نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 8، شماره 2، تابستان 1395، ص. 168-153

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 2, Summer 2016, p. 153-168

ارزیابی عملکرد و شاخص‌های کیفی جوانه‌زنی بذور گیاهان دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) تحت شرایط کشت ارگانیک

علیرضا کوچکی[1*]، لیلا تبریزی[2]، مسعود کیخا اخر[3] و عقیل روحی[4]

تاریخ دریافت: 1391/05/29
تاریخ پذیرش: 1392/06/28

کوچکی، ع.، تبریزی، ل.، کیخا اخر، م.، و روحی، ع. 1395. ارزیابی عملکرد و شاخص‌های کیفی جوانه‌زنی بذور گیاهان دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) تحت شرایط کشت ارگانیک. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، 8(2): 168-153.

چکیده

به منظور مطالعه ویژگی‌های کمی و کیفی بذور گیاهان دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) تحت شرایط کاربرد نهاده‌های آلی، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار کودی شامل کود گاوی، کمپوست زباله شهری، کمپوست بقایای قارچ و تیمار شاهد (عدم کاربرد کود) در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد طی دو سال زراعی 89-1388 و 90-1389 برای سه گونه گیاه دارویی نامبرده اجرا شد و سپس خصوصیات کیفی جوانه‌زنی بذور حاصل از تیمارهای مذکور به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 12 تیمار و سه تکرار در آزمایشگاه بذر پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران ارزیابی شدند. عملکرد بیولوژیک و بذر، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و برخی شاخص‌های کیفی بذر شامل طول، عرض و قطر، درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول و وزن خشک گیاهچه سه گیاه دارویی اسفرزه، سیاهدانه و رازیانه مورد مطالعه قرار گرفتند. بر اساس نتایج موجود، تیمارهای مورد بررسی در مزرعه به طور معنی‌داری سبب افزایش عملکرد بذر و بیولوژیک هر سه گیاه شدند به طوری‌که در هر دو سال، کمپوست بقایای قارچ بیشترین تأثیر را بر افزایش این صفات نسبت به تیمار شاهد داشت. نهاده‌های کودی بر شاخص برداشت اسفرزه و سیاهدانه در طی دو سال تأثیرگذار نبودند، در حالی‌که بر شاخص برداشت گیاه رازیانه تأثیر معنی‌دار داشتند. استفاده از کمپوست بقایای قارچ در سال اول و کمپوست زباله شهری در سال دوم به ترتیب وزن هزاردانه اسفرزه و سیاهدانه را تحت تأثیر قرار دادند. همچنین، تیمارهای کودی میزان درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک گیاهچه و بنیه بذر را در هر سه گیاه نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند و بیشترین مقدار این صفات در تیمار کود دامی مشاهده شد. استفاده از کمپوست بقایای قارچ منجر به حصول بیشترین میانگین طول بذر در گونه‌های مورد مطالعه شد. بذور رازیانه با کاربرد کمپوست بقایای قارچ بیشترین طول بذر را در بین گونه‌ها و تیمارهای کودی مورد استفاده نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، سرعت جوانه‌زنی، شاخص برداشت، کمپوست، کود دامی

مقدمه

توسعه یک نظام پیشرفته کشاورزی نه تنها به افزایش بازده، بلکه به مدیریت صحیح چرخه عناصر غذایی برای حفظ و بقای خود وابسته است. این نظام پیشرفته عمدتاً به استفاده از منابع آلی و بیولوژیک تأکید دارد و از نهاده‌های مصنوعی مانند کودهای شیمیایی در حد بهینه بهره می‌گیرد (Lebaschi et al., 2001). در نظام‌های کشاورزی پایدار، کودهای آلی و بیولوژیک به عنوان جایگزین کودهای شیمیایی نقش مثبتی در مدیریت پایدار خاک و در نهایت

1 و 4- به ترتیب استاد و دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
2- استادیار گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
3- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، گروه زراعت، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: (Email: akooch@um.ac.ir

پایداری بوم‌نظام دارند (Jahan et al., 2008). کودها و مواد آلی علاوه بر نقشی که در تغذیه گیاه زراعی و حاصلخیزی خاک دارند ساختمان و کیفیت خاک را بهبود می‌بخشند که گاه اهمیت آن‌ها در بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک مهم‌تر از اثرات آن‌ها در تأمین نیازهای غذایی گیاه می‌باشد (Kamkar & Mahdavi Damghani, 2008). در راستای تولید کودهای آلی، تبدیل زباله‌های شهری و ضایعات حاصل از تولید قارچ به کمپوست و ورمی کمپوست، مناسب‌ترین روش کنترل و مدیریت آن‌هاست که در اثر آن مواد زاید به مواد غنی از عناصر غذایی و بدون اثرات زیان‌بار تبدیل می‌شوند که مصرف آن‌ها باعث بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک می‌شود (Moradi et al., 2009; Nadi, 2005; Vahabi Mashak et al., 2008).

در طی چند سال اخیر، رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استقرار نظام‌های ارگانیک و پایدار و به کارگیری روش‌های مدیریتی آن‌ها است زیرا عقیده بر این است که کشاورزی ارگانیک کیفیت گیاهان دارویی را تضمین می‌کند (Griffe et al., 2003). همچنین، تولید بذر ارگانیک به خصوص در گیاهان دارویی در طی سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققین و تولیدکنندگان بذر قرار گرفته است. به طور کلی بذر ارگانیک، به بذری گفته می‌شود که به طور کامل از طریق شیوه‌های ارگانیک یا زیستی و به وسیله یکسری عملیات گواهی شده تولید می‌شود. تفاوت اصلی بین بذرهای ارگانیک و سایر بذرهای رایج، عدم وجود مواد شیمیایی مصنوعی در ترکیبات این محصولات است (Hermes, 2010). با توجه به این‌که جوانه‌زنی بذر از جمله مراحل مهم و اساسی چرخه زندگی گیاه در جهت استقرار گیاهچه محسوب می‌شود و در این میان قدرت بذر، به عنوان شاخصی از توانایی بذر برای سبز شدن سریع و یکنواخت و نمو طبیعی گیاهچه‌ها در طیف وسیعی از شرایط زراعی مهم می‌باشد (Ghaderifar & Soltani, 2010) از این‌رو بررسی عوامل مختلف از جمله شرایط تغذیه گیاه که بتواند بر جوانه‌زنی و در نهایت بر چگونگی استقرار گیاه مؤثر باشد، حائز اهمیت خواهد بود. کود دامی و کمپوست از جمله منابع کودهای آلی هستند که استفاده از آن‌ها در نظام‌های مدیریت پایدار خاک مرسوم می‌باشد. در این ارتباط گزارش شده است که برای افزایش کیفیت محصولات به ویژه گیاهان دارویی و معطر استفاده از کودهای آلی مناسب‌تر از کاربرد کودهای شیمیایی می‌باشد (Karla, 2003). مطالعات متعددی در خصوص کاربرد کودهای آلی و تأثیر آن‌ها بر خصوصیات کمی و کیفی بذر گیاهان دارویی انجام شده است به طوری‌که بهبود عملکرد و اجزای عملکرد بذر کنجد (*Sesumum indicum* L.) با کاربرد کود مرغی (Ogbonna & Umar-Shaaba, 2011)، افزایش وزن هزاردانه و عملکرد میوه شوید (*Anethum graveolens* L.) با کاربرد ورمی‌کمپوست (Damjanivic et al., 2005)، بهبود عملکرد بذر، درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) با استفاده از کود گاوی به میزان هشت کیلوگرم در مترمربع (Darzi & Haj Seyed Hadi, 2012)، افزایش عملکرد بذر و درصد جوانه‌زنی بذر گشنیز تحت شرایط استفاده از 20 تن در هکتار کود بستر دام (Vasmate et al., 2008)، بهبود عملکرد بذر و وزن هزاردانه بذر سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) با کاربرد کمپوست زباله شهری تا حدود 15 تن در هکتار (Akbarnejad et al., 2011)، افزایش عملکرد بذر اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) و پسیلیوم (*Plantago psyllium* L.) با کاربرد کود دامی (Koocheki et al., 2007) و بهبود وزن هزاردانه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) با کاربرد کود دامی و ورمی‌کمپوست (Tabrizi et al., 2012) گزارش شده است.

