نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۷۶۳-۷۵۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 4, Winter 2013, p. 751-763

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[1*]- محمد بهزاد امیری[2]- فروغ دهقانی‌پور[3]- محمدکاظم تهامی[4]

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۵
تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۱

چکیده

یکی از راهکارهای جایگزین و پایدار در زمینه‌ی تولید گیاهان دارویی با توان تولید عملکرد بالا بدون بروز ترکیبات و یا اثر نامطلوب، به‌کارگیری ریزوباکترهای تحریک کننده‌ی رشد گیاه و کشت گیاهان پوششی می‌باشد. بر این اساس آزمایشی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ 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 به‌صورت کرت‌های خرد شده با دو عامل در قالب طرح بلوک‌های 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 *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.)، بیوفسفر (حاوی باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.)، نیتروکسین 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 شد. بیشترین مقدار عملکرد تر کل اندام هوایی، 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 نیتروکسبن 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 به‌ترتیب 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. به‌طور 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

امروزه با وجود پیشرفت و توسعه گسترده کاربرد داروهای سنتزی و شیمیایی، گیاهان دارویی و اشکال دارویی حاصل از آنها در مقیاس وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند، به‌شکلی که در برخی کشورها جزء جدایی ناپذیر سیستم دارویی و درمانی محسوب می‌شوند (۱۸).

جنس *Ocimum* متعلق به تیره نعناع می‌باشد و اکوتیپ‌های آن از تنوع مورفولوژیکی زیادی برخوردار هستند. بعضی منابع تعداد گونه‌های این جنس را ۱۵۰ و بعضی دیگر ۶۵ گونه بیان کرده‌اند و بقیه را به‌عنوان هم‌نام[5] در نظر گرفته‌اند (۳۰ و ۴۱). به‌طور کلی،

۱، ۲ ، ۳ و۴- به ترتیب استادیار، دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، دانش‌آموخته‌ی علوم خاک و کارشناس ارشد اگرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: jahan@ferdowsi.um.ac.ir)

5- Synonyms

Archive of SID
www.SID.ir

مهم‌ترین جنس‌های این‌گونه عبارتند از *O. gratissimum* ,*O. cranthum canum, O. bacilicum, O. americanum* که در بین این گونه‌ها ریحان معمولی (*O. bacilicum*) بیشترین موارد مصرف را دارد و اقتصادی‌ترین گونه محسوب شده و به‌عنوان عضوی از خانواده نعناع (*Lamiaceae*) تقریباً در تمام مناطق گرم و معتدل دنیا به‌صورت تجاری کشت‌وکار می‌شود (۳۶). منشاء ریحان ایران، افغانستان و هند گزارش شده (۱) و در اکثر فارماکوپه‌ها به‌عنوان یک گیاه دارویی معرفی شده است و از برگ‌ها و اسانس آن برای معالجه برخی بیماری‌ها مانند سردرد، سرماخوردگی، ناراحتی‌های گوارشی و نارسایی کلیه استفاده می‌شود. مواد مؤثره پیکره رویشی این گیاه اشتهاآور بوده و به‌منظور درمان نفخ و تقویت دستگاه گوارش استفاده می‌شود. در طب سنتی از این گیاه به‌عنوان خلط‌آور، مدر، ضد نفخ، جهت تسکین درد معده و محرک استفاده می‌شود (۱ و ۳۶). این گیاه همانند سایر گیاهان خانواده نعناع حاوی اسانس می‌باشد. مقدار اسانس گیاه ریحان با توجه به شرایط محیطی، بین ۰/۵ تا ۱/۵ درصد متغیر است. اسانس 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 اسانس سبکتر از آب است، جداسازی آن از مخلوط آب- اسانس به‌راحتی امکان‌پذیر می‌باشد (۳۳ و ۳۹). عملکرد ماده خشک ریحان تقریباً ۱/۲ تن در هکتار (۱)، عملکرد ماده تر ۸ تا ۱۰ تن و بعضاً ۱۲ تن در هکتار (۳۳) و عملکرد اسانس ۸ تا ۱۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (۱).

استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک، تناوب زراعی، کشت‌های مخلوط و چندگانه، استفاده از مالچ، کود سبز و گیاهان پوششی ازجمله ارکان نظام‌های کشاورزی پایدار به‌حساب 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 به‌خصوص در زمینه تولید گیاهان دارویی، اهمیت بیشتری پیدا کرده است (۲). میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی که ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) نامیده شده‌اند، قادر به بهبود رشد گیاهان از طریق تامین 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 اکثرا در محیط ریشه گیاه فعالیت می‌کنند. از جمله این باکتری‌ها گونه‌هایی در جنس‌های اسینتوباکتر[1]، آلکالیجینس[2]، آرثروباکتر[3]، آزوسپیریلیوم[4]، ازتوباکتر[5]، باسیلوس[6]، بیجرینکیا[7]، انتروباکتر[8]، اروینیا[9] و فلاووباکتریوم [10] می‌باشند (۱۴).

