نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۳۵۶-۳۳۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No. 2, Summer. 2013, p. 337-356

بررسی کمیت و کیفیت تولید کدو پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) تحت‌تأثیر کشت گیاهان پوششی زمستانه خلر (*Lathyrus sativus*) و شبدر ایرانی (*Trifolium resopinatum*)، تلقیح با ریزوباکتری‌های تحریک‌کننده‌ی رشد گیاه و کاربرد کودهای آلی

محسن جهان[۱*]- محمد بهزاد امیری[۲]- مهسا اقحوانی شجری[۳]- محمد کاظم تهامی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۶/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۱۰

چکیده

در سال‌های اخیر به منظور افزایش سلامت بوم‌نظام‌های زراعی، 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، به صورت کرت‌های دوبار خردشده در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. بقایای یک‌ساله‌ی چهار نوع کود آلی مختلف (گاوی، گوسفندی، مرغی و ورمی‌کمپوست) در کرت‌های اصلی، تلقیح و عدم تلقیح با 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. نتایج آزمایش نشان داد که تمامی کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش به جز کود مرغی، سبب افزایش عملکرد میوه نسبت به شاهد شدند. کاربرد کود بیولوژیک و کشت گیاهان پوششی به‌ترتیب تعداد میوه در بوته و عملکرد میوه را نسبت به شاهد افزایش دادند، ضمن این‌که استفاده از هر یک از این عوامل، میزان نیتروژن خاک را نیز بهبود بخشید. با توجه به نتایج اثرات متقابل کودهای آلی و بیولوژیک، استفاده‌ی همزمان از ورمی‌کمپوست و نیتروکسین نسبت به کاربرد جداگانه‌ی هر یک از این کودها باعث افزایش عملکرد دانه شد. نتایج اثرات متقابل کودهای آلی و گیاهان پوششی حاکی از آن بود که گیاهان تحت تأثیر کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش، در هر دو شرایط کشت و عدم‌کشت گیاهان پوششی، دارای میزان پروتئین بیشتری نسبت به شاهد بودند. 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 pH خاک معنی‌دار نبود، اما کاربرد کود بیولوژیک سبب کاهش pH خاک به میزان ۰/۶ شد. بررسی رابطه‌ی بین هدایت الکتریکی و pH خاک، نشان داد که با افزایش pH 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 و عاری از بقایای شیمیایی کدو پوست‌کاغذی در یک نظام زراعی کم‌نهاده شد.

واژه های کلیدی: نیتروکسین، ورمی‌کمپوست، حاصلخیزی خاک، گیاهان دارویی، نهاده‌های بوم‌سازگار

مقدمه

در سال‌های اخیر، روند توجه به سلامت و کیفیت خاک به‌منظور تولید پایدار محصولات زراعی تشدید شده است، به‌طوری که در کشورهای صنعتی برای تولید غذای سالم، استفاده از نهاده‌های طبیعی، درون‌مزرعه‌ای و غیرشیمیایی مورد توجه روزافزون قرار گرفته است (۳۴)، از طرف دیگر، افزایش قیمت‌های جهانی حامل‌های انرژی، کشاورزان را به استفاده از روش‌های جایگزین به‌منظور کاهش مصرف نهاده‌ها ترغیب کرده است (۴۱). یکی از عوامل مؤثر بر بهبود ویژگی‌های مربوط به حاصلخیزی خاک، استفاده از گزینه‌های بوم سازگارنظیر کشت گیاهان پوششی است که علاوه بر بهبود کیفیت

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب استادیار، دانشجویان دکتری و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: jahan@um.ac.ir)

خاک، آلودگی‌های خاک نظیر آلودگی به نیترات را کاهش می‌دهند (۳۱ و ۳۵). افزون بر این، گزارش شده است که کشت گیاهان پوششی، میزان آبشویی نیتروژن از خاک را تا ۷۰ درصد کاهش می دهد (۸۵). 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 (۱۹، ۲۲، ۴۵، ۷۶ و ۸۴). لگومها به‌دلیل داشتن توانایی تثبیت نیتروژن هوا (۴۲) و همچنین فراهم کردن شرایط برای فعالیت ریزجانداران مفید خاکزی (۴۲ و ۸۴)، به‌طور گسترده‌ای در سیستم‌های زراعی به‌عنوان گیاهان پوششی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۴۴). بسیاری از محققان (۲۴ و ۳۹) کشت گیاهان پوششی لگوم را به‌طور میانگین معادل اضافه کردن صفر تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن معدنی به خاک در نظر می‌گیرند. در آزمایشات متعدد به اثرات مثبت گیاهان پوششی برای محصول بعدی اشاره شده است (۵۴ و ۵۵). آرمسین و همکاران (۱۹) طی آزمایشی ۶ ساله، اثر گیاهان پوششی بر خصوصیات رشدی و عملکرد گیاه آباکا[1] را مثبت گزارش کردند.

امروزه با توجه به رشد روزافزون جمعیت دنیا، کشاورزی رایج توانایی پاسخگویی به تمام نیازهای غذایی بشر را ندارد. کشاورزی رایج ضمن تخریب خاک، اختلال در حیات موجودات زنده خاک و آلودگی آب‌های زیرزمینی، کاهش تولید در درازمدت و افزایش هزینه های تولید را به‌همراه داشته است، بنابراین، یافتن راهکارهایی به منظور کاهش مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از کشاورزی رایج ضروری به‌نظر می‌رسد (۸۳). چندی است که استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک به‌عنوان روش‌هایی در جهت نیل بسوی کشاورزی پایدار مورد توجه قرار گرفته‌اند (۸۸). بدون تردید، کاربرد کودهای آلی و دامی به‌ویژه در خاک‌های فقیر از عناصر غذایی، علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک و افزایش مواد آلی آن دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی نیز مفید بوده و می توانند جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی در بلندمدت باشند (۵۷، ۶۳ و ۸۶). 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 (۳). جهان و همکاران (۷) گزارش کردند که استفاده از کود دامی، عملکرد میوه و وزن خشک دانه کدو پوست‌کاغذی را نسبت به شاهد افزایش داد. کودهای بیولوژیک موادی شامل انواع مختلف ریزجانداران آزادزی بوده (۲۹ و ۸۶) که توانایی تبدیل عناصرغذایی اصلی را از فرم غیرقابل دسترس به فرم قابل دسترس دارند (۷۶ و ۸۶). کودهای بیولوژیک از طریق مکانیسم‌های مختلفی نظیر افزایش دسترسی به نیتروژن در نتیجه‌ی تثبیت نیتروژن (۷۸)، آزاد کردن متابولیت‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین و جیبرلین (۳۶)، افزایش جذب آب و مواد غذایی و کنترل بیولوژیک عوامل بیماری‌زای خاکزاد (۷۱) باعث بهبود رشد گیاه می‌شوند. کیزیلکیا (۵۳) نشان داد که کودهای بیولوژیک حاوی ازتوباکتر باعث افزایش ۸۴ درصدی عملکرد دانه گندم بهاره شدند. جهان و همکاران (۴) نیز اثر کود بیولوژیک نیتراژین را بر عملکرد میوه و دانه کدو پوست کاغذی مثبت گزارش کرند.

آگاهی از ویژگی‌های خاک همچون میزان عناصر غذایی موجود، ماده‌ی آلی، pH، 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 (۱۲).

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 (۴۷) 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 (۸۱) 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 (۷۰) بیان کردند که بین میزان هدایت الکتریکی خاک و غلظت نیترات موجود در خاک، همبستگی قوی وجود دارد. گاجدا و همکاران (۳۸) هدایت الکتریکی خاک را به‌عنوان شاخصی جهت تعیین میزان نیتروژن قابل دسترس در خاک، پیشنهاد کردند. شارما و همکاران (۸۲) 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 می توان مقدار نیترات موجود در خاک را برآورد نمود.

رحمان و همکاران (۷۲) 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 pH، ظرفیت تبادل کاتیونی و مقدار ماده‌ی آلی خاک نیز وجود دارد (۴۶، ۴۸ و ۶۴). برخی محققان (۴۷ و ۵۰) پیشنهاد کردند که با استفاده از هدایت الکتریک

1- Musa texilis Nee

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 (۵۲).

افزودن کودهای آلی نظیر ورمی‌کمپوست و کود سبز به خاک، سبب افزایش جمعیت و فعالیت میکروبی شد (۳۲ و ۵۹). گزارش شده است که ترکیب کمپوست با کود بیولوژیک (میکوریزا) برخی خصوصیات خاک نظیر وزن مخصوص ظاهری و هدایت الکتریکی را بهبود بخشید (۲۸).

در طی چند دهه‌ی اخیر، منشأ بروز بسیاری از بیماری‌ها کشف و علت آنها به نوع مواد تغذیه‌ای مردم نسبت داده شده است. یکی از مواد غذایی که کیفیت آن نقش بسزایی در سلامت بشر دارد، انواع روغن خوراکی می‌باشد. امروزه استفاده از فرآورده‌های روغنی و به خصوص روغن‌های گیاهی اهمیت بسیاری یافته است (۶۲ و ۶۶). کدو پوست کاغذی[1] یکی از مهم‌ترین محصولات دانه روغنی است که اخیراً به‌دلیل کاربردهای متعدد آن به‌طور قابل توجهی در سراسر جهان مورد کشت‌وکار قرار می‌گیرد. کدو پوست کاغذی از خانواده کدوئیان[2] گیاهی است یکساله، بهاره، علفی و دارای میوه‌ای که همچون سایر کدوها مصارف متعدد غذایی و دارویی دارد (۶۰ و ۸۹). دانه‌ی کدو پوست‌کاغذی حاوی ۵۵–۳۵ درصد روغن، ۳۵–۳۰ درصد پروتئین و ۵۵–۴۵ درصد کربوهیدرات و همچنین منبعی غنی از آنتی اکسیدانت‌های طبیعی نظیر بتاکاروتن، اسید فولیک و ویتامین‌های E، C و A بوده و دارای مقدار زیادی روی است (۶۰، ۶۲، ۶۷، ۶۹ و ۸۷) و به‌همین دلیل در درمان بسیاری از بیماری‌های انگلی، مشکلات پروستات، تصلب شرایین و کاهش سطح LDL (کلسترول با چگالی پایین) مؤثر است (۲۳، ۶۹ و ۸۹). دانه کدو پوست‌کاغذی به‌عنوان پیش‌غذا (۶۴ و ۶۷) و روغن دانه آن جهت استفاده در انواع سس‌ها و سالادها و نیز در صنایع آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد (۱، ۲ و ۶۹). اخیراً برخی محققین امکان استفاده از روغن کدو تخم‌کاغذی به‌عنوان سوخت دیزل را مطرح کرده‌اند (به نقل از منبع شماره ۴).

با توجه به اهمیت و نقش کدو پوست‌کاغذی به‌عنوان یک گیاه دارویی، نکته‌ی حائز اهمیت در تولید این گیاه، بهبود خواص کمی و کیفی آن بدون کاربرد نهاده‌های مضر شیمیایی می‌باشد 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 ریزوباکتری‌های 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 پوست کاغذی 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 با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه‌ی شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه‌ی شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبار خردشده در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در زمینی به مساحت ۸۰۰ مترمربع انجام شد. ۴ نوع کود آلی مختلف (گاوی، گوسفندی، مرغی و ورمی‌کمپوست) در کرت‌های اصلی، تلقیح و عدم تلقیح با نیتروکسین (دارای باکتری‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.) در کرت‌های فرعی و کشت و عدم کشت گیاهان پوششی خلر[3] و شبدر ایرانی[4] در کرت‌های فرعی‌فرعی قرار گرفتند. قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک نمونه گیری انجام و به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

به‌منظور اعمال کودهای آلی، میزان عناصر غذایی هر یک از کودهای گاوی، مرغی، گوسفندی و ورمی‌کمپوست تعیین (نتایج تجزیه‌ی کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش در جدول ۲ آورده شده است) و سپس بر حسب نیاز غذایی کدو پوست‌کاغذی و با توجه به بررسی منابع انجام شده (۵) 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. نتایج تجزیه کودهای آلی مصرف شده در جدول ۲ آورده شده است.