اسفرزه، از گیاهان دارویی خانواده بارهنگ[1] است که به دلیل موسیلاژ موجود در بذر و پوسته آن در صنایع مختلف دارای کاربردهای متعددی می‌باشد (Hansol et al., 1992). همچنین سیاهدانه از خانواده آلاله[2] (Khattak et al., 2008) به عنوان گیاهی روغنی، ادویه‌ای و دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد (D'Antuono et al., 2002; Khattak et al., 2008; Mehta et al., 2009). گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) متعلق به خانواده چتریان[3] (Damjanivic et al., 2005) نیز عمدتاً به منظور استفاده از اسانس حاصل از آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. با توجه به این‌که استفاده از بذر ارگانیک و عاری از مواد شیمیایی مصنوعی برای توسعه کشت ارگانیک گیاهان دارویی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است لذا هدف از این آزمایش فراهم نمودن شرایطی مناسب برای تولید بذر ارگانیک سه گونه دارویی اسفرزه، سیاهدانه و رازیانه و مطالعه نقش کودهای آلی در بهبود خصوصیات کیفی بذور تولیدی در شرایط آب و هوایی

1- Plantaginaceae
2- Ranunculaceae
3- Apiaceae

مشهد بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تغذیه ارگانیک گیاهان دارویی سیاهدانه، اسفرزه و رازیانه بر خصوصیات کمی و کیفی بذور این گیاهان دو آزمایش به صورت مزرعه‌ای و آزمایشگاهی به شرح زیر طراحی و اجرا شد.

مطالعات مزرعه‌ای

این آزمایش با هدف ارزیابی تأثیر کودهای آلی مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد سه گونه دارویی سیاهدانه، اسفرزه و رازیانه در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و چهار تیمار برای هر سه گیاه در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی ´ 28 ° 59 شرقی، عرض جغرافیایی ´۱۵ ° 36 شمالی و ارتفاع 985 متر از سطح دریا) در دو سال زراعی 89-1388 و 90-1389 به اجرا در آمد. مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه، تسطیح زمین و همچنین ایجاد جوی و پشته، قبل از کاشت در اسفند ماه انجام گرفتند. پس از آماده-سازی زمین، کرت‌های آزمایشی در ابعاد 3x2 مترمربع ایجاد شدند. فاصله کرت‌ها از یکدیگر نیم متر و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر با احتساب جوی‌های آبیاری دو متر در نظر گرفته شد. قبل از اجرای آزمایش، خاک مزرعه و تیمارهای کودی مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند که نتایج آزمایش آن‌ها در جدول 1 نشان داده شده است.

تیمارهای آزمایش چهار سطح کود آلی شامل کود گاوی (30 تن در هکتار)، کمپوست بقایای قارچ (20 تن در هکتار)، کمپوست زباله شهری (تهیه شده از زباله‌تر خانگی در سطح 15 تن در هکتار) و تیمار شاهد (عدم استفاده از کود آلی) برای سه گونه گیاه دارویی نامبرده شده بودند. با توجه به این‌که ماهیت کودهای مورد استفاده متفاوت می‌باشد لذا مقادیر آن‌ها یکسان در نظر گرفته نشد. تراکم کاشت بر مبنای تراکم مطلوب هر گیاه، برای اسفرزه 100، رازیانه 60 و سیاهدانه 200 بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. مقادیر مورد نظر هر تیمار کودی قبل از کاشت درسطح هر کرت آزمایشی پخش شده و تا عمق 30 سانتی‌متری به خوبی با خاک کرت آزمایشی مخلوط گردیدند. کاشت به صورت جوی و پشته‌های صورت گرفت و در مرحله شش برگی عملیات تنک به منظور حصول تراکم مطلوب هر گیاه انجام گرفت. کنترل علف‌های هرز طی دو مرحله از طریق وجین دستی در اوایل و اواسط فصل رشد انجام گرفت. اولین آبیاری پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی پس از آن هر هفت روز یک‌بار تا پایان دوره رشد صورت گرفت. به منظور تعیین عملکرد اقتصادی (بذر) و بیولوژیک، در زمان رسیدگی بذور، برداشت از دو مترمربع هر کرت صورت گرفت.

جدول 1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش و کودهای آلی مورد استفاده

Table 1- Physicochemical characteristics of soil and applied organic fertilizers

نمونه Sample	بافت Texture	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)	هدایت الکتریکی (میلی‌موس بر سانتی-متر) EC ($mmoh.cm^{-1}$)	اسیدیته pH
خاک Soil	لوم- سیلتی Loam-silt	0.09	121	90	2.67	8.03
کود دامی Cow manure	-	0.89	222	190	6	6.07
کمپوست زباله شهری Municipal waste compost	-	1.20	135	110	6>	7
کمپوست بقایای قارچ Spent mushroom compost	-	0.82	230	170	11.7	7.1

بدین صورت که از چهار ردیف موجود در هر کرت پس از حذف دو ردیف کناری و 50 سانتی‌متر از ابتدا و انتهای کرت به عنوان اثر حاشیه‌ای، دو مترمربع به عنوان سطح نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. سپس کل بوته‌های سطح نمونه‌برداری برای تعیین عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیک (وزن کل اندام‌های هوایی گیاه)، شاخص برداشت (نسبت عملکرد بذر به عملکرد بیولوژیک بر حسب درصد) و وزن هزار دانه، برداشت شده و به آزمایشگاه منتقل گردیدند.