باکتری‌های محرک رشد، رشد و توسعه گیاه را به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۱ و ۴۳). تحریک رشد گیاه تحت تأثیر آنها، عمدتا 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) تثبیت غیر همزیست نیتروژن، پ) محلول‌سازی فسفات غیر آلی و معدنی‌سازی فسفات آلی و یا سایر مواد مغذی، د) مقابله با میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای گیاهی با تولید سیدروفورها، سنتز آنتی بیوتیک‌ها، آنزیم‌ها و یا ترکیبات قارچ مانند و رقابت با میکروارگانیسم های مضر (۱۹).

استفاده از کودهای بیولوژیک به‌منظور بهبود تولید کمی و کیفی گیاهان دارویی از جمله شوید (۲۳)، رازیانه (۲۴)، سیاهدانه (۳۷)، سنا (۳۱)، مرزنجوش، زیره سیاه (۲۳، ۴۴)، 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 به‌دنبال آن حاصلخیزی خاک دارد، ماده آلی خاک است، که تابعی از عملیات کشاورزی و مقدار و ماهیت بقایای گیاهی برگردانده شده به خاک می‌باشد (۱۷). قرار دادن گیاهان پوششی در تناوب با محصولات زراعی باعث افزایش معنی‌داری مقدار ماده‌ی آلی خاک می‌شود (۴۶).

گیاهان پوششی به گیاهانی گفته می‌شود که به‌منظور تولید مواد گیاهی به‌عنوان کود سبز و برگرداندن 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 هوا، تعدیل دمای خاک، بهبود ماده‌ی آلی خاک و به‌دنبال آن تشدید فعالیت جمعیت‌های میکروبی موجود در ریزوسفر اشاره کرد (۴۰). همچنین گیاهان پوششی به‌منظور بهبود کیفیت خاک و کاهش

1- *Acinetobacter*

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

Archive of SID

www.SID.ir

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 برگرداندن گیاه پوششی، می‌تواند بر مقدار مواد مغذی و به‌خصوص 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 C/N 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 C/N بالا، از دیگر دلایل احتمالی آن می‌توان به تخلیه رطوبت خاک توسط گیاهان پوششی در بهار، عدم وجود زمان کافی جهت تجزیه‌ی بقایا و آزاد شدن نیتروژن و در نهایت اثرات دگرآسیبی گیاهان پوششی اشاره کرد (۲۸).

در تحقیق به‌منظور 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 به‌نظر 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 ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی "۲۸ °۵۹ شرقی و عرض جغرافیایی"۱۵ °۳۶ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) در قطعه زمینی به مساحت ۷۵۰ متر مربع اجرا شد. آزمایش به‌صورت 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 شبدر ایرانی در پاییز سال قبل و عامل کرت فرعی، استفاده از انواع کودهای بیولوژیک، به قرار: ۱- نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azotobacter* spp. و *Azospirillum* spp.)، ۲- بیوفسفر (حاوی باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.)، ۳- نیتروکسین بعلاوه بیوفسفر و ۴- تیمار شاهد بود. ابعاد هر کرت ۳×۶ متر بود. تاریخچه‌ی زراعی زمین محل آزمایش نشان داد که طی دو سال گذشته، هیچ‌گونه ماده‌ی شیمیایی وارد آن نشده بود. در آذرماه سال ۱۳۸۸، نقشه‌ی طرح پیاده شد و حدود کرت‌ها با طناب مشخص گردید و در کرت‌های دارای گیاه پوششی زمستانه، شبدر ایرانی و خلر کشت شد. آماده‌سازی کرت‌های دارای گیاه پوششی به‌صورت دستی بود و بذور بر روی ردیف‌هایی به‌فاصلهٔ ۲۵ سانتی‌متر و به‌صورت یک‌ردیف‌درمیان خلر و شبدر ایرانی کشت شدند. بلافاصله پس از کاشت، نسبت به آبیاری زمین به‌طریقه‌ی نشتی و توسط سیفون اقدام شد. گیاهان پوششی پس از تکمیل دوره رویشی و قبل از ورود به دوره زایشی در اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۹ توسط بیل‌دستی به خاک برگردانده شدند. در بهار سال ۱۳۸۹ و قبل از کاشت محصول اصلی، به‌منظور تعیین میزان نیتروژن کل موجود در خاک، از خاک کلیه‌ی کرت‌ها 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 به‌صورت ردیفی انجام گرفت و بذور ریحان بلافاصله قبل از کشت، توسط کودهای بیولوژیک مربوطه به‌روش استاندارد (۲۶) و ضمن رعایت توصیه‌های شرکت تولید کننده آغشته شدند. بلافاصله پس از کاشت، نسبت به آبیاری هر کرت به‌صورت جداگانه، به‌طریقه‌ی نشتی و توسط سیفون اقدام شد. پس از استقرار کامل گیاه و به‌منظور دست‌یابی به تراکم مطلوب، عملیات تنک کردن در یک مرحله انجام شد. در زمان آماده‌سازی زمین و در طول دوره‌ی رشد هیچ نوع علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کش استفاده نشد و کنترل علف‌های هرز به‌صورت 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 ویژگی‌هایی 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. به‌منظور تعیین شاخص سطح سبز، سطح برگ، ساقه و گل توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ تعیین شد و مجموع سطح آنها به‌عنوان 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. به‌منظور تعیین درصد اسانس، 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 میلی لیتر آب به آن اضافه و سپس به‌مدت 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

