

اثر کودهای بیولوژیک و گیاهان پوششی زمستانه بر تولید اسانس و برخی ویژگی‌های

اگرواکولوژیکی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

در یک سیستم زراعی ارگانیک

محسن جهان^{۱*}، محمد بهزاد امیری^۲، فروغ دهقانی‌پور^۳، محمد کاظم تهمامی^۴

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۵

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۱

چکیده

یک از راهکارهای جایگزین و پایدار در زمینه‌ی تولید گیاهان دارویی با توان تولید عملکرد بالا بدون بروز ترکیبات و یا اثر نامطلوب، به کارگیری ریزوباکترهای تحریک کننده‌ی رشد گیاه و کشت گیاهان پوششی می‌باشد. بر این اساس آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ با هدف بررسی برخی خصوصیات حاصلخیزی خاک و عملکرد و اسانس ریحان تحت شرایط استفاده از کودهای بیولوژیک و گیاه پوششی، در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده با دو عامل در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل کرت اصلی دارای ۲ سطح شامل کشت گیاهان پوششی خلر و شبدر ایرانی و عدم کشت گیاهان پوششی در پاییز سال قبل و عامل کرت فرعی دارای ۴ سطح شامل کودهای بیولوژیک نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azospirillum* sp. و *Azotobacter* sp. و *Bacillus* sp.)، بیوفسفر (حاوی باکتری‌های *Pseudomonas* sp.، *Nitrokozbin* بعلاوه بیوفسفر و تیمار شاهد بود. صفاتی چون عملکرد خشک کل اندام هوایی و برگ و شاخص سطح برگ در نتیجه‌ی کشت گیاهان پوششی نسبت به عدم کشت آن، برتری معنی‌دار داشتند. کاربرد کودهای بیولوژیک باعث افزایش معنی‌دار اغلب صفات، از جمله عملکرد تر و خشک کل اندام هوایی گیاه، عملکرد خشک برگ و شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز در گیاهان تحت تیمار ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر در حالت عدم کشت گیاهان پوششی بدست آمد. بیشترین شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز در گیاهان تحت تیمار نیتروکسین بدون گیاه پوششی و کمترین مقدار آنها در گیاهان تحت تیمار بیوفسفر همراه با گیاه پوششی بدست آمد. در بین چین‌ها، گیاهان برداشت شده در چین سوم دارای کمترین مقدار شاخص سطح برگ بودند و دو چین دیگر از این نظر اختلاف معنی‌دار نداشتند. همچنین چین دوم و اول به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر عملکرد تر و خشک کل اندام هوایی گیاه را دارا بودند. از نظر عملکرد اسانس چین دوم و سوم، بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بیشترین و چین اول کمترین مقادیر را تولید کردند. به طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد در صورتی که زمان کافی برای آزادشدن نیتروژن از گیاه پوششی به خاک وجود نداشته باشد، با استفاده از ترکیب کودهای بیولوژیک (نیتروکسین و بیوفسفر) ضمن حفظ و ارتقاء کیفیت ریحان و مواد مؤثره‌ی آن، می‌توان به عملکردی معادل با سیستم‌های رایج تولید ریحان دست یافت.

واژه‌های کلیدی: خلر، شبدر ایرانی، ماده‌ی آلی خاک، نیتروکسین، بیوفسفر، عملکرد اندام هوایی

مقدمه

وسيعی مورد استفاده قرار می‌گيرند، بهشكلى كه در برخی كشورها جزء جدایي ناپذير سیستم دارویی و درمانی محسوب می‌شوند (۱۸). جنس *Ocimum* متعلق به تیره نعناع می‌باشد و اکوتیپ‌های آن از تنوع مورفولوژیکی زيادي برخوردار هستند. بعضی منابع تعداد گونه‌های اين جنس را ۱۵۰ و بعضی دیگر ۶۵ گونه بيان كرده‌اند و بقیه را به عنوان همنام^۵ در نظر گرفته‌اند (۳۰ و ۴۱). به طور کلی،

امروزه با وجود پیشرفت و توسعه گسترده کاربرد داروهای سنتزی و شیمیایی، گیاهان دارویی و اشکال دارویی حاصل از آنها در مقیاس

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب استادیار، دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، دانش آموخته‌ی علوم خاک و کارشناس ارشد اگرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(*)- نویسنده مسئول: Email: jahan@ferdowsi.um.ac.ir

آلکالیجینس^۲، آرثروباکتر^۳، آزوスピریلیوم^۴، ازتوباکتر^۵، باسیلوس^۶ ع بیجرینکیا^۷، انتروباکتر^۸، اروپینیا^۹ و فلاووباکتریوم^{۱۰} می‌باشدند (۱۴).

باکتری‌های محرک رشد، رشد و توسعه گیاه را به طور مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۱ و ۴۳). تحریک رشد گیاه تحت تأثیر آنها، عمدها بوسیله آزادسازی متابولیت‌هایی که مستقیماً رشد گیاه را تحریک می‌کنند توجیه می‌شود. مکانیسم هایی که بوسیله آنها باکتری‌های محرک رشد باعث افزایش رشد محصول می‌شوند به طور کامل مشخص نشده است، اما مهمترین آنها عبارتند از: (الف) توانایی تولید هورمون های گیاهی مانند اکسین، ژیبرلین، سیتوکینین و جلوگیری از تولید اتیلن. (ب) تشییت غیر همزیست نیتروژن، (پ) محلول‌سازی فسفات غیر آلی و معدنی‌سازی فسفات آلی و یا سایر مواد مغذی، (د) مقابله با میکروگانیسم‌های بیماری‌زای گیاهی با تولید سیدروفورهای، ستنت آنتی بیوتیک‌ها، آنزیم‌ها و یا ترکیبات قارچ مانند ر رقبات با میکروگانیسم‌های مضر (۱۹).

استفاده از کودهای بیولوژیک به منظور بهبود تولید کمی و کیفی گیاهان دارویی از جمله شوید (۲۳)، رازیانه (۲۴)، سیاهدانه (۳۷)، سنا (۳۱)، مرزنجوش، زیره سیاه (۲۳)، آویشن، مرزنجوش (۳۴) و درمنه (۲۵) در منابع متعدد گزارش شده است.

از جمله اجزای کیفی و بسیار واکنش پذیر خاک که تأثیر زیادی بر ساختار فیزیکی و به دنبال آن حاصلخیزی خاک دارد، ماده آلی خاک است، که تابعی از عملیات کشاورزی و مقدار و ماهیت بقایای گیاهی برگداشته شده به خاک می‌باشد (۱۷). قرار دادن گیاهان پوششی در تناب و با محصولات زراعی باعث افزایش معنی داری مقدار ماده آلی خاک می‌شود (۴۶).

گیاهان پوششی به گیاهانی گفته می‌شود که به منظور تولید مواد گیاهی به عنوان کود سبز و برگ‌دادن آن به خاک، و یا جهت جلوگیری از فرسایش آبی و بادی خاک کشت می‌شوند (۳۵). گیاهان پوششی از مهمترین منابع مواد آلی خاک محسوب شده و از جمله مهمترین مزایای آنها برای بوم نظامهای زراعی می‌توان به کاهش فرسایش خاک، کاهش رواناب و نفوذ بیشتر آب به خاک، افزایش نفوذ هوای تعديل دمای خاک، بهبود ماده آلی خاک و به دنبال آن تشدید فعالیت جمعیت‌های میکروبی موجود در ریزوسفر اشاره کرد (۴۰). همچنین گیاهان پوششی به منظور بهبود کیفیت خاک و کاهش

- 2- Alcaligenes
- 3- Arthrobacter
- 4- Azospirillum
- 5- Azotobacter
- 6- Bacillus
- 7- Beijerinckia
- 8- Enterobacter
- 9- Erwinia
- 10- Flavobacterium