مطالعات آزمایشگاهی: اندازه‌گیری خصوصیات کیفی بذر

به منظور ارزیابی خصوصیات کیفی جوانه‌زنی بذر سه گیاه دارویی اسفرزه، رازیانه و سیاهدانه که تحت تأثیر تیمارهای کودی در آزمایشات مزرعه‌ای تولید شده بودند آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 12 تیمار و سه تکرار در آزمایشگاه بذر پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال 1389 (بذور سال دوم) اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کود آلی (کود گاوی، کمپوست زباله شهری، کمپوست بقایای قارچ و تیمار شاهد) و سه گونه گیاهی (سیاهدانه، اسفرزه و رازیانه) بودند. فاکتورهای مورد بررسی شامل طول، قطر و عرض بذر بودند. به منظور تعیین ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور مورد مطالعه، ابتدا بذور با استفاده از هیپوکلرید سدیم پنج درصد به مدت دو دقیقه ضدعفونی و سپس با آب مقطر چندین بار به طور کامل مورد شستشو قرار گرفتند. پنجاه عدد بذر ضدعفونی شده در پتری‌دیش‌های نه سانتی‌متری بر روی دو لایه کاغذ صافی واتمن که به مقدار کافی مرطوب شده بودند، قرار گرفتند و به ژرمیناتور با دمای 2±20 درجه سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی 70-60 درصد منتقل شدند.

شمارش بذور جوانه زده هر 24 ساعت تا زمانی که دیگر افزایشی در تعداد بذور جوانه‌زده مشاهده نشد (به مدت 10 روز) انجام شد. به هنگام شمارش بذوری جوانه‌زده تلقی شدند که ریشه‌چه آن‌ها قابل رؤیت بوده و طول ریشه‌چه آن‌ها 2-1 میلی‌متر بود (Adam et al., 2007). پس از اتمام مدت زمان شمارش بذور جوانه زده، صفاتی نظیر طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه (در دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت) اندازه‌گیری شده و سپس درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر محاسبه شدند. شاخص بنیه بذر (SVI)[1] با استفاده از معادله (1) تعیین گردید (Abdul-baki & Anderson, 1973):

(1) SVI = (میانگین طول ریشه‌چه +میانگین طول ساقه‌چه) × درصد جوانه‌زنی نهایی

جهت بررسی سرعت جوانه‌زنی از معادله (2) استفاده گردید (Maguire, 1962):

$$R_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{D_i} \qquad (2)$$

در این معادله، R_S: سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)، S_i: تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش، D_i: تعداد روز تا شمارش nام می‌باشد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

مطالعات مزرعه‌ای

اسفرزه

تأثیر تیمارهای کودی مورد استفاده بر عملکرد بذر و بیولوژیک اسفرزه در هر دو سال آزمایش معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود ولی شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p>0/05$). وزن هزاردانه نیز فقط در سال اول آزمایش تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت ($p\leq0/05$) (جدول 2).

بیشترین میانگین وزن هزاردانه اسفرزه در سال اول به مقدار 1/53 گرم در تیمار کمپوست بقایای قارچ حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد حدود 4/8 درصد افزایش نشان داد (جدول 3). در مطالعه‌ای کودهای آلی از جمله کود گاوی سبب بهبود وزن هزاردانه اسفرزه شدند (Irannezhad et al., 2010)، در حالی‌که محققین دیگری بیان کردند که سطوح مختلف کود دامی تأثیر معنی‌داری در وزن هزاردانه اسفرزه نسبت به تیمار شاهد ایجاد نکردند (Tabrizi, 2004; Lotfi et al., 2008). کلیه تیمارهای کودی مورد استفاده عملکرد بیولوژیک اسفرزه را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند (جدول 3) و بیشترین افزایش در تیمار استفاده از کمپوست بقایای قارچ مشاهده شد، به طوری‌که این تیمار عملکرد بیولوژیک اسفرزه را نسبت به تیمار شاهد در هر دو سال حدود هفت درصد بهبود بخشید. به نظر می‌رسد،

1- Seed vigour index

افزودن کمپوست به خاک، با بهبود بخشیدن شرایط بیولوژیکی خاک (Anwar et al., 2005)، ضمن فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، سبب افزایش رشد اندام‌های رویشی شده که متعاقباً تولید بیوماس را بهبود بخشیده است.

جدول 2- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی گیاه دارویی اسفرزه طی دو سال آزمایش تحت تأثیر نهاده‌های آلی

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) for quantitative criteria of isabgol under organic inputs application during two years of experiment

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن هزاردانه 1000- Seed weight		عملکرد بذر Seed yield		عملکرد بیولوژیک Biological yield		شاخص برداشت Harvest index	
		سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
تکرار Replication	2	0.002	0.0012	127	171	39.12	115	0.00001	0.00003
کود Fertilizer	3	0.004^{*}	0.004^{ns}	1650^{**}	1991^{**}	19065^{**}	17939^{**}	0.00002^{ns}	0.00004^{ns}
خطا Error	6	0.0008	0.002	27	101	490	377	0.000006	0.00001
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	1.91	3.04	0.85	1.63	0.8	0.7	11.6	1.86

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

*,** and ns: Significant at 5 and 1% probability level and non significant, respectively.

نتایج به دست آمده با نتایج تحقیق برخی محققان مطابقت داشت (Lotfi et al., 2008; Khandan et al., 2005)، اما در مطالعه دیگری عنوان شد که سطوح مختلف کود دامی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کاه و کلش اسفرزه نداشت (Tabrizi, 2004). تأثیر تیمارهای کودی مختلف بر عملکرد بذر اسفرزه مشابه با عملکرد بیولوژیک بود، به طوری‌که بیشترین میانگین عملکرد بذر نیز در تیمار کمپوست بقایای قارچ مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد، 8/65 و 9/7 درصد به ترتیب برای سال‌های اول و دوم افزایش نشان داد (جدول 3). نتایج تحقیق حاضر با نتایج آزمایشات دیگری مبنی بر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای کود آلی و تیمار شاهد در عملکرد بذر اسفرزه مشابهت دارد (Khandan et al., 2005; Lotfi et al., 2008; Koocheki et al., 2007).

