اثر گیاهان پوششی زمستانه خلر و شبدر ایرانی بر فعالیت باکتری‌های تحریک‌کننده‌ی رشد گیاه و میزان نیتروژن، ای‌سی و پی‌اچ خاک در کاربرد همزمان کودهای آلی در یک نظام اکولوژیک تولید کدو پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.)

محسن جهان*[۱]، مهدی نصیری‌محلاتی[۱]، محمد بهزاد امیری[۲]، مهسا اقحوانی شجری[۳]، سید محمد کاظم تهامی[۳]

Jahan@ferdowsi.um.ac.ir

چکیده

در سال‌های اخیر به‌منظور افزایش سلامت کشت‌بوم‌ها، استفاده از نهاده‌های بوم‌سازگار به‌ویژه در زمینه‌ی تولید گیاهان دارویی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. به منظور بررسی اثر کودهای آلی و بیولوژیک بر خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.)در شرایط کشت و عدم کشت گیاهان پوششی،آزمایشی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به‌صورت کرت‌های دوبار خردشده در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. بقایای یک‌ساله‌ی ۴ نوع کود آلی مختلف (گاوی، گوسفندی، مرغی و ورمی‌کمپوست) در کرت‌های اصلی، کاربرد و عدم کاربرد نیتروکسین (دارای باکتری‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.) در کرت‌های فرعی و کشت و عدم کشت گیاهان پوششی خلر و شبدر ایرانی در کرت‌های فرعی‌فرعی قرار گرفتند. کاربرد کود بیولوژیک و کشت گیاهان پوششی میزان نیتروژن خاک را نسبت به شاهد افزایش دادند. اثر متقابل سه‌گانه‌ی کودهای آلی، بیولوژیک و گیاهان پوششی بر میزان نیتروژن خاک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که ورمی‌کمپوست بیشترین کارایی خود را زمانی نشان داد که همزمان با گیاهان پوششی و کود بیولوژیک به‌کار رفت. اثر کودهای آلی و نیز کشت و عدم کشت گیاهان پوششی بر هدایت الکتریکی (EC) و پی‌اچ خاک (pH) معنی‌دار نبود، اما کاربرد کود بیولوژیک سبب کاهش اسیدیته‌ی خاک به میزان ۰/۶ شد.بررسی رابطه‌ی بین هدایت الکتریکی و پی‌اچ خاک، نشان داد که با افزایش پی‌اچ خاک، هدایت الکتریکی آن نیز به‌طور خطی افزایش یافت.به‌طورکلی، نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد توأم کودهای آلی، بیولوژیک و گیاهان پوششی و در نتیجه بروز اثرات متقابل موجود بین آنها، ضمن بهبود بخشیدن به وضعیت حاصلخیزی خاک، سبب تولید عملکرد مطلوب کدو پوست‌کاغذی در یک نظام کم‌نهاده شد.

کلمات کلیدی: اثر متقابل سه‌گانه، گیاهان دارویی، نهاده‌های بوم‌سازگار، نیتروکسین.

مقدمه

استفاده از گزینه‌های بوم‌سازگار نظیر کشت گیاهان پوششی یکی از عوامل مؤثر بر بهبود ویژگی‌های مربوط به حاصلخیزی خاک است که علاوه بر بهبود کیفیت خاک، آلودگی‌های خاک نظیر آلودگی به نیترات را کاهش

۱، ۲و ۳ به‌ترتیب اعضای هیأت علمی، دانشجوی دکترا و دانشجویانکارشناسی ارشد اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

می‌دهند (۵). افزون بر این، گزارش شده است که کشت گیاهان پوششی، میزان آبشویی نیتروژن از خاک را تا ۷۰ درصد کاهش می‌دهد (۲۵). گیاهان پوششی از طریق جلوگیری از فرسایش خاک، کاهش رواناب، بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی، ممانعت از رشد علف‌های هرز،افزایش زیست‌توده میکروبی خاک وتشدید فعالیت‌های ریزجانداران، نقش مهمی در کشاورزی پایدار ایفا می‌کنند (۲۴). آرمسین و همکاران (۴) طی آزمایشی ۶ ساله، اثر گیاهان پوششی بر خصوصیات رشدی و عملکرد گیاه آباکا (*Musa texilis* Nee) را مثبت گزارش کردند.