Mهمترین جنس‌های این گونه عبارتند از: *O. gracissimum*, *O. cranthum canum*, *O. bacilicium*, *O. americanum* بین این گونه‌ها ریحان معمولی (*O. bacilicium*) بیشترین موارد مصرف را دارد و اقتصادی ترین گونه محسوب شده و به عنوان عضوی از خانواده نعناع (Lamiaceae) تقريباً در تمام مناطق گرم و معتدل دنیا به صورت تجاری کشت و کار می‌شود (۲۶). منشاء ریحان ایران، افغانستان و هند گزارش شده (۱) و در اکثر فارماکوپه‌ها به عنوان یک گیاه دارویی معروف شده است و از برگ‌ها و اسنس آن برای معالجه برخی بیماری‌ها مانند سردرد، سرماخوردگی، ناراحتی‌های گوارشی و نارسایی کلیه استفاده می‌شود. مواد مؤثره پیکره رویشی این گیاه اشتها آور بوده و به منظور درمان نفخ و تقویت دستگاه گوارش استفاده می‌شود. در طب سنتی از این گیاه به عنوان خلط‌آور، مدر، ضد نفخ، جهت تسکین درد معده و محرک استفاده می‌شود (۱ و ۳۶). این گیاه همانند سایر گیاهان خانواده نعناع حاوی اسنس می‌باشد. مقدار اسنس گیاه ریحان با توجه به شرایط محیطی، بین ۰/۵ تا ۱/۵ درصد متغیر است. اسنس ریحان از پیکر رویشی گیاه (برگ‌ها، سرشاخه‌ها و گل‌های تازه یا خشک شده) به دو روش تقطیر با آب یا تقطیر با بخار آب استخراج می‌شود و چون اسنس سبکتر از آب است، جداسازی آن از مخلوط آب-اسنس به راحتی امکان‌پذیر می‌باشد (۳۳ و ۳۹).

عملکرد ماده خشک ریحان تقريباً ۱/۲ تن در هکتار (۱)، عملکرد ماده تر ۸ تا ۱۰ تن و بعضًا ۱۲ تن در هکتار (۳۳) و عملکرد اسنس ۸ تا ۱۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (۱).

استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک، تناب و زراعی، کشت‌های مخلوط و چندگانه، استفاده از مالج، کود سبز و گیاهان پوششی از جمله ارکان نظامهای کشاورزی پایدار به حساب می‌آیند که در آنها بر حداقل تکیه بر نهاده‌های برون مزرعه‌ای و استفاده‌ی هرچه بیشتر از نهاده‌های طبیعی، بومی و گزینه‌های محیطی تأکید می‌شود (۱۰). امروزه با توجه به امتیازات ویژه کودهای بیولوژیک از جمله مزایای اقتصادی، کاهش آلودگی زیستمحیطی، کاهش هزینه‌های تولید و بهبود کیفیت محصول، استفاده از آنها به خصوص در زمینه تولید گیاهان دارویی، اهمیت بیشتری پیدا کرده است (۲). میکروگانیسم‌های مفید خاکزی که ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) نامیده شده‌اند، قادر به بهبود رشد گیاهان از طریق تأمین مواد مغذی گیاهی، ترشح هورمون‌های رشد گیاهی و اسیدهای آلی می‌باشند و سبب افزایش باروری خاک و حفظ سلامت محیط زیست می‌شوند (۱۹). مطالعات اخیر تأیید کننده مزایای تعدادی از گونه‌های باکتریایی است که اکثراً در محیط ریشه گیاه فعالیت می‌کنند. از جمله این باکتری‌ها گونه‌هایی در جنس‌های اسیتوباکتر^۱،

- 1- Acinetobacter

۶۳× متر بود. تاریخچه زراعی زمین محل آزمایش نشان داد که طی دو سال گذشته، هیچ گونه ماده شیمیایی وارد آن نشده بود. در آذرماه سال ۱۳۸۸، نقشه طرح پیاوه شد و حدود کرتها با طناب مشخص گردید و در کرت‌های دارای گیاه پوششی زمستانه، شبدیر ایرانی و خلر کشت شد. آماده‌سازی کرت‌های دارای گیاه پوششی به صورت دستی بود و بذور بر روی ریف‌هایی به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و به صورت یک‌ریف در میان خلر و شبدیر ایرانی کشت شدند. بالافاصله پس از کاشت، نسبت به آبیاری زمین به طریقه نشتی و توسط سیفون اقدام شد. گیاهان پوششی پس از تکمیل دوره رویشی و قبل از ورود به دوره زایشی در اردیبهشت ماه ۱۳۸۹ توسط بیل دستی به خاک برگداخته شدند. در بهار سال ۱۳۸۹ و قبل از کاشت محصول اصلی، به منظور تعیین میزان نیتروژن کل موجود در خاک، از خاک کلیه کرت‌های نمونه‌ی خاک برداشته و به آزمایشگاه ارسال شد تا اثر احتمالی گیاه پوششی بر میزان نیتروژن موجود در خاک برآورد شود. عملیات کاشت ریحان در اردیبهشت ماه ۱۳۸۹ انجام شد. کشت به صورت ریفی انجام گرفت و بذور ریحان بالافاصله قبل از کاشت، توسط کودهای بیولوژیک مربوطه به روش استاندارد (۲۶) و ضمن رعایت توصیه‌های شرکت تولید کننده آغشته شدند. بالافاصله پس از کاشت، نسبت به آبیاری هر کرت به صورت جداگانه، به طریقه نشتی و توسط سیفون اقدام شد. پس از استقرار کامل گیاه و به منظور دست‌یابی به تراکم مطلوب، عملیات تنک کردن در یک مرحله انجام شد. در زمان آماده‌سازی زمین و در طول دوره رشد هیچ نوع علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کش استفاده نشد و کنترل علف‌های هرز به صورت وجین دستی در چند نوبت انجام شد. طی فصل رشد، سه چین در مرحله رشدی یکسان و در زمان ۵ تا ۱۰ درصد گلدهی برداشت شد. قبل از هر چین، تعداد ۳ بوته از هر تیمار در هر تکرار به طور تصادفی انتخاب و صفات و ویژگی‌های شامل وزن تر و خشک کل اندام‌های هوایی گیاه، نسبت برگ به ساقه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین شاخص سطح سبز، سطح برگ، ساقه و گل توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ تعیین شد و مجموع سطح آنها به عنوان سطح سبز در نظر گرفته شد. برای محاسبه عملکرد نهایی اندام‌های هوایی در هر کرت، پس از حذف اثر حاشیه، در سطح باقیمانده برداشت بوته‌ها انجام شد و عملکرد تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه و عملکرد خشک برگ تعیین شد. به منظور تعیین درصد اسانس، ۵۰ گرم برگ 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 میلی لیتر آب به آن اضافه و سپس به مدت ۴ ساعت در دستگاه کلونجر قرار داده شد) و در نهایت مقدار و درصد اسانس برگ ریحان تعیین شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش (ANOVA) با استفاده

آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، مثل نیترات استفاده می‌شوند (۱۵). ویژگی‌های محیطی مثل بارندگی، درجه حرارت، طول دوره رشد، حاصلخیزی خاک، و نیز تصمیمات مدیریتی مثل عملیات شخم، و زمان برگداختن گیاه پوششی، می‌تواند بر مقدار مواد مغذی و به خصوص نیتروژن تجمع یافته در گیاه پوششی و قابلیت دسترسی آن برای گیاه بعدی و عملکرد اقتصادی آن تأثیر گذار باشد (۷ و ۲۸). گزارش شده است که گیاهان پوششی غیر لگوم که نسبت N/C بالا و درصد نیتروژن کمی دارند، باعث تأثیرات مفید جزئی یا عدم تأثیر بر رشد گیاه بعدی شده‌اند و حتی در برخی پژوهش‌ها باعث اثر منفی بر رشد و عملکرد محصول بعد از خود شده‌اند (۲۹ و ۴۵). در برخی آزمایشات، کاربرد گیاهان پوششی باعث اثرات منفی بر روی عملکرد محصول بعد از خود شده‌اند که علاوه بر نسبت N/C بالا، از دیگر دلایل احتمالی آن می‌توان به تخلیه رطوبت خاک توسط گیاهان پوششی در بهار، عدم وجود زمان کافی جهت تجزیه‌ی بقايا و آزاد شدن نیتروژن و در نهایت اثرات دگرآرسی گیاهان پوششی اشاره کرد (۲۸).