جدول 3- مقایسه میانگین تأثیر کودهای آلی مختلف بر صفات کمی گیاه دارویی اسفرزه طی دو سال آزمایش

Table 3- Mean comparison of effects of organic fertilizers on quantitative criteria of isabgol during two years of experiment

نوع کود Fertilizer type	وزن هزاردانه (گرم) 1000- Seed weight (g)		عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)		عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	
	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
کمپوست زباله شهری Municipal waste compost	1.49^{ab*}	-	621^{a}	631^{a}	2794^{b}	2802^{b}
کمپوست بقایای قارچ Spent mushroom compost	1.53^{a}	-	628^{a}	645^{a}	2853^{a}	2855^{a}
کود دامی Cow manure	1.44^{b}	-	593^{b}	603^{b}	2755^{b}	2763^{c}
شاهد Control	1.46^{b}	-	578^{c}	588^{b}	2663^{c}	2672^{d}

* در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد از اختلاف معنی‌دار برخوردار نیستند.

* Means in each column followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$) using Duncans' multiple range test.

رازیانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که وزن هزاردانه رازیانه در هیچ-یک از سال‌های آزمایش تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت ($p>0/05$) (جدول 4). در یک مطالعه عنوان شده است که کودهای آلی تأثیر معنی‌داری بر وزن هزاردانه رازیانه نداشته است (Moradi et al., 2009) در حالی‌که افزایش معنی‌دار وزن هزاردانه رازیانه نسبت به تیمار شاهد با مصرف کودهای آلی در تحقیق دیگری گزارش شده است (Darzi et al., 2006). عملکرد بیولوژیک و بذر رازیانه در هر دو سال آزمایش به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کودی مورد استفاده قرار گرفتند و شاخص برداشت تنها در سال دوم تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای مورد استفاده قرار گرفت ($p\leq0/05$) (جدول 4).

جدول 4- تجزیه (میانگین مربعات) صفات کمی گیاه دارویی رازیانه طی دو سال آزمایش تحت تأثیر نهاده‌های آلی

Table 4- Analysis of variance (mean of squares) for quantitative criteria of fennel under organic inputs application during two years of experiment

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن هزاردانه 1000- Seed weight		عملکرد بذر Seed yield		عملکرد بیولوژیک Biological yield		شاخص برداشت Harvest index	
		سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
تکرار Replication	2	0.0011	0.005	1039	3817	2309	2309	0.00009	0.0001
کود Fertilizer	3	0.0001^{ns}	0.011^{ns}	60094^{*}	72323^{**}	52253^{**}	52253^{**}	0.002^{ns}	0.0025^{*}
خطا Error	6	0.0011	0.002	9992	6844	2501	15011	0.0005	0.0004
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		0.88	1.27	9.94	8.19	1.14	1.13	1.13	8.86

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

*, ** and ns: Significant at 5 and 1% probability level and non significant, respectively.

استفاده از تمامی کودهای آلی مورد استفاده عملکرد بیولوژیک و بذر رازیانه را در هر دو سال آزمایش نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند (جدول 5). با این وجود، بیشترین عملکرد بیولوژیک در سال اول و دوم به ترتیب به میزان 4494 و 4544 کیلوگرم در هکتار در تیمار کمپوست بقایای قارچ و کمترین مقدار آن به میزان 4188 و 4238 کیلوگرم در هکتار به ترتیب در سال اول و دوم در تیمار شاهد (عدم مصرف کود) حاصل شد. همچنین نتایج نشان داد که استفاده از کمپوست بقایای قارچ عملکرد بذر را حدود هفت درصد نسبت به عدم کاربرد کود (شاهد) در هر دو سال آزمایش افزایش داد (جدول 5). در مطالعات مختلفی گزارش شده است که کاربرد کودهای آلی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک رازیانه داشته است (Darzi et al., 2006; Moradi et al., 2009). به نظر می‌رسد کاربرد کودهای آلی با بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، ضمن فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه سبب بهبود رشد پیکره رویشی و تولید زیست-توده شده‌اند. همچنین در یک مطالعه عنوان شده است که کودهای بیولوژیک عملکرد اقتصادی رازیانه را به شدت تحت تأثیر قرار دادند به طوری‌که در بین تیمارهای کود آلی، تیمار کمپوست و ورمی-کمپوست منجر به حصول بیشترین عملکرد دانه شدند و این محققین علت این امر را آزادسازی تدریجی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه متناسب با رشد عنوان نمودند (Moradi et al., 2011) که به نظر می‌رسد این امر در مورد تیمار کمپوست بقایای قارچ نیز صادق باشد. برخی محققین نیز بیشترین عملکرد بذر رازیانه را با کاربرد توأم کود شیمیایی و کود آلی در آزمایشی سه ساله گزارش نمودند (Jain et al., 2007; Patel et al., 2003).

جدول 5- مقایسه میانگین تأثیر کودهای آلی مختلف بر صفات کمی گیاه دارویی رازیانه طی دو سال آزمایش

Table 5- Mean comparison of effects of organic fertilizers on quantitative criteria of fennel during two years of experiment

نوع کود Fertilizer type	عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)		عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield ($kg.ha^{-1}$)		شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	
	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
کمپوست زباله شهری Municipal waste compost	973^{b*}	1043^{b}	4422^{ab}	4472^{ab}	-	22.2^{ab}
کمپوست بقایای قارچ Spent mushroom compost	1188^{a}	1188^{a}	4494^{a}	4544^{a}	-	26.1^{a}
کود دامی Cow manure	1010^{ab}	993^{ab}	4327^{b}	4377^{b}	-	23.8^{a}
شاهد Control	846^{b}	812^{c}	4188^{c}	4238^{c}	-	19.1^{b}

* در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد از اختلاف معنی‌دار برخوردار نیستند.

* Means in each column followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$) using Duncans' multiple range test.

بیشترین شاخص برداشت نیز در سال دوم به میزان 26/1 درصد در تیمار کمپوست بقایای قارچ حاصل شد که 36/64 درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد (جدول 5). بر اساس نتایج یک تحقیق، تیمارهای مختلف کود آلی تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت رازیانه داشتند اما به علت کم بودن عملکرد بیولوژیک تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها، شاخص برداشت در تیمار شاهد بیشتر از سایر تیمارها شد (Moradi et al., 2009). به عبارت دیگر استفاده از کودهای آلی میزان رشد رویشی را نسبت به عملکرد بذر بیشتر تحت تأثیر قرار داد. محققین دیگری نیز علت کاهش شاخص برداشت را افزایش رشد رویشی رازیانه در پاسخ به کودهای آلی ذکر کردند (Darzi et al., 2006).

سیاهدانه

همان‌گونه که در جدول 6 مشاهده می‌شود وزن هزاردانه سیاهدانه فقط در سال دوم تحت تأثیر کودهای آلی قرار گرفت ($p \leq 0/01$)، ولی عملکرد بذر ($p \leq 0/01$) و بیولوژیک ($p \leq 0/05$) سیاهدانه در هر دو سال آزمایش به طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد تیمارهای کودی مورد استفاده قرار گرفتند ولی شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت ($p > 0/05$) (جدول 6).