چندی است که استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک به‌عنوان روش‌هایی در جهت نیل بسوی کشاورزی پایدار مورد توجه قرار گرفته‌اند (۲۶). کاربرد کود دامی باعث پوک‌شدن خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و بهبود دانه‌بندی خاک شده و ضمن افزایش کارایی مصرف آب، عملکرد محصول را نیز افزایش می‌دهد (۱۲). کودهای بیولوژیک از طریق مکانیسم‌های مختلفی نظیر افزایش دسترسی به نیتروژن در نتیجه‌ی تثبیت نیتروژن (۲۱)، آزاد کردن متابولیت‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین و جیبرلین (۶)، افزایش جذب آب و مواد غذایی و کنترل بیولوژیک عوامل بیماری‌زای خاکزاد (۱۹) باعث بهبود رشد گیاه می‌شوند. کیزیلکیا (۱۴) نشان داد که کودهای بیولوژیک حاوی ازتوباکتر باعث افزایش ۸۴ درصدی عملکرد دانه گندم بهاره شدند.

آگاهی از ویژگی‌های خاک همچون میزان عناصر غذایی موجود، ماده‌ی آلی، اسیدیته، هدایت الکتریکی (شوری)، به‌منظور مدیریت صحیح کوددهی در مزرعه اهمیت زیادی دارد، زیرا مطابق اصول کشاورزی پایدار، کاربرد عناصر غذایی یا همان کودها باید با اطلاع کامل از وضعیت مواد غذایی خاک صورت گیرد (۳).

شوری یکی از خصوصیات شیمیایی خاک است که بیانگر میزان املاح هادی موجود در محلول خاک بوده و با استفاده از هدایت الکتریکی سنجیده و بیان می‌شود. جانسون و همکاران (۱۱) گزارش کردند که بین هدایت الکتریکی ظاهری خاک در مقیاس مزرعه، با حاصلخیزی و خصوصیات اکولوژیکی خاک همبستگی وجود دارد و نتایج بررسی آنها نشان داد که وزن مخصوص ظاهری و درصد رس خاک با هدایت الکتریکی ظاهری همبستگی مثبت داشتند، اما بین میزان رطوبت خاک و هدایت الکتریکی ظاهری همبستگی منفی وجود داشت. شانر و همکاران (۲۲) پیشنهاد کردند که هدایت الکتریکی خاک به‌طور مستقیم با عناصر غذایی خاک مرتبط نیست، اما اندازه‌گیری و اطلاع از آن جهت مدیریت خاک کاربرد دارد. پارتریکوئین و همکاران (۱۸) بیان کردند که بین میزان هدایت الکتریکی خاک و غلظت نیترات موجود در خاک، همبستگی قوی وجود دارد. گاجدا و همکاران (۸) هدایت الکتریکی خاک را به‌عنوان شاخصی جهت تعیین میزان نیتروژن قابل دسترس در خاک، پیشنهاد کردند. شارما و همکاران (۲۳) نیز در بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک دریافتند که میزان نیترات خاک با مقدار هدایت الکتریکی آن همبستگی دارد و لذا با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی می‌توان مقدار نیترات موجود در خاک را برآورد نمود.

رحمان و همکاران (۲۰) خصوصیات خاک در یک باغ کیوی را بررسی و بیان کردند که بین میزان کل نیتروژن موجود در خاک با مقادیر فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و بر خاک همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت. او همچنین بیان داشت که بین هدایت الکتریکی خاک با مقدار برخی عناصر مانند روی، منگنز و آهن همبستگی معنی‌دار (به‌ترتیب ۰/۸۵، ۰/۶۹- و ۰/۵۶) وجود داشت.

گزارش‌های متعددی مبنی بر وجود ارتباط بین هدایت الکتریکی و سایر خصوصیات شیمیایی خاک مانند پی‌اچ، ظرفیت تبادل کاتیونی و مقدار ماده‌ی آلی خاک نیز وجود دارد (۱۱).برخی محققان (۱۲ (پیشنهاد کردند که با استفاده از هدایت الکتریک ظاهری و یک مدل غیرخطی، می‌توان میزان عملکرد محصول را

پیش‌بینی نمود، به‌طوری‌که در جایی که میزان هدایت الکتریکی ظاهری نصف حداکثر آن است، انتظار می‌رود که بیشترین مقدار عملکرد حاصل شود (۱۳).

کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات دانه روغنی است که اخیراً به‌دلیل کاربردهای متعدد آن به‌طور قابل توجهی در سراسر جهان مورد کشت‌وکار قرار می‌گیرد. کدو تخم‌پوست کاغذی از خانواده کدوئیان[1] گیاهی است یکساله، بهاره، علفی و دارای میوه‌ای که همچون سایر کدوها مصارف متعدد غذایی و دارویی دارد (۱۶). دانه کدو تخم پوست‌کاغذی به‌عنوان پیش‌غذا (۱۷) و روغن دانه آن جهت استفاده در انواع سس‌ها و سالادها و نیز در صنایع آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد. اخیراً برخی محققین امکان استفاده از روغن کدو تخم‌کاغذی به عنوان سوخت دیزل را مطرح کرده‌اند.