به‌منظور حفظ پایداری خاک، جهت عملیات آماده‌سازی زمین برای کشت گیاهان پوششی، تنها عملیات دیسک‌زنی با تأکید بر خاکورزی حداقل در نظر گرفته شد و 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.

1- *Cucurbita pepo* L.
2- Cucurbitaceae
3- *Lathyrus sativus*
4- *Trifolium resopinatum*

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

بافت خاک	نیتروژن (درصد)	فسفر (ppm)	پتاسیم(ppm)	pH	EC (dS/m)
لومی-سیلت	۰/۵	۱۳/۷	۱۱۹	۷/۴	۱/۲

جدول ۲- نتایج تجزیه‌ی شیمیایی کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش

نوع کود آلی	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)
کود گاوی	۱/۱۸	۰/۲۹	۱/۰۴
کود مرغی	۲/۱۴	۲/۳۵	۰/۷۸
کود گوسفندی	۱/۲۱	۰/۴۷	۰/۹۲
ورمی‌کمپوست	۱/۶۳	۱/۵۳	۰/۹۶

آبیاری بلافاصله پس از کشت انجام و تا زمان سبز شدن کامل گیاهان پوششی به‌صورت هفتگی ادامه یافت. به‌منظور رشد بهتر گیاهان پوششی، یک نوبت وجین دستی در اواخر اسفندماه ۱۳۸۸ انجام گرفت. 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 شدند. به‌دلیل ماهیت کودی تیمارها و جلوگیری از اختلاط آب آبیاری تیمارها با هم، برای هر بلوک آزمایشی یک جوی آب و پساب جداگانه در نظر گرفته شد. برای کاربرد کود بیولوژیک، بذرهای کدو پوست‌کاغذی تهیه شده از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به‌روش استاندارد (۵۰) و ضمن رعایت توصیه‌های شرکت تولیدکننده (با تأکید بر دوری از نور مستقیم خورشید هنگام تلقیح و کاشت) داخل کود بیولوژیک نیتروکسین (دارای باکتری‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp. با 10^8 CFU/ml=C[1]در زمان تولید کود) خیسانده و سپس در سایه خشک شدند و نهایتاً در همان روز (۱۵ خردادماه ۱۳۸۹) در ردیف‌هایی به فاصله‌ی ۱۵۰ سانتی‌متر و با فاصله‌ی روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر به صورت 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. برای حصول تراکم مناسب (۱۳۳۰۰ بوته در هکتار)، پس از رسیدن گیاه به مرحله‌ی ۴ برگی، عملیات تنک انجام گرفت. به‌منظور کنترل علف‌های هرز با تأکید بر عملیات زراعی اکولوژیک، تنها سه نوبت وجین دستی به ترتیب ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز پس از کاشت انجام شد. در کلیه‌ی مراحل آماده‌سازی زمین، کاشت و همچنین در طول دوره‌ی رشد، هیچ‌گونه علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کش شیمیایی استفاده نشد.

در انتهای فصل رشد، همزمان با رسیدن میوه‌ها و زرد شدن آنها، میوه‌های هر کرت آزمایشی به‌طور جداگانه برداشت (۱۵ شهریوماه ۱۳۸۹) و صفاتی نظیر عملکرد میوه و دانه و تعداد میوه و دانه در بوته اندازه‌گیری شدند، ضمن این‌که مقداری از بذور هر کرت آزمایشی برای تعیین درصد روغن و پروتئین دانه به آزمایشگاه ارسال شدند. پس از اتمام عملیات برداشت، نمونه‌ی خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری هر کرت آزمایشی برداشته (۱۷ شهریورماه ۱۳۸۹) و میزان نیتروژن آنها تعیین شد. اندازه‌گیریEC و pH خاک به روش تهیه‌ی محلول با نسبت ۲ به ۱ (آب به خاک) (۲۵) انجام شد. روغن دانه با استفاده از روش‌استخراج گرم AOAC Official Method (41.1.22) 972.28و پروتئین دانه و میزان نیتروژن خاک به روش AOAC Official Method 968.06 (4.2.04) بر اساس تعیین نیتروژن به‌طریق کجلدال و با استفاده از دستگاه Semi Automated Distillation Unit انجام شد (۴۳).

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

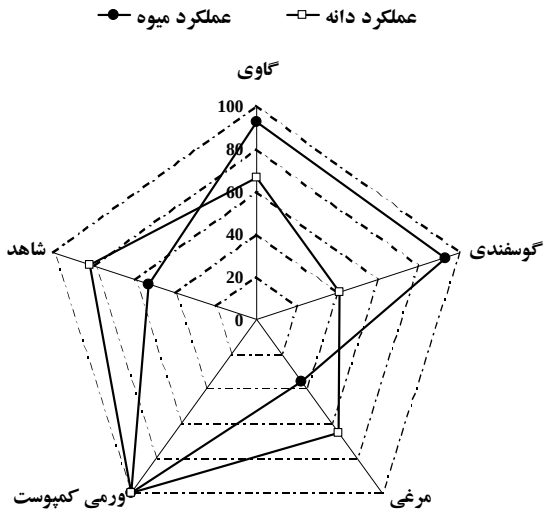
نتایج و بحث

عملکرد میوه

بر اساس نتایج بدست آمده، اثر کودهای آلی مختلف بر عملکرد میوه معنی‌دار بود، به‌طوری که تمامی کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش به جز کود مرغی باعث افزایش عملکرد میوه در مقایسه با شاهد شدند (شکل ۱).

با توجه به جدول ۳، هر یک از کودهای گاوی، گوسفندی و ورمی کمپوست به‌ترتیب باعث افزایش ۴۳، ۴۳ و ۴۷ درصدی عملکرد میوه نسبت به شاهد شدند.

1- Colony Forming Units



شکل ۱- تغییرات نسبی عملکرد میوه و دانه کدو پوست‌کاغذی در شرایط استفاده از کودهای آلی مختلف (مبنای مقایسه ورمی‌کمپوست است)

اثر کود بیولوژیک بر عملکرد میوه در بوته معنی‌دار بود، به‌طوری که عدم تلقیح با نیتروکسین منجر به تولید بیشتر میوه شد (جدول ۳).کشت گیاه پوششی به‌طور معنی‌داری بر عملکرد میوه در بوته تأثیر داشت و موجب افزایش ۲۷ درصدی آن نسبت به عدم کشت گیاه پوششی شد (جدول ۳).

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود اثر متقابل کودهای آلی و بیولوژیک بر عملکرد میوه معنی‌دار بود، اگر چه روند منظمی نداشت، به این ترتیب که بین نیتروکسین و کودهای گوسفندی و مرغی اثر هم‌افزایی و بین نیتروکسین و کودهای گاوی و ورمی‌کمپوست اثر هم‌کاهی مشاهده شد. بیشترین و کمترین عملکرد میوه به‌ترتیب در تیمارهای ورمی‌کمپوست بدون نیتروکسین (۲۲۲۲۰ کیلوگرم در هکتار) و شاهد به‌علاوه‌ی نیتروکسین (۴۰۴۳ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (شکل ۲). به‌نظر می‌رسد که ورمی‌کمپوست از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی و تولید ترکیبات کلات کننده (۲۷ و ۷۹) خصوصیات رشدی کدو و عملکرد میوه‌ی آن را بهبود بخشید. پادماواتیاما و همکاران (۶۸) نشان دادند که کاربرد ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌دار خصوصیات کمی و کیفی موز[1]، کاساوا[2] لوبیا چشم بلبلی[3] را بهبود بخشید و همچنین باعث تسهیل جذب عناصرغذایی توسط این گیاه شد.

همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، عملکرد میوه کدو تحت‌تأثیر برهمکنش کودهای آلی و گیاهان پوششی قرار گرفت، به طوری‌که کشت گیاهان پوششی، عملکرد میوه را در گیاهان تحت تأثیر کودهای گاوی و گوسفندی به‌ترتیب ۷۱ و ۶۳ درصد نسبت به زمانی که این کودها جداگانه به‌کار رفتند، افزایش داد. در سایر کودهای آلی، بین کشت و عدم‌کشت گیاهان پوششی از نظر عملکرد میوه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۳). به‌نظر می‌رسد که وجود بقایای کودهای آلی در خاک، استقرار و رشد و نمو گیاهان پوششی را بهبود بخشیده و سبب شد که به نوبه‌ی خود اثرات مثبت ناشی از کشت این گیاهان، همچون افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک و تعدیل درجه حرارت خاک (۲۶ و ۴۱) مجال بروز پیدا کند و در نهایت عملکرد میوه کدو در نتیجه‌ی اثرات متقابل بین این دو عامل افزایش یابد.

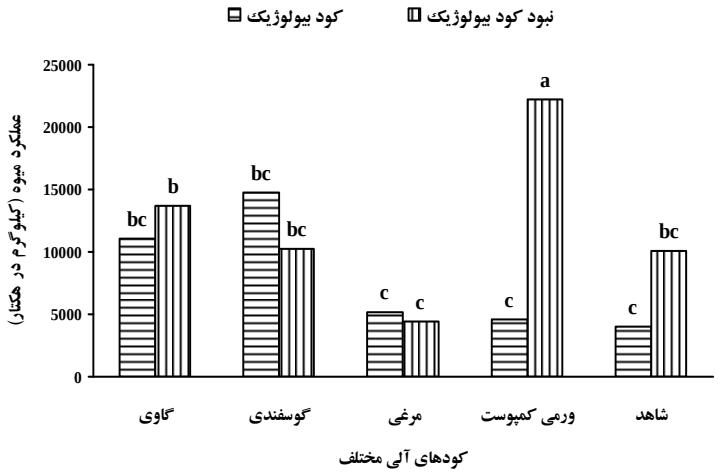
لارکین و همکاران (۵۶) اثر گیاهان پوششی جو و شبدر را بر عملکرد سیب‌زمینی[4] مثبت گزارش کردند. فلاحی (۱۰) پس از بررسی اثر کودهای آلی مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد بابونه آلمانی[5] گزارش کرد که کود گاوی دارای بیشترین تأثیر بر عملکرد تر گل و عملکرد دانه بود.

