نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۵۴-۴۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 47-54
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر تیمارهای مختلف کودی برخصوصیات کمّی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*)

قربانعلی اسدی[۱] - علی مومن[۲*] - مینا نورزاده نامقی[۳] - سرور خرم دل[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۹/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۰۳

چکیده

کاربرد کودهای آلی یکی از مهم‌ترین راهکارهای تغذیه‌ای گیاه در مقایسه با کودهای شیمیایی به‌ویژه در شرایط مدیریت ارگانیک گیاهان دارویی است. به منظور مطالعه اثر کودهای مختلف آلی و شیمیایی بر عملکرد، اجزای عملکرد و ویژگی‌های کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح کود نیتروژن (۲۵، ۵۰ و۷۵ کیلوگرم در هکتار)، سه سطح کود گاوی (۵،۱۰ و ۱۵ تن در هکتار)، سه سطح ورمی‌کمپوست (۲، ۴ و ۶ تن در هکتار) و شاهد بودند. نتایج نشان داد که اثر کودهای مختلف بر تمامی صفات مورد مطالعه به‌جز میزان تورم اسفرزه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود. به‌طوری‌که بهترین حالت برای تیمارهای ۶ تن ورمی‌کمپوست و ۱۵ تن کود گاوی مشاهده شد. بیشترین عملکرد دانه (۵۴۸/۴ کیلوگرم در هکتار) برای ۶ تن ورمی‌کمپوست حاصل شد که نسبت به شاهد ۲۶ درصد افزایش نشان داد. با افزایش مقدار کودهای آلی محتوی موسیلاژ، فاکتور تورم و میزان تورم اسفرزه افزایش یافت، بیشترین محتوی موسیلاژ و فاکتور تورم برای ۱۵ تن کود گاوی (به ترتیب با۳۵/۳ درصد و ۱۳/۴میلی‌لیتر) به‌دست آمد. بدین ترتیب، با توجه به تأثیر مثبت کودهای آلی بر عملکرد کمی و کیفی اسفرزه در مقایسه با کود شیمیایی، چنین بنظر می‌رسد که این نهاده‌های آلی می‌توانند جایگزین مناسبی برای بهبود رشد و عملکرد گونه‌های دارویی نظیر اسفرزه در نظام‌های کم نهاده باشند.

واژه‌های کلیدی: اسفرزه، کود آلی، گیاه دارویی، مدیریت تغذیه، موسیلاژ

مقدمه

اسفرزه با نام علمی*Plantago ovata* گیاهی دارویی از خانواده Plantaginaceae است که بومی ایران، هندوستان و برخی از کشورهای شرق مدیترانه می‌باشد (۱۶). اندام‌های مورد استفاده این گیاه دانه و پوست آن می‌باشد. دانه اسفرزه حاوی ۱۰ تا ۳۰ درصد موسیلاژ است که به دلیل داشتن لعاب اثر ملین دارد. در درمان رماتیسم، نقرس، سینه درد، سرفه، کاهش کلسترول خون و ناراحتی‌های مجاری ادراری و کلیه‌ها نیز استفاده از این گیاه دارویی توسط برخی محققین توصیه شده است (۱۶). بذرها و پوسته آن نیز خاصیت ضدیبوست دارد (۲۱).

گیاهان برای رشد مناسب خود نیاز به تعدادی از عناصر غذایی دارند که بایستی به میزان کافی در اختیار آن‌ها قرار گیرد. نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف و مؤثر در بهبود تولید کمی و کیفی گیاهان می‌باشد، به‌طوری‌که نتایج بررسی‌های لاگرید و همکاران (۱۷) نشان داده است که افزایش رشد و بهبود عملکرد محصولات کشاورزی طی۵۰ سال گذشته عمدتاً به‌دلیل کاربرد کودهای شیمیایی بویژه کودهای نیتروژنه بوده است. با این وجود، مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی اگرچه افزایش رشد و به تبع آن بهبود عملکرد را موجب شده است، ولی کاهش تولید پایدار محصولات غذایی سالم و بروز مشکلات زیست محیطی از جمله افزایش آلودگی آب‌های زیرزمینی، اسیدی شدن خاک و کاهش تنوع زیستی را به دنبال داشته است (۲۵). نتایج برخی مطالعات نیز نشان داده است که مصرف زیاد کودهای نیتروژنی علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید، بروز مشکلات زیست محیطی از جمله افزایش سطح نیترات خاک و آب‌های زیرزمینی، انتشار انواع گازهای گلخانه‌ای نظیر اکسید نیتروژن و آمونیاک را موجب شده است (۱۵). به‌نظر می‌رسد به منظور کاهش این مشکلات زیست محیطی، می‌توان مصرف انواع نهاده‌های آلی را مد نظر قرار داد. امید می‌رود این امر علاوه بر تأمین نیازهای گیاه،

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانشیار، دانشجوی دکتری و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: momen.ali@stu.um.ac.ir
۳- دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

ثبات نظام‌های کشاورزی را در دراز مدت به همراه داشته باشد (۱۹).