با توجه به اهمیت و نقش کدو پوست‌کاغذی به‌عنوان یک گیاه دارویی و از آنجایی که تحقیقات در زمینه اثرات کاربرد همزمان کودهای آلی و بیولوژیک و گیاهان پوششی بر رشد و عملکرد این گیاه اندک است، این پژوهش با هدف بررسی اثرات کشت گیاهان پوششی زمستانه خلر و شبدر ایرانی بر فعالیت باکتری‌های تحریک‌کننده‌ی رشد گیاه و میزان نیتروژن موجود در خاک در سال دوم کاربرد کودهای آلی، مطالعه‌ی نقش گیاه پوششی در جلوگیری از تلفات نیتروژن در طی فصل پاییز و زمستان، بررسی تأثیر وجود گیاه پوششی بر امکان بروز مزایای کودهای آلی و بیولوژیک، مطالعه‌ی اثرات کشت گیاه پوششی زمستانه بر برخی خصوصیات اگرواکولوژیکی، غذایی و دارویی کدو پوست‌کاغذی در کاربرد توأم کودهای آلی و بیولوژیکی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت کرت‌های دوبار خردشده در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. ۴ نوع کود آلی مختلف (گاوی، گوسفندی، مرغی و ورمی‌کمپوست) در کرت‌های اصلی، کاربرد و عدم کاربرد نیتروکسین (دارای باکتری‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.) در کرت‌های فرعی و کشت و عدم کشت گیاهان پوششی خلر *Lathyrus sativus* و شبدر ایرانی *Trifolium resopinatum* در کرت‌های فرعی‌فرعی قرار گرفتند.

به‌منظور اعمال کودهای آلی، میزان عناصر غذایی هر یک از کودهای گاوی، مرغی، گوسفندی و ورمی‌کمپوست تعیین و سپس بر حسب نیاز غذایی کدو پوست‌کاغذی به‌ترتیب بر مبنای ۳۰، ۳۰، ۲۵ و ۱۰ تن در هکتار، یکسال قبل از کشت گیاه اصلی به‌طور یکنواخت در سطح کرت‌های مورد نظر پخش و بلافاصله توسط بیل‌دستی وارد خاک شدند.

جهت عملیات آماده‌سازی زمین برای کشت گیاهان پوششی،تنها عملیات دیسک‌زنی با تأکید بر خاکورزی حداقل در نظر گرفته شدو کلیه مراحل بعدی توسط کارگر و با بیل دستی انجام شد، بدین ترتیب که ابتدا ردیف‌هایی به فاصله‌ی ۲۵ سانتی‌متر ایجاد و سپس گیاهان پوششی خلر و شبدر ایرانی در اواخر آذرماه ۱۳۸۸به‌صورت یک‌درمیان کشت شدند. اواسط اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۹، رشد رویشی گیاهان پوششی تکمیل شد، لذا به‌منظور جلوگیری از ورود گیاهان به مرحله‌ی زایشی و تخلیه عناصر غذایی خاک، بلافاصله توسط کارگر به خاک برگردانده شدند. آماده‌سازی زمین برای کشت گیاه اصلی نیز توسط کارگر و با بیل دستی انجام شد، به‌طوری که هر یک از کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی فرعی به‌ترتیب با ابعاد ۶×۳، ۳×۳ و ۳×۱/۵ متر ایجاد

[1].Cucurbitaceae

شدند. برای اعمال کود بیولوژیک، بذور کدو پوست‌کاغذی به‌روش استاندارد و ضمن رعایت توصیه‌های شرکت تولیدکننده خیسانده و سپس در سایه خشک شدند و نهایتاً در همان روز (۱۵ خردادماه ۱۳۸۹) با فاصله‌یروی ردیف ۵۰ سانتی‌متر به‌صورت زیگزاگ در دو طرف ردیف‌ها کشت شدند. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به‌فاصله‌ی هر ۷ روز یکبار تا انتهای فصل رشد گیاه به‌روش نشتی انجام شدند.

پس از اتمام فصل رشد گیاه، نمونه‌ی خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری هر کرت آزمایشی برداشته و میزان نیتروژن آنها تعیین شد. اندازه‌گیری ای‌سی و پی‌اچ خاک به روش تهیه محلول با نسبت ۲ به ۱ (آب به خاک) انجام شد. میزان نیتروژن خاک به‌روش(4.2.04) AOAC Official Method 968.06 بر اساس تعیین نیتروژن به‌طریق کجلدال و با استفاده از دستگاهSemi Automated Distillation Unit انجام شد (۴۲).