1- *Musa balbisiana*
2- *Manihot esculenta*
3- *Vigna unguiculata*
4- *Solanum tuberosum*
5- *Matricaria chamomilla*

جدول ۳- 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	عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد میوه در بوته	تعداد دانه در بوته	درصد روغن	درصد پروتئین	درصد نیتروژن خاک	EC (µS/cm)	pH
کودهای آلی مختلف									
گاوی	۱۲۳۸۳a	۲۰۰/۱۲c	۳/۰۰a	۱۷۹b	۳۴/۱۹bc	۱۴/۶۰c	۰/۰۴۷d	۴۵۲/۴۳a	۸/۱۱a
گوسفندی	۱۲۴۸۷a	۱۲۳/۹۸d	۲/۰۰b	۱۵۲b	۳۲/۴۲c	۱۶/۰۱a	۰/۰۴۸c	۵۰۰/۵۰a	۷/۹۳a
مرغی	۴۸۱۱c	۱۹۷/۷۶c	۳/۰۰a	۲۸۷a	۳۵/۲۱bc	۱۴/۸۵b	۰/۰۴۷d	۴۷۷/۳۸a	۷/۹۹a
کمپوست‌ورمی	۱۳۴۱۱a	۳۰۲/۶۰a	۲/۲۵b	۲۹۶a	۳۶/۹۶ab	۱۳/۶۷d	۰/۰۵۰b	۴۸۰/۸۳a	۸/۳۲a
شاهد	۷۰۸۲b	۲۴۸/۱۰b	۱/۷۵b	۲۸۸a	۳۸/۹۳a	۱۳/۱۴e	۰/۰۵۱a	۴۹۶/۵۰a	۷/۹۲a
کود بیولوژیک									
تلقیح با نیتروکسین	۷۹۲۳/۷b	۲۰۴/۷۲a	۲/۷۰a	۲۳۹a	۳۵/۸۲a	۱۴/۳۹a	۰/۰۴۹a	۵۳۹/۶۱a	۷/۷۶b
عدم‌تلقیح با نیتروکسین	۱۲۱۴۶/۷a	۲۲۴/۳۰a	۲/۱۰b	۲۴۲a	۳۵/۲۶a	۱۴/۵۱a	۰/۰۴۸b	۴۲۳/۴۵a	۸/۳۵a
گیاه پوششی									
کشت گیاه پوششی	۱۱۶۱۳/۶a	۲۰۴/۲۵a	۲/۱۰b	۲۲۹a	۳۵/۰۸a	۱۳/۴۲b	۰/۰۴۹a	۵۰۹/۸۶a	۸/۲۷a
عدم‌کشت گیاه پوششی	۸۴۵۶/۸b	۲۲۴/۷۷a	۲/۷۰a	۲۵۲a	۳۶/۰۰a	۱۵/۴۹a	۰/۰۴۸b	۴۵۳/۲۰a	۷/۸۳a

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

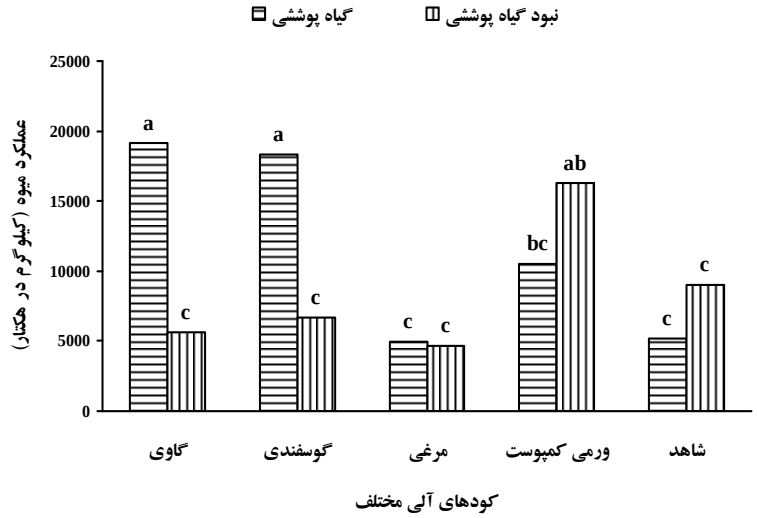


شکل ۲- اثر متقابل کودهای آلی و بیولوژیک بر عملکرد میوه کدو پوست‌کاغذی

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

اثر متقابل گیاه پوششی و کودهای بیولوژیک بر عملکرد میوه معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد میوه به‌ترتیب در تیمارهای گیاه پوششی بدون تلقیح با نیتروکسین (۱۴۲۳۲ کیلوگرم در هکتار) و عدم کشت گیاه پوششی به‌علاوه نیتروکسین (۶۸۵۲ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول ۴). گیاهان پوششی در حضور و عدم حضور کود بیولوژیک، عملکرد میوه را نسبت به زمانی که گیاه پوششی کشت نشد، افزایش دادند (جدول ۴)، به‌عبارت دیگر، نقش گیاه پوششی و اثرات حاصل از کشت آن در افزایش عملکرد میوه، بیش از کاربرد کود بیولوژیک بود. کامپیگلیا و همکاران (۲۶) و مفاخری و همکاران (۶۱) اثر گیاهان پوششی را به‌ترتیب بر عملکرد گوجه‌فرنگی[1] و ذرت[2] مثبت گزارش کردند.

1- *Lycopersicon esculentum* Mill.
2- *Zea mays* L.



شکل ۳- اثر متقابل کودهای آلی و گیاهان پوششی بر عملکرد میوه کدو پوست‌کاغذی

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

نتایج اثرات متقابل سه‌گانه (برهمکنش کودهای آلی و بیولوژیک و گیاهان پوششی) نشان داد که ترکیب این عوامل بر عملکرد میوه اثر منفی داشت، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد میوه به‌ترتیب در تیمارهای ورمی‌کمپوست بدون تلقیح با کود بیولوژیک و عدم کشت گیاه پوششی (۲۶۱۷۷ کیلوگرم در هکتار، بدون تفاوت معنی‌دار با کود گاوی و کشت گیاه پوششی بدون کود بیولوژیک ۲۴۶۳۴ کیلوگرم در هکتار) و شاهد به‌علاوه‌ی کود بیولوژیک و کشت گیاه پوششی (۱۷۸۴ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول ۵). به‌نظر می رسد که ورمی‌کمپوست با تأمین به‌موقع و کافی آب و عناصرغذایی (۴۰)، وابستگی گیاه به کود بیولوژیک و گیاهان پوششی را کاهش داد. آتیه و همکاران (۲۰) تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست را در گوجه‌فرنگی بررسی و گزارش کردند که حتی در کمترین مقدار کاربرد ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار) عملکرد گوجه‌فرنگی نسبت به شاهد بیشتر بود.

جدول ٤- مقایسه اثرات متقابل کود بیولوژیک و گیاهان پوششی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست‌کاغذی و ویژگی‌های خاک

	تلقیح با کود بیولوژیک		عدم تلقیح با کود بیولوژیک	
	با گیاه پوششی	بدون گیاه پوششی	با گیاه پوششی	بدون گیاه پوششی
عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار)	۸۹۹۵ab	۶۸۵۲b	۱۴۲۳۲a	۱۰۰۶۱ab
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۱۸۴/۳۷a	۲۲۵/۰۷a	۲۲۴/۱۴a	۲۲۴/۴۷a
تعداد میوه در بوته	۲/۸۰a	۲/۶۰a	۱/۴۰b	۲/۸۰a
تعداد دانه در بوته	۲۱۲/۵۵a	۲۶۴/۸۸a	۲۴۵/۲۹a	۲۳۹/۵۵a
درصد روغن	۳۴/۹۶a	۳۶/۶۸a	۳۵/۲۰a	۳۵/۳۲a
درصد پروتئین	۱۳/۲۰b	۱۵/۵۹a	۱۳/۶۴b	۱۵/۳۹a
درصد نیتروژن خاک	۰/۰۴۸ab	۰/۰۵۰a	۰/۰۴۹a	۰/۰۴۶b
EC خاک (µS/cm)	۴۵۳/۳۱a	۳۹۳/۶۰a	۵۶۶/۴۱a	۵۱۲/۸۰a
pH خاک	۷/۹۱ab	۷/۶۰b	۸/۶۴a	۸/۰۷ab

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

جدول ۵- مقایسه‌میانگین اثرات متقابل کودهای آلی و بیولوژیک بر برخی خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست‌کاغذی و ویژگی‌های خاک در شرایط کشت و عدم کشت گیاهان پوششی.

		عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد میوه در بوته	تعداد دانه در بوته	درصد روغن	درصد پروتئین	درصد نیتروژن خاک	EC خاک (µS/cm)	pH خاک
با گیاه پوششی	بدون کود بیولوژیک									
	گاوی	۱۳۶۷۶d	۱۳۵/۲۲d	۳/۰۰bc	۱۸۸/۳۳hi	۳۴/۱۹a-d	۱۲/۹۰l	۰/۰۴۵fg	۵۴۲/۳a	۷/۸۳a
	گوسفندی	۲۲۹۴۲b	۵۵/۷۰e	۲/۰۰cd	۷۵/۱۳k	۳۱/۵۲d	۱۴/۴۰g	۰/۰۵۳c	۳۶۷/۷a	۷/۵۸a
	مرغی	۳۷۵۶fg	۲۰۰/۳۱b-d	۳/۰۰bc	۲۲۰/۱۱g-i	۳۲/۸۴b-d	۱۵/۰۳f	۰/۰۴۶f	۴۳۱/۲a	۷/۶۲a
	ورمی کمپوست	۲۸۱۷g	۲۸۱/۶۹b	۳/۰۰bc	۳۰۹/۴۲b-d	۳۸/۴۶ab	۱۱/۷۳p	۰/۰۵۳c	۵۰۱/۳a	۸/۸۰a
	شاهد	۱۷۸۴g	۲۴۸/۹۶bc	۳/۰۰bc	۲۶۹/۷۵d-f	۳۷/۲۹a-c	۱۱/۹۵o	۰/۰۴۶f	۴۲۴/۰a	۷/۷۴a
	بدون کود بیولوژیک									
	گاوی	۲۴۶۳۴ab	۲۱۱/۸۹b-d	۲/۰۰cd	۲۲۴/۷۵f-i	۳۴/۸۴a-d	۱۴/۱۰i	۰/۰۴۸e	۳۴۳/۱a	۸/۲۶a
	گوسفندی	۱۳۶۴۰d	۱۴۶/۶۶d	۱/۰۰d	۲۰۷/۳۸g-i	۳۲/۵۷b-d	۱۵/۴۳d	۰/۰۵۵b	۵۷۳/۷a	۸/۵۰a
	مرغی	۶۱۰۸ef	۲۴۹/۹۱bc	۲/۰۰cd	۳۱۷/۹۲a-c	۳۴/۹۲a-d	۱۲/۸۴m	۰/۰۴۱i	۵۸۳/۷a	۸/۷۶a
	ورمی کمپوست	۱۸۲۶۳c	۲۵۷/۲۲bc	۱/۰۰d	۲۸۲/۷۵c-e	۳۴/۲۹a-d	۱۳/۶۷j	۰/۰۵۰d	۶۲۴/۰a	۸/۸۹a
	شاهد	۸۵۱۷e	۲۵۴/۹۹bc	۱/۰۰d	۱۹۳/۶۶hi	۳۹/۳۸a	۱۲/۱۷n	۰/۰۵۵b	۷۰۷/۷a	۸/۷۸a
بدون گیاه پوششی	بدون کود بیولوژیک									
	گاوی	۸۴۰۶e	۱۸۳/۳۳cd	۲/۰۰cd	۷۲/۵۰k	۳۲/۳۱cd	۱۴/۴۰g	۰/۰۴۸e	۳۹۳/۷a	۸/۰۳a
	گوسفندی	۶۵۵۴ef	۱۴۹/۹۰d	۳/۰۰bc	۱۸۶/۲۵i	۳۹/۴۵a	۲۰/۰۵a	۰/۰۴۳h	۴۲۶/۰a	۷/۳۴a
	مرغی	۶۶۱۲ef	۱۴۰/۸۱d	۳/۰۰bc	۳۶۱/۸۳a	۳۵/۶۵a-d	۱۶/۱۲c	۰/۰۵۷a	۴۲۷/۳a	۷/۸۶a
	ورمی کمپوست	۶۳۸۹ef	۳۸۸/۱۷a	۳/۰۰bc	۳۵۴/۳۳ab	۳۷/۱۲a-d	۱۴/۱۴hi	۰/۰۵۲c	۳۱۶/۰a	۷/۴۸a
	شاهد	۶۳۰۲ef	۲۶۳/۱۷bc	۲/۰۰cd	۳۴۹/۵۰ab	۳۸/۹۱a	۱۳/۲۷k	۰/۰۵۳c	۴۰۵/۰a	۷/۲۹a
با گیاه پوششی	بدون کود بیولوژیک									
	گاوی	۲۸۱۹g	۲۷۰/۰۴bc	۵/۰۰a	۲۳۳/۱۳f-i	۳۵/۴۴a-d	۱۷/۰۲b	۰/۰۴۸e	۵۳۰/۷a	۸/۳۰a
	گوسفندی	۶۸۱۴e	۱۴۳/۶۸d	۲/۰۰cd	۱۴۱/۵۰j	۲۶/۱۳e	۱۴/۱۸h	۰/۰۴۴gh	۶۳۴/۷a	۸/۳۱a
	مرغی	۲۷۶۹g	۲۰۰/۰۰b-d	۴/۰۰b	۲۳۷/۰۰e-g	۳۷/۴۲a-d	۱۵/۴۲d	۰/۰۴۴gh	۴۶۷/۳a	۷/۷۳a
	ورمی کمپوست	۲۶۱۷۷a	۲۸۳/۳۳b	۲/۰۰cd	۲۳۸/۱۳e-h	۳۷/۹۸a-c	۱۵/۱۶e	۰/۰۴۶f	۴۸۲/۰a	۸/۱۲a
	شاهد	۱۱۷۲۷d	۲۲۵/۲۹b-d	۱/۰۰d	۳۳۹/۰۰ab	۳۹/۶۶a	۱۵/۲۰e	۰/۰۵۰d	۴۴۹/۳a	۷/۸۹a