در تحقیق به منظور بهبود عملکرد گیاهان دارویی بدون بروز ترکیبات و اثرات ناخواسته حاصل از روش‌های رایج تولید آنها، اثرات راه‌کارهای کشاورزی پایدار در تولید آنها مانند، کاربرد گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک ضروری به نظر می‌رسد. در رابطه با تأثیر تلقیح بذور ریحان با باکتری‌های محرک رشد گیاه و نیز کاربرد گیاهان پوششی در پاییز و زمستان قبل از کشت آن اطلاع چندانی در دست نیست. از این رو، این آزمایش با هدف بررسی برخی خصوصیات مرتبط با حاصلخیزی خاک و عملکرد و اسانس ریحان تحت شرایط استفاده از کودهای بیولوژیک و گیاه پوششی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی $59^{\circ} 28'$ شرقی و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 15'$ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) در قطعه زمینی به مساحت ۷۵۰ متر مربع اجرا شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده با دو عامل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل کرت اصلی، کشت و عدم کشت گیاهان پوششی خلر و شبدیر ایرانی در پاییز سال قبل و عامل کرت فرعی، استفاده از انواع کودهای بیولوژیک، به قرار: ۱- نیتروکسین (حاوی باکتری‌های Azospirillum spp. و Azotobacter spp.)، ۲- بیوفسفر (حاوی باکتری‌های Pseudomonas sp. و Bacillus sp.)، ۳- نیتروکسین بعلاوه بیوفسفر و ۴- تیمار شاهد بود. ابعاد هر کرت

فرعی بیشتر داشتند (جدول ۱). همچنین براساس نتایج جدول ۲، گیاهان تحت تیمارهای نیتروکسین و نیتروکسین به علاوه بیوفسفر با اختلاف معنی داری نسبت به دو تیمار دیگر، تعداد ساقه فرعی بیشتری را دارا بودند. اثر متقابل کود بیولوژیک و گیاه پوششی بر تعداد ساقه فرعی در بوته معنی دار بود و از این لحاظ گیاهان تحت تیمار نیتروکسین به علاوه بیوفسفر در شرایط عدم کشت گیاه پوششی بیشترین مقدار را دارا بودند (جدول ۴). در بین چین‌ها نیز چین سوم و دوم بهترتبیب بیشترین و کمترین تعداد ساقه فرعی در بوته را دارا بودند (جدول ۴). مرادی (۱۱) تأثیر انواع کودهای آلی و بیولوژیک در افزایش تعداد شاخه اصلی و فرعی گیاه دارویی رازیانه را معنی دار گزارش کرد، او دلیل این موضوع را به فراهمی بیشتر عناصر غذایی برای گیاه در نتیجه‌ی استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک نسبت داد.

نسبت برگ به ساقه

با توجه به جداول ۱، ۲ و ۴، اثرات ساده و متقابل گیاه پوششی و کود بیولوژیک بر نسبت برگ به ساقه ریحان معنی دار نبود. در آزمایشی (۳) مشاهده شد که در نتیجه‌ی کاربرد کودهای آلی مختلف، رشد برگ و ساقه گیاه ریحان به طور همزمان افزایش یافت، ولی این تیمارها نتوانستند تغییری در الگوی تخصیص مواد و عناصر غذایی در گیاه بوجود آورند، لذا درصد برگ، درصد ساقه و نیز نسبت برگ به ساقه در بین تیمارها تفاوت چندانی نداشت. سعیدنژاد (۶) گزارش کرد که کودهای مختلف آلی و بیولوژیک تأثیری بر درصد برگ و ساقه و نیز نسبت برگ به ساقه در گیاه سورگوم علوفه‌ای نداشتند.

در بین ۳ چین برداشت شده نسبت برگ به ساقه متفاوت بود، به طوری که بهترتبیب در چین اول و سوم، بیشترین و کمترین مقدار مشاهده شد (جدول ۳). از آنجا که همه‌ی چین‌های برداشت شده در مرحله‌ی رشدی ۱۰-۵ درصد گلدهی برداشت شدند، لذا به نظر می‌رسد چین اول که در معرض درجه حرارت‌های بالاتر هوا قرار داشته (برداشت در تیرماه)، از رشد رویشی کمتری برخوردار شده و سریعتر وارد مرحله گلدهی شده است، از این‌رو با تولید بوته‌های با ارتفاع و تعداد ساقه فرعی کمتر، و در نتیجه تولید ساقه کمتر، دارای نسبت برگ به ساقه بیشتری بود. وجود همبستگی منفی و معنی دار بین نسبت برگ به ساقه با تعداد ساقه فرعی و همچنین بین ارتفاع گیاه و تعداد ساقه فرعی نیز می‌تواند مؤید این مطلب باشد (جدول ۵). در آزمایشی دیگر بر روی ریحان، تا ۶۰ روز پس از کاشت که درصد ساقه روند افزایشی داشت، روند نسبت برگ به ساقه کاهشی بود و پس از آن تا روزهای پایانی رشد روند نسبتاً ثابتی داشت (۴).

از نرم‌افزار SAS Ver. 9.1 انجام شد. با توجه به داشتن سه چین در طول آزمایش، داده‌ها در قالب طرح کرت‌های خرد شده در زمان تجزیه شد و در این راستا چین‌های مختلف به عنوان کرت‌های فرعی و تیمارهای کودی به عنوان کرت‌های اصلی در نظر گرفته شد. برای رسم شکل‌ها از نرم افزار MS-EXCEL Ver. 11 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چندامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی در بوته نتایج آزمایش نشان داد که کشت و عدم کشت گیاه پوششی بر ارتفاع بوته ریحان تأثیر معنی دار نداشت (جدول ۱)، اما در اثر استفاده از کودهای بیولوژیک، ارتفاع بوته افزایش یافت به طوری که ارتفاع گیاهان تحت تیمارهای نیتروکسین و بیوفسفر به شکل معنی داری از گیاهان تیمار شاهد بیشتر بود (جدول ۲). اثر متقابل گیاه پوششی و کود بیولوژیک بر ارتفاع ریحان معنی دار بود، به طوری که بیشترین ارتفاع مربوط به گیاهان تحت تیمار شاهد در هر دو شرایط کشت و عدم کشت گیاه پوششی بود (جدول ۳). ارتفاع بوته ریحان در طی سه چین برداشت شده تدریجاً افزایش یافت، به شکلی که بیشترین و کمترین ارتفاع ریحان بهترتبیب در چین سوم و اول مشاهده شد و چین دوم در حد وسط این دو قرار داشت (جدول ۳)، که با توجه به یکسان بودن مرحله رشدی چین‌های برداشت شده ۱۰-۵ درصد گلدهی، این مسئله می‌تواند ناشی از فاصله گرفتن از اوج دمای هوا طی چین‌های دوم و سوم و دیرتر به گل رفتن بوته‌ها و در نتیجه افزایش ارتفاع بوته باشد. از نکات حائز اهمیت، همبستگی مثبت و معنی دار ارتفاع گیاه با عملکرد تر و خشک اندام هوایی گیاه بود (جدول ۵). جهان و همکاران (۵) گزارش کردند که کشت و عدم کشت گیاه پوششی تأثیری بر ارتفاع ساقه اصلی ریحان نگذاشت، اما در اثر استفاده از کودهای بیولوژیک، ارتفاع ریحان افزایش یافت. در آزمایشاتی دیگر بر روی ریحان، کاربرد تواأم کودهای نیتروژنی آلی و معدنی نسبت به کاربرد کودهای معدنی به تنها (۲۲) و نیز سطوح مختلف ورمی کمپوست (۸) باعث افزایش معنی دار ارتفاع بوته شدند. به نظر می‌رسد که تأمین بهموقع و مناسب عناصر غذایی می‌تواند باعث افزایش رشد رویشی و ارتفاع گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد محصول شود.