Archive of SID

www.SID.ir

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 به‌عنوان کرت‌های فرعی و تیمارهای کودی به‌عنوان کرت‌های اصلی در نظر گرفته شد. برای رسم شکل‌ها از نرم افزار MS-EXCEL Ver. 11 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای 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 معنی‌دار نداشت (جدول۱)، اما در اثر استفاده از کودهای بیولوژیک، ارتفاع بوته افزایش یافت به‌طوری که ارتفاع گیاهان تحت تیمارهای نیتروکسین و بیوفسفر به‌شکل معنی‌داری از گیاهان تیمار شاهد بیشتر بود (جدول۲). اثر متقابل گیاه پوششی و کود بیولوژیک بر ارتفاع ریحان معنی‌دار بود، به‌طوری که بیشترین ارتفاع مربوط به گیاهان تحت تیمار بیوفسفر در شرایط کشت گیاه پوششی و کمترین 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، به‌شکلی که بیشترین و کمترین ارتفاع ریحان به‌ترتیب در چین سوم و اول مشاهده شد و چین دوم در حد وسط این دو قرار داشت (جدول ۳)، که باتوجه به یکسان بودن مرحله رشدی چین‌های برداشت شده (۵–۱۰ درصد گلدهی)، این مسئله می‌تواند ناشی از فاصله گرفتن از اوج دمای هوا طی چین‌های دوم و سوم و دیرتر به‌گل رفتن بوته‌ها و در نتیجه افزایش ارتفاع بوته باشد. از نکات حائز اهمیت، همبستگی مثبت و معنی‌دار 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 توأم کودهای نیتروژنه آلی و معدنی نسبت به کاربرد کودهای معدنی به‌تنهایی (۲۲) و نیز سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (۸) باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته شدند. به‌نظر 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، به‌طور متوسط یک ساقه‌ی فرعی بیشتر داشتند (جدول ۱). همچنین براساس نتایج جدول ۲، گیاهان تحت تیمارهای نیتروکسین و نیتروکسین به‌علاوه بیوفسفر با اختلاف معنی‌داری 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 معنی‌دار بود و از این لحاظ گیاهان تحت تیمار نیتروکسین به‌علاوه بیوفسفر در شرایط عدم کشت گیاه پوششی بیشترین مقدار را دارا بودند (جدول ۴). در بین چین‌ها نیز چین سوم و دوم به‌ترتیب 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 معنی‌دار 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، ۳ و ۴ ، اثرات ساده و متقابل گیاه پوششی و کود بیولوژیک بر نسبت برگ به ساقه ریحان معنی‌دار نبود. در آزمایشی (۳) مشاهده شد که در نتیجه‌ی کاربرد کودهای آلی مختلف، رشد برگ و ساقه گیاه ریحان به‌طور 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، به‌طوری که به‌ترتیب در چین اول و سوم، بیشترین و کمترین مقدار مشاهده شد (جدول ۳). از آنجا که همه‌ی چین‌های برداشت شده در مرحله‌ی رشدی ۵–۱۰ درصد گلدهی برداشت شدند، لذا به‌نظر می‌رسد چین اول که در معرض درجه‌حرارت‌های بالاتر هوا قرار داشته (برداشت در تیرماه)، از رشد رویشی کمتری برخوردار شده و سریعتر وارد مرحلهٔ 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 معنی‌دار 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).

وزن خشک اندام هوایی

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، وزن خشک اندام هوایی ریحان در نتیجه‌ی عدم کشت گیاه پوششی بیشتر از حالت

Archive of SID

www.SID.ir

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 هوایی داشت و بعد از آن تیمار ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر قرار داشت. اثر متقابل گیاه پوششی و کود بیولوژیک بر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار بود، بدین صورت که بیشترین مقدار آن در گیاهان تحت تیمارهای نیتروکسین در شرایط عدم کشت گیاه پوششی و نیتروکسین به‌علاوه بیوفسفر در شرایط کشت گیاه پوششی مشاهده شد (جدول ۴). وزن خشک اندام هوایی در بین سه چین برداشت شده متفاوت بود و در چین اول با اختلاف معنی‌داری بیشتر از دو چین دیگر بود (جدول ۳).

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

	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد ساقه فرعی در بوته	نسبت برگ به ساقه	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	شاخص سطح برگ	شاخص سطح سبز	عملکرد تر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
کشت گیاه پوششی	۵۴/۰۴a	۶/۶۳b	۰/۸۹۳a	۹/۱۸b	۵۹۵/۸۵b	۷۹۶/۲۷b	۲۲۸۰۲/۵a	۳۴۴۰/۹b	۱۷۱۷/۸۳b	۰/۵۴۲a	۹/۳۰a
عدم کشت گیاه پوششی	۵۳/۶۶a	۷/۶۲a	۱/۱۶a	۱۱/۴۶a	۸۳۵/۰۵a	۱۰۶۲/۱۴a	۲۰۲۰۸/۷a	۴۱۵۹/۷a	۲۱۴۰/۱۵a	۰/۶۳۰a	۱۲/۸۹a