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

جدول ٦- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در شرایط استفاده از گیاهان پوششی، کودهای آلی و کودهای بیولوژیک در کدو پوست‌کاغذی

کد	صفت	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
۱	عملکرد میوه	۱								
۲	عملکرد دانه	-۰/۱۹	۱							
۳	تعداد میوه در بوته	-۰/۴۵**	۰/۱۱	۱						
۴	تعداد دانه در بوته	-۰/۲۶*	۰/۵۶**	۰/۰۸	۱					
۵	درصد روغن	-۰/۱۲	۰/۴۴**	۰/۰۴	۰/۴۵**	۱				
۶	درصد پروتئین	۰/۰۰۱	-۰/۲۵	۰/۲۷*	-۰/۱۳	۰/۰۲	۱			
۷	درصد نیتروژن خاک	۰/۱۱	۰/۰۳	-۰/۲۵*	۰/۱۹	۰/۱۱	-۰/۱۶	۱		
۸	ای‌سی خاک	-۰/۰۲	۰/۱۴	-۰/۱۲	-۰/۰۱	۰/۰۰۳	-۰/۱۰	-۰/۰۰۳	۱	
۹	پی‌اچ خاک	-۰/۰۲	۰/۱۴	-۰/۱۰	۰/۰۳	-۰/۱۰	-۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۶۹**	۱

* و **- به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

عملکرد دانه

بین کودهای آلی مختلف از نظر تاثیر بر عملکرد دانه تفاوت معنی‌دار وجود داشت، به‌طوری‌که ورمی‌کمپوست عملکرد دانه را ۱۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۱). با توجه به ضرایب همبستگی محاسبه شده بین صفات مختلف (جدول ۶)، بین تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه همبستگی مثبت وجود داشت، لذا با توجه به اینکه استفاده از ورمی‌کمپوست باعث افزایش تعداد دانه در بوته شد (جدول ۳)، افزایش عملکرد دانه در شرایط استفاده از این کود، منطقی به‌نظر می‌رسد.

در بررسی اثر متقابل کودهای آلی و بیولوژیک مشاهده شد که تلقیح با نیتروکسین به‌همراه تمامی کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش به‌جز ورمی‌کمپوست، باعث کاهش عملکرد دانه شد (شکل ۴). استفاده‌ی همزمان از ورمی‌کمپوست و نیتروکسین باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به کاربرد جداگانه هر یک از این کودها شد (شکل ۴). با مقایسه‌ی شکل‌های ۲ و ۴، به‌نظر می‌رسد که در مورد عملکرد میوه، ترکیب نیتروکسین با کودهای گاوی و گوسفندی بهتر از مرغی، ورمی‌کمپوست و شاهد نتیجه داد و در مورد عملکرد دانه، ترکیب نیتروکسین و ورمی‌کمپوست و در مرحله‌ی بعد، شاهد بهتر از کود گاوی و گوسفندی بود. از آنجایی که تولید دانه در مراحل انتهایی رشد گیاهان صورت می‌گیرد، می‌توان چنین استدلال نمود که ترکیب نیتروکسین و ورمی‌کمپوست در مقایسه با کودهای گاوی، گوسفندی و مرغی، دارای اثرات بهبود دهنده‌ی درازمدت‌تری بود که بخشی از این اثرات در عملکرد دانه انعکاس یافت. جهان و همکاران (۴) گزارش کردند که کود بیولوژیک نیتراژین در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و پر شدن آنها، نسبت به تشکیل میوه، به‌مراتب تأثیر مثبت بیشتری داشت. آنها بیان کردند با توجه به این‌که افزایش وزن دانه‌ها عمدتاً در اواخر دوره‌ی رسیدگی میوه‌ها صورت می‌گیرد، لذا احتمالاً بین زمان حداکثر فعالیت ریزوباکتری‌های تحریک‌کننده‌ی رشد گیاه و زمان پر شدن دانه‌ها، همزمانی وجود داشت. دل‌آمورا و همکاران (۳۳) گزارش کردند که باکتری‌های همیار گیاه از طریق تأثیر بر متابولیسم ثانویه گیاه، الگوهای تسهیم و انتقال مواد فتوسنتزی، فرآیندهای مسئول میوه‌دهی و توسعه گیاه تحت شرایط محدودیت ذخیره نیتروژن را اصلاح می‌کنند.

همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، در تمامی کرت‌های دارای کودهای آلی به‌جز کود مرغی، کشت گیاه پوششی عملکرد دانه را نسبت به کاربرد جداگانه این کودها کاهش داد. ورمی‌کمپوست چه در کرت‌های دارای گیاه پوششی و چه در کرت‌های عاری از گیاه پوششی، بیشترین عملکرد دانه را در مقایسه با سایر تیمارها سبب شد (شکل ۵). به‌نظر می‌رسد که ورمی‌کمپوست از طریق اصلاح برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و افزایش فراهمی عناصرغذایی مورد نیاز گیاه (۱۸ و ۷۴) باعث بهبود عملکرد دانه شد. درزی و همکاران (۹) گزارش کردند که استفاده از ورمی‌کمپوست در تمامی سطوح، عملکرد بیولوژیک و اقتصادی رازیانه[1] را افزایش داد.

بررسی اثرات متقابل سه‌گانه نشان داد که اثر استفاده‌ی همزمان از کودهای آلی و بیولوژیک و گیاه پوششی بر عملکرد دانه بسته به نوع کود آلی مورد استفاده متفاوت بود (جدول ۵). استفاده از ورمی کمپوست در ترکیب با کود بیولوژیک و در کرت‌های عاری از گیاه پوششی سبب تولید بیشترین عملکرد دانه (۳۸۸/۱۷ کیلوگرم در هکتار) نسبت به سایر تیمارها شد. ورمی‌کمپوست چه در ترکیب با کود بیولوژیک، چه در ترکیب با گیاه پوششی و چه در استفاده‌ی همزمان با هر دو عامل فوق از نظر عملکرد دانه نسبت به سایر کودهای آلی برتری داشت (جدول ۵). ورمی‌کمپوست دارای ساختاری ظریف‌تر و مطلوب‌تر از سایر کودهای آلی است و به‌همین دلیل توانایی بیشتری در نگهداری آب و موادغذایی خاک (۷۷) دارد، در

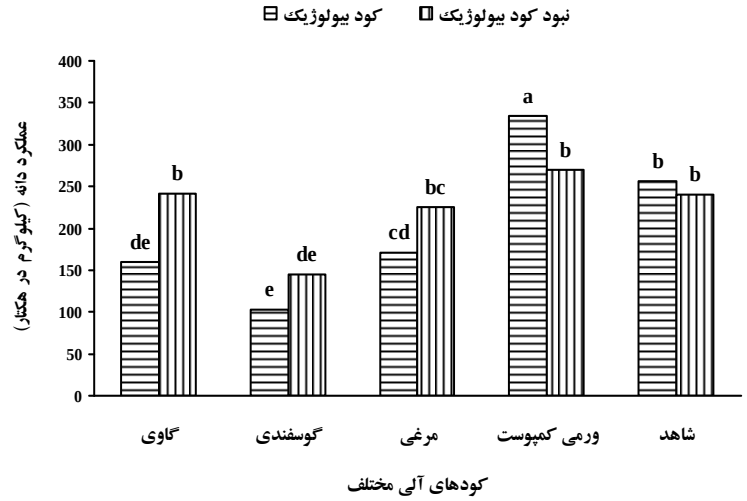
1- *Foeniculum vulgare*

نتیجه افزایش عملکرد دانه در این تیمار نسبت به سایر تیمارها منطقی به‌نظر می‌رسد. مرادی (۱۴) گزارش کرد که ورمی‌کمپوست چه به تنهایی و چه در ترکیب با کمپوست و کود بیولوژیک (حاوی *Pseudomonas putida* و *Azotobacter chroococcum*) باعث افزایش عملکرد دانه رازیانه نسبت به شاهد شد.

داشتند، به‌این‌صورت که کودهای گاوی و مرغی با تولید میانگین ۳ میوه در بوته از این نظر نسبت به سایر تیمارها برتر بودند (جدول ۳). هر یک از تیمارهای ورمی‌کمپوست و گوسفندی نیز به‌ترتیب باعث افزایش ۲۲ و ۱۲ درصدی تعداد میوه در بوته نسبت به شاهد شدند (جدول ۳).

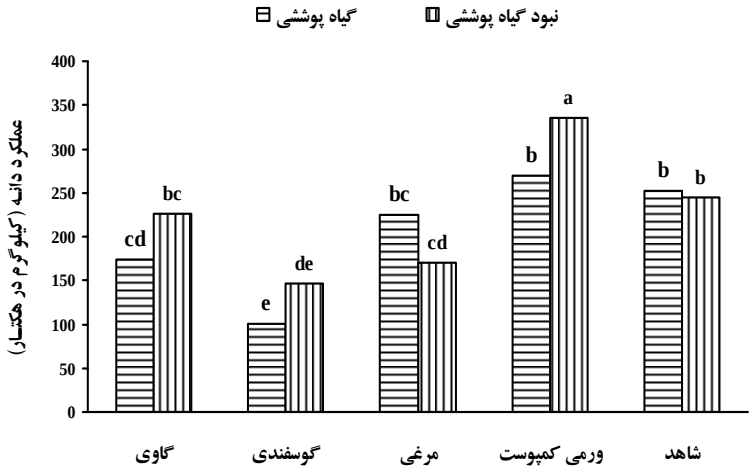
تعداد میوه و دانه در بوته

کودهای آلی مختلف به‌طور معنی‌داری بر تعداد میوه در بوته تأثیر



شکل ٤- اثر متقابل کودهای آلی و بیولوژیک بر عملکرد دانه کدو پوست‌کاغذی

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



شکل ٥- اثر متقابل کودهای آلی و گیاهان پوششی بر عملکرد دانه کدو پوست‌کاغذی

اثر کود بیولوژیک بر تعداد میوه در بوته معنی‌دار بود، به‌طوری‌که تعداد میوه در بوته در نتیجه‌ی تلقیح با نیتروکسین ۲۲ درصد بیشتر از شاهد بود (جدول ۳). جهان و همکاران (۴) گزارش کردند که تلقیح با نیتراژین سبب تولید بیشترین تعداد میوه کدو پوست‌کاغذی در هکتار و بیشترین تعداد دانه در متر مربع شد.

بین کشت و عدم‌کشت گیاه پوششی از نظر تعداد میوه در بوته تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که گیاه پوششی تعداد میوه در بوته را در مقایسه با شاهد کاهش داد (جدول ۳).