تجزیه واریانس و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش و رسم شکل‌های مربوطه با استفاده از نرم‌افزارهایSAS Ver.9.1 و MS Excel Ver.11انجام شد. مقایسه‌ی کلیه‌ی میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد و بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

درصد نیتروژن خاک

اثر کودهای آلی مختلف بر درصد نیتروژن خاک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که هر یک از کودهای گاوی، گوسفندی، مرغی و ورمی‌کمپوست به‌ترتیب باعث کاهش ۹، ۶، ۹ و ۲ درصدی میزان نیتروژن خاک نسبت به شاهد شدند (جدول ۱). یورگنسن و امرلینگ (۱۰) بیان کردند که نیتروژن، سوبسترای جمعیت میکروبی موجود در خاک بوده و بخش عمده‌ای از آن در طول زمان، در پیکره‌ی میکروبی تثبیت می‌شود.میزان نیتروژن خاک به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر کود بیولوژیک و گیاهان پوششی قرار گرفت، به‌طوری‌که در هر یک از شرایط کاربرد کود بیولوژیک و کشت گیاهان پوششی، میزان نیتروژن خاک به‌ترتیب ۲ و ۲ درصد نسبت به شرایط عدم‌کاربرد کود بیولوژیک و عدم‌کشت گیاهان پوششی بیشتر بود (جدول ۱).

National Conference on Sustainable Agriculture
1 December 2011, Islamic Azad University, Varamin-Pishva Branch

جدول ۱- مقایسه‌ی برخی از خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست‌کاغذی و ویژگی‌های خاک در شرایط کشت و عدم‌کشت گیاهان پوششی و استفاده از انواع کودهای آلی و بیولوژیک.

تیمارهای آزمایشی	درصدنیتروژن خاک	ای‌سی خاک (µS/cm)	پی اچ خاک
کودهای آلی مختلف			
گاوی	d۰/۰۴۷	a۴۵۲/۴۳	a۸/۱۱
گوسفندی	c۰/۰۴۸	a۵۰۰/۵۰	a۷/۹۳
مرغی	d۰/۰۴۷	a۴۷۷/۳۸	a۷/۹۹
ورمی‌کمپوست	b۰/۰۵۰	a۴۸۰/۸۳	a۸/۳۲
شاهد	a۰/۰۵۱	a۴۹۶/۵۰	a۷/۹۲
کود بیولوژیک			

کاربرد نیتروکسین	a۰/۰۴۹	a۵۳۹/۶۱	b۷/۷۶
عدم‌کاربرد نیتروکسین	b۰/۰۴۸	a۴۲۳/۴۵	a۸/۳۵
گیاه پوششی			
کاربرد گیاه پوششی	a۰/۰۴۹	a۵۰۹/۸۶	a۸/۲۷
عدم‌کاربرد گیاه پوششی	b۰/۰۴۸	a۴۵۳/۲۰	a۷/۸۳

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

اثر متقابل کودهای آلی و بیولوژیک بر میزان نیتروژن خاک معنی‌دار بود و بیشترین (۰/۰۵۲) و کمترین (۰/۰۴۶) درصد نیتروژن خاک به‌ترتیب در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست و کود گاوی به‌همراه نیتروکسین حاصل شد (جدول ۲). اثر متقابل کودهای آلی و گیاهان پوششی بر میزان نیتروژن خاک معنی‌داری بود، به‌طوری‌که کشت گیاهان پوششی میزان نیتروژن خاک را در تیمارهای کود گوسفندی و ورمی‌کمپوست به‌ترتیب ۲۰ و ۴ درصد افزایش و در تیمارهای کود گاوی و مرغی به‌ترتیب ۴ و ۱۴ درصد نسبت به تیمارهای مشابه در کرت‌های عاری از گیاهان پوششی کاهش داد (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که گیاهان پوششی در طی دوران رشد خود میزان نیتروژن حاصل از کودهای گاوی و مرغی را مصرف کرده‌اند و در نتیجه میزان نیتروژن خاک کاهش یافت.

National Conference on Sustainable Agriculture
1 December 2011, Islamic Azad University, Varamin-Pishva Branch

جدول ۲- مقایسه‌میانگین اثرات متقابل کودهای آلی و بیولوژیک (قسمت بالا) و اثرات متقابل کودهای آلی و گیاهان پوششی (قسمت پایین) بر برخی خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست‌کاغذی وویژگی‌های خاک.

