثبت در گیاه شده و تا حد زیادی خصوصیات رشدی مطلوبی را برای گیاه بوجود آورد. کودهای آلی و زیستی با تأمین عناصر پرمصرف و کم‌مصرف مورد نیاز گیاه، بهبود ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، گسترش مناسب سیستم ریشه‌ای گیاه با بهبود ساختار خاک و افزایش خلل و فرج خاک، تولید هورمون‌های گیاهی بوسیله باکتری‌ها و تقویت جذب و انتقال مواد معدنی، موجب رشد و نمو بیشتر گیاه می‌شوند (Fatma et al., 2008). کودهای آلی با دارا بودن بخشی از عناصر پرمصرف مورد نیاز گیاه، و به مقدار کمتری ریزمغذی‌ها، خاک را در درازمدت در جهت تعادل پیش خواهند برد. در این زمینه گزارشاتی از تحقیقات مشابه وجود دارد که به نوعی تائید-کننده این مطلب می باشند. به‌طور مثال، فلاحی (Fallahi, 2004) اثر مثبت کودهای دامی بر افزایش وزن خشک بوته گیاه دارویی بابونه (*Chamaemelum nobile* L.)، دلات (Delate, 2000) افزایش وزن خشک گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) در اثر کاربرد کمپوست وآرانکون و همکاران (Arancon et al., 2004) افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه فلفل (*Capsicum annum* L.) با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست را گزارش کرده‌اند.

عملکرد تر و خشک کل اندام‌های هوایی و عملکرد خشک برگ

نتایج نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها از لحاظ عملکرد تر و خشک کل اندام‌های هوایی و عملکرد خشک برگ بود (جدول‌های ۵ و ۶). در چین اول گیاهان تحت تیمارهای ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر، بیشترین عملکرد وزن تازه (۱۱۳۷۷/۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد خشک (۱۸۹۵/۶ کیلوگرم در هکتار) کل اندام هوایی را تولید کردند، هر چند تفاوت آنها با تیمارهای ورمی-کمپوست+ نیتروکسین و ورمی‌کمپوست+ بیوفسفر تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). در چین دوم بیشترین عملکرد تر (۱۱۳۳۳/۳ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ورمی‌کمپوست+نیتروکسین+بیوفسفر حاصل شد (بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین)، اما بیشترین عملکرد خشک برگ (۱۱۰۳/۴ کیلو گرم در هکتار) و کل اندام هوایی (۲۰۱۷/۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین مشاهده شد (جدول ۶). با دقت در نتایج می‌توان دریافت که کاربرد کود شیمیایی و نیز کاربرد جداگانه هرکدام از کودهای آلی و بیولوژیک تأثیر به مراتب کمتری در افزایش صفات رشدی ریحان داشت و حتی در برخی موارد اختلاف این تیمارها با شاهد معنی‌دار نبود. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، یکی از دلایل این موضوع می‌تواند ناشی از اثرات هم‌افزایی کاربرد ترکیبی کودهای مختلف باشد. در نتیجه کاربرد توأم کودهای نیتروکسین و بیوفسفر

احتمالاً گیاه از لحاظ نیتروژن و فسفر که دو عنصر ضروری برای رشد گیاه می‌باشند در وضعیت مطلوبی قرار گرفت و هنگامی‌که ورمی-کمپوست که خود حاوی درصد بالایی از عناصر غذایی می باشد و می‌تواند باعث تأثیرات مثبت فیزیکی و بیولوژیکی روی خاک شود (افزایش خلل و فرج و ظرفیت نگهداری آب خاک، افزایش فعالیت میکروبی خاک)، با این دو کود زیستی ترکیب شود، گیاه از لحاظ تغذیه‌ای و بستر رشد در وضعیت مناسبی قرار خواهد گرفت.

افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، تقویت فعالیت‌های شبه هورمونی گیاه، تأمین عناصر مورد نیاز گیاه و افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه و به‌طور کلی، بهبود ساختار شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی بستر کاشت، از جمله دلایل متعددی است که محققین با استناد به آنها برتری کودهای آلی و زیستی در افزایش عملکرد گیاهان را مورد تأیید قرار داده‌اند (Khalid et al., 2006). سیفولاو باربیری (Sifola & Barbieri, 2006) افزایش معنی‌دار عملکرد گیاه ریحان در نتیجه کاربرد ترکیب کودهای آلی با کودهای نیتروژنه معدنی را گزارش کردند.