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

	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد ساقه فرعی در بوته	نسبت برگ به ساقه	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	شاخص سطح برگ	شاخص سطح سبز	عملکرد تر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
نیتروکسین	۵۶/۲۰a	۸/۱۲a	۱/۲۴۹a	۱۲/۷۹a	۹۹۰/۵۲a	۱۲۷۲/۰۶a	۲۱۶۸۸/۹a	۴۰۳۱/۵a	۱۹۴۵/۰۲ab	۰/۵۸۰a	۱۱/۵۸a
بیوفسفر	۵۶/۳۵a	۶/۱۳b	۰/۹۵۳a	۸/۸۹c	۵۸۲/۳۹b	۷۷۵/۰۵bc	۲۰۹۳۸/۰a	۳۷۰۶/۳ab	۱۹۹۹/۳۵a	۰/۶۰۲a	۱۱/۳۰a
نیتروکسین+ بیوفسفر	۵۴/۰۴ab	۸/۴۴a	۰/۸۹۹a	۱۰/۷۹b	۶۲۲/۶۲b	۸۵۳/۴۸b	۲۲۱۹۱/۲a	۳۴۹۰/۳b	۱۸۱۸/۲۱bc	۰/۵۸۲a	۱۰/۰۷a
شاهد	۴۹/۰۱b	۵/۳۲b	۰/۸۷۹a	۷/۶۶c	۵۴۶/۶۸b	۶۸۳/۳۲c	۱۹۹۰۷/۴a	۳۶۱۳/۹b	۱۷۴۲/۲۲c	۰/۵۳۷a	۹/۶۴a

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

	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد ساقه فرعی در بوته	نسبت برگ به ساقه	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	شاخص سطح برگ	شاخص سطح سبز	عملکرد تر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
چین اول	۴۴/۸۶c	۶/۵۰b	۱/۶۲۸a	۸/۶۱a	۷۷۴/۸۴a	۸۷۶/۸۷b	۱۶۸۷۳/۳c	۲۲۷۳/۴c	۱۶۷۳/۵b	۰/۴۱۱c	۶/۴۷b
چین دوم	۵۵/۷۴b	۲/۸۹c	۰/۸۹۲b	۱۲/۰۱b	۸۵۷/۷۸a	۱۰۷۲/۹۷a	۲۵۴۷۹/۲a	۴۷۷۲/۵a	۲۳۴۰/۵a	۰/۵۶۹b	۱۳/۲۶a
چین سوم	۶۱/۱۰a	۱۱/۶۳a	۰/۴۶۵c	۹/۴۸b	۴۲۴/۰۳b	۷۲۸/۰۹c	۲۱۱۹۱/۷b	۴۰۸۵/۴b	۱۶۱۴/۶b	۰/۷۴۷a	۱۲/۲۱a

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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل گیاه پوششی و کودهای بیولوژیک بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد ریحان

عامل اصلی	عامل فرعی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد ساقه فرعی در بوته	نسبت برگ به ساقه	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	شاخص سطح برگ	شاخص سطح سبز	عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
کشت گیاه پوششی	نیتروکسین	۵۵/۰۱ab	۸/۵۹ab	۰/۹۵۹a	۱۰/۵۹abc	۷۴۴/۵b	۱۰۸۱/۸ab	۴۰۶۰/۲a	۰/۴۱۷a	۸/۶۲a
	بیوفسفر	۵۹/۴۶a	۷/۲۲ab	۰/۹۷۶a	۶/۳۴c	۳۶۲/۷c	۵۲۱/۳c	۳۱۴۱/۷a	۰/۵۷۷a	۹/۸۲a
	نیتروکسین+ بیوفسفر	۵۷/۷۲ab	۶/۷۲ab	۰/۷۷۴a	۱۳/۶۳a	۷۴۸/۷bc	۱۰۱۱/۶b	۲۷۷۵/۰a	۰/۶۴۳a	۸/۷۹a
	شاهد	۵۰/۳۱b	۵/۹۴b	۰/۸۸۴a	۷/۶۶bc	۶۲۵/۷bc	۷۴۵/۸bc	۳۶۱۳/۹a	۰/۵۱۷a	۹/۱۲a
عدم کشت گیاه پوششی	نیتروکسین	۵۷/۳۸ab	۷/۶۶ab	۱/۵۳a	۱۴/۹۹a	۱۲۰۶/۵a	۱۴۶۲/۳a	۴۰۰۲/۸a	۰/۷۴۲a	۱۴/۵۳a
	بیوفسفر	۵۳/۲۴ab	۵/۰۵b	۰/۹۳۱a	۱۱/۴۴ab	۸۰۲/۱b	۱۰۲۸/۸ab	۴۲۷۰/۸a	۰/۶۲۷a	۱۲/۷۹a
	نیتروکسین+ بیوفسفر	۵۰/۳۷ab	۱۰/۱۶a	۱/۰۲a	۷/۹۶bc	۴۹۶/۶bc	۶۹۵/۳bc	۴۲۰۵/۶a	۰/۵۲۲a	۱۱/۳۵a
	شاهد	۴۹/۰۱b	۵/۳۲b	۰/۸۷۹a	۸/۸۲bc	۵۴۶/۷bc	۶۸۳/۳bc	۳۶۶۳/۹a	۰/۵۳۷a	۹/۶۴a

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

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 تغذیه‌ای خاک می‌شوند. نتایج مشابهی در رابطه با اثر مثبت کودهای آلی و بیولوژیک بر افزایش وزن خشک بوته گیاهان دارویی بابونه (۹)، بادرنجبویه (۱۶) و فلفل (۱۳) گزارش شده است. کودهای آلی و بیولوژیک با تأمین عناصر پرمصرف و کم‌مصرف مورد نیاز گیاه، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک، تولید هورمون های گیاهی و به‌طور کلی بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌توانند باعث افزایش وزن گیاه شوند (۲۰ و ۲۷).

