

ارزیابی تاثیر کودهای آلی، بیولوژیکی و شیمیایی بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزاء عملکرد بذر گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

سید محمد کاظم تهامی^۱ - پرویز رضوانی مقدم^{۲*} - محسن جهان^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۱۴

چکیده

استفاده از کود های آلی و کود های زیستی حاوی میکروارگانیسم های مفید خاکزی به عنوان جایگزین کود های شیمیایی، راهکاری مؤثر برای بهبود رشد گیاه، از طریق تامین مواد غذایی و کمک به سلامت محیط زیست و حفظ بهره وری خاک شناخته شده اند. با توجه به عدم وجود مطالعات مستند در رابطه با ارزیابی منابع مختلف کودی بر روی گیاه ریحان، آزمایشی در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۰ تیمار انجام شد. تیمار های آزمایش شامل: (۱) کود گاوی، (۲) کود گوسفندی، (۳) کود مرغی، (۴) کمپوست (۵) ورمی کمپوست، (۶) کود بیولوژیکی نیتروکسین (حاوی باکتری های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.)، (۷) کود زیستی باکتری های حل کننده فسفات (حاوی باکتری های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.)، (۸) ترکیب کود های حاوی باکتری های حل کننده فسفات و نیتروکسین، (۹) کود شیمیایی و (۱۰) شاهد (بدون کود) بود. نتایج نشان داد که، بالاترین ارتفاع بوته، در گیاهان تیمار شده با کود گوسفندی حاصل شد. تعداد ساقه فرعی در گیاهان تیمار ورمی کمپوست و تعداد گل آذین در کود گاوی به طور معنی داری بیشتر از تیمار های دیگر بودند. تعداد چرخه گل به ترتیب در تیمار های کمپوست، کود گوسفندی و گاوی بیشترین مقدار بود. بیشترین شاخص سطح سبز و شاخص سطح برگ در تیمار کود بیولوژیکی نیتروکسین مشاهده شد. بیشترین عملکرد بیولوژیکی از تیمار کود گوسفندی حاصل شد که به جز کود گاوی با دیگر تیمارها تفاوت معنی داری داشت. حداکثر عملکرد دانه از گیاهان تحت تیمار کمپوست به میزان ۱۹۴۵ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و کمترین عملکرد دانه در تیمار های کود شیمیایی و شاهد مشاهده شد. در تمام صفات اندازه گیری شده (به جز تعداد گل آذین)، کود شیمیایی و شاهد تفاوت معنی داری نداشتند.

واژه های کلیدی: کود گاوی، کمپوست، کود بیولوژیکی، عملکرد دانه، شاخص سطح سبز

مقدمه

کود های گوسفندی به طور سنتی به عنوان منبع کود آلی استفاده می شوند. باز چرخش این نوع کود های آلی به خاک های فقیر این مناطق می تواند برای بهبود ساختار خاک سودمند باشد و موجب باروری دراز مدت خاک و نیز جایگزینی برای کود های غیر آلی در تولید روزافزون سبزیجات ارگانیک باشد (۳۲). به دلیل نوع تغذیه متفاوت طیور و نشخوار کنندگان، وجود بستر های متفاوت نگهداری آنها و اختلاف در نوع فلور میکروبی سیستم گوارشی، که به غنی تر شدن کود حاصل از آنها می انجامد، احتمالاً بروز پاسخ های متفاوتی در نتیجه مصرف انواع کود های دامی در گیاهان انتظار میرود (۱۸). حسن زاده قورت تپه و قلاوند (۶)، گزارش کردند که در سیستم تغذیه تلفیقی کود های ارگانیک و شیمیایی، افزایش کود دامی از ۶ به ۳۰ تن در هکتار باعث افزایش عملکرد دانه آفتابگردان شد.

استفاده از کود های آلی و بیولوژیکی جهت افزایش ماده آلی خاک و فعالیت میکروارگانیسم ها راه کاری مؤثر در جهت افزایش عملکرد و کشاورزی پایدار می باشد (۳). کاربرد کود دامی در خاک باعث پوک شدن خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک و دانه بندی خاک شده و ویژگی های فیزیکی آنرا بهبود می بخشد، ضمن اینکه با افزایش قدرت حاصلخیزی خاک رشد محصول را زیاد و در نتیجه کارایی مصرف آب را ارتقاء می دهد (۴). در کشورهای حوزه مدیترانه،

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد آگروکولوژی، استاد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
* نویسنده مسئول: (Email: rezvani@um.ac.ir)

کاربرد کود بیولوژیکی عملکرد و اجزاء عملکرد گندم رقم سبلان را تحت تأثیر قرار داد و باعث افزایش عملکرد دانه و کاه، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع شد (۱۱).

در بین گونه‌های جنس *Ocimum* متعلق به تیره نعناع، گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) اقتصادی‌ترین گونه محسوب شده و تقریباً در تمام مناطق گرم و معتدل کشت و کار می‌شود (۲۵). ریحان به عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و سبزی تازه استفاده می‌شود و در اکثر فارماکوپه‌ها به عنوان یک گیاه دارویی معرفی شده است. از این گیاه به عنوان خلط‌آور، مدر، ضد نفخ، تقویت دستگاه گوارش، معالجه برخی ناراحتی‌های قلبی و همچنین مداوای بزرگی طحال می‌توان استفاده کرد (۲۹ و ۲). عملکرد بذر ریحان ۶۰۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار، و عملکرد اسانس ریحان ۸ تا ۱۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (۲). اگر هدف از کشت ریحان برداشت بذر باشد، محصول را یکبار زمانی که بذر کاملاً رسیده باشند برداشت می‌کنند. در این مرحله کمیت و کیفیت مواد مؤثرهٔ پیکر رویشی بسیار نامناسب است (۲).

