

اثر کودهای بیولوژیک بر تولید اسانس و برخی خصوصیات کمی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط کشت گیاهان پوششی زمستانه

محسن جهان*، مهدی نصیری محلاتی، محمد بهزاد امیری، محمدکاظم تهامی^۱

چکیده

یکی از راهکارهای جایگزین و پایدار در زمینه تولید گیاهان دارویی با توان تولید عملکرد بالا بدون بروز ترکیبات و یا اثر نامطلوب، به کارگیری ریزوباکترهای تحریک کننده رشد گیاه و کشت گیاهان پوششی می باشد. 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 مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش به صورت کرت های خرد شده با دو عامل در قالب طرح بلوک های 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 باکتری های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.)، بیوفسفر (حاوی باکتری های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.)، نیتروکسین بعلاوه بیوفسفر و تیمار شاهد بود. کاربرد کودهای بیولوژیک باعث افزایش معنی دار اغلب صفات، از جمله عملکرد تر و خشک کل اندام هوایی گیاه، عملکرد خشک برگ و شاخص سطح برگ شد. 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 چین ها، گیاهان برداشت شده در چین سوم دارای کمترین مقدار شاخص سطح برگ بودند و دو چین دیگر از این نظر اختلاف معنی دار 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 معنی دار با یکدیگر بیشترین و چین اول کمترین مقادیر را تولید کردند. به طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که در صورتی که زمان کافی برای آزاد شدن 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 مؤثره آن، می توان به عملکردی معادل با سیستم های رایج تولید ریحان دست یافت.

واژه های کلیدی: خلر، شبدر ایرانی، ماده آلی خاک، نیتروکسین، بیوفسفر، عملکرد اندام هوایی

^۱ به ترتیب استادیار، استاد، دانشجویان دوره دکتری و کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح

نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

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

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، به شکلی که در برخی کشورها جزء جدایی ناپذیر سیستم دارویی و درمانی محسوب می‌شوند. 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^۱ در نظر گرفته‌اند (۱۱). در طب سنتی از این گیاه به‌عنوان خلط‌آور، مدر، ضد نفخ، جهت تسکین درد معده و محرک استفاده می‌شود (۸). مقدار اسانس گیاه ریحان با توجه به شرایط محیطی، بین ۰/۵ تا ۱/۵ درصد متغیر است.

استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک، تناوب زراعی، کشت‌های مخلوط و چندگانه، استفاده از مالچ، 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. 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. 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 (۴).

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 (۷). 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 (۱۰). همچنین گیاهان پوششی به‌منظور بهبود کیفیت خاک و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، مثل نیترات استفاده می‌شوند (۳).

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 اطلاع‌چندانی 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

¹ Synonyms

این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد 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 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- بیوسفور (حاوی باکتری‌های *Bacillus sp.* و *Pseudomonas sp.*)، ۳- نیتروکسین بعلاوه بیوسفور و ۴- تیمار شاهد 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. 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، به منظور تعیین میزان نیتروژن کل موجود در خاک، از خاک کلیه 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 به صورت ردیفی انجام گرفت و بذور ریحان بلافاصله قبل از کشت، توسط کودهای بیولوژیک مربوطه به روش استاندارد و ضمن رعایت توصیه‌های شرکت تولید کننده آغشته شدند. بلافاصله پس از کاشت، نسبت به آبیاری هر کرت به صورت جداگانه، به طریقه‌ی نشتی و توسط سیفون اقدام 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. 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 و در نهایت مقدار و درصد اسانس برگ ریحان تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار 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 چنددامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

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 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). 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. کودهای آلی و بیولوژیک با تأمین عناصر پرمصرف و کم‌مصرف 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 (۶).