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 این‌که 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 به‌صورت توأم و جداگانه باعث افزایش وزن تر وخشک مرزنگوش (*Majorana hortensis*) نسبت به کود شیمیایی شد (۲۰).

شاخص سطح برگ، شاخص سطح سبز

نتایج نشان داد که شاخص سطح برگ 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 برگ 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 برگ و شاخص سطح سبز در گیاهان تحت تیمار نیتروکسبن بدون وجود گیاه پوششی و کمترین مقدار آنها در گیاهان تحت تیمار بیوفسفر به‌همراه گیاه پوششی، به‌ترتیب بدون اختلاف معنی‌دار 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 به‌خصوص 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 کانوپی، و نهایتاً افزایش کارآیی محصول در استفاده از انرژی نورانی و تولید بیشتر مواد فتوسنتزی شود. به‌دلیل مشابه، گیاهان پوششی نیز که در مقطعی 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). تهامی (۳) گزارش کرد که کودهای آلی و بیولوژیک سبب افزایش شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز ریحان نسبت تیمارهای کود شیمیایی و شاهد شدند. در بین چین‌ها، چین سوم دارای کمترین مقدار صفات

Archive of SID

www.SID.ir

مذکور بود و دو چین دیگر از نظر شاخص سطح برگ اختلاف معنی‌دار نداشتند، اما از نظر شاخص سطح سبز چین دوم با اختلاف معنی‌داری بیشترین مقدار را دارا بود (جدول ۳ و شکل ۴). با توجه به همبستگی منفی شاخص سطح برگ با ارتفاع (غیر معنی‌دار) و تعداد ساقه فرعی (معنی‌دار 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 این‌که 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).

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

با توجه به جدول‌های ۱ و۲، اثرات ساده گیاه پوششی و کود بیولوژیک بر عملکرد تر اندام هوایی معنی دار نبود، اما برهمکنش این دو فاکتور تأثیر معنی‌دار بر آن گذاشت، بدین ترتیب که بیشترین مقدار عملکرد تر کل اندام هوایی در گیاهان تحت تیمار ترکیبی نیتروکسین و بیوفسفر بدون وجود گیاه پوششی بدست آمد که اختلاف آن با دیگر تیمارها به‌جز تیمار نیتروکسین همراه با گیاه پوششی معنی‌دار بود، ضمن اینکه تیمارهای دیگر از این نظر اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۴ و شکل ۴). عملکرد خشک برگ و کل اندام هوایی گیاه تحت تأثیر معنی‌دار 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 به‌جز بیوفسفر با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت. عملکرد خشک برگ نیز به‌ترتیب 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 معنی‌دار بود و چین دوم و اول به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر را دارا بودند (جدول ۳). عملکرد خشک برگ نیز در چین دوم بشترین مقدار بود، اما دو چین دیگر از این نظر تفاوت معنی‌داری 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).

افزایش عملکرد در تیمارهای کود بیولوژیک می‌تواند به‌دلیل نقش ازتوباکتر و آزوسپیریلوم در تثبیت نیتروژن و تولید مواد محرک رشد مانند جیبرلین‌ها و ایندول استیک اسید توسط آنها و نیز افزایش دسترسی به فسفر توسط باکتری‌های حل‌کننده 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 عصارهٔ همان کمپوست باعث افزایش معنی‌دار عملکرد ریحان، نسبت به کاربرد کودهای شیمیایی رایج شد.

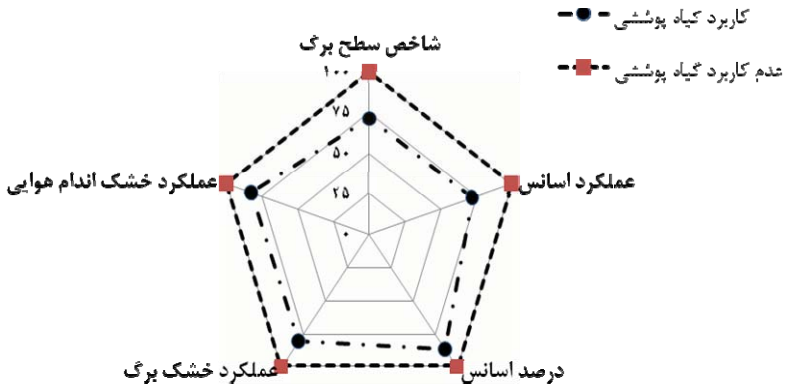
بیشتر بودن عملکرد گیاهان تحت تیمار عدم کشت گیاه پوششی می‌تواند ناشی از بالا بودن احتمالی نسبت C/N گیاهان پوششی و مصرف نیتروژن موجود در خاک جهت تجزیه و در نتیجه از دسترس خارج شدن موقتی نیتروژن و در نهایت کاهش عملکرد گیاه باشد، از سوی دیگر باکتری‌های آزادزی موجود در کودهای بیولوژیک جهت رشد و فعالیت نیازمند 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 تثبیت 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 به‌تدریج و طی سال‌های بعد تأثیر مثبت گیاهان پوششی آشکار شد (۴۲).