کودهای آلی از جمله منابع مهم تغذیه‌ای برای تولید گیاهان می‌باشند که مصرف آنها علاوه بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش رشد و عملکرد را به دنبال دارد (۱۱). مصرف این مواد هم‌چنین باعث بهبود حاصلخیزی خاک، کاهش تجمع نیتروژن، کاهش آبشویی عناصر غذایی و افزایش عملکرد و کیفیت محصولات غذایی می‌شوند (۴). بنابراین، مشخص است که این مواد می‌توانند نقش کلیدی در افزایش رشد، عملکرد و اجزای عملکرد بسیاری از محصولات داشته باشند (۲۹).

کود حیوانی به دلیل دارا بودن مقدار بالای عناصر غذایی کم-مصرف و پرمصرف و هزینه پایین، یکی از منابع با ارزش باروری خاک محسوب می‌شود (۱۴). استفاده از کود دامی بدلیل افزایش محتوی ماده آلی خاک، بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، کاهش فرسایش، افزایش قابلیت نگهداری آب، کاهش آبشویی، افزایش عملکرد محصولات را به دنبال دارد (۲). کوچکی و همکاران (۱۶) طی آزمایشی روی عملکرد و اجزای عملکرد دو گونه اسفرزه (*P. psyllium* و *P. ovata*) گزارش کردند که کاربرد پنج تن در هکتار کود حیوانی برای گونه*P. Ovate* و مقدار ۱۵ تن در هکتار برای *P. Psyllium* باعث دستیابی به حداکثر رشد و عملکرد شد. نتایج مطالعه‌ای دیگر روی اسفرزه نشان داد که کاربرد کود حیوانی در ترکیب با کود شیمیایی سبب افزایش عملکرد بذر، عملکرد موسیلاژ، درصد موسیلاژ، فاکتور تورم و مقدار فسفر دانه نسبت به تیمارهای کود شیمیایی شد (۲۲).

ورمی‌کمپوست نوعی دیگر از انواع کودهای آلی است که علاوه بر بهبود تخلخل خاک دارای توانایی بالا برای جذب و نگهداری مواد معدنی می‌باشد (۱۸). کرم‌های خاکی پس از هضم انواع ضایعات آلی در دستگاه گوارش، آن‌ها را به مواد مفیدی تبدیل می‌کنند که محصول نهایی ورمی‌کمپوست نام دارد (۱۲). مصرف ورمی‌کمپوست به‌دلیل دارا بودن تخلخل زیاد، قدرت جذب بالای عناصر غذایی، تهویه مناسب و ظرفیت بالای نگهداری آب، بهبود خصوصیات بیولوژیکی خاک از جمله فعالیت موجودات خاکزی را به دنبال داشته و در نهایت باعث بهبود رشد گیاهان زراعی می‌گردد (۳). آزرمی و همکاران (۶) نشان دادند که مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست محتوی کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، کلسیم، روی و منگنز خاک را در مقایسه با شاهد افزایش داد. نتایج مطالعه اصغری پور (۴) نشان داد که مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست برای اسفرزه و زیره سبز به عنوان مهم‌ترین منبع تغذیه‌ای محسوب شده و علاوه بر بهبود حاصلخیزی خاک و رشد و عملکرد، هیچ اثر زیانباری روی کیفیت این گونه‌های دارویی ندارد. کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در ترکیب با کود شیمیایی NPK (۱۰۰:۲۵:۲۵ کیلوگرم در هکتار) به طور معنی‌داری رشد، عملکرد بیولوژیکی و مقدار اسانس گیاه دارویی رزماری را در مقایسه با شاهد افزایش داد (۲۷).

اگر چه نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که گیاهان دارویی و از جمله اسفرزه گونه‌هایی نسبتاً کم توقع و حاشیه‌ای هستند که نیاز کمی به افزودن عناصر غذایی خاک دارند، ولی مصرف نهاده‌های آلی علاوه بر بهبود رشد کمی این گونه‌ها می‌تواند تأثیر مطلوبی بر رشد کیفی آن‌ها نیز داشته باشد. بدین ترتیب، با توجه به افزایش تقاضا برای تولید گیاهان دارویی و اهمیت توجه به عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی در تولید این گونه‌های گیاهی، این مطالعه با هدف مقایسه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی روی برخی خصوصیات رویشی، اجزای عملکرد، عملکرد کاه و کلش و دانه و خصوصیات کیفی گیاه دارویی اسفرزه در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف بررسی اثر انواع مختلف نهاده‌های تغذیه‌ای بر خصوصیات رشدی و عملکرد کمی و کیفی اسفرزه، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا) در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح کود نیتروژن (۲۵، ۵۰ و۷۵ کیلوگرم در هکتار)، سه سطح کود دامی (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار کود گاوی)، سه سطح ورمی‌کمپوست (۲، ۴ و ۶ تن در هکتار) و شاهد بودند. کود نیتروژن به‌صورت اوره و کود دامی از نوع گاوی استفاده شد. قبل از انجام آزمایش، نمونه‌برداری جهت تعیین خصوصیات خاک و کودهای آلی مورد استفاده انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