از نظر تعداد ساقه فرعی در بوته، گیاهان تحت شرایط عدم کشت گیاه پوششی نسبت به وجود گیاه پوششی، به طور متوسط یک ساقه‌ی

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های اثر کشت و عدم کشت گیاه پوششی بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد ریحان

عملکرد اسانس درصد (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک تر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک سطح سبز (کیلوگرم در هکتار)	وزن نسبت ساقه ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد ساقه فرعی ارتفاع بوته در بوته
کشت گیاه پوششی عدم کشت گیاه پوششی					
۹/۳۰a	۰/۵۴۲a	۱۷۱۷/۸۳b	۳۴۴۰/۹b	۲۲۸۰/۲/۵a	۷۹۶/۲۷b
					۵۹۵/۸۵b
				۹/۱۸b	۰/۸۹۳a
					۶/۶۳b
					۵۴/۰/۴a

در هرستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر کودهای بیولوژیک بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد ریحان

عملکرد اسانس درصد (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک تر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک سطح سبز (کیلوگرم در هکتار)	وزن نسبت ساقه ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد ساقه فرعی ارتفاع بوته در بوته
نیتروکسین بیوفسفر نیتروکسین+ بیوفسفر شاهد					
۱۱/۵۸a	۰/۵۸۰a	۱۹۴۵/۰/۲ab	۴۰۳۱/۵a	۲۱۶۸۸/۹a	۱۲۷۲/۰/۶a
					۹۹۰/۵۲a
				۱۲/۷۹a	۱/۲۴۹a
					۸/۱۲a
					۵۶/۲۰a
۱۱/۳۰a	۰/۶۰۲a	۱۹۹۹/۳۵a	۳۷۰۶/۳ab	۲۰۹۳۸/۰a	۷۷۵/۰/۵bc
					۵۸۲/۳۹b
				۸/۸۹c	۰/۹۵۳a
					۶/۱۳b
					۵۶/۳۵a
۱۰/۰۷a	۰/۵۸۲a	۱۸۱۸/۲۱bc	۳۴۹۰/۳b	۲۲۱۹۱/۲a	۸۵۳/۴۸b
					۶۲۲/۶۲b
				۱۰/۷۹b	۰/۸۹۹a
					۸/۴۴a
					۵۴/۰/۴ab
۹/۶۴a	۰/۵۳۷a	۱۷۴۲/۲۲c	۳۶۱۳/۹b	۱۹۹۰/۷/۴a	۶۸۳/۳۲c
					۵۴۶/۶۸b
				۷/۶۸c	۰/۸۷۹a
					۵/۳۲b
					۴۹/۰/۱b

در هرستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های رشدی و عملکرد ریحان طی سه چین برداشت شده

عملکرد اسانس درصد (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک تر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک سطح سبز (کیلوگرم در هکتار)	وزن نسبت ساقه ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد ساقه فرعی ارتفاع بوته در بوته
چین اول چین دوم چین سوم					
۶/۴۷b	۰/۴۱۱c	۱۶۷۳/۵b	۲۲۷۳/۴c	۱۶۸۷۳/۳c	۸۷۶/۸۷b
					۷۷۴/۸۴a
				۸/۶۱a	۱/۶۲۸a
					۶/۵۰b
					۴۴/۸۶c
۱۳/۲۶a	۰/۵۶۹b	۲۳۴۰/۵a	۴۷۷۲/۵a	۲۵۴۷۹/۲a	۱۰۷۲/۹۷a
					۸۵۷/۷۸a
				۱۲/۰/۱b	۰/۸۹۲b
					۲/۸۹c
					۵۵/۷۴b
۱۲/۲۱a	۰/۷۴۷a	۱۶۱۴/۶b	۴۰۸۵/۴b	۲۱۱۹۱/۷b	۷۲۸/۰/۹c
					۴۲۴/۰/۷b
				۹/۴۸b	۰/۴۶۵c
					۱۱/۶۳a
					۶۱/۱۰a

در هرستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل گیاه پوششی و کودهای بیولوژیک بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد ریحان

عامل اصلی	عامل فرعی	(سانتی‌متر)	ارتفاع بوته	فرعی در بوته	تعداد ساقه به ساقه	نسبت برگ	وزن خشک اندام هواپی	شاخص سطح سبز	شاخص سطح برق	عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس	عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک (گرم)
نیتروکسین	بیوفسفر	+	۵۵/۰۱ab	۸/۵۹ab	۰/۹۵۹a	۱۰/۵۹abc	۷۴۴/۵b	۱۰/۸۱/ab	۴۰/۶۰/۲a	۰/۴۱۷a	۸/۶۲a	۰/۴۱۷a	۷۴۴/۵b
بیوفسفر	شاهد	۰/۹۶۰a	۷/۲۲ab	۰/۹۷۶a	۶/۳۴c	۵۲۱/۳c	۳۱۴/۷a	۰/۵۷۷a	۰/۸۲a	۰/۵۷۷a	۹/۸۲a	۰/۵۷۷a	۵۲۱/۳c
نیتروکسین	بیوفسفر	+	۵۷/۷۲ab	۶/۷۲ab	۰/۷۷۴a	۱۳/۶۳a	۷۴۸/۷bc	۱۰/۱۱/b	۲۷۷۵/۰a	۰/۶۴۳a	۸/۷۹a	۰/۶۴۳a	۷۴۸/۷bc
شاهد	نیتروکسین	۵۰/۳۱b	۵/۶۶ab	۰/۸۸۴a	۷/۶۶bc	۶۲۵/۸bc	۳۶۱/۳/a	۰/۵۱۷a	۹/۱۲a	۰/۵۱۷a	۱۴/۵۳a	۰/۵۱۷a	۶۲۵/۸bc
بیوفسفر	نیتروکسین	۵۷/۳۸ab	۷/۶۶ab	۱/۵۳a	۱۴/۹۹a	۱۴۶۲/۳a	۴۰/۰۲/a	۰/۷۷۲a	۱۲/۷۹a	۰/۶۲۷a	۱۲/۷۹a	۰/۶۲۷a	۱۴۶۲/۳a
بیوفسفر	نیتروکسین	۵۳/۲۴ab	۵/۰۵b	۰/۹۳۱a	۱۱/۴۴ab	۸۰۲/۱b	۱۰/۲۸/ab	۴۲۷/۰/a	۱۱/۳۵a	۰/۵۲۲a	۱۱/۳۵a	۰/۵۲۲a	۸۰۲/۱b
بیوفسفر	نیتروکسین	۵۰/۳۷ab	۱۰/۱۶a	۰/۱۰۲a	۷/۹۶bc	۶۹۵/۳bc	۴۲۰/۵/a	۴۲۰/۵/a	۹/۵۴a	۰/۵۳۷a	۹/۵۴a	۰/۵۳۷a	۶۹۵/۳bc
شاهد	شاهد	۴۹/۰۱b	۵/۲۲b	۰/۸۷۹a	۸/۸۲bc	۵۴۶/۷bc	۳۶۶۳/۹a	۳۱۴/۱/a	۹/۸۲a	۰/۴۱۷a	۸/۶۲a	۰/۴۱۷a	۵۴۶/۷bc

در هرستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

با توجه به شکل ۶ میزان نیتروژن موجود در خاک در تیمارهای تحت کشت گیاه پوششی کاهش یافت (شکل ۶)، لذا کاهش وزن بوته در اثر کشت گیاه پوششی می‌تواند ناشی از کمبود نیتروژن مورد نیاز گیاه باشد. برخی گزارش‌ها وجود دارد مبنی بر این که آزاد شدن نیتروژن تجمع یافته در گیاهان پوششی و قابل دسترس شدن آن برای گیاه زراعی بعدی، نیازمند شرایط مناسب و به‌ویژه زمان کافی است (۳۵)، لذا شاید بتوان مورد اخیر را به این موضوع نسبت داد در تحقیقی دیگر، کاربرد کودهای بیولوژیک و کمپوست به صورت توأم و جداگانه باعث افزایش وزن تر و خشک مرزنگوش (*Majorana hortensis*) نسبت به کود شیمیایی شد (۲۰).