درصد و عملکرد اسانس

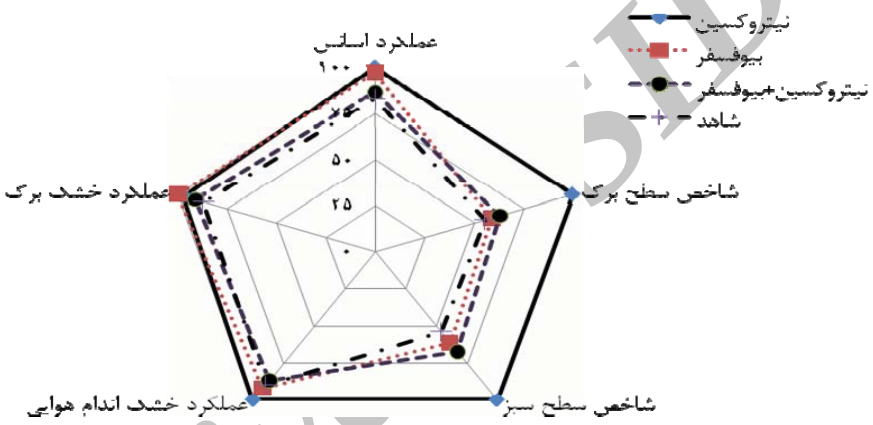
با توجه به جدول‌های ۱، ۲ و۳ اثرات ساده و متقابل گیاه پوششی و کود بیولوژیک بر درصد و عملکرد اسانس نسبت به کاربرد کودها به‌همراه گیاه پوششی معنی‌دار نبود، اما با توجه به شکل‌های ۱ و ۲، با کاربرد کودهای بیولوژیک در شرایط عدم وجود گیاهان پوششی، برتری نسبی داشت. در بین چین‌ها، بیشترین و کمترین درصد اسانس به‌ترتیب 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).

Archive of SID

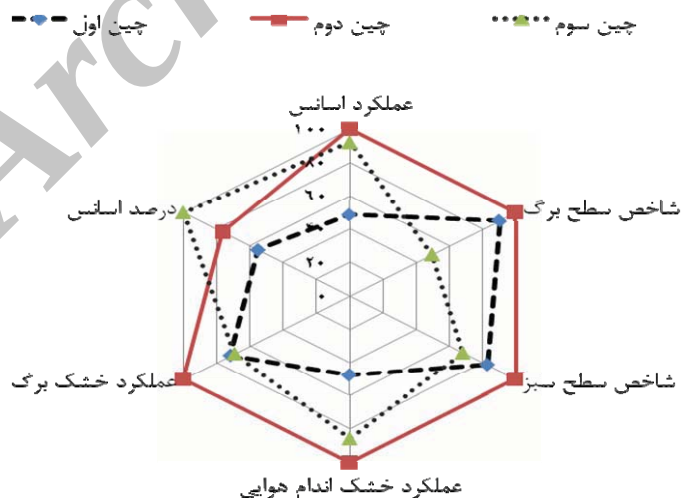
www.SID.ir



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).



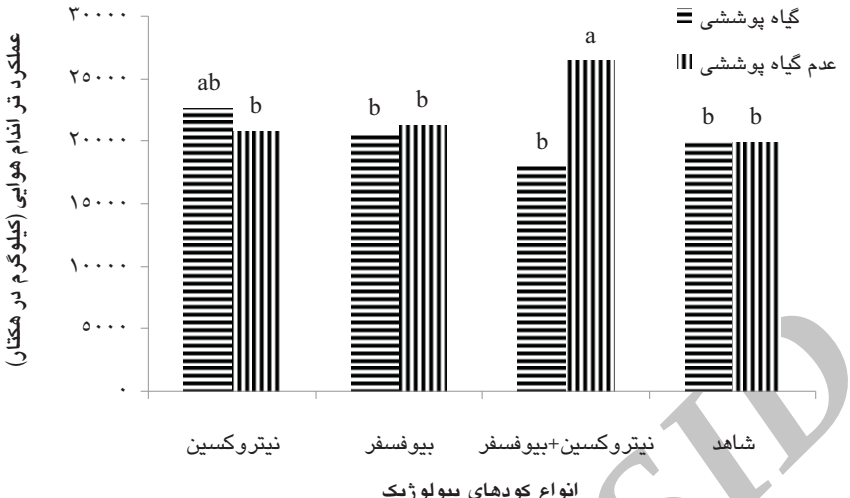
شکل ۲- تغییرات برخی صفات مرتبط با عملکرد و اسانس ریحان در اثر کاربرد کودهای مختلف (مقایسه بر مبنای درصد نسبت به کود نیتروکسین به جز عملکرد خشک برگ (مقایسه بر مبنای درصد نسبت به کود بیوفسفر)).