جدول 6- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی گیاه دارویی سیاهدانه طی دو سال آزمایش تحت تأثیر نهاده‌های آلی

Table 6- Analysis of variance (mean of squares) for quantitative criteria of black cumin under organic inputs application during two years of experiment

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن هزاردانه 1000- Seed weight		عملکرد بذر Seed yield		عملکرد بیولوژیک Biological yield		شاخص برداشت Harvest index	
		سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
تکرار Replication	2	0.002	0.01	637	1017	769	769	0.0001	0.0003
کود Fertilizer	3	0.001^{ns}	0.04^{**}	6773^{*}	5672^{*}	17052^{**}	17052^{**}	0.0004^{ns}	0.0003^{ns}
خطا Error	6	0.001	0.003	1184	933	1271	1271	0.0001	0.0001
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		0.98	1.67	5.63	4.72	1.58	1.57	4.94	4.91

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

*, ** and ns: Significant at 5 and 1% probability level and non significant, respectively.

جدول 7- مقایسه میانگین تأثیر کودهای آلی مختلف بر صفات کمی گیاه دارویی سیاهدانه طی دو سال آزمایش

Table 7- Mean comparison of effects of organic fertilizers on quantitative criteria of black cumin during two years of experiment

نوع کود Fertilizer type	وزن هزاردانه (گرم) 1000- Seed weight (g)		عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha^{-1})		عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha^{-1})	
	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
کمپوست زباله شهری Municipal waste compost	-	3.6^{a*}	626^{a}	625^{a}	2252^{a}	2269^{a}
کمپوست بقایای قارچ Spent mushroom compost	-	3.55^{ab}	645^{a}	692^{a}	2316^{a}	2333^{a}
کود دامی Cow manure	-	3.45^{bc}	632^{a}	652^{a}	2269^{a}	2286^{a}
شاهد Control	-	3.33^{c}	541^{b}	587^{b}	2138^{b}	2155^{b}

* در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد از اختلاف معنی‌دار برخوردار نیستند.

* Means in each column followed by the same letter are not significantly different ($p\leq0.05$) using Duncans' multiple range test.

در سال دوم بیشترین میانگین وزن هزاردانه سیاهدانه (3/6 گرم) در تیمار کمپوست زباله شهری مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد 8/1 درصد افزایش نشان داد (جدول 7). در مطالعه‌ای بر روی گیاه سیاهدانه عنوان شده است که کودهای زیستی تأثیر معنی‌داری بر وزن هزاردانه سیاهدانه داشته‌اند و علت آن افزایش سرعت و همچنین مدت فتوسنتز سیاهدانه در اثر کاربرد کودهای آلی ذکر شد که نتیجه آن نیز افزایش وزن دانه و در نهایت افزایش عملکرد بذر بوده است (Khorramdel, 2008) این نتایج در مورد تحقیق حاضر نیز صادق است به طوری‌که تیمارهای کودی مورد استفاده میزان عملکرد بذر و بیولوژیک سیاهدانه را نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش دادند ولی بین تیمارهای کودی مورد استفاده اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین میانگین عملکرد بیولوژیک در سال اول و دوم به ترتیب 2316 و 2333 کیلوگرم در هکتار برای تیمار کمپوست بقایای قارچ حاصل شد که حدود 8/32 و 8/25 درصد به ترتیب طی سال‌های اول و دوم نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد (جدول 7). به نظر می‌رسد فراهم بودن آب و عناصر غذایی مناسب، رشد رویشی و زایشی مطلوب گیاه را به دنبال داشته و با تولید ماده خشک بیشتر در واحد سطح نقش اساسی در بهبود تولید و عملکرد داشته است. همانند عملکرد بیولوژیک، بیشترین میانگین عملکرد بذر طی دو سال آزمایش به ترتیب به میزان 645 و 692 کیلوگرم در هکتار برای تیمار کود کمپوست بقایای قارچ حاصل شد. به طوری‌که عدم کاربرد کود (شاهد) میانگین عملکرد بذر را حدود 16/12 و 15/17 درصد به ترتیب طی سال اول و دوم نسبت به کاربرد کمپوست بقایای قارچ کاهش داد (جدول 7). در مطالعه‌ای با کاربرد کودهای آلی اختلاف معنی‌داری در عملکرد بذر سیاهدانه مشاهده شد (Khorramdel, 2008). در هیچ‌یک از سال‌های اجرای آزمایش اختلاف معنی‌داری در شاخص برداشت سیاهدانه بین تیمارهای مختلف کودی مشاهده نشد (جدول 6).

مطالعه ویژگی‌های کیفی بذر

گونه‌های گیاهی از نظر صفات کیفی مورد مطالعه با یکدیگر تفاوت نشان دادند و همچنین، تیمار کودی به جز بر عرض و قطر بذر بر دیگر صفات مورد مطالعه گیاهان مورد بررسی تأثیر معنی‌داری داشت ($p\leq0/01$) (جدول 8). صفت طول بذر نیز به طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل گونه و کود قرار گرفت ($p\leq0/01$) (جدول 8).

الف) خصوصیات مورفولوژیکی بذر

در بین گونه‌های مورد مطالعه، گیاه رازیانه از نظر میانگین صفات مورد مطالعه نسبت به دو گونه سیاهدانه و اسفرزه برتری نشان داد (جدول 9) که البته این امر به دلیل ماهیت چندساله بودن گیاه در مقایسه با گیاهان یک‌ساله اسفرزه و سیاهدانه و استقرار گیاه در طی دو سال در مزرعه و تولید بذور بزرگ‌تر که بخشی از آن مربوط به تفاوت ژنتیکی گونه‌های مورد مطالعه می‌باشد، دور از انتظار نبود و تأییدی بر این امر می‌باشد که گونه‌های با بذور بزرگ‌تر، به دلیل

ذخیره مواد غذایی بیشتر، از قابلیت جوانه‌زنی بهتر و بنیه بذر بیشتری برخوردارند. این امر در منابع دیگری نیز مورد تأیید قرار گرفتـه اسـت (Amico et al., 1994; Moles & Westoby, 2004).