پس از انجام عملیات آماده‌سازی زمین در اسفند ماه که شامل دیسک و تسطیح بود،کودهای آلی به خاک اضافه و سپس بطور کامل با لایه سطحی مخلوط شدند. کود نیتروژن در دو مرحله هم‌زمان با کاشت و به شیوه سرک در مرحله سه برگی همراه با آب آبیاری به خاک اضافه شد. عملیات کاشت به صورت دستی و با مخلوط کردن بذر همراه با ماسه بادی روی پشته‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی‌متر روی پنج ردیف به طول سه متر انجام گرفت. قابل ذکر است که جهت کاشت از بذر بومی منطقه مشهد که در همان سال تهیه شده بود، استفاده گردید.

جدول۱- نتایج خصوصیات خاک، کود دامی و ورمی‌کمپوست

نمونه	بافت	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	ماده آلی (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)
خاک	لومی- سیلتی	۰/۰۸۴	۰/۰۰۲	۰/۰۳	۰/۴۳	۷/۸	۲/۸۷
کود گاوی	–	۰/۹۹	۰/۹	۱/۳	۱۸	–	–
ورمی‌کمپوست	–	۱/۳-۱/۶	–	۰/۹-۱/۵	۳۵-۴۰	۷/۸-۸/۲	۲-۲/۳

به منظور تسهیل در سبز شدن گیاهان، اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یکبار تا پایان رشد انجام شد. بعد از سبز شدن کامل بوته‌ها، عملیات تنک در مرحله ۶-۴ برگی برای دستیابی به تراکم ۲۰ بوته در متر مربع انجام شد. وجین دستی علف های هرز طی دو نوبت در طول فصل رشد انجام شد.

با شروع علائم ظاهری گیاه هم‌چون زردی و خشک شدن برگ‌ها، قهوه‌ای شدن سنبله‌ها و صورتی رنگ شدن بذرها عملیات برداشت صورت گرفت. برای اندازه‌گیری عملکرد با حذف اثرات حاشیه‌ای، بوته‌ها از سطح ۴/۵ مترمربع جمع‌آوری و برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد سه بوته به طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شدند.

صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد کاه‌وکلش و بذر بودند. قابل ذکر است که عملکرد کاه و کلش به صورت عملکرد اندام‌های هوایی به‌جز دانه مدنظر قرار گرفت.

به منظور ارزیابی شاخص‌های کیفی بذر اسفرزه، مقدار موسیلاژ (درصد) و فاکتور تورم (میلی‌لیتر) با استفاده از روش کالیان سوندارام و همکاران (۱) و مقدار تورم به ازای هر گرم موسیلاژ بر اساس تحقیق ابراهیم زاده و همکاران (۱) اندازه‌گیری و تعیین شدند. تجزیه آماری داده‌های آزمایش توسط نرم افزارSAS9.1و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثرتیمارهای مختلف کودی بر خصوصیات رویشی، اجزای عملکرد و عملکرد کمّی و کیفی اسفرزه در جدول ۲ نشان داده شده است.

اثر تیمارهای مختلف کودی بر خصوصیات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد

ارتفاع بوته: اثر تیمارهای مختلف کودی بر ارتفاع بوته اسفرزه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود (جدول ۲). مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۵ تن در هکتار کود گاوییه ترتیب باعث بهبود ۲۹ و ۲۷ درصدی ارتفاع نسبت به شاهد شد (جدول ۳). تقی‌درزی و حاج سید هادی (۲۸) گزارش کردند که مصرف ورمی‌کمپوست بهبود ارتفاع شوید را موجب شد. عزیزی و همکاران (۷) نیز به نتایج مشابهی در گیاه دارویی بابونه دست یافتند.

اجزای عملکرد: اثر تیمارهای مختلف کودی بر طول سنبله، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه اسفرزه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). مصرف کودهای آلی اعم از گاوی و ورمی‌کمپوست افزایش طول سنبله، تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله را به دنبال داشتند. بیشترین طول سنبله در شرایط مصرف ۱۵ تن در هکتار کود گاوی مشاهده شد که افزایش ۳۶ درصدی نسبت به شاهد داشت.مصرف شش تن در هکتار ورمی‌کمپوست به ترتیب باعث افزایش ۲۵ و ۴۷ درصدی تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله نسبت به شاهد شدند. استفاده از کودهای آلیبابهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، بر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه تأثیر مثبت گذاشته است، بدین ترتیب، چنین بنظر می‌رسد که با افزایش سطح اندام‌های فتوسنتزی، جذب انرژی خورشیدی و تثبیت دی اکسیدکربن افزایش یافته که در نهایت به دلیل بهبود فتوسنتز، افزایش رشد گیاه را به دنبال داشته است که این امر افزایش اجزای عملکرد را موجب شد (۲۰). تاماتی و همکاران (۳۰) نیز افزایش رشد و عملکرد گیاهان در شرایط مصرف کودهای آلی هم‌چون ورمی‌کمپوست به بهبود خصوصیات بیولوژیکی تحت تأثیر فعالیت کرم خاکی در ورمی‌کمپوست نسبت دادند. آتیه و همکاران (۵) اظهار داشتند که مصرف ورمی‌کمپوست، به دلیل بهبود خصوصیات فیزیکی و محتوی عناصر غذایی، افزایش رشد گیاه را به دنبال دارد.