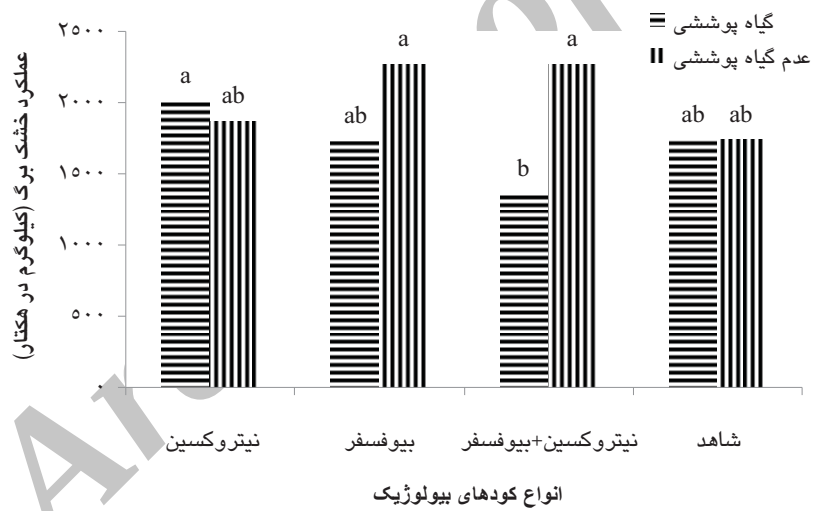
شکل۳- تغییرات برخی صفات مرتبط با عملکرد و اسانس ریحان در سه چین (مقایسه بر مبنای درصد نسبت به چین دوم به جز درصد اسانس (مقایسه بر مبنای چین سوم)).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤- اثر متقابل گیاه پوششی و کودهای بیولوژیک بر عملکرد تر اندام هوایی ریحان



شکل ٥- اثر متقابل گیاه پوششی و کودهای بیولوژیک بر عملکرد خشک برگ ریحان

به‌طور کلی مواد مؤثره گیاهان دارویی براساس فرآیندهای ژنتیکی و تحت تاثیر آنزیم‌ها ساخته می‌شوند، ولی ساخت آنها به‌طور آشکار تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می گیرد، به‌طوری 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 بعضاً کاربرد کودهای بیولوژیک و آلی با تأثیر عمومی و مثبت بر ویژگی‌های رشدی گیاه باعث افزایش تولید اسانس در گیاهان شده است که این امر احتمالاً به‌خاطر نمود[1] بهتر گیاه مثلاً تولید سطح برگ و مادهٔ 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 تنش (مانند کمبود 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

1- Performance

Archive of SID

www.SID.ir

نگهداری بیشتر آب در خاک، و فراهم آوردن عناصر غـذایی از مواجـه گیاه با تنش، به‌خصوص تنش کـم آبـی جلـوگیری مـی‌کننـد. نتـایج پژوهش‌های مرادی (۱۱) بر روی رازیانه و تهامی (۳) بر روی ریحـان حاکی از آن بـود کـه درصـد اسـانس هـم در تیمـار شـاهد و هـم در تیمارهای کود آلی افزایش یافت، ولی این افـزایش در گیاهـان تحـت تیمار شاهد بیشتر بود. یزدانی (۱۲) گزارش کرد که بوته‌های ماریتیغال تحت تیمار کودی ازتوبـاکتر نـسبت بـه سـایر تیمارهـا، دارای درصـد سیلیمارین بیشتری بودند.

میزان نیتروژن خاک

کشت و یا عدم کشت گیاه پوششی بر میزان نیتروژن خاک تـأثیر معنی‌دار داشت، به‌طوری که میـزان نیتـروژن خـاک در شـرایط عـدم کشت گیاه پوششی، به اندازه‌ی ۱۰ درصد بیشتر از کشت گیاه پوششی بود ($P\leq0.01$) (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). به‌نظر می‌رسـد کـه گیـاه پوششی، نیتـروژن موجـود در خـاک را مـورد اسـتفاده قـرار داده و در پیکره‌ی خود حبس کرده بود. مقایسه‌ی میانگین‌های مربـوط بـه اثـر متقابل گیاه پوششی و کودهای بیولوژیک، نشان دهنده‌ی برتـری ۱۱ درصدی کاربرد کودهای بیولوژیک در شرایط عدم کشت گیاه پوششی بود ($P\leq0.05$) (داده‌ها نشان داده نشده‌اند)، به‌عبارت دیگـر، بـه‌نظـر می‌رسد که در شرایط عدم کشت گیاه پوششی در مقایسه با کشت آن، میزان نیتروژن بیشتری برای فعالیت میکروارگانیـسم‌هـای موجـود در کودهای بیولوژیک در دسترس بوده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به جدول ۱ مشاهده می‌شود که مقادیر حاصل از کـشت و عدم کشت گیاه پوششی مربوط به ارتفاع بوته، نسبت برگ بـه سـاقه، عملکرد تر، درصد اسانس و عملکرد اسانس ریحان، با یکـدیگر برابـر بوده و فاقد اختلاف آمـاری معنـی‌دار مـی‌باشـند، همـین موضـوع در تیمارهای نیتروکسین به‌علاوه‌ی بیوفسفر و نیتروکسین به تنهایی، نیز صادق می‌باشد (جدول ۲). کاربرد بیوفـسفر در کـرت‌هـایی کـه دارای بقایای گیاه پوششی بودند نسبت به کاربرد بیوفسفر در کرت‌های فاقد گیاهان پوششی برتری داشت و فقط از نظر وزن خشک اندام هـوایی، شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز، منجر به مقـادیر کمتـر شـد (جدول ۴). بیشترین درصد و عملکرد اسانس به‌ترتیـب در چـین‌هـای سوم و دوم و سوم به‌دست آمد.