از آنجا که تولید و تکثیر گیاهان دارویی در نظام‌های زراعی کم‌نهاد و پایدار از اولویت خاصی برخوردار می‌باشد و همچنین با توجه به کمبود مطالعات در رابطه با ارزیابی تأثیر منابع مختلف کودی بر گیاه دارویی ریحان، این طرح با هدف مقایسه اثر انواع کودهای آلی، بیولوژیکی و شیمیایی بر رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد بذر گیاه دارویی ریحان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. متوسط بارندگی منطقه ۲۸۶ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه به ترتیب ۴۲ و ۲۷/۷- درجه سانتی‌گراد است (۱۰). آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار کودی شامل ۱- کود گاوی (۳۰ تن در هکتار) ۲- کود گوسفندی (۲۰ تن در هکتار) ۳- کود مرغی (۱۰ تن در هکتار) ۴- کمپوست (۱۰ تن در هکتار) ۵- ورمی کمپوست (۷ تن در هکتار) ۶- کود بیولوژیکی نیتروکسین حاوی باکتری‌های *Azospirillum* sp. (CFU=10⁷) و *Azotobacter* sp. و ۷- *PSB*^۱ (حاوی باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.) (CFU=10⁷) ۸- ترکیب باکتری‌های حل‌کننده فسفات (PSB^۱) (حاوی باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.) (CFU=10⁷) ۹- کود شیمیایی (با مقادیر ۱۱۰، ۶۰، ۶۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب N, P, K) و ۱۰- تیمار شاهد (بدون مصرف کود) و ۳ تکرار اجرا شد. قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک به طور تصادفی

در میان فرآیندهای مختلف مورد استفاده برای مدیریت پسمان‌های آلی (مانند انباشته کردن در زمین و سوزاندن)، تنها فرآیند کمپوست باعث تثبیت چنین زباله‌هایی شده و موجب بازیافت کامل‌تر این منابع و استفاده بهینه از آنها می‌شود (۲۰). میکروب‌های موجود در کمپوست، مواد آلی تجزیه‌پذیر را تبدیل به ماده‌ای هوموسی و معدنی با ثبات بیشتر می‌کنند (۲۱). کاربرد کمپوست در خاک به‌طور عام برای حفظ و افزایش ثبات و پایداری خاکدانه‌ها و ارتقاء شرایط فیزیکی و میکروبی خاک، آزادسازی تدریجی و پیوسته عناصر غذایی، حاصلخیزی و باروری خاکهای زراعی و باغی است و در دهه‌های گذشته از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است (۱۵ و ۳۴).

ورمی کمپوست کودی بیوارگانیک شامل مخلوط بیولوژیکی بسیار فعال حاوی باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی، کود حیوانی و کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد که موجب استمرار عمل تجزیه مواد آلی خاک و پیشرفت فعالیت‌های میکروبی در بستر کشت گیاه می‌گردد (۲۲). برخی مطالعات نشان داده‌اند که ورمی کمپوست از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب، تأمین عناصر غذایی و تولید هورمون‌های گیاهی که اثرات مفید بر جوانه‌زنی بذر دارند، می‌تواند رشد و نمو گیاهان و بویژه گیاهان زینتی را بهبود بخشد (۳۸). ورمی کمپوست غنی از هورمون‌های رشد و ویتامین‌ها بوده و به عنوان یک آفت کش قوی زیستی مطرح است (۲۸). افزایش ۴۰ درصدی سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی گوجه‌فرنگی و بهبود خصوصیات رشدی گیاهان زینتی با افزودن ۲۰ درصد حجمی ورمی کمپوست به بستر کشت آنها گزارش شده است (۳۹). در آزمایشی دیگر، افزایش سطوح ورمی کمپوست موجب تسریع آغاز گل‌دهی بابونه شد (۱۲).

کودهای بیولوژیکی به مواد نگه‌دارنده جامد، مایع یا نیمه جامدی اطلاق می‌شود که دارای یک یا چند ریزجاندار مفید خاکزی یا متابولیت‌های آنها می‌باشند (۳۶ و ۲۶). از جمله مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد گیاه باکتری‌های جنس *Azotobacter*، *Azospirillum* و *Sodomonas* می‌باشند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک، با تولید مقادیر قابل ملاحظه هورمون‌های تحریک کننده رشد به‌خصوص انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکینین، رشد و نمو و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۳۷ و ۳۹). باراً و همکاران (۱۹) و مارتین و همکاران (۳۰) بیان کردند که بسیاری از گونه‌های باکتری‌ها با تولید هورمون یا توکسین‌هایی که عمل ریشه و مورفولوژی آن را تحریک می‌کنند و یا به‌تعمیق می‌اندازند، به‌طور مستقیم بر رشد گیاهان تأثیر می‌گذارند. باکتری‌ها، از طریق فعالیت‌های متابولیکی خود، مواد معدنی و آلی خاک را از شکلی به شکل دیگر تغییر داده و قابلیت استفادهٔ مواد غذایی ضروری از قبیل نیتروژن، گوگرد و فسفر را برای گیاهان و دیگر موجودات زندهٔ خاک تغییر می‌دهند، بنابراین، باکتری‌ها در تجزیهٔ مواد آلی، چرخهٔ مواد غذایی و تشکیل خاک، نقش مهمی را ایفا می‌کنند. در آزمایشی

تعداد گل آذین در بوته، تعداد چرخه گل در گیاه، وزن هزاردانه و تعداد بذر در هر چرخه گل تعیین شد. برای تعیین شاخص سطح سبز، به طور جداگانه سطح برگ‌ها، ساقه‌ها و گل‌های گیاه توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ تعیین شد و مجموع سطح آنها نسبت به سطح زمین به عنوان سطح سبز در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS Ver. 9.1 انجام شد. برای رسم شکل‌ها از نرم افزار MS-Excel Ver. 11 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

جدول ۲- مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در کودهای آلی

مورد استفاده در آزمایش		
نیتروژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)
۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۲
۰/۹۵	۱/۲۲	۱/۰۳
۰/۵۷	۰/۲۷	۰/۱۲
۱/۴	۱/۵	۱/۲
۱/۱	۱/۲	۰/۹