اثر متقابل کودهای آلی و بیولوژیک بر تعداد میوه در بوته معنی‌دار بود، به‌طوری‌که اثر هر یک از کودهای مرغی و ورمی‌کمپوست بوسیله نیتروکسین تشدید و سبب تولید بیشترین تعداد میوه در بوته شد (جدول ۷). جهان و همکاران (۴) اثر کودهای دامی و بیولوژیک بر کدو پوست‌کاغذی را بررسی و گزارش کردند که بیشترین تعداد میوه در نتیجه‌ی کاربرد کود دامی در بهار و تلقیح با نیتراژین حاصل شد.

نتایج اثرات متقابل کودهای آلی و گیاهان پوششی نشان داد که استفاده از کودهای گاوی و مرغی چه در کرت‌های دارای گیاه پوششی و چه در کرت‌های عاری از این گیاهان، بیشترین تأثیر را بر تعداد میوه در بوته داشت (جدول ۷). برای تمامی کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش، تعداد میوه در بوته در کرت‌های دارای گیاه پوششی از نظر کمی کمتر از کرت‌های بدون گیاهان پوششی بود، اگر چه این تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۷). به‌نظر می‌رسد که حبس عناصر غذایی در بقایای گیاهان پوششی و غیر قابل دسترس بودن آنها برای گیاه اصلی به‌دلیل عدم وجود زمان کافی و شرایط لازم جهت تجزیه‌ی کامل این بقایا، دلیلی باشد بر این‌که چرا مزایای کودهای آلی در غیاب گیاهان پوششی به‌طور مطلوب‌تری مجال بروز یافت. در بررسی اثر متقابل سه‌گانه بر تعداد میوه در بوته، مشاهده شد که کود گاوی در غیاب گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بیشترین تأثیر را بر تعداد میوه در بوته داشت (جدول ۵). خندان (۸) گزارش کرد که کود گاوی بیش از کودهای شیمیایی در افزایش عملکرد دانه و کاه و کلش و درصد موسیلاژ اسفرزه[1] مؤثر بود.

نتایج نشان داد که اثر کودهای آلی مختلف بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود، ولی کود بیولوژیک و گیاهان پوششی بر این صفت تأثیر معنی‌دار نداشتند (جدول ۳). در ارتباط با تعداد دانه در بوته، ورمی کمپوست با تولید ۲۹۶ دانه در بوته نسبت به سایر تیمارها برتری داشت که البته از این نظر با تیمارهای کود مرغی و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). اثر متقابل کودهای آلی و بیولوژیک بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود، به‌طوری‌که چه در شرایط تلقیح با کود بیولوژیک و چه در شرایط عدم تلقیح با این کود، کودهای مرغی و ورمی‌کمپوست نسبت به سایر کودهای آلی، بیشترین تأثیر را بر تعداد دانه در بوته داشتند (جدول ۷). قربانی و همکاران (۱۱) اثر کودهای آلی مختلف بر گوجه‌فرنگی را بررسی و گزارش کردند که کود مرغی دارای بیشترین تأثیر بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی بود.

اثر ترکیبی کودهای آلی و بیولوژیک بر تعداد میوه در بوته بسته به نوع کود آلی مورد استفاده، متفاوت بود، به‌طوری‌که کودهای گاوی و گوسفندی در غیاب نیتروکسین و کودهای مرغی و ورمی‌کمپوست در حضور نیتروکسین تأثیر بیشتری بر تعداد میوه در بوته داشتند (جدول ۷). جهان و همکاران (۵) گزارش کردند که در کدو پوست کاغذی از نظر تعداد میوه در بوته، نیتراژین کارایی کود گاوی را کاهش و کارایی کودهای گوسفندی، مرغی و ورمی‌کمپوست را افزایش داد.

رای (۷۳) بیان کرد که برتری یا کارکرد یک کود زیستی خاص یا ترکیبی از کودهای زیستی در مراحل مختلف فنولوژیکی – فیزیولوژیکی گیاه، صرف‌نظر از نتیجه‌ی کلی می‌تواند متفاوت باشد، به‌عبارت دیگر، شرایط محیطی در یک مرحله‌ی رشد و نموی خاص، به طور غیر مستقیم بر واکنش گیاه به کود زیستی تأثیر می‌گذارند.

با توجه به نتایج جدول ۷، کودهای مرغی و ورمی‌کمپوست چه در حضور و چه در عدم حضور گیاهان پوششی، باعث تولید بیشترین تعداد دانه در بوته نسبت به سایر کودهای آلی شدند. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، هر یک از کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش در ترکیب با گیاهان پوششی و کود بیولوژیک اثر متفاوتی بر تعداد دانه در بوته نشان دادند، به‌طوری‌که کودهای گوسفندی و گاوی در حضور کود بیولوژیک و به‌ترتیب در شرایط کشت و عدم‌کشت گیاهان پوششی، کمترین تأثیر و کودهای مرغی و ورمی‌کمپوست در حضور کود بیولوژیک و عدم‌کشت گیاهان پوششی، بیشترین تأثیر را بر تعداد دانه در بوته داشتند (جدول ۵).

به‌نظر می‌رسد که اختلاف کودهای آلی از نظر برخی ویژگی‌ها همچون محتوای عناصر، اندازه ذرات تشکیل‌دهنده و همچنین تفاوت آنها از نظر سرعت آزادسازی مواد غذایی باعث بروز این اثرات متفاوت شد. همان‌گونه که قبلاً نیز اشاره شد (جدول ۵ عملکرد دانه)، به‌نظر می‌رسد که اثر ورمی‌کمپوست در ترکیب با نیتروکسین، بیشتر از بقیه کودهای آلی بود. مرادی (۱۴) و جهان و همکاران (۵) نیز نتایج مشابهی مبنی بر اثرات هم‌افزایی نیتروکسین و نیتراژین با ورمی کمپوست، گزارش کردند.

درصد روغن و پروتئین دانه

اثر کودهای آلی مختلف بر درصد روغن دانه‌ی کدو پوست‌کاغذی معنی‌دار بود. بین شاهد و ورمی‌کمپوست که بالاترین مقادیر متعلق به آنها بود، تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (به‌ترتیب ۳۹ و ۳۷ درصد) و از سوی دیگر کودهای گاوی و مرغی با ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشتند و کمترین مقدار (۳۲/۴) مربوط به کود گوسفندی بود (جدول ۳).

1- *Plantago psyllium*

جدول ۷- 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.

	تلقیح با کود بیولوژیک							عدم تلقیح با کود بیولوژیک						
	تعداد میوه در بوته	تعداد دانه در بوته	درصد روغن	درصد پروتئین	درصد نیتروژن خاک	EC خاک (µs/cm)	pH خاک	تعداد میوه در بوته	تعداد دانه در بوته	درصد روغن	درصد پروتئین	درصد نیتروژن خاک	EC خاک (µS/cm)	pH خاک
گاوی	۲/۵۰ab	۱۳۰/۴۲d	۳۳/۲۵cd	۱۳/۶۵b-d	۰/۰۴۶bc	۴۶۸/۰a	۷/۹۳a	۳/۵۰a	۲۲۸/۴۴bc	۳۵/۱۴a-c	۱۵/۵۶ab	۰/۰۴۸ab	۴۳۶/۹a	۸/۲۸a
گوسفندی	۲/۵۰ab	۱۳۰/۶۹d	۳۵/۴۸a-c	۱۷/۲۲a	۰/۰۴۸ab	۳۹۶/۸a	۷/۴۶a	۱/۵۰bc	۱۷۴/۴۴cd	۲۹/۳۵d	۱۴/۸۰bc	۰/۰۴۹ab	۶۰۴/۲a	۸/۴۰a
مرغی	۳/۰۰a	۲۹۰/۹۷ab	۳۴/۲۴bc	۱۵/۵۷ab	۰/۰۵۱ab	۴۲۹/۳a	۷/۷۴a	۳/۰۰a	۲۸۲/۴۶ab	۳۶/۱۷a-c	۱۴/۱۳b-d	۰/۰۴۲c	۵۲۵/۵a	۸/۲۴a
ورمی‌کمپوست	۳/۰۰a	۳۳۱/۸۸a	۳۷/۷۹ab	۱۲/۹۳cd	۰/۰۵۲a	۴۰۸/۷a	۸/۱۴a	۱/۵۰bc	۲۶۰/۴۴ab	۳۶/۱۳a-c	۱۴/۴۱b-d	۰/۰۴۸ab	۵۵۳/۰a	۸/۵۱a
شاهد	۲/۵۰ab	۳۰۹/۶۳a	۳۸/۳۵ab	۱۲/۶۱d	۰/۰۴۹ab	۴۱۴/۵a	۷/۵۱a	۱/۰۰c	۲۶۶/۳۳ab	۳۹/۵۲a	۱۳/۶۸b-d	۰/۰۵۲a	۵۷۸/۵a	۸/۳۳a
	کشت گیاه پوششی							عدم کشت گیاه پوششی						
گاوی	۲/۵۰ab	۲۰۶/۵۴c-e	۳۴/۵۱a-d	۱۳/۵۰c-e	۰/۰۴۶cd	۴۴۲/۷a	۸/۰۵a	۳/۵۰a	۱۵۲/۳۱e	۳۳/۸۷b-d	۱۵/۷۱ab	۰/۰۴۸bc	۴۶۲/۲a	۸/۱۷a
گوسفندی	۱/۵۰b	۱۴۱/۲۵e	۳۲/۰۴d	۱۴/۹۱bc	۰/۰۵۴a	۴۷۰/۷a	۸/۰۴a	۲/۵۰ab	۱۶۳/۸۸de	۳۲/۷۹cd	۱۷/۱۱a	۰/۰۴۳d	۵۳۰/۳a	۷/۸۳a
مرغی	۲/۵۰ab	۲۶۹/۰۱bc	۳۳/۸۸b-d	۱۳/۹۳cd	۰/۰۴۳d	۴۴۷/۳a	۸/۱۹a	۳/۵۰a	۳۰۴/۴۲ab	۳۶/۵۳a-d	۱۵/۷۷ab	۰/۰۵۰a-c	۴۴۷/۳a	۷/۷۹a
ورمی‌کمپوست	۲/۰۰b	۲۹۶/۰۸ab	۳۶/۳۷a-d	۱۲/۷۰de	۰/۰۵۱ab	۵۶۲/۷a	۸/۸۵a	۲/۵۰ab	۲۹۶/۲۳ab	۳۷/۵۵a-c	۱۴/۶۵bc	۰/۰۴۹bc	۳۹۹/۰a	۷/۸۰a
شاهد	۲/۰۰b	۲۳۱/۷۱b-d	۳۸/۵۹ab	۱۲/۰۶e	۰/۰۵۰a-c	۵۶۵/۸a	۸/۲۶a	۱/۵۰b	۳۴۴/۲۵a	۳۹/۲۸a	۱۴/۲۳b-d	۰/۰۵۱ab	۴۲۷/۲a	۷/۵۹a

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

اثر کود بیولوژیک و گیاهان پوششی، بر درصد روغن دانه قابل توجه نبود (جدول ۳). با توجه به نتایج اثرات متقابل کودهای آلی و بیولوژیک، مشخص شد که کودهای گاوی، مرغی و ورمی‌کمپوست در غیاب نیتروکسین و کودهای ورمی‌کمپوست و گوسفندی در حضور نیتروکسین، باعث تولید بیشترین درصد روغن دانه شدند (جدول ۷). شالان (۸۰) گزارش کرد که در گیاه دارویی گاوزبان اروپایی[1]، درصد اسید آلفالینولنیک با کاربرد باسیلوس و آزوسپیریلوم و نیز سطوح مختلف کمپوست افزایش یافت. آرویی (۲) به نقل از منیم (۱۹۹۷) محتوای روغن دانه کدو پوست‌کاغذی را بین ۳۵ تا ۴۰ درصد گزارش کرد که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد.