مصرف ۱۰ و ۱۵ تن کود دامی و ۶ تن ورمی‌کمپوست موجب بهبود ۹ درصدی وزن هزار دانه نسبت به شاهد شد (جدول ۳). باوجود عدم اختلاف معنی‌دار، مقایسه بین سطوح متناظر کود شیمیایی نیتروژن با کودهای آلی مشخص شد که مصرف کودهای آلی با تأثیر مثبت بر خصوصیات خاک از جمله بهبود ظرفیت نگهداری آب و قابلیت نفوذپذیری آب منجر به افزایش وزن هزار دانه شده است. مصرف منابع آلی با بهبود فعالیت‌های میکروبی و خصوصیات فیزیکی خاک تحت تأثیر افزایش قابلیت نگهداری آب در خاک، محتوی عناصر غذایی قابل دسترس گیاه را افزایش می‌دهند (۲۴). بنابراین، به

نظر می‌رسد که بالاتر بودن وزن هزار دانه در تیمارهای کود آلی به دلیل بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه تحت تأثیر بهبود خصوصیات خاک باشد. نتایج مطالعه روی و سینگ (۲۳) نشان داد که مصرف ورمی-کمپوست، با افزایش فتوسنتز، بهبود تولید زیست توده و وزن هزار دانه را موجب می‌گردد.

عملکرد دانه: اثر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد دانه اسفرزه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). به‌طوری‌که اختلاف تمامی تیمارها در مقایسه با شاهد معنی‌دار بود، با این وجود، مصرف کودهای آلی در مقایسه با سطوح متناظر کود شیمیایی منجر به دستیابی به عملکرد دانه بالاتر شد. بیشترین عملکرد دانه در شرایط مصرف شش تن ورمی‌کمپوست مشاهده شد که بهبود ۲۶ درصدی عملکرد دانه را بدنبال داشت (شکل ۱ (الف)). از آن‌جا که اجزای عملکرد اسفرزه شامل تعداد سنبله در بوته، طول سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه می‌باشند و با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌شود که کودهای آلی تأثیر معنی‌داری بر بهبود اجزای عملکرد اسفرزه داشته‌اند، هم‌چنین نتایج همبستگی ساده بین اجزاء عملکرد دانه و عملکرد دانه اسفرزه نشان داد که تمامی صفات همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه اسفرزه نشان دادند (چدول ۴). بدین ترتیب، مشخص است که بهبود اجزای عملکرد تحت تأثیر مصرف نهاده‌های آلی، منجر به افزایش عملکرد دانه شده است. نتایج مطالعه پوریوسف و همکاران (۲۲) نیز نشان داد که اجزای عملکرد و به تبع آن عملکرد دانه اسفرزه در شرایط مصرف کودهای آلی بهبود یافت. آن‌ها بیان نمودند که کودهای آلی با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی و بهبود خواص فیزیکی خاک باعث افزایش رشد گیاه شد و از این طریق بهبود اجزای عملکرد و عملکرد را موجب می‌گردد.

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس صفات رویشی، اجزای عملکرد، عملکرد و صفات کیفی اسفرزه تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد کاه و کلش	عملکرد دانه	میزان موسیلاژ	فاکتور تورم	میزان تورم
تکرار	۲	۲/۵۱^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۴۵^{ns}	۱۱/۵۴^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۱۶/۲۵^{ns}	۷۳۴۱^{ns}	۳/۵۲^{ns}	۲/۱۴^{ns}	۵/۳۸^{ns}
تیمار	۹	۱۲/۵۸*	۰/۱۲**	۱/۹۹**	۹۸/۹۹**	۰/۰۱۱**	۲۰۲۸/۳**	۲۱۵۶/۶**	۱۹/۱۳**	۴/۲۰*	۷/۳۸^{ns}
خطا	۱۸	۳/۵۰	۰/۰۲۵	۰/۳۶	۸/۳۱	۰/۰۰۱	۸۶/۳۶	۲۵/۸۷	۳/۴۳	۱/۴۰	۲۴/۱۰

ns: غیر معنی‌دار و * و **: معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر خصوصیات کمّی و کیفی اسفرزه