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر غیر معنی‌دار تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته بود (جدول ۳). با این حال، نتایج مقایسه میانگین نشان داد که گیاهان تیمار شده با کود گوسفندی، ورمی کمپوست و کود گاوی دارای بیشترین ارتفاع و گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی و شاهد کمترین ارتفاع بوته را نشان دادند (جدول ۴). همبستگی مثبت و معنی‌دار ارتفاع بوته با عملکرد بیولوژیکی ($r=0/63$) و عملکرد بذر ($r=0/64$) گیاه از نکات حائز اهمیت بود (شکل ۱). از دلایل احتمالی افزایش ارتفاع و رشد گیاه در تیمارهای کود آلی و بیولوژیکی می‌تواند بهبود ساختمان خاک و افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک در کرت‌های تحت تیمار این کودها باشد. همچنین افزایش فعالیت بیولوژیکی خاک و بهبود دسترسی به عناصر غذایی ماکرو و میکرو توسط کودهای آلی و بیولوژیکی می‌تواند گیاه را از مواجه شدن با فقر عناصر غذایی و کاهش رشد حفظ کند، که جهت اظهار نظر دقیق‌تر در این زمینه بهتر است آزمایشات تخصصی بر روی خاک انجام شود. در آزمایشی سطوح مختلف کود نیتروژن ارتفاع گیاه ریحان را تحت تأثیر قرار داد و باعث افزایش ارتفاع گیاه هر چند به صورت غیرمعنی‌دار شد (۳۵). خرم‌دل (۸) افزایش ارتفاع گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) را در اثر کاربرد کودهای بیولوژیکی گزارش کرد.

نمونه‌گیری و به منظور تعیین مقدار ماده آلی، مقدار عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، pH و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج آزمایش خاک در جدول ۱ آمده است. همچنین مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در کودهای آلی اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک زمین مورد کشت

بافت خاک	نیتروژن (ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	pH	EC ($dS m^{-1}$)
لومی - سیلت	۱۵/۵	۱۳/۷	۱۱۹	۷/۴۷	۱/۲

مبنای تعیین مقدار مورد نیاز از هر کدام از کودهای آلی و دامی جهت اضافه کردن به خاک درصد نیتروژن آنها بود، بدین صورت که ابتدا با بررسی منابع (۲۳ و ۳۵)، مقدار متوسط کود نیتروژن لازم برای ریحان ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار (در این آزمایش با توجه به نیتروژن موجود در خاک ۷۵ کیلوگرم در هکتار) در نظر گرفته شد، سپس براساس مقدار نیتروژن موجود در خاک و انواع کودهای آلی و در نظر گرفتن مقدار آزادسازی عناصر غذایی کودهای آلی، مقدار مورد نیاز از هر کدام از کودها تعیین و به خاک اضافه شد. در هر کرت ۶ ردیف کاشت به طول ۲ متر به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد شد. حدود یک ماه قبل از کاشت کودهای دامی، کمپوست و ورمی کمپوست و یک روز قبل از کاشت کودهای فسفوره و پتاسیم‌دار به کرت‌های مربوطه اضافه شد و بوسیله بیل دستی تا عمق ۱۵ سانتی‌متری با خاک مخلوط شد. کود شیمیایی نیتروژن‌دار نیز به صورت سرک در دو مرحله، نیمی در ابتدای کاشت همزمان با کاربرد کودهای دیگر و بقیه در اوایل مرحله گلدهی، به کرت‌های مربوطه اضافه شد. تلقیح بذور با کودهای بیولوژیکی به روش استاندارد (۲۴) و نیز رعایت توصیه‌های شرکت تولید کننده، بلافاصله قبل از کشت انجام شد. بذور ریحان از توده بومی مشهد انتخاب شده و در هر کرت به فاصله ۶ سانتی‌متر روی ردیف و به عمق ۱ تا ۲ سانتی‌متر در تاریخ ۲۵ اردیبهشت ۱۳۸۸ کاشته شدند. آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و بعد از آن هر ۷ روز یکبار، بصورت جداگانه برای هر کرت و بوسیله لوله صورت گرفت. برای حصول تراکم مناسب (مطابق فواصل فوق الذکر)، گیاهان در یک مرحله و پس از استقرار کامل در مرحله شش برگی تنک شدند. کنترل علف‌های هرز به شکل وجین دستی در ۳ نوبت انجام گرفت. در آخر فصل رشد زمانی که بذور گیاه کاملاً رسیده بودند و پس از حذف اثر حاشیه‌ای، برداشت نهایی جهت تعیین عملکرد بیولوژیکی (عملکرد کل اندام هوایی)، عملکرد بذر و شاخص برداشت از مساحتی به اندازه ۳ مترمربع انجام شد. قبل از برداشت از سطح هر کرت تعداد ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب و صفات و ویژگی‌های آنها از جمله ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی در بوته، شاخص سطح برگ، شاخص سطح سبز و اجزای عملکرد دانه شامل

تعداد شاخه فرعی

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار تیمارها از نظر تعداد شاخه فرعی بود (جدول ۳ و ۴). تیمار ورمی کمپوست بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد شاخه‌های فرعی ریحان داشت و بعد از آن تیمار کود مرغی بود. کمترین تعداد شاخه فرعی، در تیمارهای کمپوست و شاهد مشاهده شد که البته با دیگر تیمارها به جز تیمارهای کود مرغی و ورمی کمپوست تفاوت معنی‌داری نداشتند. بهبود بستر رشد و افزایش رشد رویشی گیاه به‌خصوص تا پیش از مرحله گلدهی، می‌تواند منجر به ظهور تعداد ساقه‌های فرعی بیشتر در گیاه شود. جهان و کوچکی (۵)، گزارش کردند که با مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی، تعداد ساقه فرعی در گیاه بابونه (*Matricaria recutita* L.) افزایش یافت. در آزمایشی دیگر کاربرد توأم نوعی کمپوست به‌همراه عصاره همان کمپوست باعث افزایش وزن تر و خشک ساقه ریحان شد (۲۵).