جدول 8- تجزیه واریانس خصوصیات بذر و گیاهچه گونه‌های مورد مطالعه تحت تأثیر کودهای آلی

Table 8- Analysis of variance for seed and seedling criteria of studied species under organic fertilizer application

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	طول بذر Seed length	عرض بذر Seed width	قطر بذر Seed diameter	درصد جوانه‌زنی نهایی Final germination percentage	طول گیاهچه Seedling length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	شاخص بنیه بذر Seed vigour index
گونه Species	2	36.11^{**}	1.43^{**}	5.39^{**}	120.77^{**}	6.93^{**}	1.79^{**}	0.022^{**}	$108366/53^{**}$
کود Fertilizer	3	0.27^{**}	0.01^{ns}	0.01^{ns}	137.18^{**}	7.81^{**}	0.93^{**}	0.084^{**}	$122050/79^{**}$
کود×گونه Fertilizer ×species	6	0.36^{**}	0.006^{ns}	0.004^{ns}	1.51^{ns}	0.00000009^{ns}	0.000025^{ns}	0.003^{ns}	94.79^{ns}
خطا Error	24	0.05	0.05	0.047	4.88	0.04	0.009	0.0021	328.61
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	5.98	14.50	17.31	2.42	2.61	3.43	1.28	2.48

** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

** and ns: Significant at 1% probability level and non significant, respectively.

همچنین نتایج نشان داد که کاربرد کمپوست بقایای قارچ منجـر به حصول بیشترین طول بذر در هر سه گونه مورد مطالعه شد هر چند که اختلاف معنی‌داری با کود دامی و عدم استفاده از کود آلـی نشـان نداد (جدول 9). استفاده از کمپوست زباله شـهری کمتـرین میـانگین طول بذر را در بین گونه‌های مورد مطالعه نشان داد، به طوری‌کـه در شرایط تغذیه توسط کمپوست بقایای قارچ، میـانگین طـول بـذور آن 11/93 درصد بیشتر از زمانی بود که از کمپوست زباله شهری استفاده شد (جدول 9). همان‌طور که در نتایج مزرعه‌ای مشاهده شد، کـاربرد کمپوست بقایای قارچ بیشترین تأثیر را بر بهبود عملکرد بذر سه گیاه سیاهدانه، رازیانه و اسفرزه داشت (جدول‌های 3، 5 و 7) کـه نشـان‌دهنده تغذیه مناسب‌تر این گیاه در شرایط استفاده از کمپوست بقایای قارچ بود که متعاقباً این شرایط خود منجر به بهبود انـدازه بـذر و بـه عبارتی طول بذور تولیدی شده است. به نظر می‌رسد کـه اسـتفاده از کودهای آلی برای تغذیه گیاهان مذکور بـا بهبـود شـرایط تغذیـه‌ای (Anwar et al., 2005)، ساختمان خاک و نگهداری آب خاک منجر به افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه شده که خود باعث تولید بـذور بزرگ‌تر در این گیاهان نسبت به شرایط عدم استفاده از ایـن کودهـا شده است.

با این‌که استفاده از کودهای آلی اثر معنی‌داری بر عرض و قطـر بذور گیاهان مورد مطالعه نداشت (جدول 8)، ولـی در هـر سـه گیـاه بیشترین میزان این صفات در شرایط تغذیه توسط کمپوسـت بقایـای قارچ مشاهده شد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند) که این امر نشان‌دهنده تأثیر مثبت تغذیه کودهای آلی بر رشد بذور گیاهان مذکور می‌باشد.

ب) خصوصیات جوانه‌زنی بذر

همان‌گونه که در جدول 9 نشان داده شـده اسـت، در سـه گونـه گیاهی مورد بررسی، بیشترین درصد جوانه‌زنی در شـرایط اسـتفاده از کود دامی و کمترین درصد جوانه‌زنـی در شـرایط عـدم کـاربرد کـود (شاهد) مشاهده شد. به طوری‌که کاربرد کود دامی و کمپوست بقایای قارچ نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش میانگین درصد جوانه‌زنی بذور به ترتیب به میزان 9/87 و 4/3 درصد گردیدند.

جدول 9- میانگین خصوصیات کیفی جوانه‌زنی بذر در سه گیاه دارویی سیاهدانه، اسفرزه و رازیانه تحت تأثیر نهاده‌های آلی مختلف

Table 9- Means of studied criteria in medicinal plants of black cumin, isabgol and fennel under applied organic inputs

تیمار Treatment		طول بذر (میلی‌متر) Seed length (mm)	عرض بذر (میلی-متر) Seed width (mm)	قطر بذر (میلی‌متر) Seed diameter (mm)	درصد جوانه-زنی نهایی Final germination percentage	شاخص بنیه بذر Seed vigour index	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز) Germination rate (No. day^{-1})	طول گیاهچه (سانتی-متر) Seedling length (cm)	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (g)
گونه Species	رازیانه Fennel	5.75^{a*}	2.02^{a}	2.02^{a}	94.16^{a}	829.25^{a}	3.67^{a}	8.76^{a}	3.28^{a}
	سیاهدانه Black cumin	2.77^{b}	1.46^{b}	0.97^{b}	91.33^{b}	721.61^{b}	3.59^{b}	7.87^{b}	2.89^{b}
	اسفرزه Isabgol	2.73^{b}	1.38^{b}	0.77^{c}	87.83^{c}	639.78^{c}	3.60^{b}	7.25^{c}	2.51^{c}
کود آلی Organic fertilizer	کود دامی Cow manure	3.75^{a}	-	-	96.44^{a}	873.5^{a}	3.70^{a}	9.02^{a}	3.32^{a}
	کمپوست بقایای قارچ Spent mushroom compost	3.94^{a}	-	-	91.55^{b}	769.44^{b}	3.54^{b}	8.38^{b}	2.95^{b}
	کمپوست زباله شهری Municipal waste compost	3.52^{b}	-	-	88.66^{c}	670.28^{c}	3.70^{a}	7.54^{c}	2.75^{c}
	شاهد Control	3.79^{a}	-	-	87.77^{c}	607.65^{d}	3.54^{b}	6.90^{d}	2.56^{d}

* در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد از اختلاف معنی‌دار برخوردار نیستند.

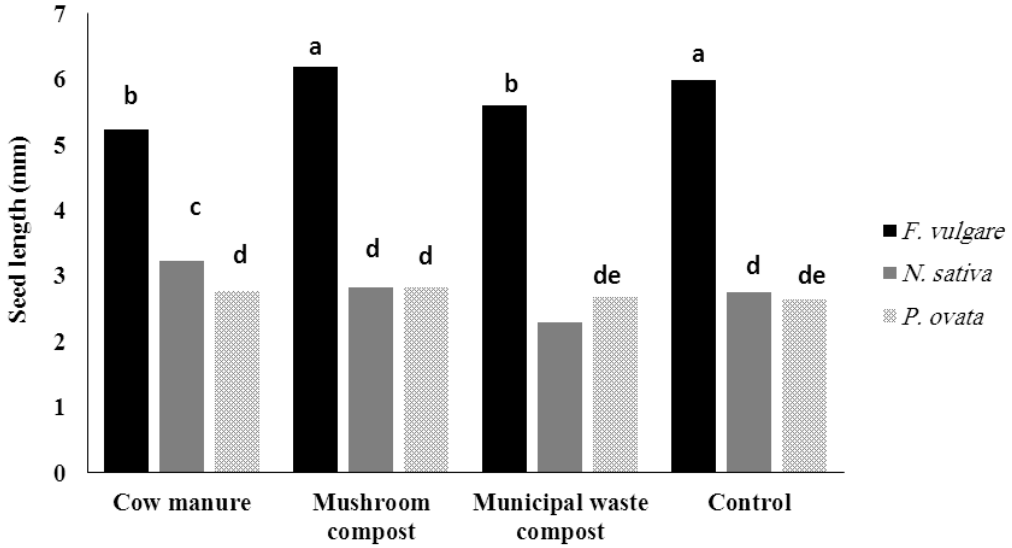
* Means in each column followed by the same letter are not significantly different ($p\leq0.05$) using Duncans' Multiple Range test.