تیمارهای کودی*	ارتفاع (سانتی‌متر)	طول سنبله (سانتی‌متر)	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)
N_{25}	۲۴/۷۱ bc	۲/۲۳ dc	۸/۴۱ e	۴۲/۵۲ fe	۱/۷۹ c
N_{50}	۲۶/۳۳ ab	۲/۳۷ abc	۹edc	۴۵/۲۹ ed	۱/۹۰ ab
N_{75}	۲۶/۷۳ ab	۲/۴۴ abc	۹/۵۸ abcd	۵۰/۱۲ bcd	۱/۹۱ ab
M_5	۲۵/۴۸ abc	۲/۳۴ bc	۹/۳۳ bced	۴۴/۱۶ fe	۱/۷۸ c
M_{10}	۲۷/۱۸ ab	۲/۵۴ ab	۹/۹۱ abc	۴۷/۶۵ edc	۱/۹۲ a
M_{15}	۲۸/۶۷ a	۲/۶۵ a	۱۰/۴۱ ab	۵۳/۶۷ ab	۱/۹۲ a
V_2	۲۴/۶۳ bc	۲/۳۳ bc	۸/۸۳ edc	۴۲/۶۴ fe	۱/۸۴ bc
V_4	۲۸/۰۸ ab	۲/۴۵ abc	۱۰/۳۳ ab	۵۰/۹۱ bc	۱/۹۰ ab
V_6	۲۹/۰۵a	۲/۵۹ ab	۱۰/۶۶ a	۵۸/۲۷ a	۱/۹۲ a
شاهد	۲۲/۵۰ c	۱/۹۵ d	۸/۵ ed	۳۹/۷۵ f	۱/۷۷ c

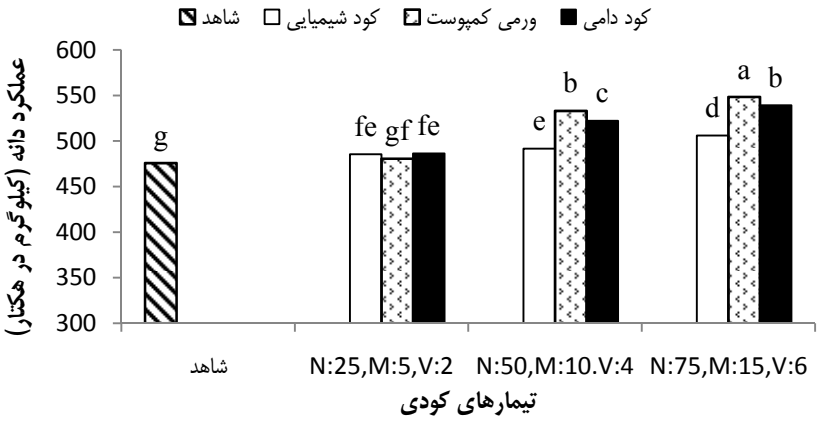
* N_{25}، N_{50} و N_{75}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، M_5، M_{10} و M_{15}: به ترتیب نشان‌دهنده مصرف ۵، ۱۰ و ۱۵ تن کود دامی در هکتار و V_2، V_4 و V_6: به ترتیب نشان‌دهنده مصرف ۲، ۴ و ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار می‌باشند.

عملکرد کاه و کلش: تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد کاه‌وکلش اسفرزه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد کاه‌وکلش به ترتیب برای مصرف شش تن ورمی‌کمپوست (۴۳۴/۱ کیلوگرم در هکتار) و ۱۵ تن کود گاوی (۴۱۶/۴ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد که به ترتیب ۲۴ و ۱۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت (شکل ۱ (ب)). چنین به‌نظر می‌رسد که مصرف ورمی-کمپوست از طریق افزودن عناصر غذایی و هم‌چنین تحریک تولید هورمون‌های محرک رشد منجر به بهبود خصوصیات رشدی شده که در نهایت افزایش عملکرد کاه و کلش را به دنبال داشته است. بچمن و متزگر (۸) بیان کردند که ورمی‌کمپوست از طریق بهبود ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه، دارا بودن مواد آلی و تقویت فعالیت‌های شبه هورمونی گیاه باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود.

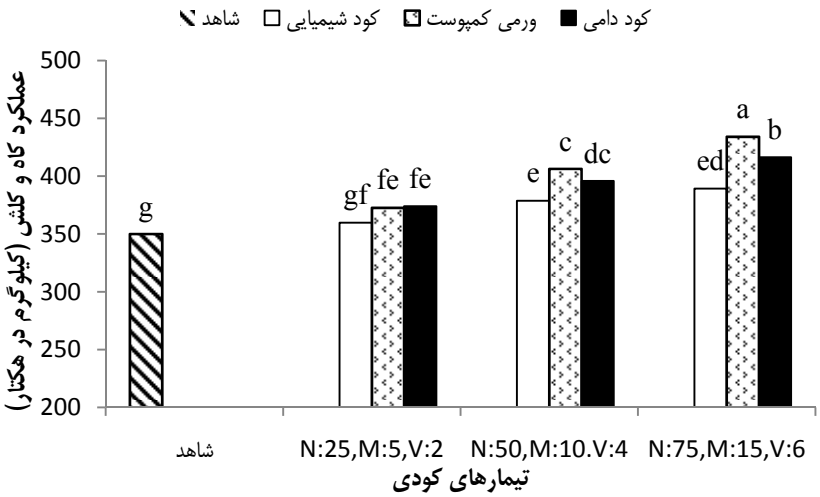
اثر تیمارهای مختلف کودی بر خصوصیات کیفی

درصد موسیلاژ: اثر تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بر درصد موسیلاژ اسفرزه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). بیشترین درصد موسیلاژ از سطوح ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار کود گاوی به ترتیب با ۳۵/۳ و ۳۵/۷ درصد حاصل شد و کمترین درصد موسیلاژ در شرایط عدم مصرف کود (شاهد) به‌دست آمد (شکل ۲).