شاخص سطح برگ، شاخص سطح سبز

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار تیمارها از نظر شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها حاکی از تأثیر معنی‌دار تیمارها بر شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز بود (جدول ۴). گیاهان تحت تیمار نیتروکسین دارای بیشترین شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز بودند و با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشتند. کمترین مقدار از لحاظ صفات مذکور در تیمار کود شیمیایی مشاهده شد و تیمارهای شاهد، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و ترکیب نیتروکسین به‌علاوه باکتری‌های حل‌کننده فسفات، بعد از کود شیمیایی به‌ترتیب دارای کمترین مقدار بودند و اختلافی با آن نداشتند. به نظر می‌رسد کودهای آلی با قابلیت افزایش دسترسی به عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی گیاه شده و در نتیجه با افزایش شاخص سطح برگ گیاه و تراکم بیشتر کانونی، موجب افزایش کارایی محصول در استفاده از انرژی نورانی و سنتز بیشتر مواد فتوسنتزی می‌شوند. در تحقیقی مشابه، شاخص سطح برگ گیاه و زیست‌توده برگ تر ریحان در اثر کاربرد کود نیتروژن به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت (۳۵). همچنین گزارش شده است که سطوح مختلف کود مرغی و کود معدنی باعث افزایش شاخص سطح برگ در گیاه ذرت شد (۱۶).

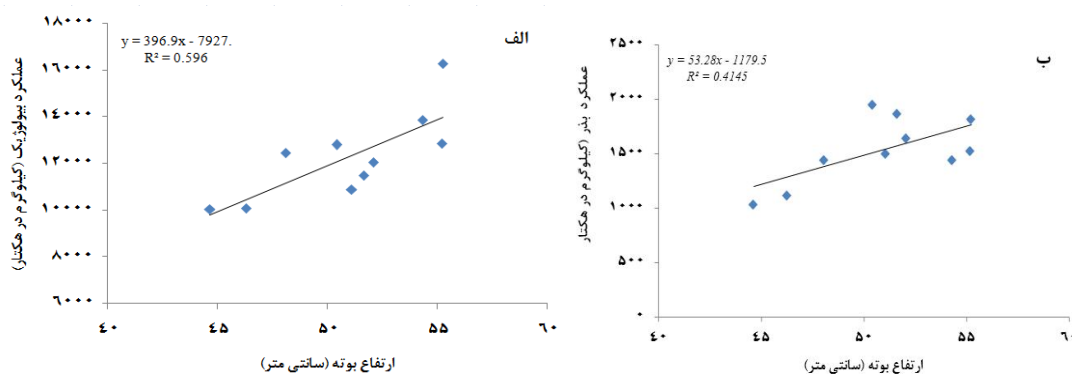
وزن بذر در گل آذین، وزن کل بذر در بوته و وزن هزار دانه

بین تیمارهای مختلف از لحاظ وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما وزن بذر در گل آذین و وزن کل بذر در بوته در تیمار کود کمپوست بیشتر از تیمارهای دیگر بود.

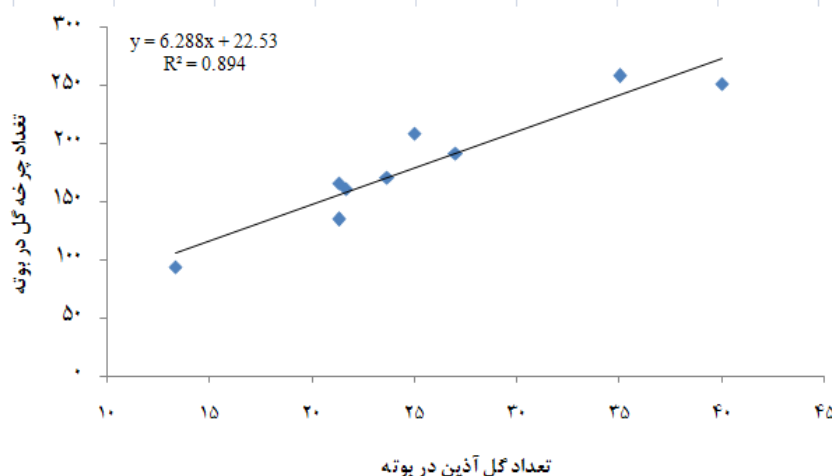
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده ریحان در اثر شرایط مختلف کودی

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد شاخه فرعی	تعداد گل آذین	تعداد چرخه گل در بوته	تعداد بذر در هر گل	وزن بذر	وزن گل آذین	وزن هزار دانه	وزن کل بذر در بوته	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد بذر	شاخص برداشت	شاخص سطح برگ	شاخص سطح سبز
بلوک	۲	۲۲/۴ns	۵/۳ns	۰/۰۰ns	۱۴۶/۹ns	۱۲/۵ns	۰/۰۰۳ns	۰/۰۳ns	۰/۰۳ns	۰/۱۷ns	۱۲۶۳۳/۱ns	۴۳۵۳/۱ns	۷/۶ns	ns/۰/۷۴	ns/۵/۱۱
تیمار	۹	۳۸/۵ns	۴/۸*	۱/۵۷***	۷۰۷/۸***	۱۲/۳ns	۰/۰۱۴*	۰/۰۱۳ns	۰/۰۱۳ns	۱۳/۷۳***	۹۵۰۰۵۴/۱***	۲۵۴۹۸/۹ns	۱۳/۱ns	**/۱/۹۵	**/۵/۳۳
خطا	۱۸	۱۸/۳۷	۱/۶۲	۰/۴۲	۶۲۶/۱۶	۶/۸۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱۶	۳/۷۸	۲۶۶۵۶/۹	۱۲۰۲۷/۱	۵/۷۳	۰/۱۲۰	۰/۴۳۶

**، * - به ترتیب معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۰۱ درصد، ns عدم معنی‌داری



شکل ۱- همبستگی بین صفت ارتفاع بوته با عملکرد بیولوژیکی (الف) و عملکرد بذر (ب)



شکل ۲- همبستگی بین صفات تعداد گل آذین در بوته و تعداد چرخه گل در بوته

تعداد گل آذین، تعداد چرخه گل، تعداد بذر در هر چرخه گل. اثر تیمارهای کودی مختلف بر تعداد گل آذین در بوته معنی داری بود (جدول ۳). بیشترین تعداد گل آذین در گیاهان تیمار شده با کود گاوی و گوسفندی و کمترین آن در گیاهان تیمار شده با شاهد مشاهده شد. تیمارهای کودی دیگر از این نظر بایکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند.