شاخص سطح برق، شاخص سطح سبز
نتایج نشان داد که شاخص سطح برق و شاخص سطح سبز در گیاهان تحت شرایط عدم کشت گیاه پوششی افزایش معنی‌دار داشت (جدول ۱ و شکل ۱). همچنین کود بیولوژیک نیتروکسین باعث افزایش معنی‌دار صفات نامبرده نسبت به دیگر تیمارها شد (جدول ۲). کودهای بیولوژیک دیگر و شاهد از نظر شاخص سطح برق تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند و از نظر شاخص سطح سبز، کمترین مقدار متعلق به تیمار شاهد بود که اختلاف آن با بیوفسفر معنی‌دار نبود (جدول ۲ و شکل ۲). بررسی اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی نشان داد که بیشترین شاخص سطح برق و شاخص سطح سبز در گیاهان تحت تیمار نیتروکسین بدون وجود گیاه پوششی و کمترین مقدار آنها در گیاهان تحت تیمار بیوفسفر به همراه گیاه پوششی، بهترتبیب بدون

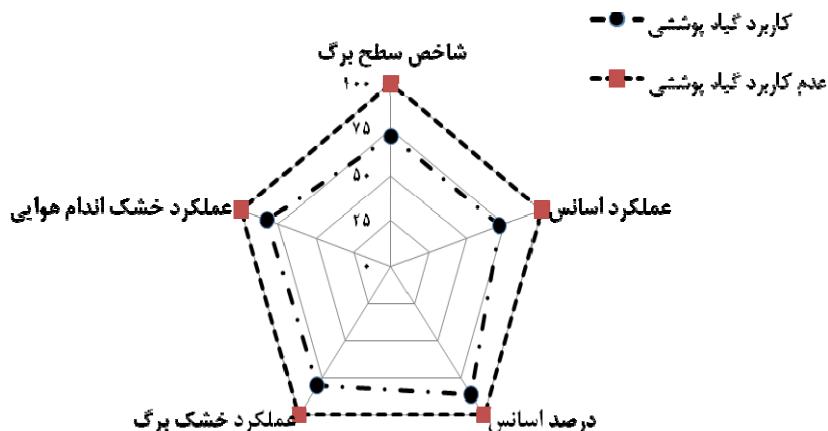
وزن خشک اندام هواپی

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، وزن خشک اندام هواپی ریحان در نتیجه‌ی عدم کشت گیاه پوششی بیشتر از حالت کشت گیاه پوششی بود. همچنین بر اساس نتایج جدول ۲، تیمار نیتروکسین با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای کودی، بیشترین تأثیر را در افزایش وزن خشک اندام هواپی داشت و بعد از آن تیمار ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر قرار داشت. اثر متقابل گیاه پوششی و کود بیولوژیک بر وزن خشک اندام هواپی معنی‌دار بود، بدین صورت که بیشترین مقدار آن در گیاهان تحت تیمارهای نیتروکسین در شرایط عدم کشت گیاه پوششی و نیتروکسین به علاوه بیوفسفر در شرایط کشت گیاه پوششی مشاهده شد (جدول ۴) و وزن خشک اندام هواپی در بین سه چین برداشت شده متفاوت بود و در چین اول با اختلاف معنی‌داری بیشتر از دو چین دیگر بود (جدول ۳). عموماً کودهای آلی اکثر عناصر مورد نیاز گیاه را با نسبتی مناسب برای جذب توسط گیاه، دارا می‌باشند و با دارا بودن عناصر پر مصرف، و به مقدار کمتری ریزمغذی‌ها، در درازمدت موجب بهبود خصوصیات تعذیه‌ای خاک می‌شوند. نتایج مشابهی در رابطه با اثر مثبت کودهای آلی و بیولوژیک بر افزایش وزن خشک بوته گیاهان دارویی بایونه (۹)، بادرنجبویه (۱۶) و فلفل (۱۳) گزارش شده است. کودهای آلی و بیولوژیک با تأمین عناصر پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک، تولید هورمون‌های گیاهی و بهطور کلی بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌توانند باعث افزایش وزن گیاه شوند (۲۰ و ۲۷).

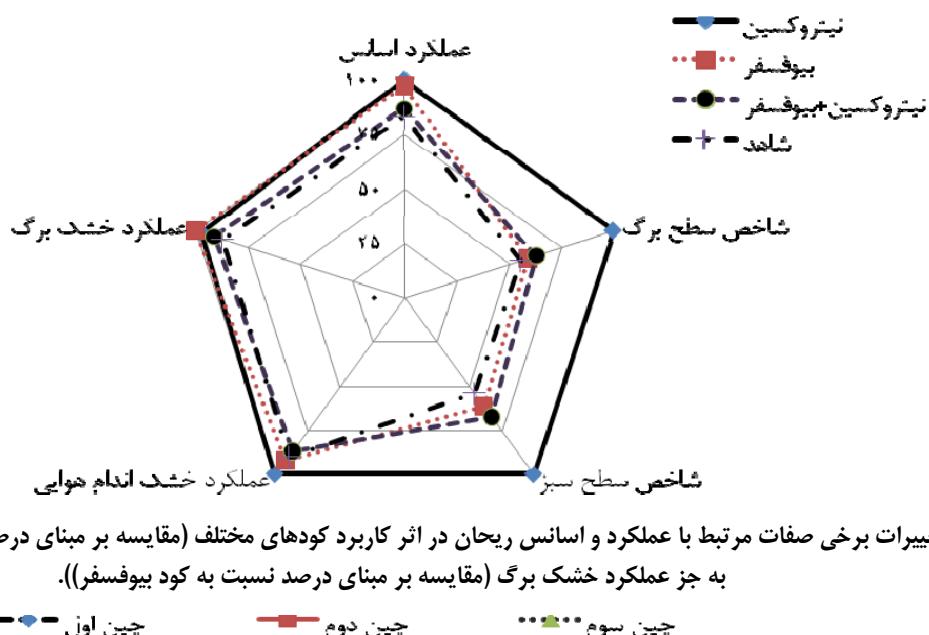
عملکرد تر کل اندام هوایی گیاه، عملکرد خشک برگ و کل اندام هوایی گیاه

با توجه به جدول‌های ۱ و ۲، اثرات ساده گیاه پوششی و کود بیولوژیک بر عملکرد تر اندام هوایی معنی دار نبود، اما برهمکنش این دو فاکتور تأثیر معنی دار بر آن گذاشت، بدین ترتیب که بیشترین مقدار عملکرد تر کل اندام هوایی در گیاهان تحت تیمار ترکیبی نیتروکسین بیوفسفر بدون وجود گیاه پوششی بدست آمد که اختلاف آن با دیگر تیمارها به جز تیمار نیتروکسین همراه با گیاه پوششی معنی دار بود، ضمن اینکه تیمارهای دیگر از این نظر اختلاف معنی داری با هم نداشتند (جدول ۴ و شکل ۴). عملکرد خشک برگ و کل اندام هوایی گیاه تحت تأثیر معنی دار گیاه پوششی قرار گرفتند و گیاهان تحت شرایط عدم وجود گیاه پوششی مقادیر بیشتری را به خود اختصاص دادند (جدول ۱ و شکل ۱). با توجه به جدول ۲ و شکل ۲، گیاهان تحت تیمار نیتروکسین، بیشترین عملکرد خشک کل اندام هوایی گیاه را دارا بودند که به جز بیوفسفر با دیگر تیمارها اختلاف معنی دار داشت. عملکرد خشک برگ نیز به ترتیب در گیاهان تحت تیمار بیوفسفر، نیتروکسین و شاهد، بیشترین و کمترین مقدار بود (جدول ۳). تفاوت سه چین برداشت شده از نظر عملکرد تر و خشک کل اندام هوایی گیاه با یکدیگر معنی دار بود و چین دوم و اول به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر را دارا بودند (جدول ۳). عملکرد خشک برگ نیز در چین دوم بیشترین مقدار بود، اما دو چین دیگر از این نظر تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۳). اثر متقابل گیاه پوششی و کودهای بیولوژیک بر عملکرد خشک برگ، فقط در تیمار ترکیبی نیتروکسین و بیوفسفر قابل توجه و حاکی از برتری عدم وجود گیاه پوششی بود (شکل ۵).

اختلاف معنی دار با شاهد و ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر و شاهد در شرایط کشت و عدم کشت گیاه پوششی حاصل شد (جدول ۴ و شکل ۳)، ویژگی کودهای بیولوژیک در تأمین عناصر غذایی به خصوص نیتروژن می تواند باعث افزایش رشد رویشی گیاه شده و در نتیجه از طریق افزایش تعداد برگ های گیاه، باعث افزایش شاخص سطح برگ گیاه و تراکم بیشتر کانونی، و نهایتاً افزایش کارآیی محصول در استفاده از انرژی نورانی و تولید بیشتر مواد فتوستنتزی شود. بهدلیل مشابه، گیاهان پوششی نیز که در مقاطعی از زمان نیتروژن خاک را تا حدی محبوس کرده بودند نسبت به عدم وجود گیاهان پوششی، شاخص سطح برگ کمتری داشتند. در تحقیقی مشابه، شاخص سطح برگ گیاه و زیست‌توده برگ تر ریحان در اثر کاربرد کود نیتروژن به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش یافت (۳۸). تهامتی (۳) گزارش کرد که کودهای آلی و بیولوژیک سبب افزایش شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز ریحان نسبت تیمارهای کمترین مقدار صفات مذکور بود و دو چین دیگر از نظر شاخص سطح سبز چین دوم با اختلاف معنی دار نداشتند، اما از نظر شاخص سطح سبز چین دوم با ارتفاع معنی داری بیشترین مقدار را دارا بود (جدول ۳ و شکل ۴). با توجه به همستگی منفی شاخص سطح برگ با ارتفاع (غیر معنی دار) و تعداد ساقه فرعی (معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد)، بهنظر می‌رسد که ارتفاع و تعداد ساقه فرعی بیشتر در چین سوم منجر به تولید ساقه بیشتر و برگ کمتر شد، ضمن این که چین دوم که دارای شاخص سطح برگ بیشتری بود، با دریافت انرژی نورانی بیشتر، از نظر عملکرد نیز نسبت به چین اول و سوم برتری داشت (جدول ۳).