(الف)



(ب)

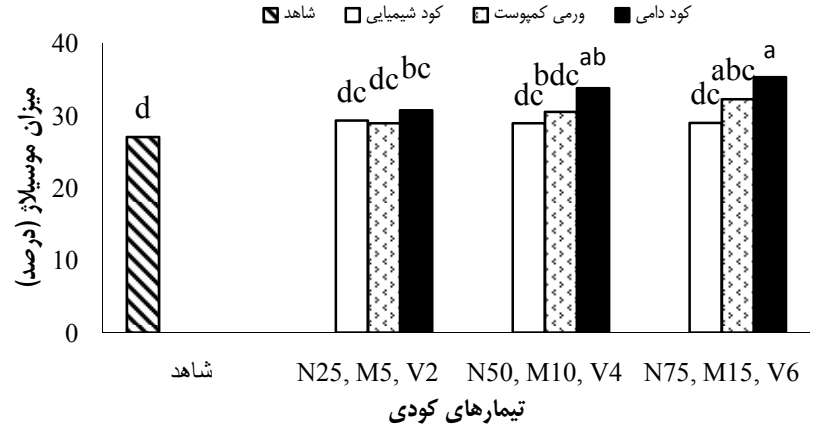


شکل۱-میانگین تیمارهای کودی مختلف از نظر عملکرد دانه (الف) و عملکرد کاه و کلش اسفرزه (ب) (دانکن ۵ درصد)

N_{25}، N_{50} و N_{75}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، M_5، M_{10} و M_{15}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۵، ۱۰ و ۱۵ تن کود دامی در هکتار و V_2، V_4 و V_6: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲، ۴ و ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار می‌باشند.

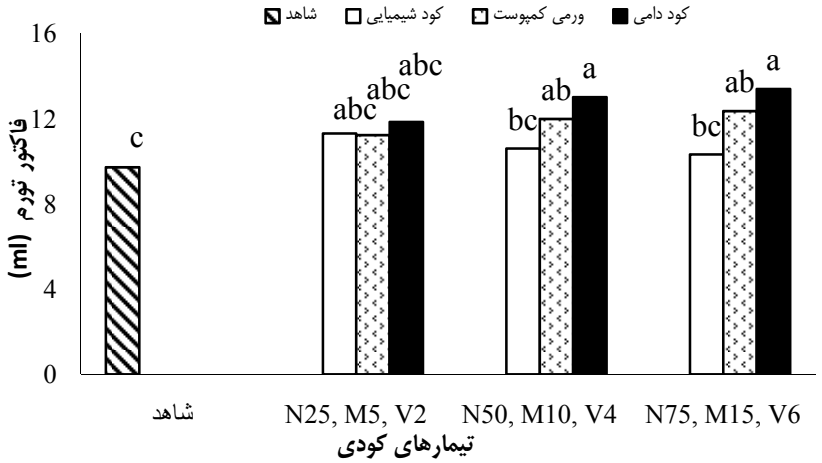
باجیا (۹) بالا بودن درصد موسیلاژ اسفرزه تحت تأثیر مصرف کمپوست زباله شهری و کودگاوی را در مقایسه با تیمارهای تغذیه‌ای به‌صورت شیمیایی علاوه بر جذب نیتروژن و فسفر به بهبود جذب عناصر غذایی پرمصرف نظیر پتاسیم و سولفور نسبت داد. اویولو (۱۱) بالاتر بودن عملکرد موسیلاژ و دانه اسفرزه تحت شرایط کاربرد کودهای آلی به افزایش مواد غذایی قابل دسترس برای ریشه گیاه و بهبود فتوسنتز مربوط دانست. سینگ و همکاران (۲۶) نیز افزایش عملکرد موسیلاژ اسفرزه در تیمارهای تغذیه‌ای آلی را تحت تأثیر بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بیان نمودند. هنداوی (۱۳) با بررسی میزان موسیلاژ اسفرزه به نتایج مشابهی دست یافت.

فاکتور تورم: تیمارهای مختلف تغذیه‌ای فاکتور تورم اسفرزه را به طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۲). بیشترین میزان فاکتور تورم برای مصرف ۱۵ تن کود گاوی (۱۳/۴میلی‌لیتر) و کمترین میزان آن برای شاهد (۱۰/۳ میلی‌لیتر) بدست آمد. بدین ترتیب، مشخص است که با افزایش سطح کودهای آلی مقدار فاکتور تورم افزایش یافت (شکل ۳). چنین بنظر می‌رسد که مصرف کودهای آلی با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی پرمصرف مورد نیاز، علاوه بر بهبود خصوصیات رشدی، ویژگی‌های کمی دانه را نیز بهبود بخشیده است. پوریوسف و همکاران (۲۲) نیز دلیل افزایش خصوصیات کیفی دانه اسفرزه را به بهبود غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه اسفرزه نسبت دادند.