بیشترین تعداد چرخه گل در بوته در تیمار کمپوست مشاهده شد که با دیگر تیمارها به جز تیمارهای کود گاوی و کود گوسفندی تفاوت معنی داری داشت. تیمار شاهد از نظر تعداد چرخه گل کمترین مقدار بود و به جز کود شیمیایی با بقیه تیمارها تفاوت معنی داری داشت (جدول ۴).

گیاهان تیمار شده با ترکیب کودهای نیتروکسین و باکتری‌های حل کننده فسفات دارای بیشترین تعداد بذر در هر چرخه گل بودند با گیاهان تحت تیمار کود مرغی تفاوت معنی داری را نشان می دادند ولی با دیگر تیمارها از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نشان نداد (جدول ۴).

بعد از تیمار مذکور، تیمارهای ترکیب باکتری‌های حل کننده فسفات به علاوه نیتروکسین، ورمی کمپوست و نیتروکسین به ترتیب دارای بیشترین وزن بذر در گل آذین بودند که بدون اختلاف معنی دار با تیمار دارای بیشترین مقدار و تیمارهای دارای کمترین مقدار، به نوعی حدواسط آنها بودند. کمترین مقدار وزن کل بذر در بوته برای تیمار شاهد بود که با تیمارهای کود شیمیایی، نیتروکسین و باکتری‌های حل کننده فسفات تفاوت معنی داری داشت (جدول ۴). گزارش‌های مشابهی از عدم تأثیر کودهای مختلف بر وزن هزار دانه وجود دارد. رامش و همکاران (۳۳) با افزایش مقدار کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.)، روند مشخصی را در رابطه با وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه مشاهده نکردند. یزدانی (۱۵) با بررسی تأثیر کودهای آلی و بیولوژیکی بر روی گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.)، گزارش کرد این کودها تأثیر معنی دار بر وزن هزار دانه گیاه نداشته‌اند.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده گیاه ریحان در تیمارهای کودی طی نمونه برداری قبل از برداشت نهایی

شاخص برداشت	شاخص سبز	شاخص سطح برگ	وزن کل بندر در بوته (g)	وزن هزاردانته (g)	هزاردانته (g)	تعداد بندر در هر چرخه کل	تعداد بندر در هر چرخه کل	تعداد چرخه گل در بوته	تعداد گل آذین در بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته (cm)	ارتفاع بوته (cm)	تیمارها
۱۰/۴۷bc	۵/۰۷b	۲/۳۳bc	۹/۴۴ab	۹۶/۱a	۱۳a	۲۵۱ab	۴۰a	۱۴bc	۵۴/۳۳ab	کود گاوی		
۱۱/۱۸bc	۴/۴۲bc	۲/۱۵cd	۹/۷۷ab	۹۶/۱a	۱۱ab	۲۵۸ab	۲۵ab	۱۴bc	۵۵/۲۳a	کود گوسفندی		
۱۱/۵۲abc	۳/۸۹bc	۲/۳۵bc	۶/۵۵abcd	۷۶/۱a	۸b	۲۰۹bc	۲۵c	۱۶ab	۴۸/۱۰abc	کود مرغی		
۱۵/۳۷ab	۴/۷۴b	۲/۸۹b	۱۰/۰۸a	۹۱/۱a	۱۳a	۲۱۶a	۲۳c	۱۳c	۵۰/۴۳abc	کمپوست		
۱۱/۸۶abc	۵/۰۴b	۲/۹۶b	۷/۹۲abc	۹۴/۱a	۱۲ab	۱۶۱cd	۲۱c	۱۷a	۵۵/۲۰a	ورمی کمپوست		
۱۳/۵۴abc	۶/۹۴a	۴/۸۵a	۷/۱۷abcd	۹۵/۱a	۱۰ab	۱۶۶cd	۲۱c	۱۴bc	۵۲/۱۰abc	نیتروکسین		
۱۴/۰۶abc	۳/۲۳cd	۱/۸۵cde	۶/۱۲bcd	۹۶/۱a	۱۲ab	۱۹۲cd	۲۷bc	۱۵bc	۵۱/۸۰abc	باکتری‌های حل‌کننده فسفات		
۱۶/۲۶a	۳/۴۳cd	۱/۹۲cde	۸/۲۳abc	۸۵/۱a	۱۴a	۱۷۱cd	۲۳c	۱۴bc	۵۱/۶۶abc	نیتروکسین + باکتری‌های حل‌کننده فسفات		
۱۰/۴۱c	۲/۵۸d	۱/۴۷e	۵/۸۵cd	۸۴/۱a	۹ab	۱۳۵de	۲۱c	۱۴bc	۴۴/۶۶c	کود شیمیایی		
۱۱/۰۰bc	۲/۵۹d	۱/۵۱de	۳/۵۶d	۹۴/۱a	۱۲ab	۹۴e	۱۳d	۱۳c	۴۶/۳۰bc	شاهد		