	کود بیولوژیک			نبود کود بیولوژیک		
	درصد نیتروژن خاک	ای‌سی خاک(µs/cm)	پی‌اچ خاک	درصد نیتروژن خاک	ای‌سی خاک(µs/cm)	پی‌اچ خاک
گاوی	bc۰/۰۴۶	a۴۶۸/۰	a۷/۹۳	ab۰/۰۴۸	a۴۳۶/۹	a۸/۲۸
گوسفندی	ab۰/۰۴۸	a۳۹۶/۸	a۷/۴۶	ab۰/۰۴۹	a۶۰۴/۲	a۸/۴۰
مرغی	ab۰/۰۵۱	a۴۲۹/۳	a۷/۷۴	c۰/۰۴۲	a۵۲۵/۵	a۸/۲۴
ورمی‌کمپوست	a۰/۰۵۲	a۴۰۸/۷	a۸/۱۴	ab۰/۰۴۸	a۵۵۳/۰	a۸/۵۱
شاهد	ab۰/۰۴۹	a۴۱۴/۵	a۷/۵۱	a۰/۰۵۲	a۵۷۸/۵	a۸/۳۳
	گیاه پوششی			نبود گیاه پوششی		
گاوی	cd۰/۰۴۶	a۴۴۲/۷	a۸/۰۵	bc۰/۰۴۸	a۴۶۲/۲	a۸/۱۷
گوسفندی	a۰/۰۵۴	a۴۷۰/۷	a۸/۰۴	d۰/۰۴۳	a۵۳۰/۳	a۷/۸۳
مرغی	d۰/۰۴۳	a۴۴۷/۳	a۸/۱۹	a-c۰/۰۵۰	a۴۴۷/۳	a۷/۷۹
ورمی‌کمپوست	ab۰/۰۵۱	a۵۶۲/۷	a۸/۸۵	bc۰/۰۴۹	a۳۹۹/۰	a۷/۸۰
شاهد	a-c۰/۰۵۰	a۵۶۵/۸	a۸/۲۶	ab۰/۰۵۱	a۴۲۷/۲	a۷/۵۹

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

National Conference on Sustainable Agriculture
1 December 2011, Islamic Azad University, Varamin-Pishva Branch

با توجه به نتایج جدول ۳، اثرات متقابل گیاهان پوششی و کود بیولوژیک بر درصد نیتروژن خاک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین میزان نیتروژن خاک، به‌ترتیب در تیمارهای عدم‌کشت گیاهان پوششی به‌علاوه‌ی کود بیولوژیک (۰/۰۵۰ درصد) و عدم‌کشت گیاهان پوششی بدون کود بیولوژیک (۰/۰۴۶ درصد) بدست آمد. جهان و همکاران (۲) اثر متقابل گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک را بر میزان نیتروژن خاک در کشت کنجد بررسی و گزارش کردند که میزان نیتروژن خاک حاصل از کودهای بیولوژیک در کرت‌های عاری از گیاهان پوششی ۱۱ درصد بیشتر از کرت‌های دارای گیاهان پوششی بود.

جدول ۳- مقایسه اثرات متقابل کود بیولوژیک و گیاهان پوششی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست‌کاغذیوویژگی‌هایخاک.

	کود بیولوژیک		نبود کود بیولوژیک	
	گیاه پوششی	نبود گیاه پوششی	گیاه پوششی	نبود گیاه پوششی
درصد نیتروژن خاک	ab۰/۰۴۸	a۰/۰۵۰	a۰/۰۴۹	b۰/۰۴۶
ای‌سی خاک (µS/cm)	a۴۵۳/۳۱	a۳۹۳/۶۰	a۵۶۶/۴۱	a۵۱۲/۸۰
پی‌اچ خاک	ab۷/۹۱	b۷/۶۰	a۸/۶۴	ab۸/۰۷

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

اثر متقابل کودهای آلی، بیولوژیک و گیاهان پوششی بر میزان نیتروژن خاک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که ورمی‌کمپوست بیشترین کارایی خود را زمانی نشان داد که همزمان با گیاهان پوششی و کود بیولوژیک به کار رفت (جدول ۴). تیمارهای کود گوسفندی و مرغی بیشترین کارایی خود را به‌ترتیب در شرایط عدم‌کاربرد کود بیولوژیک و کشت گیاهان پوششی (۰/۰۵۵ درصد) و کاربرد کود بیولوژیک و عدم‌کشت گیاهان پوششی (۰/۰۵۷ درصد)نشان دادند (جدول ۴).

National Conference on Sustainable Agriculture
1 December 2011, Islamic Azad University, Varamin-Pishva Branch

جدول ۴- مقایسه‌میانگین اثرات متقابل کودهای آلی و بیولوژیک بر برخی خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست‌کاغذی و ویژگی‌های خاک در شرایط کشت و عدم‌کشت گیاهان پوششی.