نتایج حاصل از بررسی اثرات متقابل کودهای آلی و گیاهان پوششی نشان داد که بین تمامی کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش در شرایط کشت و عدم‌کشت گیاهان پوششی، از نظر درصد روغن دانه تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۷)، با این‌حال، ورمی‌کمپوست نسبت به سایر کودهای آلی چه در شرایط کشت و چه در شرایط عدم‌کشت گیاهان پوششی، سبب تولید بیشترین درصد روغن دانه از نظر کمی شد (جدول ۷). قبلاً به برتری ورمی‌کمپوست در ترکیب با نیتروکسین (جدول ۵ و ۷) اشاره شد، لذا به‌نظر می‌رسد که از بین کودهای آلی، ورمی‌کمپوست اثرات هم‌افزایی بهتری با کود بیولوژیک و گیاهان پوششی نشان داد. از آنجایی که ورمی‌کمپوست ضمن تأمین عناصرغذایی، باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش نگهداری رطوبت و افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی خاک می‌شود، بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه در شرایط استفاده از این کود منطقی به‌نظر می‌رسد. انوار و همکاران (۱۷) ضمن بررسی تاثیر ورمی کمپوست بر گیاه ریحان، گزارش کردند که خصوصیات کیفی ریحان از جمله مقدار اسانس، در نتیجه‌ی کاربرد ورمی‌کمپوست ارتقاء یافت.

درصد پروتئین دانه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر کودهای آلی مختلف قرار گرفت، به‌این صورت که کود گوسفندی از این نظر نسبت به سایر تیمارها برتری داشت (جدول ۳). هر یک از کودهای گاوی، مرغی و ورمی‌کمپوست نیز به‌ترتیب باعث افزایش ۱۰، ۱۲ و ۴ درصدی میزان پروتئین دانه نسبت به شاهد شدند (جدول ۳). اثر گیاهان پوششی بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود، به این ترتیب که میزان پروتئین دانه را ۲/۵ درصد کاهش دادند (جدول ۳).

درصد پروتئین دانه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر برهمکنش کودهای آلی و بیولوژیک قرار گرفت و بیشترین و کمترین میزان پروتئین دانه به‌ترتیب در گیاهان تحت تیمارهای کود گوسفندی به‌علاوه‌ی نیتروکسین (۱۷/۲۲ درصد) و شاهد به‌علاوه‌ی نیتروکسین (۱۲/۶۱ درصد) مشاهده شد (جدول ۷). کود گوسفندی در شرایط استفاده از کود بیولوژیک و کود گاوی در شرایط عدم استفاده از کود بیولوژیک از نظر میزان پروتئین دانه نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند (جدول ۷). به‌نظر می‌رسد که باکتری‌های موجود در نیتروکسین به‌خوبی توانستند عناصر موجود در کود گوسفندی را به‌صورت قابل دسترس در اختیار گیاه قرار دهند و در نتیجه میزان نیتروژن دانه و به‌دنبال آن مقدار پروتئین آن افزایش یافت. یزدانی (۱۶) ضمن بررسی اثر کودهای آلی و بیولوژیک مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی ماریتیغال، گزارش کرد که بیشترین مقدار روغن و سیلیمارین دانه به‌ترتیب در تیمارهای کود گاوی و ازوتوباکتر حاصل شد.

با توجه به نتایج اثرات متقابل کودهای آلی و گیاهان پوششی مشاهده شد که تمامی کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش چه در شرایط کشت و چه در شرایط عدم‌کشت گیاهان پوششی دارای میزان پروتئین بیشتری نسبت به شاهد بودند (جدول ۷). کود گوسفندی هم در کرت‌های دارای گیاهان پوششی و هم در کرت‌های عاری از این گیاهان دارای بیشترین تأثیر بر میزان پروتئین دانه بود (جدول ۷). با توجه به این‌که آزادسازی عناصرغذایی در کودهای آلی به تدریج صورت می‌گیرد (۱۵ و ۲۸)، لذا به‌نظر می‌رسدکه گیاه در تمام مراحل رشد خود از مواد غذایی کافی برخوردار بوده و در نتیجه خصوصیات کمی و کیفی آن بهبود یافت. کرمی و نیازی (۱۳) اثر کودهای آلی مختلف بر ذرت را بررسی و گزارش کردند که بیشترین مقدار نیتروژن دانه در اثر تیمار کود گوسفندی بدست آمد.

اثر متقابل گیاهان پوششی و کود بیولوژیک بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار بود، به‌طوری‌که استفاده‌ی همزمان از گیاهان پوششی و کود بیولوژیک، بر میزان پروتئین دانه اثر منفی داشت (جدول ۴). چه در شرایط استفاده از کود بیولوژیک و چه در شرایط عدم‌استفاده از کود بیولوژیک، میزان پروتئین دانه در کرت‌های عاری از گیاهان پوششی بیشتر از کرت‌های دارای گیاهان پوششی بود (جدول ۴). به‌نظر می رسد که گیاهان پوششی نتوانستند شرایط لازم برای فعالیت باکتری های موجود در نیتروکسین را فراهم کنند و در نتیجه میزان پروتئین دانه کاهش یافت. از سوی دیگر، گیاهان پوششی احتمالاً از طریق افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک، از میزان تنش خشکی وارده به گیاه کاسته و به‌دنبال آن، تولید پروتئین (به‌عنوان یک متابولیت ثانویه در پاسخ به تنش) کاهش یافت.

بر اساس نتایج اثرات متقابل سه‌گانه، استفاده‌ی همزمان از کودهای آلی و بیولوژیک و گیاهان پوششی بر میزان پروتئین دانه اثر منفی داشت، به‌طوری‌که تمامی کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش کمترین کارایی خود را زمانی نشان دادند که به‌همراه کود بیولوژیک و گیاهان پوششی به‌کار رفتند (جدول ۵). کودهای گاوی و مرغی در شرایط عدم تلقیح با کود بیولوژیک و عدم‌کشت گیاهان پوششی و

1- *Borago officinalis*

کودهای گوسفندی و مرغی در شرایط تلقیح با کود بیولوژیک و عدم کشت گیاهان پوششی دارای بیشترین تأثیر بر میزان پروتئین دانه بودند (جدول ۵).

درصد نیتروژن خاک

اثر کودهای آلی مختلف بر درصد نیتروژن خاک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که هر یک از کودهای گاوی، گوسفندی، مرغی و ورمی کمپوست به‌ترتیب باعث کاهش ۹، ۶، ۹ و ۲ درصدی میزان نیتروژن خاک نسبت به شاهد شدند (جدول ۳). یورگنسن و امرلینگ (۴۶) بیان کردند که نیتروژن، سوبسترای جمعیت میکروبی موجود در خاک بوده و بخش عمده‌ای از آن در طول زمان، در پیکره‌ی میکروبی تثبیت می شود. 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 ۳).

اثر متقابل کودهای آلی و بیولوژیک بر میزان نیتروژن خاک معنی دار 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 ۷). 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 ورمی کمپوست 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 ۷). 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. با توجه به نتایج جدول ۴، اثرات متقابل گیاهان پوششی و کود بیولوژیک بر درصد نیتروژن خاک معنی‌دار بود، به طوری‌که 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 (۶) 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. 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 به‌کار رفت (جدول ۵). 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 ۵).

EC و pH خاک

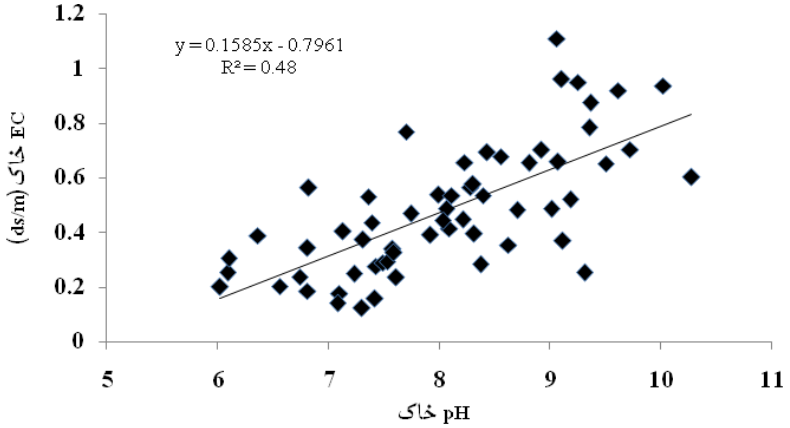
همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، اثر کودهای آلی و نیز کشت و عدم کشت گیاهان پوششی بر ای‌سی و پی‌اچ خاک معنی‌دار نبود، اما کاربرد کود بیولوژیک سبب کاهش پی‌اچ خاک به میزان ۰/۶ شد. اثر متقابل کشت گیاه پوششی و کاربرد کود بیولوژیک بر پی‌اچ خاک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که کاربرد کود بیولوژیک در حالت نبود گیاه پوششی منجر به کمترین میزان پی‌اچ خاک از نظر کمی شد (جدول ۴).

ایگنبرگ و همکاران (۳۷) 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 (جدول های ۷ و ۵).

لی (۵۷) ضمن بررسی و مقایسه‌ی اثرات کودهای آلی و شیمیایی روی برخی خصوصیات شیمیایی خاک، گزارش کرد که از نظر میزان EC، pH و نیترات موجود در خاک بین دو گروه کودی، تفاوت معنی دار وجود داشت، به‌طوری‌که پس از کاربرد کود شیمیایی، pH خاک کاهش و میزان نیترات آن افزایش یافت. کلارک و همکاران (۳۰) گزارش کردند که pH و میزان فسفر محلول در سیستم‌های کشاورزی ارگانیک و کم‌نهاده، به‌طور معنی‌داری بالاتر از سیستم‌های رایج بود، در حالی‌که EC، غلظت کلسیم و منیزیم محلول در سیستم های کشاورزی رایج بیشتر بود. مصرف مداوم کودهای حیوانی سبب کاهش pH 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 (۲۸، ۳۱، ۵۸ و ۶۳).

بررسی رابطه‌ی بین EC و pH خاک، نشان داد که با افزایش pH خاک، EC آن نیز افزایش یافت (شکل ۶). وجود رابطه‌ی خطی بین pH و EC خاک در این آزمایش، با نتایج سایر محققان همخوانی کامل دارد (۴۷، ۴۹ و ۶۵).