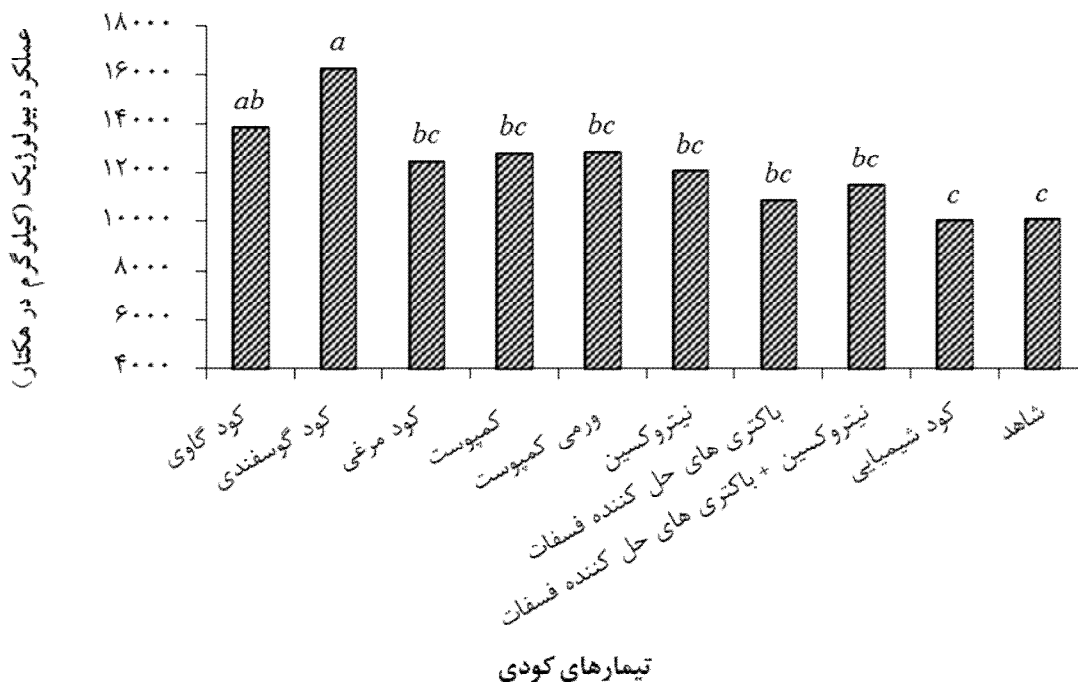
در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

محصول را نسبت به شاهد و گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی افزایش داده‌اند. بیشترین عملکرد بیولوژیکی از گیاهان تیمار شده با کود گوسفندی حاصل شد، تیمار مذکور با بقیه تیمارها به جز کود گاوی تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین عملکرد بیولوژیکی نیز در تیمار کود شیمیایی حاصل شد که اختلاف آن تنها با تیمارهای کود گاوی و گوسفندی معنی‌دار بود. در تحقیقاتی دیگر افزایش مقدار مصرف کود آلی ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد ریحان (۳۱) و توت فرنگی (*Fragaria ananassa*) نسبت به کودهای شیمیایی (۱۷) شد. گزارش شده است که افزودن ۳۰ تن در هکتار کود دامی به خاک، با بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی آن توانسته است با کاربرد بهترین سطوح کود معدنی در افزایش عملکرد گیاه دارویی رازیانه برابری کند، و کاربرد کود شیمیایی مزیتی نسبت به کود دامی نداشته است. وجود مواد آلی و ریز مغذی‌ها در کودهای دامی و بهبود خواص بیولوژیکی خاک از دیگر دلایل بروز این امر شمرده شده است (۱). تأثیر اندک کودهای شیمیایی می‌تواند به این علل باشد که بر خلاف کودهای آلی کودهای شیمیایی تأثیر کمتری بر کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک دارند و معمولاً در معرض تصعید (به‌صورت آمونیم)، آبشویی (به‌صورت نترات)، حلالیت کم در خاک (فسفر) و در نهایت خارج شدن از دسترس گیاه قرار می‌گیرند (۲۷).

تعداد گل‌آذین در بوته در سطح احتمال یک درصد همبستگی مستقیم و معنی‌داری با تعداد چرخه گل در بوته ($r=0/78$) داشت (شکل ۲)، با توجه به این همبستگی می‌توان علت بیشتر بودن تعداد چرخه گل در تیمار کمپوست را، که دارای تعداد گل‌آذین کمتری نسبت به تیمارهای کود گاوی و گوسفندی بود، به تعداد بیشتر چرخه گل در هر گل‌آذین و بلندتر بودن طول گل‌آذین (طول گل‌آذین اندازه‌گیری نشده، با توجه به مشاهدات عینی نویسنده) در گیاهان تحت این تیمار نسبت داد. بهبود شرایط محیطی و تغذیه‌ای در اثر کاربرد کودهای آلی و بیولوژیکی منجر به افزایش تعداد و ارتفاع گل‌آذین‌ها خواهد شد که این افزایش متعاقباً افزایش تعداد چرخه‌های گل را در پی خواهد داشت. درزی و همکاران (۹) در تحقیقی که بر روی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) انجام دادند، نتیجه گرفتند که افزایش مقدار ورمی‌کمپوست و نیز تلقیح مایکوریزایی در مقابل عدم تلقیح باعث افزایش تعداد چتر در بوته شد. همچنین در پژوهشی دیگر، تأثیر کود دامی بر تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و طول سنبله گیاه دارویی اسفرزه معنی‌دار شد (۱۳).

عملکرد بیولوژیکی

با توجه به شکل ۳ کلیه تیمارهای کود آلی و بیولوژیکی عملکرد



شکل ۳- عملکرد بیولوژیکی گیاه ریحان تحت تأثیر تیمارهای کودی

عملکرد بذر، شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر غیر معنی‌دار تیمارهای کودی بر عملکرد بذر و شاخص برداشت بود (جدول ۳). هرچند تجزیه داده‌ها بیانگر تأثیر غیر معنی‌دار تیمارهای کودی بر عملکرد دانه و شاخص برداشت گیاه ریحان بود (جدول ۳) ولی مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده آن است که بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به گیاهان تیمار شده با ورمی کمپوست و کود شیمیایی می‌باشد (شکل ۴). بیشترین شاخص برداشت نیز به ترتیب در گیاهان تیمار شده با باکتری‌های حل‌کننده فسفات به علاوه نیتروکسین و کمپوست مشاهده شد که اختلاف این تیمارها از این نظر با گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی و شاهد که دارای کمترین شاخص برداشت بودند معنی‌دار بود. با توجه به نتایج تجزیه واریانس و با دقت در نتایج