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 (۷)، 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 و خشک مرزنگوش (*Majorana hortensis*) نسبت به کود شیمیایی شد (۵).



| 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 (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------------|--|---|--|-----------------------|
| b۹/۱۸ | b۵۹۵/۸۵ | b۷۹۶/۲۷ | a۲۲۸۰۲/۵ | b۳۴۴۰/۹ | b۱۷۱۷/۸۳ | a۰/۵۴۲ | کاربرد گیاه پوششی |
| a۱۱/۴۶ | a۸۳۵/۰۵ | a۱۰۶۲/۱۴ | a۲۰۲۰۸/۷ | a۴۱۵۹/۷ | a۲۱۴۰/۱۵ | a۰/۶۳۰ | عدم کاربرد گیاه پوششی |

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



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

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

| میانگین‌های یک حرف سطح احتمال | عملکرد خشک برگ (کیلوگرم در هکتار) | | عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار) | | شاخص سطح سبز | | وزن شاخص برگ | | در هرستون، دارای حداقل مشترک، در ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند. |
|-------------------------------------|--|---------------|--|------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------|--|
| | اسانس (کیلوگرم در هکتار) | درصد اسانس | عملکرد تر (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد شاخص سطح سبز | شاخص سطح برگ | اندام هوایی (گرم) | | | |
| | a۱۱/۵۸ | a۰/۵۸۰ | ab۱۹۴۵/۰۲ | a۴۰۳۱/۵ | a۲۱۶۸۸/۹ | a۱۲۷۲/۰۶ | a۹۹۰/۵۲ | a۱۲/۷۹ | نیتروکسین |
| | a۱۱/۳۰ | a۰/۶۰۲ | a۱۹۹۹/۳۵ | ab۳۷۰۶/۳ | a۲۰۹۳۸/۰ | bc۷۷۵/۰۵ | b۵۸۲/۳۹ | c۸/۸۹ | بیوفسفر |
| | a۱۰/۰۷ | a۰/۵۸۲ | bc۱۸۱۸/۲۱ | b۳۴۹۰/۳ | a۲۲۱۹۱/۳ | b۸۵۳/۴۸ | b۶۲۲/۶۲ | b۱۰/۷۹ | نیتروکسین+ بیوفسفر |
| | a۹/۶۴ | a۰/۵۳۷ | c۱۷۴۲/۲۲ | b۳۶۱۳/۹ | a۱۹۹۰۷/۴ | c۶۸۳/۳۲ | b۵۴۶/۶۸ | c۷/۶۶ | شاهد |

کد مقاله ۳۷۱
همایش ملی کشاورزی پایدار
۱۰ آذر ماه ۱۳۹۰، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا

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

| وزن خشک | شاخص شاخص | شاخص سطح سبز | عملکرد تر (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد برگ (کیلوگرم در هکتار) | درصد اسانس | عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) |
|---------|-----------|--------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|---------------------------------|
| ۸۴/۶۱ | ۸۴/۷۷۴ | ۸۷/۸۷۶ | ۱۶۸۷۳/۳ | ۲۲۲۷۳/۴ | ۱۶۷۷۳/۵ | ۰/۴۱۱ | ۶/۴۷ |
| ۱۲/۰۱ | ۷۸/۸۵۷ | ۹۷/۱۰۷۲ | ۲۵۴۷۹/۲ | ۴۷۷۲/۵ | ۲۳۴۰/۵ | ۰/۵۶۹ | ۱۳/۲۶ |
| ۹/۴۸ | ۱۰۳/۴۲۴ | ۰۹/۷۲۸ | ۲۱۱۹۱/۷ | ۴۰۸۵/۴ | ۱۶۱۴/۶ | ۰/۷۴۷ | ۱۲/۲۱ |

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

| عامل اصلی | عامل فرعی | 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 | ۱۰/۵۹ | ۷۴۴/۵ | ۱۰۸۱/۸ | ۴۰۶۰/۲ | ۰/۴۱۷ | ۸/۶۲ |
| | بیوفسفر | ۶/۳۴ | ۳۶۲/۷ | ۵۲۱/۳ | ۳۱۴۱/۷ | ۰/۵۷۷ | ۹/۸۲ |
| | نیتروکسین + بیوفسفر | ۱۳/۶۳ | ۷۴۸/۷ | ۱۰۱۱/۶ | ۲۷۷۵/۰ | ۰/۶۴۳ | ۸/۷۹ |
| | شاهد | ۷/۶۶ | ۶۲۵/۷ | ۷۴۵/۸ | ۳۶۱۳/۹ | ۰/۵۱۷ | ۹/۱۲ |
| کشت گیاه پوششی | نیتروکسین | ۱۴/۹۹ | ۱۲۰۶/۵ | ۱۴۶۲/۳ | ۴۰۰۲/۸ | ۰/۷۴۲ | ۱۴/۵۳ |
| | بیوفسفر | ۱۱/۴۴ | ۸۰۲/۱ | ۱۰۲۸/۸ | ۴۲۷۰/۸ | ۰/۶۲۷ | ۱۲/۷۹ |