عدم تأثیر قابل ملاحظه کود شیمیایی بر عملکرد گیاه می‌تواند به این علت باشد که نیتروژن موجود در کودهای شیمیایی بیشتر در معرض تصعید و آبشویی قرار دارد. نیتروژن موجود در کودهای شیمیایی به‌صورت معدنی است و تحت شرایط مناسب خاک در معرض فرآیند نیترات‌سازی قرار می‌گیرد و به اعماق پایین‌تر خاک انتقال می یابد، در حالی‌که این واکنش در تیمارهای کود دامی آهسته‌تر صورت می‌گیرد (Kolata et al., 1992). همچنین برخلاف کودهای آلی، کود شیمیایی هیچ تأثیر مثبتی بر وزن مخصوص ظاهری خاک نمی‌گذارد. در آزمایشی سطوح مختلف ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria Chamomllia* L.) شد (Azizi et al., 2008). فاتما و همکاران (Fatma et al., 2008) دریافتند که کاربرد باکتری‌های محرک رشد و کمپوست به‌ویژه به‌صورت مخلوط با یکدیگر نسبت به کاربرد کود شیمیایی، باعث افزایش معنی‌دار زیست‌توده گیاه مرزنجوش (*Majorana hortensis* L.) شد.

درصد اسانس

نتایج تجزیه واریانس عدم اختلاف معنی‌دار تیمارها در چین دوم از نظر درصد اسانس را نشان داد (جدول ۴). اما نتایج مقایسه میانگین حاکی از تفاوت معنی‌دار تیمارها از نظر درصد اسانس در هر دو چین برداشت شده بود (جدول‌های ۵ و ۶). در هر دو چین، گیاهان تحت تیمار شاهد که از نظر عملکرد، کمترین مقدار را دارا بودند، بیشترین درصد اسانس (به ترتیب ۱/۲ و ۱/۲۳ درصد) را تولید کردند. همچنین کمترین درصد اسانس نیز در هر دو چین در تیمارهای کود زیستی نیتروکسین، بیوفسفر و نیز ترکیب نیتروکسین به‌علاوه بیوفسفر مشاهده شد (جدول‌های ۵ و ۶). از نتایج چنین برمی‌آید که بین عملکرد برگ خشک و درصد اسانس همبستگی معکوس وجود دارد، بدین صورت که هرچه عملکرد برگ در واحد سطح افزایش یافت از درصد اسانس آن کاسته شد. تیمار شاهد با داشتن کمترین عملکرد برگ در هکتار دارای بیشترین درصد اسانس بود. نتایج مشابه از آزمایش تهامی زرندی (Tahami-Zarandi, 2000) روی گیاه ریحان و مرادی (Moradi, 2004) در گیاه رازیانه گزارش شده است. نکته دیگر این است که تیمارهای استفاده توأم از نیتروکسین، بیوفسفر و ورمی‌کمپوست و نیز دیگر تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست با وجود این‌که بیشترین عملکردها را شامل می‌شدند، دارای درصد اسانس بالایی نیز بودند که این نشانه تاثیر مثبت ورمی‌کمپوست بر افزایش اسانس ریحان بود. در تحقیقات دیگر نیز گزارش شده است که استفاده از کودهای آلی باعث افزایش درصد اسانس گیاهان دارویی می شوند (Amin, 1997; Atiyeh et al., 2000) وجود بیشترین درصد اسانس در تیمار شاهد، که دارای کمترین عملکرد برگ بود، می‌تواند ناشی از افزایش متابولیت‌های ثانویه از جمله اسانس تحت شرایط تنش مانند کمبود عناصر غذایی باشد، زیرا تیمارهای کود آلی با قابلیت نگهداری بیشتر آب در خاک و فراهم آوردن عناصر غذایی از مواجه گیاه با تنش، به‌خصوص تنش کم آبی جلوگیری می‌کنند.