نتایج مشابه برای هر سه گیاه از نظر صفت شاخص بنیه بذر نیز مشاهده شد، به طوری‌که کاربرد کود دامی شاخص بنیه بذر را نسبت به شرایط عدم کاربرد کود آلی بهبود بخشید و اختلاف معنی‌داری با تیمارهای کمپوست بقایای قارچ و زباله شهری داشت. بر اساس نتایج موجود، استفاده از کود دامی، کمپوست بقایای قارچ و زباله شهری، میانگین شاخص بنیه بذر را نسبت به تیمار شاهد به ترتیب برابر با 43/75، 26/62 و 10/3 درصد افزایش دادند (جدول 9). سرعت جوانه‌زنی بذور در هر سه گونه مورد مطالعه با کاربرد کود دامی و کمپوست زباله شهری نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. به طوری-که سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای کود دامی و کمپوست زباله شهری به ترتیب حدود 1/04 برابر بیشتر از تیمار شاهد بود. همان‌طور که قبلاً اشاره شد استفاده از کودهای آلی باعث تولید بذور با وزن هزاردانه و اندازه بزرگ‌تر نسبت به تیمار شاهد شد. بنابراین به نظر می‌رسد هنگامی‌که گیاهان دارویی مورد مطالعه توسط کودهای آلی تغذیه شدند علاوه بر این‌که بذور قوی‌تری تولید کردند، تعادل عناصر غذایی مختلف در این بذور بیشتر از شرایط عدم کاربرد کودهای آلی بود که این خود منجر به افزایش بنیه و قدرت جوانه‌زنی بذور گردید. تحقیقات انجام شده توسط سایر محققین نیز تأثیر اندازه بذر بر وزن و سرعت رشد گیاهچه را به عنوان شاخصی که می‌تواند کارایی مناسبی در ارزیابی قدرت بذر داشته باشد مورد تأیید قرار داده است (Amico et al., 1994; Chandra et al., 2008).

کلیه تیمارهای کودی مورد استفاده، میانگین طول گیاهچه را در هر سه گیاه دارویی مورد بررسی نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند و تیمار کاربرد کود دامی بیشترین مقدار این صفت را دارا بود و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای مورد استفاده نشان داد. بر اساس نتایج موجود، زمانی که از نهاده آلی استفاده نشد (شاهد)، میانگین طول گیاهچه به میزان 23/5، 17/66 و 8/48 درصد به ترتیب نسبت به کاربرد کود دامی، کمپوست قارچ و زباله شهری کاهش یافت (جدول 9). روند تغییر وزن خشک گیاهچه نیز از صفت طول گیاهچه تبعیت کرد، به طوری‌که تیمار شاهد نسبت به تیمارهای کودی مورد استفاده

وزن خشک گیاهچه پایین‌تری را دارا بود و سبب کاهش این صفت به میزان 22/89، 13/22 و 6/9 درصد به ترتیب نسبت به کاربرد کود دامی، کمپوست بقایای قارچ و زباله شهری گردید. به طوری‌که تغذیه گیاهان مورد مطالعه توسط کود دامی، کمپوست زباله شهری و کمپوست بقایای قارچ به ترتیب بیشترین تأثیر را بر افزایش وزن خشک این گیاهان داشت (جدول 9). اثر متقابل گونه و کود تنها بر طول بذر تأثیرگذار بود ($p\leq 0/01$) (جدول 8). به طوری‌که بذور رازیانه با کاربرد کمپوست بقایای قارچ بیشترین طول بذر (6/19 میلی‌متر) و بذور سیاهدانه با کاربرد کمپوست زباله شهری کمترین طول بذر (2/3 میلی‌متر) را در بین تیمارهای مورد بررسی نشان دادند (شکل 1). در مقایسه هر گونه نیز مشاهده شد که در رازیانه بیشترین طول بذر با استفاده از کمپوست بقایای قارچ به دست آمد و اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت، اما 1/1 و 1/2 برابر به ترتیب بیشتر از کمپوست زباله شهری و کود دامی بود. در سیاهدانه نیز استفاده از کود دامی بیشترین طول بذر را به همراه داشت که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد به طوری‌که کمپوست زباله شهری طول بذر را 28/8 درصد نسبت به کود دامی کاهش داد. بیشترین طول بذر در اسفرزه در تیمار کمپوست بقایای قارچ به دست آمد هر چند اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت اما منجر به افزایش طول بذر در حدود 7/2 درصد در مقایسه با عدم کاربرد کود آلی (با کمترین طول بذر به میزان 2/64 میلی‌متر) گردید (شکل 1).

به نظر می‌رسد هنگامی‌که سیاهدانه، اسفرزه و رازیانه توسط کودهای آلی تغذیه شدند، شرایط رشدی بهتر این گیاهان از طرفی منجر به تولید بذور با بنیه قوی‌تر شده و از طرف دیگر تعادل عناصر غذایی مختلف در بذور حاصل نسبت به شرایط عدم کاربرد کود مناسب‌تر بوده است. احتمالاً تعادل مناسب‌تر عناصر غذایی در بذور منجر به رشد بهتر گیاهچه این گیاهان دارویی شده که خود باعث افزایش طول و وزن خشک آن‌ها نسبت به تیمار شاهد گردیده است. بر اساس نتایج یک تحقیق عنوان شد که برای تعدادی از گونه‌های گیاهی مورد بررسی ارتباط مثبت و معنی‌داری بین اندازه بذر با درصد جوانه‌زنی و رشد و استقرار گیاهچه وجود دارد (Moles & Westoby, 2004).