| | | | | | | |
|--------|--------|---------|---------|---------|--------|-----------------------|
| a۱۱/۳۵ | a۰/۵۲۲ | a۴۲۰۵/۶ | bc۶۹۵/۳ | bc۴۹۶/۶ | bc۷/۹۶ | نیتروکسین+ بیوفسفر |
| a۹/۶۴ | a۰/۵۳۷ | a۳۶۶۳/۹ | bc۶۸۳/۳ | bc۵۴۶/۷ | bc۸/۸۲ | شاهد |

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

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

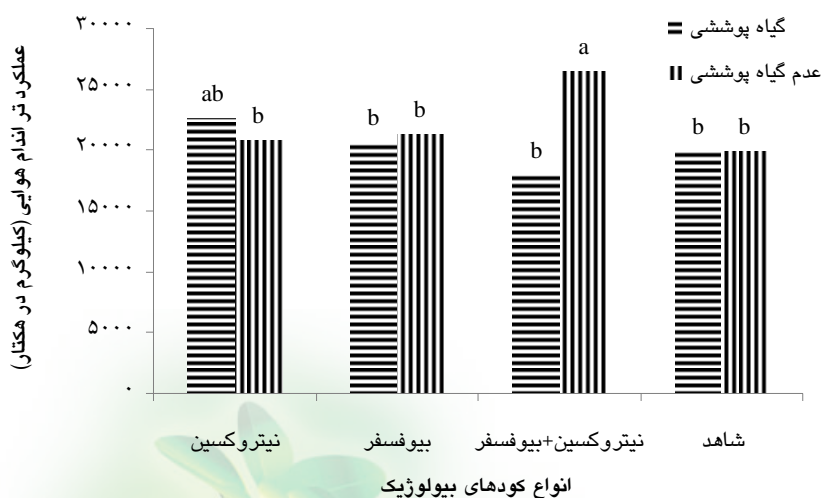
شاخص سطح برگ، شاخص سطح سبز

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 نیتروکسین بدون وجود گیاه پوششی و کمترین مقدار آنها در گیاهان تحت تیمار بیوفسفر به همراه گیاه پوششی، به ترتیب بدون اختلاف معنی‌دار با شاهد و ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر و شاهد در شرایط کشت و عدم کشت گیاه پوششی حاصل شد (جدول ۴). ویژگی کودهای بیولوژیک در تأمین عناصر غذایی به خصوص نیترژن می‌تواند باعث افزایش رشد رویشی گیاه شده و در نتیجه از طریق افزایش تعداد برگ‌های گیاه، باعث افزایش شاخص سطح برگ گیاه و تراکم بیشتر کانوپی، و نهایتاً افزایش کارایی محصول در استفاده از انرژی نورانی و تولید بیشتر مواد فتوسنتزی شود. به دلیل مشابه، گیاهان پوششی نیز که در مقطعی از زمان نیترژن 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 نیترژن به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت (۹). تهامی (۱) 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 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)، به نظر 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).

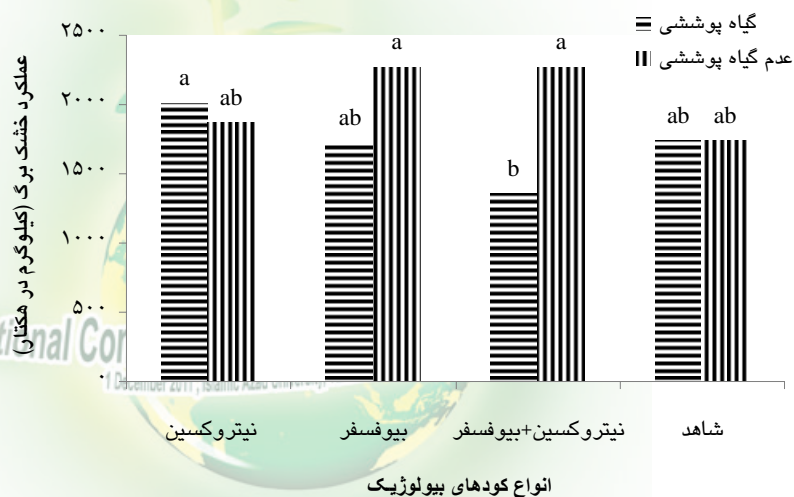
عملکرد تر کل اندام هوایی گیاه، عملکرد خشک برگ و کل اندام هوایی گیاه