عملکرد اسانس

نتایج نشان داد که در چین اول تیمار ورمی‌کمپوست به‌علاوه نیتروکسین بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد اسانس ریحان (۱۱/۰۳ کیلو گرم در هکتار) داشت و اختلاف آن با تیمارهای ورمی‌کمپوست، نیتروکسین، بیوفسفر و نیتروکسین به‌علاوه بیوفسفر معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۵). در چین دوم تیمارهای نیتروکسین، بیوفسفر و نیتروکسین به‌علاوه بیوفسفر که در دومین گروه معنی‌داری قرار داشتند، بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر، عملکرد اسانس کمتری نسبت به دیگر تیمارها که آنها نیز اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند، دارا بودند (جدول ۶). با توجه به این که عملکرد اسانس برآیند عملکرد برگ و درصد اسانس است، تیمارهایی که از نظر عملکرد برگ و درصد اسانس بیشتر مقادیر را به خود اختصاص داده بودند، عملکرد اسانس تقریباً یکسانی داشتند، همچنین تیمارهایی مانند نیتروکسین و بیوفسفر که تأثیر نسبتاً کمتری در افزایش عملکرد برگ و درصد اسانس گیاه ریحان داشتند، از نظر عملکرد اسانس نیز کمترین مقادیر را دارا بودند. کودهای آلی به دلیل اثرات مطلوب هم باعث افزایش عملکرد گیاه شدند و هم سبب تولید درصد اسانس قابل قبولی شدند و به این ترتیب عملکرد اسانس را تا حد مطلوبی بالا بردند. مرادی (Moradi, 2004) گزارش کرد که استفاده از کودهای آلی و

بیولوژیک باعث افزایش معنی دار عملکرد اسانس رازیانه نسبت به شاهد شد و به عنوان نمونه، تیمار استفاده از مخلوط کمپوست و ورمی‌کمپوست عملکرد اسانس را معادل ۴۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. او دلیل این افزایش را عملکرد دانه و درصد اسانس بالاتر این تیمار نسبت به دیگر تیمارها دانست. در تحقیقی دیگر، ریحان کشت شده تحت شرایط ارگانیک، دارای عملکرد اسانس بیش از دو برابر نسبت به ریحان تغذیه شده با کودهای شیمیایی رایج بود (Khalid et al., 2006). گزارش مشابه دیگری، حاکی از افزایش عملکرد اسانس ریحان در سیستم تولیدی مبتنی بر استفاده تلفیقی از کودهای نیتروژنه آلی و معدنی بود (Kandeel et al., 2002). منا و همکاران (Mona et al., 2008) گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی سبب افزایش عملکرد اسانس رازیانه شد. در تحقیقی دیگر، مقدار اسانس و نیز مقدار ترکیبات ضروری گیاه دارویی بابونه، در شرایط کشت ارگانیک به مراتب بالاتر از کشت رایج آن بود (Vildova et al., 2006).

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاکی از برتری معنی‌دار ترکیب‌های کودی بیولوژیک و ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد و کود شیمیایی در بسیاری از صفات اندازه‌گیری شده و نیز پاسخ مثبت گیاه دارویی ریحان نسبت به مصرف کود می‌باشد. در چین اول بیشترین عملکرد تازه و خشک در گیاهان تحت تیمار ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر مشاهده شد و تیمارهای ورمی‌کمپوست+نیتروکسین و ورمی+ بیوفسفر بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد خشک برگ داشتند. در چین دوم بیشترین عملکرد تازه کل اندام هوایی در گیاهان تحت تیمار ورمی+ نیتروکسین+ بیوفسفر و بیشترین عملکرد خشک کل اندام هوایی و عملکرد خشک برگ در تیمار ورمی+نیتروکسین مشاهده شد. بیشترین درصد اسانس در هر دو چین گیاهان تحت شاهد حاصل شد و کودهای زیستی و ورمی‌کمپوست به تنهایی و ترکیب با یکدیگر تاثیری در افزایش درصد اسانس نداشتند.

از آنجا که کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی در تولید گیاهان دارویی و فرآورده‌های آنها، شرط اساسی سالم و طبیعی بودن آنها است، لذا پاسخ مثبت گیاه دارویی ریحان نسبت به کودهای آلی و زیستی و افزایش عملکرد رویشی و عملکرد اسانس می‌تواند نویدبخش امکان تولید پایدار کاشت این گیاه دارویی ارزشمند باشد.

منابع

1- 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.

2- Amin, I.S. 1997. Effect of bio-and chemical fertilization on growth and production of *Coriandrum sativum* L., *Foeniculum vulgare* L. and *Carum carvi* L. plants. Annals Agricultural. Science Moshtohor 35: 2327-2334.

3- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzeger, J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93: 145-153.

4- Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Bachman, G., Metzger, J.D., and Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia 44: 579–590.

5- Azizi, M., Bagani, M., Lakzian, A., and Arooi, H. 2007. Evaluation of foliar application effects of various amount of Vermicompost and vermivash on morphological characteristics and active ingredient of basil. Journal of Science and Agricultural Industrial 21(2): 41-52. (In Persian with English Summary)

6- Azizi, M., Rezvani, F., Hasanzadeh- Khayat, M., Lakzian, A., and Nemati, H. 2008. Effects of various levels of Vermicompost and irrigation on morphological characteristics and essence of chamomile (*Matricaria recutita* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 24(1): 82-93. (In Persian with English Summary)

7- Dorzi, M.T., and Hajseyedhadi, M.R. 2003. Evaluation of agricultural and ecological problem of chamomile and fennel. Journal of Zeyton 43:149-152. (In Persian with English Summary)

8- Delate, K. 2000. Heenah mahyah student form herb trial, Leopold center for sustainable agriculture. Annual Reports, Iowa State University. Ames, IA. http://ofrf org/publications/ ib/ib13.pdf.

9- Fallahi, J. 2004. Effects of biological and chemical fertilizers on quality and quantity characteristics of chamomile. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

10- Fatma, A.G., Lobna, A.M., and Osman, N.M. 2008. Effect of compost and biofertilizers on growth yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. International Journal of Agriculture and Biology 10(4): 381–387.

11- Galli, E., Tomati, U., Grappelli, A., and Di Lena, G. 1990. Effect of earthworm casts on protein synthesis in *Agaricus bisporus*. Biological Fertility Soils 9: 290–291.

12- Ghost, B.C., and Bhat, R. 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. Environmental Pollution 102: 123–126.

13- 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. Annals Agronomy Science 1: 351–371. (in Arabic with English Abstract)
14- Kennedy, I.R., Choudhury, A.T.M.A., and Kecskes, M.L. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? Soil Biology and Biochemistry 36: 1229-1244.
15- Khalid, A.K., Hendawy, S.F., and El-Gezawy, E. 2006. Ocimum basilicum L., production under organic farming. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 2(1): 25-33.
16- Khandan, A. 2004. The effects of organic and chemical fertilizers on physical and chemical characteristics of soil and psyllium. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
17- Kolata, E., Beresniiewicz, A., Krezel, J., Nowosielshi, L., and Slow, O. 1992. Slow release fertilizers on organic carriers as the source of N for vegetable crops production in the open field. Acta Horticulture 339: 241-249.
18- Martin, J.P., Black, J.H. and Hawthorne, R.M. 1997. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. Bio resource Technology 75: 175-180.
19- Mona, Y., Kandil, A.M., and Swaefy Hend, M.F. 2008. Effect of three different compost levels on fennel and alvia growth character and their essential oils. Biological Sciences 4: 34-39.
20- Moradi, R. 2004. Evaluation of biologic and organic fertilizers effects on grain yield, yield components and essence of fennel (*Foeniculum vulgare* L.). M Sc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
21- 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.
22- Omidbaigi, R. 1997. Production and Processing of Medicinal Plants (Volume III). Behnashr Publications, Tehran, Iran 347 pp. (In Persian)
23- Ouedraogo, E., Mando, A., and Zombre, N.P. 2001. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. Agriculture, Ecosystems and Environment 84: 259-266.
24- Padmavathiamma, P.K., Li, L.Y., and Kumari, U.R. 2008. An experimental study of vermi-biowaste composting for agricultural soil improvement. Bio resource Technology 99: 1672-1681.
25- Sifola, M.I., and Barbier, G. 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. Sciatica Horticulture 108: 408–413.
26- Tahami Zarandi, M.K. 2000. Assessment of organic, biologic and fertilizer on yield, yield components and essence of basil. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
27- Telci, I., Bayram, E., Yılmaz, G., and Avci, B. 2006. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). Biochemical Systematic and Ecology 34: 489-497.
28- Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil 255: 571-586.
29- Vildova, A., Stolcova, M., and Kloucek Orsak, P. M. 2006. Quality characterization of chamomile (*Matricaria recutita* L.) in organic and traditional agricultures. International Symposium on Chamomile Research, Development and Production Presov p. 81-82.
30- Zahir, A.Z., Arshad, M., and Frankenberger, W. F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: application and perspective. Advances in Agronomy 81: 97-168.