شکل۲- میانگین تیمارهای مختلف کودی از نظر درصد موسیلاژ اسفرزه (دانکن ۵ درصد)

N_{25}، N_{50} و N_{75}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، M_5، M_{10} و M_{15}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۵، ۱۰ و ۱۵ تن کود دامی در هکتار و V_2، V_4 و V_6: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲، ۴ و ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار می‌باشند.



شکل۳- میانگین تیمارهای مختلف کودی از نظر فاکتور تورم اسفرزه (دانکن ۵ درصد)

N_{25}، N_{50} و N_{75}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، M_5، M_{10} و M_{15}: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۵، ۱۰ و ۱۵ تن کود دامی در هکتار و V_2، V_4 و V_6: به ترتیب نشاندهنده مصرف ۲، ۴ و ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار می‌باشند.

با توجه به جدول۴ملاحظه می‌شود که بین محتوی موسیلاژ و فاکتور تورم اسفرزه همبستگی مثبت وجود دارد، بطوریکه با افزایش محتوی موسیلاژ، فاکتور تورم بهبود خواهد یافت. بدین ترتیب، چنین به نظر می‌رسد که اعمال هر تیمار کودی که بتواند محتوی موسیلاژ را افزایش دهد،بهبود فاکتور تورم را به دنبال خواهد داشت. زاهدی و همکاران (۱۰) نیز وجود رابطه مثبت بین محتوی موسیلاژ و فاکتور تورم دانه اسفرزه را تأیید نمودند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش به خوبی اثرات مثبت مصرف ورمی‌کمپوست و کود گاوی را روی خصوصیات رویشی، عملکرد، اجزای عملکرد و صفات کیفی اسفرزه در مقایسه با کود شیمیایی نیتروژنه نشان داد. بین تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بالاترین تأثیر بهبود در خصوصیات اسفرزه برای مصرف شش تن ورمی‌کمپوست در هکتار مشاهده شد. با توجه به نیاز نسبتاً پایین تغذیه‌ای گیاه دارویی اسفرزه بعنوان گونه‌ای حاشیه‌ای و هزینه‌های بالای تولید کودهای شیمیایی و اثرات سوء زیست محیطی ناشی از مصرف آنها، به منظور تولید پایدار محصولات غذایی در کشاورزی و بویژه گیاهان دارویی، مشخص است که کاربرد انواع کودهای آلی می‌تواند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای نهاده‌های شیمیایی مطرح باشد.

سپاسگزاری

اعتبار این پژوهش از طرح شماره ۲۲۵۰۵/۲ مورخ ۱۳۹۱/۰۵/۰۱ معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

جدول ٤- ضرایب همبستگی برای صفات مورد ارزیابی اسفرزه

	ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد کاه و کلش	عملکرد دانه	میزان موسیلاژ	فاکتور تورم	میزان تورم
ارتفاع بوته	۱									
طول سنبله	۰/۵۰**	۱								
تعداد سنبله در بوته	۰/۶۱**	۰/۵۲**	۱							
تعداد دانه در سنبله	۰/۶۶**	۰/۶۹**	۰/۷۳**	۱						
وزن هزار دانه	۰/۷۰**	۰/۵۹**	۰/۶۳**	۰/۶۹**	۱					
عملکرد کاه و کلش	۰/۶۶**	۰/۷۵**	۰/۸۱**	۰/۸۸**	۰/۷۳**	۱				
عملکرد دانه	۰/۷۲**	۰/۷۳**	۰/۷۹**	۰/۸۶**	۰/۷۰**	۰/۹۱**	۱			
میزان موسیلاژ	۰/۴۷**	۰/۷۲**	۰/۵۰**	۰/۵۶**	۰/۴۲*	۰/۶۳**	۰/۶۶**	۱		
فاکتور تورم	۰/۳۱	۰/۳۷*	۰/۴۵*	۰/۳۴	۰/۱۸	۰/۵۴**	۰/۵۵**	۰/۵۷**	۱	
میزان تورم	-۰/۰۱	-۰/۱۶	۰/۱۳	-۰/۰۵	-۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۱	-۰/۱۶	۰/۷۲**	۱

* و **- معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد

منابع

۱- ابراهیم‌زاده ح.، میرمعصومی م. و فخرطباطبایی م. ۱۳۷۵. بررسی جنبه‌های تولید موسیلاژ در چند منطقه ایران با کشت اسفرزه، بارهنگ و پسیلیوم. پژوهش و سازندگی ۳۳: ۵۱-۴۶.

2- Araji A.A., Abdo Z.O., and Joyce P. 2001. Efficient use of animal manure on cropland-economic analysis. Bioresource Technology, 79:179-191.