شکل ٦– رابطه‌ی بین pH و EC خاک در نتیجه‌ی کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک و کشت و عدم کشت گیاهان پوششی در یک نظام زراعی کم‌نهاده تولید کدو پوست‌کاغذی

گروه‌بندی تیمارهای آزمایشی

نتایج تجزیه خوشه‌ای نشان داد که از نظر کلیه صفات مورد مطالعه در این پژوهش، کودهای آلی و بیولوژیک مورد استفاده در آزمایش، در سطح تشابه ۷۵ درصد، در ۳ خوشه قرار گرفتند، به این صورت که خوشه اول شامل تیمارهای کود گاوی به‌علاوه‌ی نیتروکسین و کود گوسفندی بدون نیتروکسین بود (شکل ۶). با توجه به نتایج تجزیه شیمیایی کودهای آلی (جدول ۲) مشاهده شد که میزان نیتروژن و فسفر در کود گاوی به‌ترتیب ۲ و ۳۸ درصد کمتر از عناصر مشابه در کود گوسفندی بود، لذا به‌نظر می‌رسد که با استفاده از نیتروکسین، کمبودهای کود گاوی تا حدودی جبران شد، به‌طوری‌که تیمار ترکیب این کود با نیتروکسین با تیمار کود گوسفندی بدون نیتروکسین در یک گروه قرار گرفت. در خوشه دوم، تیمارهای کود مرغی به‌علاوه‌ی نیتروکسین و کودهای گاوی و مرغی بدون نیتروکسین قرار گرفتند (شکل ۶). به‌نظر می‌رسد که نیتروکسین اثر چندانی بر کارایی کود مرغی نداشت، به‌طوری‌که تیمارهای کود مرغی به‌علاوه و بدون نیتروکسین در یک گروه قرار گرفتند. احتمالاً کود مرغی پس از یکسال تجزیه بر روی زمین توانست عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را تأمین کند و در نتیجه گیاه نیازی به همیاری باکتری‌های موجود در نیتروکسین نداشت. خوشه سوم، شامل تیمارهای ورمی کمپوست به‌علاوه‌ی نیتروکسین و شاهد به‌علاوه و بدون نیتروکسین بود (شکل ۶). تیمارهای کود گوسفندی به‌علاوه‌ی نیتروکسین و ورمی‌کمپوست بدون نیتروکسین تشابه قابل قبولی با سایر تیمارها نشان ندادند و هر یک در خوشه‌های مستقلی قرار گرفتند (سطح تشابه ۷۵ درصد) (شکل ۶). پیش از این به بروز اثرات هم‌افزایی در نتیجه‌ی کاربرد توأم ورمی‌کمپوست و نیتروکسین اشاره شد (جدول ۵)، از سوی دیگر، با توجه به جدول ۷ ملاحظه می‌شود که تیمار شاهد به‌ویژه در روابط متقابل نیتروکسین و کودهای آلی و گیاه پوششی و کودهای آلی، تقریباً یکسان با تیمار ورمی‌کمپوست به‌علاوه ی نیتروکسین و ورمی‌کمپوست به‌علاوه‌ی گیاه پوششی عمل کرد.

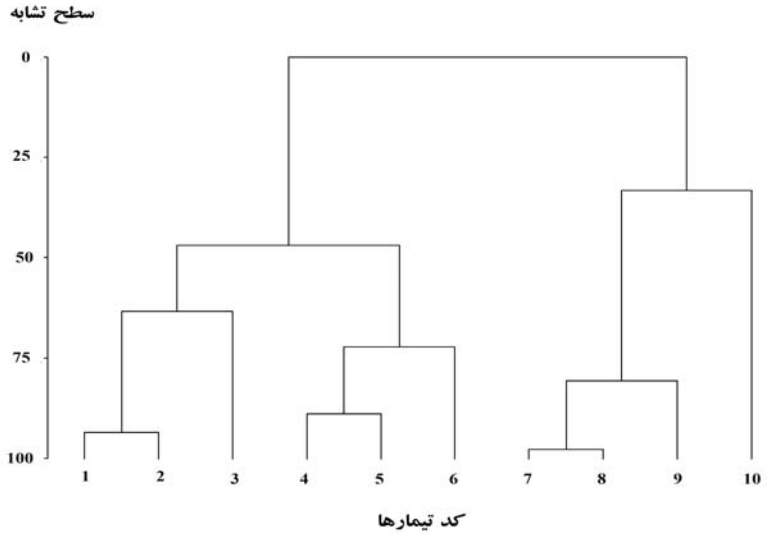
نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که بین کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش، ورمی‌کمپوست با تولید بیشترین عملکرد میوه و دانه، تعداد دانه در بوته، درصد روغن دانه و میزان نیتروژن خاک نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. اثر نیتروکسین بر صفات مختلف متفاوت بود، به طوری‌که منجر به افزایش تعداد میوه در بوته، درصد روغن دانه و میزان نیتروژن خاک و کاهش عملکرد میوه و دانه، تعداد دانه در بوته و درصد پروتئین دانه شد. با مقایسه شکل‌های ۲ و ۴ مشاهده می‌شود که اثر استفاده‌ی همزمان از کودهای آلی و بیولوژیک بر عملکرد میوه ودانه یکسان نبود، به‌عنوان مثال، اثر تلفیق کودهای گوسفندی و مرغی با نیتروکسین عملکرد میوه و دانه را به‌ترتیب افزایش و کاهش داد. با توجه به شکل‌های ۲ و ۴ و جدول ۷ مشخص شد که اثر استفاده‌ی همزمان از کودهای آلی و بیولوژیک بسته به نوع کود آلی مورد استفاده متفاوت بود، به‌طوری‌که نیتروکسین عملکرد میوه، تعداد میوه در بوته و درصد روغن و پروتئین دانه را در کود گوسفندی و عملکرد دانه، تعداد میوه و دانه در بوته و درصد روغن را در ورمی کمپوست افزایش داد، در حالی‌که استفاده‌ی آن به‌همراه کود گاوی دارای اثر منفی بر تمامی صفات مورد مطالعه بود. با توجه به شکل های ۲ و ۵ و جدول ۷ می‌توان دریافت که استفاده‌ی همزمان از گیاهان پوششی و کود مرغی باعث افزایش تمامی صفات کمی مورد مطالعه به جز تعداد دانه در بوته و کاهش خصوصیات کیفی گیاه شد. ورمی‌کمپوست چه در ترکیب با کود بیولوژیک، چه درترکیب با گیاه پوششی و چه در استفاده‌ی همزمان با هر دو عامل فوق، از نظر

عملکرد دانه نسبت به سایر کودهای آلی برتری داشت (جدول ۵). با مقایسه‌ی قسمت‌های بالا و پایین جدول ۷ 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. احتمالاً میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده‌ی کودهای آلی و ریزوباکترهای محرک رشد گیاه در شرایط کشت گیاهان پوششی به علت وفور عناصر غذایی از کارایی لازم برای بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه برخوردار نبودند. تلقیح با نیتروکسین در مقایسه با عدم تلقیح آن، pH خاک را به‌میزان ۰/۶ کاهش داد. همچنین، کاربرد نیتروکسین در حالت نبود گیاه پوششی منجر به کمترین میزان EC خاک از نظر کمی شد. به‌طورکلی، نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده‌ی همزمان از نهاده‌های اکولوژیک، ضمن بهبود خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست‌کاغذی و کاهش احتمال مخاطرات زیست محیطی 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.

قدردانی

هزینه‌ی انجام این آزمایش (کد ۳۵۴پ مورخ ۱۳۸۸/۹/۱۰) 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 نصیری محلاتی، مجری دوم این پژوهش بودند، ولی اسم ایشان به‌دلیل مقررات و محدودیت‌های مربوط به سردبیران و اعضای هیات تحریریه‌ی نشریات علمی- پژوهشی، در عنوان مقاله نیامده است.



شکل ٦- تجزیه خوشه‌ای کودهای آلی و بیولوژیک مورد استفاده در آزمایش (۱: کود گاوی و کاربرد نیتروکسین، ۲: کود گوسفندی و عدم‌کاربرد نیتروکسین، ۳: کود گوسفندی و کاربرد نیتروکسین، ٤: کود مرغی و کاربرد نیتروکسین، ٥: کود گاوی و عدم‌کاربرد نیتروکسین، ٦: کود مرغی و عدم کاربرد نیتروکسین، ۷: ورمی‌کمپوست و کاربرد نیتروکسین، ۸: شاهد و کاربرد نیتروکسین، ۹: شاهد و عدم‌کاربرد نیتروکسین و ۱۰: ورمی‌کمپوست و عدم‌کاربرد نیتروکسین می‌باشند)

منابع

۱- آرویی، ح.، ر. امیدبیگی و ع. کاشی. ۱۳۷۹ الف. اثر تنش شوری و تغذیه ازت بر پرولین آزاد و روغن کدوی بذر برهنه. مجلهٔ نهال و بذر ۱۶(۳): ۳۵۹-۳۷۳.

۲- آرویی، ح.، ع. کاشی و ر. امیدبیگی. ۱۳۷۹. بررسی سطوح مختلف نیتروژن بر روی برخی صفات گیاه دارویی کدوی تخم‌کاغذی. مجلهٔ پژوهش و سازندگی ۴۸: ۹-۴.

۳- پرویزی، ی. و ع. نباتی. ۱۳۸۳. تأثیر دور آبیاری و کود دامی بر کارآیی مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای. پژوهش و سازندگی

۶۳: ۲۹-۲۱.

۴- جهان، م.، م. نصیری محلاتی، م. د. سالاری، و ر. قربانی. ۱۳۸۹. اثرات زمان استفاده از کود دامی و کاربرد انواع کودهای زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی کدو پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.). پژوهش‌های زراعی ایران ۸ (۴): ۷۳۷-۷۲۶.

۵- جهان، م.، م. نصیری محلاتی، م. ب. امیری، ج. شباهنگ، و م. ک. تهامی. ۱۳۹۰. اثر کاربرد همزمان انواع کودهای آلی و بیولوژیک بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی کدو پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.). پژوهش‌های زراعی ایران (در دست چاپ).

۶- جهان، م.، ف. سلیمانی‌فرزقی، ف. احمدی، م. ب. امیری، و ح. ر. احیایی. 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، فرصت ها و چالش‌های پیش رو، ۱۱ و ۱۲ اسفندماه ۱۳۸۹، دانشگاه آزاد اسلامی شیراز.

۷- جهان، م.، آ. کوچکی، م. نصیری محلاتی، و ف. دهقانی‌پور. ۱۳۸۶. اثر سطوح مختلف کود دامی و استفاده از قیم بر تولید ارگانیک کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.). پژوهش‌های زراعی ایران ۵: ۲۹۱-۲۸۱.

۸- خندان، ا. ۱۳۸۳. تاثیر کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات شیمیایی‌فیزیکی خاک و گیاه دارویی اسفرزه. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۹- درزی، م. ت.، ا. قلاوند، و ف. رجالی. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست، و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه در گیاه رازیانه. مجله علوم زراعی ایران ۱۰: ۱۰۹-۸۸.

۱۰-فلاحی، ج. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی(*Matricaria chamomilla*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۱-قربانی، ر.، ع. کوچکی، ق. اسدی، و م. جهان. ۱۳۸۷. بررسی اثرات کاربردهای مختلف کود آلی و محلول‌پاشی عصاره‌های آنها بر تولید و ماندگاری گوجه‌فرنگی در انبار در نظام‌های کشاورزی اکولوژیک. پژوهش‌های زراعی ایران ۶: ۱۱۷-۱۱۱.

۱۲-کامکار، ب.، و ع. مهدوی‌دامغانی. ۱۳۸۷. مبانیکشاورزیپایدار. انتشاراتجهاددانشگاهیمشهد.

۱۳-کرمی، ع.، و ج. نیازی. ۱۳۸۴. تأثیر منابع و مقادیر ماده آلی بر خواص خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، ۹-۶ شهریور، تهران.

۱۴-مرادی، ر. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و کمیت و کیفیت اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.). پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۵-نصیری محلاتی، م.، ع. کوچکی، پ. رضوانی‌مقدم و ع. بهشتی. ۱۳۸۰. اگرواکولوژی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۶-یزدانی، ر. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر پرایمینگ بذر توسط باکتری ازتوباکتر و استفاده از کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی ماریتیغال (*Silybum marianum*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

17- Anwar, M., D. D. Patra, S. Chan, K. Alpesh, A. A. Naqvi, and S. P. S. Khanuja. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36: 1737-1746.

18- 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.

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

20- Atiyeh, R. M., C. A. Edwards, S. Subler, and J. Metzger. 2000. Earthworm-processed organic waste as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. Compost Science and Utilization, 8: 215–253.

21- Barrett, J. E. and I. C. Burke. 2000. Potential nitrogen immobilization in grassland soils across a soil organic matter gradient. Soil Biology and Biochemistry, 32: 1707–1716.

22- Battany, M. C. and M. E. Grismer. 2000. Rainfall runoff and erosion in Napa Valley vineyards: effects of slope, cover and surface roughness. Hydrol. Processes, 14: 1289–1304.