			درصد نیتروژن خاک	ای‌سی خاک (µS/cm)	پی‌اچ خاک
گیاه پوششی	کود بیولوژیک	گاوی	fg۰/۰۴۵	a۵۴۲/۳	a۷/۸۳
		گوسفندی	c۰/۰۵۳	a۳۶۷/۷	a۷/۵۸
		مرغی	f۰/۰۴۶	a۴۳۱/۲	a۷/۶۲
		ورمی‌کمپوست	c۰/۰۵۳	a۵۰۱/۳	a۸/۸۰
		شاهد	f۰/۰۴۶	a۴۲۴/۰	a۷/۷۴
	نبود کود بیولوژیک	گاوی	e۰/۰۴۸	a۳۴۳/۱	a۸/۲۶
		گوسفندی	b۰/۰۵۵	a۵۷۳/۷	a۸/۵۰
		مرغی	i۰/۰۴۱	a۵۸۳/۷	a۸/۷۶
		ورمی‌کمپوست	d۰/۰۵۰	a۶۲۴/۰	a۸/۸۹
		شاهد	b۰/۰۵۵	a۷۰۷/۷	a۸/۷۸
نبود گیاه پوششی	کود بیولوژیک	گاوی	e۰/۰۴۸	a۳۹۳/۷	a۸/۰۳
		گوسفندی	h۰/۰۴۳	a۴۲۶/۰	a۷/۳۴
		مرغی	a۰/۰۵۷	a۴۲۷/۳	a۷/۸۶
		ورمی‌کمپوست	c۰/۰۵۲	a۳۱۶/۰	a۷/۴۸
		شاهد	c۰/۰۵۳	a۴۰۵/۰	a۷/۲۹
	نبود کود بیولوژیک	گاوی	e۰/۰۴۸	a۵۳۰/۷	a۸/۳۰
		گوسفندی	gh۰/۰۴۴	a۶۳۴/۷	a۸/۳۱
		مرغی	gh۰/۰۴۴	a۴۶۷/۳	a۷/۷۳
		ورمی‌کمپوست	f۰/۰۴۶	a۴۸۲/۰	a۸/۱۲
		شاهد	d۰/۰۵۰	a۴۴۹/۳	a۷/۸۹

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

National Conference on Sustainable Agriculture
1 December 2011, Islamic Azad University, Varamin-Pishva Branch

ای‌سی و پی‌اچ خاک

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، اثر کودهای آلی و نیز کشت و عدم کشت گیاهان پوششی بر ای‌سی و پی‌اچ خاک معنی‌دار نبود، اما کاربرد کود بیولوژیک سبب کاهش پی‌اچ خاک به میزان ۰/۶ شد. اثر متقابل کشت گیاه پوششی و کاربرد کود بیولوژیک بر پی‌اچ خاک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که کاربرد کود بیولوژیک در حالت نبود گیاه پوششی منجر به کمترین میزان پی‌اچ خاک از نظر کمی شد (جدول ۳).

ایگنبرگ و همکاران (۷) با استفاده از روش پایش هدایت الکتریکی شرایط خاک نشان دادند زمانی که نیتروژن در معرض شستشو در خاک بود، کشت چاودار به‌عنوان گیاه پوششی زمستانه، سطح نیتروژن قابل دسترس خاک را در قبل و بعد از فصل رشد ذرت به حداقل رساند. آنها همچنین بیان کردند که هدایت الکتریکی، نه‌تنها می‌تواند معرف میزان عناصر غذایی محلول در خاک (کاتیون‌ها و آنیون‌ها) باشد، بلکه جهت پایش معدنی‌شدن ماده‌ی آلی در خاک نیز ابزار مفیدی را فراهم می‌آورد.

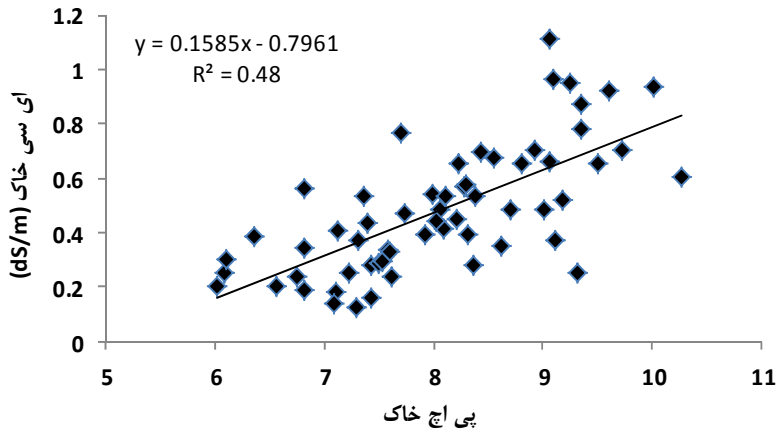
اثرات متقابل دوگانه بین کود بیولوژیک و کودهای آلی و همچنین بین کشت و عدم کشت گیاه پوششی و کودهای آلی و نیز اثر متقابل سه‌گانه بین عوامل فوق، از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول‌های ۲ و۴).