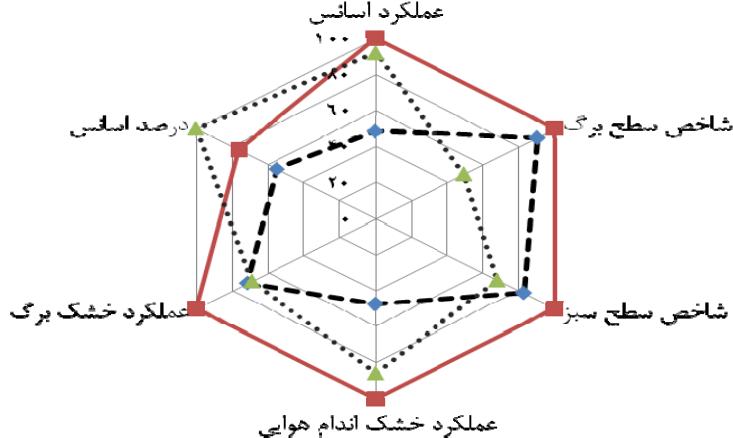
شکل ۱- تغییرات برخی صفات مرتبط با عملکرد و اسانس ریحان در اثر کشت و عدم کشت گیاه پوششی (مقایسه بر مبنای عدم کشت گیاه پوششی).



شکل ۲- تغییرات برخی صفات مرتبط با عملکرد و اسانس ریحان در اثر کاربرد کودهای مختلف (مقایسه بر مبنای درصد نسبت به کود نیتروکسین به جز عملکرد خشک برگ (مقایسه بر مبنای درصد نسبت به کود بیوفسفر)).

- ● نیتروکسین - ■ بیوفسفر - ● نیتروکسین+بیوفسفر - ▲ شاهد -

- ● چین اول - ■ چین دوم - ● چین سوم - ▲ چین چهارم

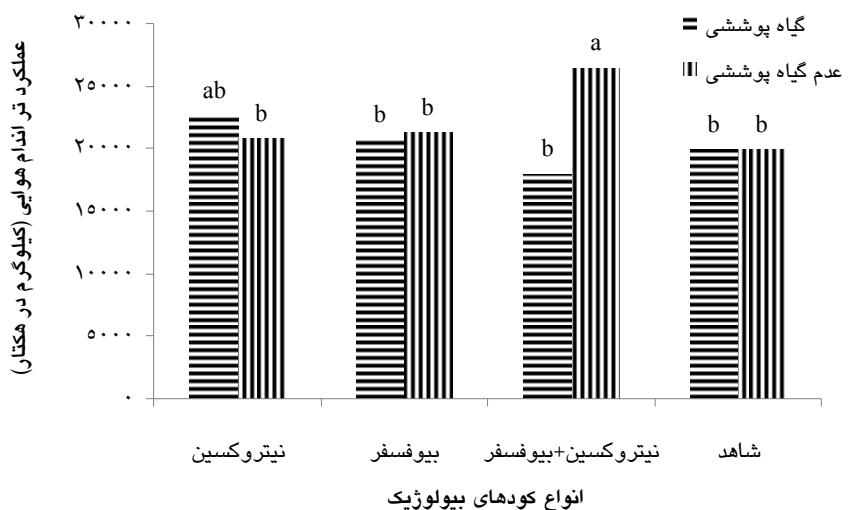


شکل ۳- تغییرات برخی صفات مرتبط با عملکرد و اسانس ریحان در سه چین (مقایسه بر مبنای درصد نسبت به چین دوم به جز درصد اسانس (مقایسه بر مبنای چین سوم)).

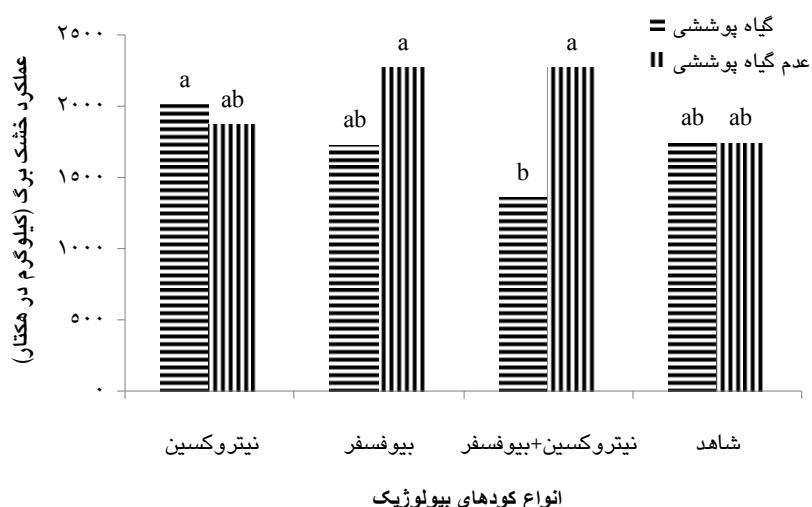
صرف نیتروژن موجود در خاک جهت تجزیه و در نتیجه از دسترس خارج شدن موقتی نیتروژن و در نهایت کاهش عملکرد گیاه باشد، از سوی دیگر باکتری‌های آزادی موجود در کودهای بیولوژیک جهت رشد و فعالیت نیازمند ماده آلی می‌باشند و با توجه به عدم تجزیه کامل بقایای گیاهان پوششی، نیاز غذایی این جانداران در کوتاه مدت تأمین نشد و ریزجانداران ناچار به استفاده از نیتروژن موجود در خاک و در نتیجه ثبت موقتی این عنصر شدند. در آزمایشی ۴ ساله در چین، کاربرد گیاهان پوششی و بقایای گیاهی در تولید سبزیجات در سال اول، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد خشک اندام هوایی نداشت و بر عملکرد میوه تأثیر جزئی گذاشت، اما به ترتیج و طی سال‌های بعد تأثیر مثبت گیاهان پوششی آشکار شد (۴۲).

افزایش عملکرد در تیمارهای کود بیولوژیک می‌تواند بهدلیل نقش ازتوباکتر و آزوسپریلوم در ثبیت نیتروژن و تولید مواد محرك رشد مانند جیبریلین‌ها و ایندول استیک اسید توسط آنها و نیز افزایش دسترسی به فسفر توسط باکتری‌های حل کننده فسفات باشد (۳۲). در آزمایشی دیگر، ترکیب کودهای آلی با کودهای نیتروژنه معدنی، منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد گیاه ریحان شد (۳۸). خلید و همکاران (۲۷) گزارش کردند که، ترکیب نوعی کمپوست و عصاره همان کمپوست باعث افزایش معنی‌دار عملکرد ریحان، نسبت به کاربرد کودهای شیمیایی رایج شد.