مقایسه میانگین می‌توان دریافت که اغلب کودهای آلی و بیولوژیکی عملکرد بیولوژیکی، عملکرد بذر و شاخص برداشت را به صورت توأم افزایش داده‌اند و تغییر محسوسی در نسبت عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی) به عملکرد کاه و کلش (عملکرد غیر اقتصادی) ایجاد نکرده‌اند، لذا این مطلب می‌تواند ناشی از این باشد که تأمین عناصر غذایی و بهبود شرایط رشد، افزایش رشد تمام بخش‌های گیاه را به همراه داشته است. در آزمایشی سطوح مختلف ورمی کمپوست و باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه رازیانه شد. مرادی (۱۴) گزارش کرد که کودهای آلی و بیولوژیکی افزایش چشمگیری در عملکرد اقتصادی گیاه دارویی رازیانه داشت. همچنین محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی باعث افزایش عملکرد گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) شد (۷).



شکل ۴- عملکرد بذر گیاه ریحان تحت تأثیر تیمارهای کودی

گروه‌بندی تیمارهای مختلف

با توجه به کودهای مختلف مورد استفاده در آزمایش به نظر می‌رسد برخی از این کودها شباهت‌های بیشتری با یکدیگر داشته و تأثیرات آنها تا حدی شبیه به هم باشد، مانند کودهای دامی (گاوی، گوسفندی و مرغی)، کودهای بیولوژیکی و نیز تیمارهای کمپوست و ورمی کمپوست. از این‌رو تیمارهای کودی مختلف براساس صفات ارتفاع بوته، تعداد گل آذین، تعداد چرخه گل، وزن کل بذر، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد بذر و شاخص برداشت به روش آنالیز خوشه‌ای^۱ بررسی شدند. نتایج حاصل از این آنالیز تاحدی با آنچه که پیش‌بینی می‌شد متفاوت بود. در سطح تشابه ۷۵ درصد تیمارهای کودی در

چهار گروه مجزا قرار گرفتند. تیمارهای کود گاوی و گوسفندی که اغلب در بسیاری از صفات مشابه عمل کردند در یک خوشه قرار گرفتند، کودهای نسبتاً متفاوت مرغی، ورمی کمپوست و نیتروکسین در خوشه دیگر قرار داشتند. همچنین کمپوست و ترکیب نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده فسفات و تیمارهای شاهد و کود شیمیایی دو خوشه دیگر بودند. از نکات حائز اهمیت دیگر عدم تشابه باکتری‌های حل‌کننده فسفات با سایر تیمارها بود (شکل ۵). بروز اینگونه تغییرات می‌تواند ناشی از عوامل گوناگونی باشد که اظهار نظر دقیق‌تر در رابطه با آن نیازمند بررسی بیشتر و انجام آزمایشات تخصصی‌تر می‌باشد.

1- Cluster analysis



شکل ۵- تجزیه خوشه‌ای کودهای آلی و بیولوژیکی مورد استفاده در آزمایش (۱- کود گاوی ۲- کود گوسفندی ۳- کود مرغی ۴- کمپوست ۵- ورمی کمپوست ۶- نیتروکسین ۷- باکتری‌های حل‌کننده فسفات ۸- ترکیب کودهای حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات و نیتروکسین ۹- کود شیمیایی ۱۰- شاهد)

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاکی از برتری نسبی کودهای آلی و بیولوژیکی در افزایش صفات مورفولوژیکی و افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد ریحان نسبت به کودهای شیمیایی می‌باشد که این می‌تواند برای تولید پایدار این محصول کیفی در نظام‌های کشت اکولوژیک مناسب باشد.

قدردانی

بدینوسیله از پرسنل زحمتکش مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و مسئولین آزمایشگاه گیاهان زراعی ویژه و آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی که در طول انجام مراحل این آزمایش نهایت همکاری را مبذول داشتند، کمال تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- ۱- اکبری‌نیا، ا.، قلاوند، ف. سفیدکن، م. ب. رضایی، و ا. شریفی عاشور آبادی. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر کودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر عملکرد و میزان ترکیبات اسانس دانه گیاه دارویی رازیانه. پژوهش و سازندگی. ۶۱: ۳۲-۴۱.
- ۲- امید بیگی، ر. ۱۳۸۵. رهیافتهای تولید و فراوری گیاهان دارویی، جلد ۳. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۳۹۷ صفحه.
- ۳- بیاری، ا.، غلامی، و ه. اسدی رحمانی. ۱۳۸۶. تولید پایدار و بهبود جذب عناصر غذایی ذرت در عکس العمل به تلقیح بذر توسط باکتریهای محرک رشد. چکیده مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران گرگان، صفحه ۸.
- ۴- پرویزی، ی. و ع. نباتی. ۱۳۸۳. تأثیر دور آبیاری و کود دامی بر کارایی مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه ای. پژوهش و سازندگی، ۲۹-۳۱: ۲۱-۲۹.
- ۵- جهان، م. و آ. کوچکی. ۱۳۸۳. تأثیر کشت ارگانیک بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) بر ترکیبات شیمیایی آن. پژوهش و سازندگی، ۶۱: ۸۷-۹۵.
- ۶- حسن‌زاده قورت تپه، ع. و ا. قلاوند. ۱۳۸۴. بررسی سیستم‌های مختلف تغذیه بر عملکرد دانه و کارایی نیتروژن در برخی از ارقام آفتابگردان در آذربایجان غربی. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ویژه‌نامه زراعت و اصلاح نباتات، ۲۷-۲۰: ۲۰-۲۷.