با توجه به جدول‌های ۱ و ۲، 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 به جز 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). با توجه به جدول ۲، گیاهان تحت تیمار نیتروکسین، بیشترین عملکرد خشک کل اندام هوایی گیاه را دارا بودند که به جز بیوفسفر با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌دار 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 معنی‌دار 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 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). در آزمایشی، ترکیب کودهای آلی با کودهای نیتروژنه معدنی، منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد گیاه ریحان شد (۹).

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 به تدریج و طی سال‌های بعد تأثیر مثبت گیاهان پوششی آشکار شد (۱۲).



شکل ۴- اثر متقابل گیاه پوششی و کودهای بیولوژیک بر عملکرد نیتروکسین در هکتار.



شکل ۵- اثر متقابل گیاه پوششی و کودهای بیولوژیک بر عملکرد خشک برگ در هکتار.

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). نتایج پژوهش‌های مرادی (۲) بر روی رازیانه و

تهامی (۱) 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.

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 فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند، همین موضوع در تیمارهای نیتروکسین به‌علاوه‌ی بیوفسفر و نیتروکسین به تنهایی، نیز صادق می‌باشد (جدول ۲). کاربرد بیوفسفر در کرت‌هایی که دارای بقایای گیاه پوششی بودند نسبت به کاربرد بیوفسفر در کرت‌های فاقد 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 به‌دست آمد. 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). نتایج این پژوهش نشان داد که با استفاده از نهاده‌های 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 نهاده‌ها، همچون تولید سالم و عاری از بقایای شیمیایی گیاه دارویی ریحان دست یافت.



منابع

۱. تهمی، 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.
۲. 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.
3. Daliparthi, J., Herbert, S.J. and Veneman, P.L.M. 1994. Dairy manure application to alfalfa: crop response, soil nitrate, and nitrate in soil water. *Agronomy Journal*. 86: 927–933.
4. Esitken, A., Yildiz, H.E., Ercisli, S., Figen Donmez, M., Turan, M., Gunes, A., 2010. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124: 62–66.
5. Fatma, A.G., Lobna, A.M. and Osman, N.M. 2008. Effect of compost and biofertilizers on growth, yield and essential Oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) Plant. *International Journal of Agriculture and Biology*, 10(4): 381–387.
6. Khalid, A.Kh., Hendawy, S.F. and El-Gezawy, E. 2006. *Ocimum basilicum* L. production under organic farming. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(1): 25-32.
7. Sainju, U. M., Schomberg, H. H., Singh, B. P., Whitehead, W. F., Tillman, P. G. and Lachnicht-Weyers, S. L. 2007. Cover crop effect on soil carbon fractions under conservation tillage cotton. *Soil & Tillage Research*. 96: 205–218.
8. Sajjadi, S. E. (2006). Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. *Daru*. 14(3): 128-130.
9. Sifola, M.I. and Barbieri. G. 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.
10. Steenwerth, K. and Belina, K.M. 2008. Cover crops enhance soil organic matter, carbon dynamics and microbiological function in a vineyard agroecosystem. *Applied Soil Ecology*, 40: 359–369.
11. Telci, I., Bayram, E., Yilmaz, G. and Avci, B. 2006. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). *Biochemical Systematics and Ecology*, 34: 489-497.
12. Tian, Y., Liu, J., Wang, X. and Gao, L. 2010. Carbon mineralization in the soils under different cover crops and residue management in an intensive protected vegetable cultivation. *Scientia Horticulturae*, (in press).