23- Berenyi, B. 1998. Introduction of new species of plants to Hungarian agriculture. In: 2nd Conference on Progress in Plant Science from Plant Breeding to Growth Regulation, 15-17 June 1998, Mosonmagyarovar, Hungary.

24- Bergkvist, G., M. Stenberg, J. Wetterlind, B. Bath, and S. Elfstrand. 2011. Clover cover crops under-sown in winter wheat increase yield of subsequent spring barley—Effect of N dose and companion grass. Field Crops Research, 120: 292-298.

25- Black, C. A., D. D. Evans, J. L. White, L. E. Ensminger, and F. E. Clark. 1965. Methods of soil analysis. In: page A.L. (Eds.). Amer Society of Agronomy, p. 1562.

26- Campiglia, E., R. Mancinelli, E. Radicetti, and F. Caporali. 2010. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicom esculentum* Mill.). Crop Protection, 29: 354-363.
27- Campitelli, P. and S. Ceppi. 2008. Effects of composting technologies on the chemical and physicochemical properties of humic acids. Geoderma, 14:325–333.
28- Celik, I., I. Ortas, and S. Kilic. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoexert soil. Soil and Tillage Research, 78(1): 59-67.
29- Chen, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient crop Production and Fertilizer Use. October, 16-20. Thailan, pp 11
30- Clark, M. S., W. R. Horwath, C. Shennan, and K. M. Scow. 1998. Changes in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. Agronomy Journal, 90(1): 662-671.
31- 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.
32- Debosz, K., S. O. Petersen, L. K. Kure, P. Ambus. 2002. Evaluating effects of sewage sludge and household compost on soil physical, chemical and microbiological properties. Applied Soil Ecology, 19: 237-248.
33- Del Amora, F. M., A. Serrano-Martinez, M. I. Forteab, P. Leguac, and E. Nunez-Delicado. 2008. The effect of plant-associative bacteria (Azospirillum and Pantoea) on the fruit quality of sweet pepper under limited nitrogen supply. Scientia Horticulturae, 117: 191–196.
34- Den Hollander, N. G., L. Bastiaans, and M. J. Kropff. 2007. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design. II. Competitive ability of several clover species. European Journal of Agronomy, 26: 104-112.
35- Ding, G., X. Liu, S. Herbert, J. Novak, D. Amarasiriwardena, and X. Baoshan. 2006. Effect of cover crop management on soil organic matter. Geoderma, 130: 229-239.
36- 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.
37- Eigenberg, R. A., J. W. Doran, J. A. Nienaber, R. B. Ferguson, B. L. Woodbury. 2002. Electrical conductivity monitoring of soil condition and available N with animal manure and a cover crop. Agriculture, Ecosystems and Environment, 88: 183–193.
38- Gajda, A. M., J. W. Doran, T. A. Kettler, B. J. Wienhold, Jr. J. L. Pikul, and C. A. Cambardella. 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.
39- Garand, M. J., R. R. Simard, A. F. MacKenzie, and C. Hamel. 2001. Underseeded clover as a nitrogen source for spring wheat on a gleysol. Canadian Journal of Soil Science, 81: 93–102.
40- Gunadi, B., C. A. Edwards, and C. Blount. 2003. The influence of different moisture levels on the growth, fecundity and survivial of *Eisenia foetida* (savigny) in cattle and pig manure solids. Soil Biology and Biochemistry, 39: 19-24.
41- Hiltbrunner, J., B. Streit, and M. Liedgens. 2007. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover. Field Crops Research, 102: 163-171.
42- Hooker, K. V., C. E. Coxon, R. Hackett, L. E. Kirwan, E. O'Keeffe, and K. G. Richards. 2008. Evaluation of cover crop and reduced cultivation for reducing nitrate leaching in Ireland. Journal of Environmental Quality, 37: 138–145.
43- Horwitz, W., and G. W. Latimer. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 18th Edition. Maryland, USA.
44- Isik, D., E. Kaya, M. Ngouajio, and H. Mennan. 2009.Weed suppression in organic pepper (*Capsicum annum* L.) with winter cover crops. Crop Protection, 28: 356–363.
45- Jackson, L. E. 2000. Fates and losses of nitrogen from a nitrogen- 15-labeled cover crop in an intensively managed vegetable system. Soil Science Society of American Journal, 64: 1404–1412.
46- Joergensen, R. G. and C. Emmerling. 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.
47- Johnson, C. K., J. W. Doran, H. R. Duke, B. J. Wienhold, K. M. Eskridge, and J. F. Shanahan 2001. Field-scale electrical conductivity mapping for delineating soil condition. Soil Science Society of American Journal, 65(6): 1829-1837.
48- Johnson, C. K., J. W. Doran, B. Eghbal, R. A. Eigenberg, B. J. Wienhold, and B. L. Woodbury. 2003. Status of soil electrical conductivity studies by central states researchers. American Society of Agricultural Engineers Annual International Meeting, Las Vegas.
49- Johnson, C. K., K. M. Eskridge, and D. L. Corwin. 2005. Apparent soil electrical conductivity: applications for

designing and evaluating field-scale experiments. Computers and Electronics in Agriculture, 46: 181-202.
50- Kennedy, I. R., A. T. M. A.Choudhury, M. L. Kecskes, R. J. Roughley, and N. T. Hien. 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.
51- Kitchen, N. R., S. T. Drummond, E. D. Lund, K. A. Sudduth and G. W. Buchleiter. 2003. Soil electrical conductivity and topography related to yield for three contrasting soil-crop systems. Agronomy Journal, 95: 483-495.
52- Kitchen, N. R., K. A. Sudduth, and S. T. Drummond. 1999. Soil electrical conductivity as a crop productivity measure for claypan soils. Journal of Production Agriculture, 12: 607-617.
53- Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentration of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering, 33: 150-156.
54- 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.
55- Kuo S. and E. J. Jellum. 2002. The influence of winter cover crops and residue management on nitrogen availability and corn. Agronomy Journal, 94: 505–508.
56- Larkin, R. P., T. S. Griffin, and C. W. Honeycutt. 2010. Rotation and cover crop effects on soilborne potato diseases, tuber yield, and soil microbial communities. Plant Disease, 94: 1491-1502.
57- 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.
58- Lee, J. 2010. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. Scientia Horticulturae, 124: 299–305.
59- Liu, M., F. Hu, X. Chen, Q. Huang, J. Jiao, B. Zhang, and H. Li. 2009. Organic amendments with reduced chemical fertilizer promote soil microbial development and nutrient availability in a subtropical paddy field: The influence of quantity, type and application time of organic amendments. Applied Soil Ecology, 42: 166-175.
60- Lucera, A., C. Costa, M. Mastromatteo, A. Conte, and M. A. Del Nobile. 2010. Inflience of different packaging systems on fresh-cut zucchini (*Cucurbita pepo*). Innovative Food Science and Emerging Technologies, 11: 361-368.
61- Mafakheri, S., M. R. Ardakani, F. Meighani, M. J. Mirhadi, and S. Vazan. 2010. Rye cover crop management affects weeds and yield of corn (*Zea mays* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38: 117-123.
62- Makai, S. and J. Balatincz. 2000. Comparative examination of biologically active compounds of fatty oil of medicinal and alternative herbs. Pannon University of Agricultural Sciences, Mosonmagyarovar, Hungary. Available online (May 2007) at: http:// www.movar.pate.hu.
63- Mao, J., D. C. Olk, X. Fang, Z. He, and K. Schmidt-Rohr. 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.
64- Mayor, L., R. Moreira, and A. M. Sereno. 2011. Shrinkage, density, porosity and shape changes during dehydration of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) fruits. Journal of Food Engineering, 103: 29-37.
65- Officer, S. J., A. Kravchenko, G. A. Bollero, K. A. Sudduth, N. R. Kitchen, W. J. Wiebold, H. L. Palm, and D. G. Bullock. 2004. Relationships between soil bulk electrical conductivity and the principal component analysis of topography and soil fertility values. Plant and Soil, 258 (1-2): 269-280.
66- Onabanjo, O.O. and C. R. B. Oruntona. 2003. Iron, zinc, copper and phytate content of standardized Nigerain dishes. Journal of Food Composition and Analysis, 16: 669-676.
67- Ovca, A., J. T. Van Elteren, I. Falnoga, and V. S. Selih. 2011. Speciation of zinc in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.) and degradation of its species in the human digestive tract. Food Chemistry, 128: 839-846.
68- Padmavathiamma, P. K., L. Y. Li, and U. R. Kumari. 2008. An experimental study of vermi-biowaste composting for agricultural soil improvement. Bioresource Technology, 99: 1672-1681.
69- Paksoy, M. and C. Aydin. 2004. Some physical properties of edible squash (*Cucurbita pepo* L.) seeds. Journal of Food Engineering, 65: 225-231.
70- Partriquin, D. G., H. Blaikie, M. J. Partriquin, and C. Yang. 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.
71- Piromyou, P., B. Buranabanyat, P. Tantasawat, P. Tittabutr, N. Boonkerd, and N. Teaumroong. 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.
72- Rahman, M. H., A. W. Holmes, A. G. Mccurran, and J. Steven. 2011. Impact of management systems on soil properties and their relationships to kiwifruit quality. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 42: 332-357.
73- Rai, M. K. 2006. Handbook of Microbial Biofertilizers. Haworth Press Inc., NY, USA. ISBN: 978-1-56022-269-9.
74- Raja Sekar, K. and N. Karmegam. 2010. Earthworm casts as an alternate carrier material for biofertilizers:

Assessment of endurance and viability of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Rhizobium leguminosarum*.Scientia Horticulturae, 124: 286–289.

75- Rajendran, K. and P. Devaraj. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarinaequisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy, 26: 235-249.

76- Roldan, A., F. Caravaca, M. T. Hernandez, C. Garcia, C. Sanchez-Brito, M. Velazquez, and M. Tiscareño. 2003. No-tillage, crop residue additions, and legume cover cropping effects on soil quality characteristics under maize in Patzcuaro watershed (Mexico). Soil and Tillage Research, 72: 65–73.

77- Roy, S., K. Arunachalam, B. Kumar Dutta and A. Arunachalam. 2010. Effect of organic amendments of soil on growth and productivity of three common crops viz. *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and *Abelmoschus esculentus*. Applied Soil Ecology, pp7. (in press)

78- Sahin, F., R. Cakmakci, and F. Kantar. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant and Soil, 265: 123–129.

79- Sangwan, P., C. P. Kaushik and V. K. Garg. 2008. Vermiconversion of industrial sludge for recycling the nutrients. Bioresource Technology, 99: 8699–8704.

80- Shaalan, M. N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on Borage plants (*Borago officinalis* L.). Egyptian Journal of Agricultural Research, 83: 271-284.

81- Shaner, D. L., R. Khosla, M. K. Brodahl, B. W. Buchleiter, and J. Farahani. 2008. How well does zone soil sampling based on soil EC maps represent soil variability. Agronomy Journal, 100: 1472-1480.

82- Sharma, P., M. K. Shukla, and J. G. Mexal. 2011. Spatial variability of soil properties in agricultural fields of southern New Mexico. Soil Science, 6: 288-302.

83- Singh, J. S., V. C. Pandey, and D. P. Singh. 2011. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. Agriculture, Ecosystems and Environment, 140: 339-353.

84- 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.

85- Tonitto, C., M. B. David, and L. E. Drinkwater. 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.

86- Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil, 255: 571–586.

87- WHO. 2009. Pumpkin seeds. Retrieved September 23, 2009 from: http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=82.

88- Wu, S. C., Z. H. Caob, Z. G. Lib, K. C. Cheunga, and M. H. Wong. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma, 125: 155-166.

89- Younis, Y. M. H., S. Ghirmay, and S. S. Al-Shihry. 2000. Affrican *Cucurbita pepo* L.: properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. Phytochemistry, 54: 71-75.