- ۷- حیدری، ف.، س. زهتاب سلماسی، ع. جوانشیر، ه. آلیاری، و م. دادپور. ۱۳۸۷. تأثیر نحوه مصرف ریزمغذی‌ها و تراکم بوته بر عملکرد و اسانس نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L.) تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴(۱): ۹-۱.
- ۸- خرم دل، س. ۱۳۸۷. اثر کودهای بیولوژیکی نیتروژن و فسفر بر خصوصیات کمی سیاهدانه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۹- درزی، م.، ا. قلاوند، ف. رجالی، و ف. سفیدکن. ۱۳۸۵. کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۲(۴): ۲۹۲-۲۷۶.
- ۱۰- سازمان هواشناسی کشور. ۱۳۸۸. آمار هواشناسی کشور. <http://www.irimo.ir>
- ۱۱- شریفی، ز.، و و. حق‌نیا. ۱۳۸۶. تأثیر کود بیولوژیکی نیتروکسین بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم رقم سیلان. دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. گرگان. ص. ۱۳۳.
- ۱۲- عزیزی، م.، ف. رضوانی، م. حسن‌زاده خیاط، ا. لکزبان، و ح. نعمتی. ۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) رقم Goral. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴(۱): ۹۳-۸۲.
- ۱۳- لطفی، آ.، وهابی سدهی، ع.، قنبری، ا. و حیدری، م. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر کم آبیاری و کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.) در منطقه سیستان. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴(۴): ۵۱۸-۵۰۶.
- ۱۴- مرادی، ر. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و میزان اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*). پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آگرواکولوژی. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۵- یزدانی، ر. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر پرایمینگ بذر توسط باکتری ازتوباکتر و استفاده از کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آگرواکولوژی. دانشگاه فردوسی مشهد.
- 16- Agyenim Boateng, S., J. Zickermann, and M. Kornahrens. 2006. Poultry manure effect on growth and yield of maize. West Africa Journal of Applied Ecology (WAJAE), 9: 12-18.
- 17- Arancon, N. Q., C. A. Edwards, P. Bierman, C. Welch, and J. D. Metzger. 2004. Influence of vermicompost on field strawberries. Bioresource Technology, 93: 145-153.
- 18- Azeez. J. O., W. Van Averbek, and A. O. M. Okorogbona. 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.
- 19- Barea, J. M., C. Azcon-Aguilar, and R. Azcon. 1997. Interactions between mycorrhizal fungi and rhizosphere microorganisms within the context of sustainable soil-plant systems. In: Multitrophic interactions in terrestrial systems: The 36th symposium of The British Ecological Society. Gange, A.C., Brown, V.K. (Eds.). Cambridge University Press. pp. 65-78.
- 20- Beffa, T., M. Blanc, L. Marilley, J. L. Fisher, P. F. Lyon, and M. Aragno. 1996. Taxonomic and metabolic microbial diversity during composting. In The Science of Composting, Part 1, (eds), M. de Bertoldi, P. Sequi, B. Lemmes and T. Papi, pp. 149-161 London, England: Chapman and Hall.
- 21- Boulter, J. I., G. J. Boland, and J. T. Trevors. 2000. Compost: A study of the development process and end-product potential for suppression of turf grass disease. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 16:115-134.
- 22- Bremness, L., 1999. Herbs. Eyewitness Handbook, London, 176 Pp.
- 23- Daneshian, A., B. Gurbuz, B. Cosge, and A. Ipek. 2009. Chemical components of essential oils from Basil (*Ocimum basilicum* L.) grown at different nitrogen levels. International Journal of Natural and Engineering Sciences, 3(3): 8-12.
- 24- Kennedy, I. R., A. T. M. A. Choudhury, and M. L. Kecskes. 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.
- 25- Khalid, A. K., S. F. Hendawy, and E. El-Gezawy. 2006. *Ocimum basilicum* L. production under organic farming. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 2(1): 25-32.
- 26- Khosravi, H. 2001. Application of biofertilizers in cereals farming. P: 178-194, in: Khavazi, K., and Malakouti, M. J. (eds.), Necessity for the production of biofertilizers in Iran. A compilation of papers, Agriculture Training Publication.
- 27- Kolata, E., A. Beresniiewicz, J. Krezel, L. Nowosielski, and O. Slow. 1992. Slow release fertilizers on organic carriers as the source of N for vegetable crops production in the open field. Acta Horticulturae. 339: 241-249.
- 28- Mahfouz, S. A., and M. A. Sharaf-Eldin. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Int. Agrophysics. 21: 361-366.
- 29- Marrotti, M., R. Piccaglia, and E. Giovanelli. 1996. Differences in essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.) Italian cultivars related to morphological characteristics. J. Agr. Food Chem, 44:3926-3929

- 30- Martin, P. A., W. Glatzle, W. Kolb, H. Omay, and W. Schmidt. 1989. N₂-fixing bacteria in the rhizosphere: Quantification and hormonal effects on root development. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenk.* 152: 237-245.
- 31- Mcginnis, M., A. Cooke, T. Bilderback, and M. Lorscheider. 2003. Organic fertilizers for basil transplant production. *Acta Horticulture*, 491: 213-218.
- 32- Pavlou, G. C., C. D. Ehalotis, and V. A. Kavvadias. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. *Scientia Horticulturae*. 111:319-325.
- 33- Ramesh, M. N., A. A. Farooqi, and T. Subbaiah. 1989. Influence of sowing date and nutrient on growth and yield of Isabgol. *Crop Research*. 2: 169-174.
- 34- Robin, A., R. A. K. Szmids, and W. Dickson. 2001. Use of compost in agriculture, Frequently Asked Questions (FAQs). Remade Scotland. pp. 324- 336.
- 35- Sifola, M. I., and G. Barbieri. 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.
- 36- Stroehlein J. L. and C. Berger. 1963. The use of ferrosul a steel industry by product, as a soil amendment. *Soil Science Society of American Proceedings*. 21 : 51-53.
- 37- Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil*. 255: 571-586.
- 38- Tomati, U., A. Grappelli, and E. Galli. 1988. The hormone - like effect of earth worm casts on plant growth. *Biol. Fertil. Soils* 5: 288- 294.
- 39- Zahir, A. Z., M. Arshad, and W. F. Franken Berger. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: Application and perspective. *Advan. Agron.* 81:97-168.