3- Arancon N., Edwards C.A., Bierman P., Welch C., and Metzger J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field

strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology, 93:145-153.
4- Asgharipour M.R. 2012. Effect of vermicompost produced from municipal solid waste on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.) and cumin (*Cuminum cyminum*). Medicinal Plants Research, 6:1612-1618.
5- Atiyeh R.M., Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Metzger J.D., and Shuster W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedo Biologia, 44:579–590.
6- Azarmi R., Torabi Giglou M., and Didar Taleshmikail R. 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. African Journal of Biotechnology, 7:2397-2401.
7- Azizi M., Rezwanee F., Hassanzadeh Khayyat M., and Lackzia A. 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita* cv. Goral). Plant Medica, 74:1-338.
8- Bachman G.R., and Metzger J.D. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource Technology, 99:3155-3161.
9- Bajiya H.S. 1994. Response of fenugreek to phosphorous and sulfur. MSc (Ag) Thesis, Rajasthan Agricultural University, Bikaner.
10- Ebrahim Zadeh H., Maasomi M., and Fakhretabataii M. 1998. Effect of soil and climatic factors on yield of Isabgol and Psyllium. Agricultural Economics, 22:125-140.
11- Ewulo B.S. 2005. Effect of poultry dung and cattle manure on chemical properties of clay and sandy clay loam soil. Animal and Veterinary Advances, 4:839-841.
12- Gunadi B., Edwards C.A., and Blount C. 2002. The influence of different moisture levels on the growth, fecundity and survival of *Eisenia fetida* (Savigny) in cattle and pig manure solids. Soil Biology, 39:19-24.
13- Hendawy S.F. 2008. Comparative study of organic and mineral fertilization on *Plantagoarenaria* plant. Applied Sciences Research, 4(5):500-506.
14- Hutchison M.L., Walters L.D., Avery S.M., Munro F., and Moore A. 2005. Analyses of livestock production, waste storage, and pathogen levels and prevalence in farm manures. Microbiology, 71:1231–1236.
15- Jhan G.C., Almazan L.P., and Pacia J. 2005. Effect of nitrogen fertilizer on the intrinsic rate of increase of the rusty plum aphid, *Hysteroneura setariae* (Thomas) (Homoptera: Aphididae) on rice (*Oryza sativa* L.). Environmental Entomology, 34:938-943.
16- Koocheki A., Tabrizi L., and Nassiri Mahallati M. 2007. The effects of irrigation intervals and manure on quantitative and qualitative characteristics of *Plantago ovata* and *Plantagopsyllium*. Plant Sciences, 6:1229-1234.
17- Laegreid M., Bockman O.C., and Kaarstad O. 1999. Agriculture, Fertilizers, and the Environment. CABI Publishing.
18- Marinari S., Masciandaro G., Ceccanti B., and Grego S. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. Bioresource Technology, 72:9-17.
19- Mehnaz S., and Lazarovits G. 2006. Inoculation effects of *Pseudomonas putida*, *Gluconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum* on corn plant growth under greenhouse conditions. Microbial Ecology, 51:326-335.
20- Myers B.J., Theiveyanathan S., O'brien N.D., and Bond W.J. 1996. Growth and water use of *Eucalyptus grandis* and *Pinus radiata* plantations irrigated with effluent. Tree Physiology, 16:211-219.
21- Patel B.S., Patel J.C., and Sadaria S.G. 1996. Response of blond psyllium (*Plantago ovata*) to irrigation and phosphorus. Indian Journal of Agronomy, 41:311-314.
22-Pouryousef M., Chaichi M.R., and Mazaheri D. 2007. Effect of different soil fertilizing systems on seed and mucilage yield and seed P content of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). Plant Sciences, 6:1088-1092.
23- Roy D.K., and Singh B.P. 2006. Effect of level and time of nitrogen application with and without vermicompost on yield, yield attributes and quality of malt barley (*Hordeumvulgare*). Indian Journal of Agronomy, 51:40-42.
24- Sarkar M.A.R., Pramanik M.Y.A., Faruk G.M., and Ali M.Y. 2004. Effect of green manures and levels of nitrogen on some growth attributes of transplant aman rice. Biological Sciences, 7:739-742.
25- Sharma A.K. 2002. A Handbook of Organic Farming. Agrobios India, 627 pp.
26- Singh B.K., Pathak K.A., Boopathi T., and Deka B.C. 2010. Vermicompost and NPK fertilizer effects on morpho-physiological traits of plants, yield and quality of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.). Vegetable Crops Research Bulletin, 73:77-86.
27- Singh M., and Guleria N. 2013. Influence of harvesting stage and inorganic and organic fertilizers on yield and oil composition of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in a semi-arid tropical climate. Industrial Crops and Products, 42:37-40
28- Taghi Darzi M., and Haj Seyed Hadi M.R. 2012. Effects of the application of organic manure and biofertilizer on the fruit yield and yield components in dill (*Anethum graveolens*). Medicinal Plants Research, 6(16):3266-3271.
29- Taha Z.S., Ghurbat H.M., and Jiyan A.T. 2011. Effect of bio and organic fertilizers on growth, yield and fruit quality of summer squash. Sarhad Journal of Agricultural, 27:377-383.
30- Tomati U., Grappei A., and Gaili E. 1988. The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth. Biology and Fertility of Soils, 5:288-294.