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف اندازه‌گیری شده در گیاه ریحان

	ارتفاع	تعداد ساقه فرعی	نسبت برگ به ساقه	وزن خشک اندام هوایی	شاخص سطح برگ	شاخص سطح سبز	عملکرد تر	عملکرد خشک برگ	درصد اسانس	عملکرد اسانس
ارتفاع										
تعداد ساقه فرعی	۰/۲۵۲*									
نسبت برگ به ساقه	-۰/۲۳۰ns	-۰/۴۶۷**								
وزن خشک اندام هوایی	۰/۱۸۷ns	۰/۰۳۹ns	-۰/۰۵۹ns							
شاخص سطح برگ	-۰/۱۴۰ns	-۰/۲۹۱*	۰/۳۲۸**	۰/۸۵۵**						
شاخص سطح سبز	۰/۰۱۰ns	-۰/۱۷۹ns	۰/۱۹۸ns	۰/۸۸۷**	۰/۹۴۴**					
عملکرد تر	۰/۲۷۸*	-۰/۱۱۳ns	-۰/۱۸۵ns	-۰/۱۰۸ns	-۰/۲۰۴ns	-۰/۱۶۵ns				
عملکرد خشک	۰/۳۵۱**	-۰/۰۰۴ns	-۰/۳۴۰**	-۰/۰۴۶ns	-۰/۱۸۹ns	-۰/۱۱۶ns	۰/۷۱۳**			
عملکرد خشک برگ	-۰/۰۱۴ns	-۰/۲۴۸*	۰/۰۲۰ns	-۰/۰۴۹ns	-۰/۰۰۰ns	-۰/۰۲۰ns	۰/۶۹۲**	۰/۵۹۵**		
درصد اسانس	۰/۴۳۴**	۰/۲۵۵*	-۰/۲۴۷*	۰/۱۰۲ns	-۰/۰۸۵ns	-۰/۰۴۰ns	۰/۰۹۲ns	۰/۳۱۰**	۰/۰۶۹ns	
عملکرد اسانس	۰/۳۳۷**	۰/۰۸۳ns	-۰/۲۰۶ns	۰/۱۱۰ns	-۰/۰۷۶ns	-۰/۰۰۲ns	۰/۳۸۶**	۰/۵۵۴**	۰/۴۲۴**	۰/۸۴۴**

**،* به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns عدم معنی‌داری

www.SID.ir

کاربرد کودهای بیولوژیک از نظر کلیه‌ی صفات نسبت به شاهد، برتری داشت و از بین آنها اثر نیتروکسین و ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر، بارزتر از کاربرد بیوفسفر به تنهایی بود (جدول ۲). به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که با استفاده از نهاده‌های طبیعی و مدیریت‌های زراعی همچون کشت گیاهان پوششی در یک سیستم کم‌نهاده، می توان ضمن حصول عملکردی برابر با سیستم‌های رایج، به سایر مزایای حاصل از کاربرد این نهاده‌ها، همچون تولید سالم و عاری از بقایای شیمیایی گیاه دارویی ریحان دست یافت.

قدردانی

بودجه‌ی این طرح (کد ۴۸۲پ مصوب ۱۳۸۸/۱۲/۱۰) از محل اعتبار پژوهه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود. لازم به ذکر است که آقای دکتر مهدی نصیری‌محلاتی، مجری دوم این پژوهش می‌باشند، ولی اسم ایشان به‌دلیل مقررات مربوط به انتشار مقالات سردبیران و اعضای هیأت تحریریه نشریات علمی- پژوهشی، در عنوان مقاله نیامده است.

منابع

۱- امید بیگی، ر. ۱۳۷۶. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی (سه جلد). انتشارات به نشر، تهران

۲- بیاری، ا.، 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، صفحه۸.

۳- تهامی، م.ک. ۱۳۸۹. ارزیابی تاثیر 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 شاخص‌های 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 ریزوباکترهای تحریک‌کنندهٔ 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. مینویی و ه. لیاقتی. ۱۳۸۵. مقایسه اثرات گیاه پوششی و کود شیمیایی بر عملکرد سیر و وضعیت علف‌های هرز. علوم محیطی، ۱۳: ۳۲-۲۳.

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 مادهٔ مؤثره ریحان. علوم و صنایع کشاورزی، ۲۱(۲):۵۲-۴۱.

۹- فلاحی، ج. 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 ازتوباکتر و استفاده از کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال. 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- Daliparthy, 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.

Archive of SID

www.SID.ir

16- Delate, K. 2000. Heenah mahyah student from herb trail. Leopold center for sustainable agriculture. Annual Reports, Jowa State University. Ames, IA.
17- Ding, G., X. Liu, S. Herbert, J. Novak, D. Amarasiriwardena 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 gravolens* 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 (*Foenicudum 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. Mycrrhiza, 17: 581- 587.
26- 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**.**
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 DNAgenotyping 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 basils (*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.

Archive of SID

www.SID.ir