بیشتر بودن عملکرد گیاهان تحت تیمار عدم کشت گیاه پوششی می‌تواند ناشی از بالا بودن احتمالی نسبت N/C گیاهان پوششی و



شکل ۴- اثر متقابل گیاه پوششی و کودهای بیولوژیک بر عملکرد تر اندام هوایی ریحان



شکل ۵- اثر متقابل گیاه پوششی و کودهای بیولوژیک بر عملکرد خشک برگ ریحان

به طور کلی مواد مؤثره گیاهان دارویی براساس فرآیندهای ژنتیکی و تحت تاثیر آنزیمها ساخته می‌شوند، ولی ساخت آنها به طور آشکار تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد، به طوری که این عوامل سبب بروز تغییراتی در رشد گیاهان دارویی، مقدار و کیفیت مواد مؤثره آنها می‌گردد (۱). نتایج برخی تحقیقات بیانگر این است که بعضًا کاربرد کودهای بیولوژیک و آلتی با تأثیر عمومی و مثبت بر ویژگی‌های رشدی گیاه باعث افزایش تولید اسانس در گیاهان شده است که این امر احتمالاً به خاطر نموداً بهتر گیاه مثلاً تولید سطح

درصد و عملکرد اسانس
با توجه به جدول‌های ۱، ۲ و ۳ اثرات ساده و متقابل گیاه پوششی و کود بیولوژیک بر درصد و عملکرد اسانس نسبت به کاربرد کودها به همراه گیاه پوششی معنی‌دار نبود، اما با توجه به شکل‌های ۱ و ۲، با کاربرد کودهای بیولوژیک در شرایط عدم وجود گیاهان پوششی، برتری نسبی داشت، در بین چین‌ها، بیشترین و کمترین درصد اسانس به ترتیب در چین سوم و اول مشاهده شد. از نظر عملکرد اسانس، چین دوم و سوم بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر، بیشترین و چین اول کمترین مقادیر را تولید کردند (جدول ۳ و شکل ۳).

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف اندازه‌گیری شده در گیاه ریحان	ارتفاع		ارتفاع		ارتفاع		ارتفاع		ارتفاع		ارتفاع	
	فرعی	به ساقه	نسبت برگ	وزن خشک	شاخص سطح	شاخص سطح	نسبت برگ	وزن خشک اندام هوایی	عملکرد تر	عملکرد خشک	عملکرد خشک	درصد اسانس
عملکرد خشک	برگ	-	**/۰.۵۶۷*	-	**/۰.۸۷۸*	-	**/۰.۳۹۵*	-	**/۰.۲۱۳*	-	**/۰.۲۵۲*	*
عملکرد خشک	د اسانس	-	**/۰.۵۱۵*	-	**/۰.۸۹۱*	-	**/۰.۳۲۱*	-	**/۰.۲۹۱*	-	**/۰.۲۵۴*	*
عملکرد خشک	برگ	-	**/۰.۵۷۸*	-	**/۰.۸۸۷*	-	**/۰.۳۲۱*	-	**/۰.۲۱۶*	-	**/۰.۲۵۴*	*
عملکرد خشک	د اسانس	-	**/۰.۵۷۸*	-	**/۰.۸۸۷*	-	**/۰.۳۲۱*	-	**/۰.۲۱۶*	-	**/۰.۲۵۴*	*
عملکرد خشک	برگ	-	**/۰.۴۷۷*	-	**/۰.۷۴۷*	-	**/۰.۳۰۴*	-	**/۰.۱۰۰*	-	**/۰.۲۵۱*	*
عملکرد خشک	د اسانس	-	**/۰.۴۷۷*	-	**/۰.۷۴۷*	-	**/۰.۳۰۴*	-	**/۰.۱۰۰*	-	**/۰.۲۵۱*	*
عملکرد خشک	برگ	-	**/۰.۴۷۷*	-	**/۰.۷۴۷*	-	**/۰.۳۰۴*	-	**/۰.۱۰۰*	-	**/۰.۲۵۱*	*
عملکرد خشک	د اسانس	-	**/۰.۴۷۷*	-	**/۰.۷۴۷*	-	**/۰.۳۰۴*	-	**/۰.۱۰۰*	-	**/۰.۲۵۱*	*
عملکرد خشک	برگ	-	**/۰.۴۷۷*	-	**/۰.۷۴۷*	-	**/۰.۳۰۴*	-	**/۰.۱۰۰*	-	**/۰.۲۵۱*	*
عملکرد خشک	د اسانس	-	**/۰.۴۷۷*	-	**/۰.۷۴۷*	-	**/۰.۳۰۴*	-	**/۰.۱۰۰*	-	**/۰.۲۵۱*	*

کاربرد کودهای بیولوژیک از نظر کلیه‌ی صفات نسبت به شاهد، برتری داشت و از بین آنها اثر نیتروکسین و ترکیب نیتروکسین و

برگ و ماده خشک بیشتر و نیز برخی اثرات احتمالی دیگر مثل تولید شلات‌ها و سایر ترکیبات مفید در اثر مصرف این کودها می‌باشد (۱۴) و (۴۳). از سوی دیگر بروز تنفس (مانند کمود عناصر غذایی و بستر رشد نامناسب) در طی دوره‌ی رشد گیاه می‌تواند باعث افزایش متابولیت‌های ثانویه از جمله اسانس شود. تیمارهای کود آلی با قابلیت نگهداری بیشتر آب در خاک، و فراهم آوردن عناصر غذایی از مواجه گیاه با تنفس، به خصوص تنفس کم آبی جلوگیری می‌کنند. نتایج پژوهش‌های مرادی (۱۱) بر روی رازیانه و تهامی (۳) بر روی ریحان حاکی از آن بود که درصد اسانس هم در تیمار شاهد و هم در تیمارهای کود آلی افزایش یافت، ولی این افزایش در گیاهان تحت تیمار شاهد بیشتر بود. یزدانی (۱۲) گزارش کرد که بوته‌های ماریتیغال تحت تیمار کودی از توباكتر نسبت به سایر تیمارها، دارای درصد سیلیمارین بیشتری بودند.

میزان نیتروژن خاک

کشت و یا عدم کشت گیاه پوششی بر میزان نیتروژن خاک تأثیر معنی‌دار داشت، به طوری که میزان نیتروژن خاک در شرایط عدم کشت گیاه پوششی، به اندازه‌ی ۱۰ درصد بیشتر از کشت گیاه پوششی بود ($P \leq 0.01$) (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). به نظر می‌رسد که گیاه پوششی، نیتروژن موجود در خاک را مورد استفاده قرار داده و در پیکره‌ی خود حبس کرده بود. مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به اثر مقابل گیاه پوششی و کودهای بیولوژیک، نشان دهنده‌ی برتری ۱۱ درصدی کاربرد کودهای بیولوژیک در شرایط عدم کشت گیاه پوششی بود ($P \leq 0.05$) (داده‌ها نشان داده نشده‌اند)، به عبارت دیگر، به نظر می‌رسد که در شرایط عدم کشت گیاه پوششی در مقایسه با کشت آن، میزان نیتروژن بیشتری برای فعالیت میکرووارگانیسم‌های موجود در کودهای بیولوژیک در دسترس بوده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به جدول ۱ مشاهده می‌شود که مقادیر حاصل از کشت و عدم کشت گیاه پوششی مربوط به ارتفاع بوته، نسبت برگ به ساقه، عملکرد تر، درصد اسانس و عملکرد اسانس ریحان، با یکدیگر برابر بوده و قادر اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند، همین موضوع در تیمارهای نیتروکسین به علاوه‌ی بیوفسفر و نیتروکسین به تنها یک، نیز صادق می‌باشد (جدول ۲). کاربرد بیوفسفر در کرت‌هایی که دارای بقایای گیاه پوششی بودند نسبت به کاربرد بیوفسفر در کرت‌های قادر گیاهان پوششی برتری داشت و فقط از نظر وزن خشک اندام هوایی، شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز، منجر به مقادیر کمتر شد (جدول ۴). بیشترین درصد و عملکرد اسانس به ترتیب در چین‌های سوم و دوم و سوم بودند و این نتایج آمدند.

اعتبار پژوهه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود. لازم به ذکر است که آقای دکتر مهدی نصیری محلاتی، مجری دوم این پژوهش می‌باشد، ولی اسم ایشان به دلیل مقررات مربوط به انتشار مقالات سردبیران و اعضا هیأت تحریریه نشریات علمی- پژوهشی، در عنوان مقاله نیامده است.

بیوفسفر، بارزتر از کاربرد بیوفسفر به تنها بود (جدول ۲). به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که با استفاده از نهادهای طبیعی و مدیریت‌های زراعی همچون کشت گیاهان پوششی در یک سیستم کمنهاده، می‌توان ضمن حصول عملکردی برابر با سیستم‌های رایج، به سایر مزایای حاصل از کاربرد این نهادهای همچون تولید سالم و عاری از بقاوی‌ای شیمیایی گیاه دارویی ریحان دست یافت.