لی (۱۵) ضمن بررسی و مقایسه‌ی اثرات کودهای آلی و شیمیایی روی برخی خصوصیات شیمیایی خاک، گزارش کرد که از نظر میزان ای‌سی، پی‌اچ و نیترات موجود در خاک بین دو گروه کودی، تفاوت معنی‌دار وجود داشت، به‌طوری‌که پس از کاربرد کود شیمیایی، پی‌اچ خاک کاهش و میزان نیترات آن افزایش یافت. کلارک و همکاران (۵) گزارش کردند که پی‌اچ و میزان فسفر محلول در سیستم‌های کشاورزی ارگانیک و کم‌نهاده، به‌طور معنی‌داری بالاتر از سیستم‌های رایج بود، در حالی‌که ای‌سی، غلظت کلسیم و منیزیم محلول در سیستم‌های کشاورزی رایج بیشتر بود. مصرف مداوم کودهای حیوانی سبب کاهش پی‌اچ خاک می‌شود و ضمن بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، حلالیت برخی عناصر غذایی به‌ویژه فسفر، آهن، روی، منگنز بر و مس در خاک را افزایش می‌دهد (۱۸).

بررسی رابطه‌ی بین ای‌سی و پی‌اچ خاک، نشان داد که با افزایش پی‌اچ خاک، ای‌سی آن نیز افزایش یافت (شکل ۱). وجود رابطه‌ی خطی بین پی‌اچ و ای‌سی خاک در این آزمایش، با نتایج سایر محققان همخوانی کامل دارد (۱۲).

National Conference on Sustainable Agriculture
1 December 2011, Islamic Azad University, Varamin-Pishva Branch

شکل ۱- ارا



طه‌ی بین پی‌اچ و ای‌سی خاک در نتیجه‌ی کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک و کشت و عدم کشت گیاهان پوششی در یک نظام زراعی کم‌نهاده تولید کدو تخم پوست‌کاغذی

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که بین کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش، ورمی‌کمپوست با تولید بیشترین میزان نیتروژن خاک نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. با مقایسه‌ی قسمت‌های بالا و پایین جدول ۲ مشخص شد که تلفیق کودهای آلی با کودهای بیولوژیک نسبت به تلفیق این کودها با گیاهان پوششی دارای اثرات مثبت بیشتری بر اکثر صفات مورد مطالعه بود. نتایج اثرات متقابل سه‌گانه نشان داد که بیشترین مقادیر مربوط به اکثر صفات مورد مطالعه در شرایط استفاده‌ی همزمان از کودهای آلی و بیولوژیک و عدم‌کشت گیاهان پوششی بدست آمد. کاربرد نیتروکسین، پی‌اچ خاک را به‌میزان ۰/۶ کاهش داد. همچنین، کاربرد نیتروکسین در حالت نبود گیاه پوششی منجر به کمترین میزان ای‌سی خاک از نظر کمی شد. به‌طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده‌ی همزمان از نهاده‌های اکولوژیک، ضمن بهبود خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست‌کاغذی و کاهش احتمال مخاطرات زیست‌محیطی حاصل از کاربرد نهاده‌های مصنوعی، منجر به عملکرد مطلوب و عاری از بقایای شیمیایی این گیاه دارویی شد. طراحی و گسترش چنین نظام‌هایی می‌تواند دستیابی به اهداف درازمدت پایداری در کشاورزی را تضمین و تسهیل نماید.

منابع

۱- پرویزی ی. و نباتی ع.۱۳۸۳. تأثیر دور آبیاری و کود دامی بر کارآیی مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای. پژوهش و سازندگی ۶۳: ۲۹-۲۱.

۲- جهان م.، سلیمانی‌فرزقی ف.، احمدی ف.، امیری م.ب.، و احیایی ح.ر. ۱۳۸۹. برهمکنش اثرات گیاهان پوششی (خلر و شبدر ایرانی) و کودهای زیستی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum* L.). دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار، فرصت‌ها و چالش‌های پیش رو، ۱۱ و ۱۲ اسفندماه ۱۳۸۹، دانشگاه آزاد اسلامی شیراز.

۳- کامکارب.، ومهدوی دامغانی ع. ۱۳۸۷. مبانی کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

4- Armecin R.B., Seco M.H.P., Caintic P.S., and Milleza E.J.M. 2005. Effect of leguminous cover crops on the growth and yield of abaca (*Musa textilis* Nee). Industrial Crops and Products, 21: 317-323.