قدرتانی

بودجه‌ی این طرح (کد ۴۸۲ پ مصوب ۱۳۸۸/۱۲/۱۰) از محل

منابع

- ۱- امید بیگی، ر. ۱۳۷۶. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی (سه جلد). انتشارات به نشر، تهران
- ۲- بیاری، ا.، ا. غلامی و ۵. 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.
- ۳- تهامی، م.ک. ۱۳۸۹. ارزیابی تأثیر کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*). پایان نامه کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۴- تهامی، م.ک، پ. رضوانی مقدم و م. جهان. ۱۳۸۹. ارزیابی ساختهای رشدی گیاه دارویی ریحان (Ocimum basilicum L.) تحت تأثیر انواع کودهای آلی و شیمیایی. بوم شناسی کشاورزی (در دست چاپ).
- ۵- جهان، م.، م. نصیری محلاتی، ف. احمدی، ف. سلیمانی، م.ب. امیری و ح. ر. احیایی. ۱۳۹۰. بررسی اثرات گیاهان پوششی زمستانه و ریزوپاکترهای تحریک‌کننده رشد بر جنبه‌هایی از حاصلخیزی خاک و عملکرد محصول در سیستم ارگانیک تولید ریحان (*Ocimum basilicum* L.). پژوهش‌های زراعی ایران (در دست چاپ).
- ۶- سعیدنژاد، ا. ۱۳۸۸. ارزیابی تأثیر کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر روی صفات مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد، و خواص کیفی سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor*). پایان نامه کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۷- صباحی، ح.، س. مینوی و ۵. لیاقتی. ۱۳۸۵. مقایسه اثرات گیاه پوششی و کود شیمیایی بر عملکرد سیر و وضعیت علف‌های هرز. علوم محیطی، ۱۳: ۳۲-۳۲.
- ۸- عزیزی، م.، م. باغانی، ا. لکزیان و ح. آرویی. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست و محلول پاشی ورمی‌واش بر صفات مورفولوژیک و میزان ماده مؤثره ریحان. علوم و صنایع کشاورزی، ۲۱(۲): ۴۱-۵۲.
- ۹- فلاحتی، ج.، س. مینوی و ۵. لیاقتی. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی. پایان نامه کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۰- کوچکی، ع. ۱۳۷۶. کشاورزی پایدار، بینش یا روش؟ مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۲۰: ۷۲-۵۳.
- ۱۱- 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 اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۲- یزدانی، ر. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر پرایمینگ بذر توسط باکتری ازتوپاکتر و استفاده از کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیمال. پایان نامه کارشناسی ارشد اگرواکولوژی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- 13- 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.
- 14- Bashan, Y., and L.E. de-Bashan. 2005. Bacteria/plant growth-promotion. In: Hillel, D. (Ed.), Encyclopedia of Soils in the Environment. Elsevier, Oxford, pp. 103-115.
- 15- Daliparthi, J., S.J. Herbert and P.L.M. Veneman. 1994. Dairy manure application to alfalfa: crop response, soil nitrate, and nitrate in soil water. Agronomy Journal, 86: 927- 933.
- 16- Delate, K. 2000. Heenah mahyah student from herb trail. Leopold center for sustainable agriculture.

- Annual Reports, Iowa State University. Ames, IA.
- 17- Ding, G., X. Liu, S. Herbert, J. Novak, D. Amarasinghe and B. Xing. 2006. Effect of cover crop management on soil organic matter. *Geoderma*, 130: 229–239.
- 18- Emad, M. 2008. Identification of medicinal, industrial, forest and the pasture plants, and their use cases. Volume I, Publications rural development.
- 19- Esitken, A., H.E. Yildiz, S. Ercisli, M. Figen Donmez, M. Turan and A. Gunes. 2010. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124: 62–66.
- 20- Fatma, A.G., A.M. Lobna and N.M. Osman. 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
- 21- Glick, B.R., D.M. Karaturovic and P.C. Newell. 1995. A novel procedure for rapid isolation of plant growth promoting pseudomonads. *Can. J. Microbiol.*, 41:533-536.
- 22- Kandeel, A.M., S.A.T. Naglaa and A.A. Sadek. 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant. *Ann. Agr. Sci.* 1: 351–371 (in Arabic with English abstract).
- 23- Kapoor, R., B. Giri and K.G. Mukerji. 2002. *Glomus macrocarpum*: potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in dill (*Anethum graveolens* L.) and carum (*Trachyspermum ammi* (Linn.) Sprague). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18: 459-463.
- 24- Kapoor, R., B. Giri and K.G. Mukerji. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foeniculum vulgare* mill) on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology*, 93: 307-311
- 25- Kapoor, R., V. Chaudhary and A.K. Bhatnagar. 2007. Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. *Mycorrhiza*, 17: 581- 587.
- 26- Kennedy, I. R., A.T.M.A. Choudhury and M.L. Kecske. 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.
- 27- Khalid, A.Kh., 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.
- 28- Kramberger, B., A. Gselman, M. Janzekovic, M. Kaligaric and B. Bracko. 2009. Effects of cover crops on soil mineral nitrogen and on the yield and nitrogen content of maize. *European Journal of Agronomy*, 31: 103–109.
- 29- Kuo, S. and E.J. Jellum. 2002. Influence of winter cover crop and residue management on soil nitrogen availability and corn. *Agronomy Journal*, 94: 501-508.
- 30- Labra, M., M. Miele, B. Ledda, F. Grassi, M. Mazzei and F. Sala. 2004. Morphological characterization, essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum basilicum* L. cultivars. *Plant Science*, 167: 725–73
- 31- Lakshmanan, A., K. Govindarajan and K. Kumar. 2005. Effect of seed treatment with native diazotrophs on the seedling parameters of Senna and Ashwagandha. *Crop Research (Hisar)*, 30: 119-123.
- 32- 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.
- 33- Prakash, V. 1990. Leafy spices. CRC Press, 114P.
- 34- Richter, J., M. Stutzer and I. Schellenberg. 2005. Effects of mycorrhization on the essential oil content and composition of aroma components of marjoram (*Marjorana hortensis*), thyme (*Thymus vulgaris* L.) and caraway (*Carum carvi* L.). 36th International Symposium on Essential Oils, 4-7 September, Budapest, Hungary.
- 35- Sainju, U. M., H.H. Schomberg, B.P. Singh, W.F. Whitehead, P.G. Tillman and S.L. Lachnicht-Weyers. 2007. Cover crop effect on soil carbon fractions under conservation tillage cotton. *Soil & Tillage Research*, 96: 205–218.
- 36- Sajjadi, S. E. 2006. Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. *Daru*, 14(3): 128-130.
- 37- Shaalan, M. N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 83: 811- 828.
- 38- 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.
- 39- Simon, J.E, J. Quinn and R.G. Murray. 1990. Basil: A source of essential oils. In: Janick, J. and Simon, J.E. (Eds). *Advances in new crops*. Timber Press. Portland, Oregon, pp, 484-489.
- 40- Steenwerth, K., and K.M. Belina. 2008. Cover crops enhance soil organic matter, carbon dynamics and microbiological function in a vineyard agroecosystem. *Applied Soil Ecology*, 40: 359–369.
- 41- Telci, I., E. Bayram, G.Yilmaz and B. Avci. 2006. Variability in essential oil composition of Turkish basil (*Ocimum basilicum L.*). *Biochemical Systematics and Ecology*, 34: 489-497.
- 42- Tian, Y., J. Liu, X. Wang and L. Gao. 2010. Carbon mineralization in the soils under different cover crops and residue management in an intensive protected vegetable cultivation. *Scientia Horticulturae*, (in press).
- 43- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting Rhizobacteria as biofertilizer. *Plant and Soil*, 255:271-586.
- 44- Vestberg, M., K. Saari, S. Kukkonen and T. Hurme. 2005. Mycotrophy of crops in rotation and soil amendment with peat influence the abundance and effectiveness of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi in field soil. *Mycorrhiza*, 15: 447-458.
- 45- Wagger, M.G. 1989. Cover crops management and nitrogen rate in relation to growth and yield of no-till corn. *Agronomy Journal*, 81: 533–538.
- 46- Wander, M.M., and S.J. Traina. 1996. Organic fractions from organically and conventionally managed soils: I. Carbon and nitrogen distribution. *Soil Science Society of American Journal*, 60: 1081–1087.