5- Clark M.S., Horwath W.R., Shennan C., Scow K.M. 1998. Changes in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. Agronomy Journal 90(1): 662-671.

6- Ding G., Liu X., Herbert S., Novak J., Amarasiriwardena D., and Baoshan X. 2006. Effect of cover crop management on soil organic matter. Geoderma, 130: 229-239.

7- Egamberdiyeva D. 2005. Plant-growth-promoting rhizobacteria isolated from a Calcisol in a semi-arid region of Uzbekistan: Biochemical characterization and effectiveness. Journal of the Plant Nutrition and Soil Science, 168: 94–99.

8- Eigenberg R. A., Doran J. W. Nienaber, J. A. Ferguson R. B., Woodbury B. L. 2002. Electrical conductivity monitoring of soil condition and available N with animal manure and a cover crop. Agriculture, Ecosystems and Environment, 88: 183–193.

9- Gajda A.M., Doran J.W., Kettler T.A., Wienhold B.J., Pikul Jr.J.L., Cambardella C.A. 2001. Soil quality evaluations of alternative and conventional management systems in the Great Plains. P. 381-400. In: R. Lal, J.M. Kimble, R.F. Follett and B.A. Stewart (Eds.). Assessment Methods for Soil Carbon. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

10- Horwitz, W., and Latimer, G.W. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 18th Edition. Maryland, USA.
11- Joergensen R.G.and Emmerling C. 2007. Methods for evaluating human impact on soil microorganisms based on their activity, biomass, and diversity in agricultural soils. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 169: 295-309.
12- Johnson C.K., Doran J.W., Duke H.R., Wienhold B.J., Eskridge K.M., Shanahan J.F. 2001. Field-scale electrical conductivity mapping for delineating soil condition. Soil Science Society of American Journal, 65(6): 1829-1837.
13- Johnson C.K., Doran J.W., Eghbal B., Eigenberg R.A. Wienhold B.J., Woodbury B.L. 2003. Status of soil electrical conductivity studies by central states researchers. American Society of Agricultural Engineers Annual International Meeting, Las Vegas.
14- Kitchen N.R., Sudduth K.A., Drummond S.T. 1999. Soil electrical conductivity as a crop productivity measure for claypan soils. J. Prod. Agric. 12: 607-617.
15- Kizilkaya R. 2008. Yield response and nitrogen concentration of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological engineering, 33: 150-156.
16- Lee J. 2010. Effect of application method of organic fertilizer on growth promoting rhizobacteria a transplant amendments and their effects on indigenous rhizosphere microorganisms. Applied Soil Ecology, 31: 91-100.
17- Lucera A., Costa C., Mastromatteo M., Conte A., and Del Nobile M.A. 2010. Inflience of different packaging systems on fresh-cut zucchini (*Cucurbita pepo*). Innovative Food Science and Emerging Technologies, 11: 361-368.
18- Mao J., Olk D.C., Fang X., He, Z. and Schmidt-Rohr K. 2008. Influence of animal manure application on the chemical structures of soil organic matter as investigated by advanced solid-state NMR and FT-IR spectroscopy. Geoderma, 146: 353–362.
19- Partriquin D.G., Blaikie H., Partriquin M.J., Yang C. 1993. On-farm measurements of pH, electrical conductivity and nitrate in soil extracts for monitoring coupling of nutrient cycles. Biol. Agric. Hortic., 9: 231-272.
20- Piromyou P., Buranabanyat B., Tantasawat P., Tittabutr P., Boonkerd N., and Teaumroong N. 2011. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation on microbial community structure in rhizosphere of forage corn cultivated in Thailand. European Journal of Soil Biology 47: 44-54.
21- Rahman M.H., Holmes A.W., Mccurran A.G., Steven J. 2011. Impact of management systems on soil properties and their relationships to kiwifruit quality. Communications in Soil Science and Plant Analysis 42: 332-357.
22- Sahin F., Cakmakci R., and Kantar F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant and Soil, 265: 123–129.
23- Shaner D.L., Khosla R., Brodahl M.K., Buchleiter B.W., Farahani J. 2008. How well does zone soil sampling based on soil EC maps represent soil variability. Agronomy Journal 100: 1472-1480.
24- Sharma P., Shukla M.K., Mexal J.G. 2011. Spatial variability of soil properties in agricultural fields of southern New Mexico. Soil Science, Article in Press.۸۱()
25- 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.
26- Tonitto C., David M.B., and Drinkwater L.E. 2006. Replacing bare fallow with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: ameta-analysis of crop yield and N dynamics. Agriculture. Ecosystems and Environment, 11: 58–72.
27- Wu S.C., Caob Z.H., Lib Z.G., Cheunga K.C., and Wong M.H. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma, 125: 155-166.