شکل 1- میانگین طول بذر سه گونه اسفرزه، سیاهدانه و رازیانه تحت تأثیر کودهای آلی مختلف

Fig. 1- Means of seed length of isabgol, black cumin and fennel under organic fertilizer application

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج نشان داد که استفاده از کودهای آلی مختلف باعث بهبود عملکرد بذر و بیولوژیک هر سه گیاه دارویی مورد استفاده شدند. از بین کودهای آلی مورد استفاده، کمپوست بقایای قارچ بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد گیاهان مورد بررسی نسبت به تیمار عدم کاربرد کود آلی نشان داد. نتایج مطالعات آزمایشگاهی نیز نشان داد که صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه بذر و طول بذر تحت تأثیر تیمارهای

کودی اختلاف معنی‌داری نشان دادند و در عوض تأثیر تیمار کودی بر عرض بذر و قطر بذر معنی‌دار نبود. در بین تیمارهای کودی بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر در هر سه گیاه مربوط به تیمار کود دامی بود. بنابراین از نتایج این آزمایش چنین استنتاج می‌شود که کاربرد کودهای آلی در تولید گیاهان دارویی علاوه بر این‌که باعث تولید عملکرد مطلوب نسبت به شرایط عدم کاربرد آن‌ها می‌شود، بر کیفیت بذور تولیدی و در نتیجه خصوصیات جوانه‌زنی بذور حاصل از این گیاهان نیز تأثیر مثبت دارد که متعاقباً می‌تواند با تولید گیاهچه‌های قوی‌تر منجر به بهبود رشد و در نتیجه حصول عملکرد مطلوب گیاه گردد.

سپاسگزاری

هزینه این پژوهش از محل پژوهه شماره 003 پ مصوبه 1388/12/11، معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Abdul-baki, A.A., and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. Crop Science 13: 630-633.

Adam, N.R., Dierig, D.A., Coffelt, T.A., and Wntermeyer, M.J. 2007. Cardinal temperatures for germination and early growth of two *Lesquerella* species. Industrial Crop and Products 25: 24-33.

Akbarnejad, F., Astaraei, A.R., Fotovat, A., and Nassiri Mahallati, M. 2011. Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa*). Iranian Journal of Field Crops Research 8: 767-771. (In Persian with English Summary)

Amico, R.U., Zizzo, G.V., Agnello, S., Sciortino, A., and Iapichino, G. 1994. Effect of seed storage and seed size on germination, emergence and bulbelt production of *Amaryllis belladonnal* L. Acta Horticulturae (ISHS) 362: 281-8.

Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A., and Khanuja, S.P.S. 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.

Chandra Babu, R., Muralidharan, V., Seetha Rani, M., Nagarajan, M., Sree Rangasamy, S.R., and Pallikonda Perumal, R.K. 2008. Effect of seed size on germination and seedling growth in greengram (*Vigna radiata* L. Wilczek) and blackgram (*Vigna mungo* L. Hepper) cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science 164: 213-216.

D'Antuono, L.F., Moretti, A., and Lovato, A.F.S. 2002. Seed yield, yield component, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. Industrial Crops and Product 15: 59-69.

Damjanivic, B., Lepojevic, V., and Tolic, A. 2005. Extraction of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds with supercritical CO_2: Comparison with hydro distillation. Food Chemistry 92: 143-149.

Darzi, M.T., 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*). Journal of Medicinal Plants Research 6: 3345-3350.

Darzi, M.T., Ghalavand, A., Rajali, F., and Sefidkon, F. 2006. Investigation on biological fertilizers effects on yield and yield components of *Foeniculum vulgare* Mill. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 22(4): 292-276. (In Persian with English Summary)

Edna Ursulino, A., Ademar Pereira, de O., and Riselane de Lucena Alacântara, B. 2005. Yield and physiological quality of coriander seeds cultivated with manure and mineral fertilizer. Revista Brasileira de Sementes 27: 132-137.

Ghaderifar, F., and Soltani, A. 2010. Seed Control and Certification. Jihad-e- Daneshgahi Mashhad Publication, Mashhad, Iran. (In Persian)

Griffe, P., Metha, S., and Shankar, D. 2003. Organic production of medicinal, aromatic and dye-yielding plants (MADPs): forward, preface and introduction. FAO.

Hansol CVEA, Oelke, D., Putnam, H., and Oplinger, E.S. 1992. *Psyllium*. Alternative Field Crops Manual. Horticulture. Purdue University, Indiana.

Hermes, A. 2010. Organic seeds [Online]. Available at website: http://www.livestrong.com/article/143124-

definition-organic-seeds.

Irannezhad, A., Rahimi, A., and Vakili, M.A. 2010. Effects of different soil fertility treatments on mucilage, 1000-seed weight, leaf area and seed number of *Plantago ovata*. In 5th National Congress of New Idea in Agriculture, Islamic Azad University, Khorasgan, Isfahan, 27-28 February 2010 p. 1-4. (In Persian)

Jahan, M. 2008. Investigation on agroecology of corn symbiosis with mycorrhiza fungi and N-fixing bacteria in conventional and ecological cropping systems. PhD dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Jain, N.K., Jat, N.L., and Choudhary, G.R. 2007. Response of fennel (*Foeniculum vulgare*) to inorganic nitrogen, farmyard manure and *Azospirillum*. Indian Journal of Agricultural Sciences 77: 376-378.

Karla, A. 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. A hope for sustainability and quality enhancement. Journal of Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-yielding Plants (MADPs). FAO.

Khandan, A., Astaraei, A., Nassiri Mahallati, M., and Fotovat, A. 2005. Effects of different levels of chemical and organic fertilizers on yield and yield components of *Plantago ovata*. Iranian Journal of Field Crops Research 3(2): 253-245. (In Persian with English Summary)

Khattak, K.F., Simpson, T.J., and Hasnullah, I. 2008. Effect of gamma irradiation on the extraction yield, total phenolic content and free radical-scavengingactivity of *Nigella sativa* seed. Food Chemistry 110: 967-972.

Khorramdel, S. 2008. Effects of N and P biological fertilizers on quantitative criteria of *Nigella sativa*. MSc thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Tabrizi, L., and Nassiri Mahallati, M. 2007. The effect of irrigation and manure on quantitative and qualitative characteristics of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*. Asian Journal of Plant Sciences 6: 1229-1234.

Lebaschi, M., Ghalavand, A., Matin, A., Amin, G., Heidari Sharif Abadi, H. 2001. Effects of organic and chemical fertilizers and density on yield and secondary substances of *Hypericum perforatum*. Pajoohesh and Sazandegi 14: 18-24. (In Persian with English Summary)

Lotfi, A., Vahabi Sadi, A., Ghanbari, A., and Heidari, M. 2008. Investigation on the effects of water deficit and manure on quantitative and qualitative criteria of *Plantago ovata* in Systan region. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 24(4): 506-518. (In Persian with English Summary)

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination. Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Journal of Crop Sciences 2: 176-177.

Mehta, B.K., Pandit, V., and Gupta, M. 2009. New principle from seeds of *Nigella sativa*. Natural Product Research 23: 138-148.

Moles, A.T., and Westoby, M. 2004. Seedling survival and seed size: A synthesis of literature. Journal of Ecology 92: 372-383.

Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nassiri Mahallati, M., and Lakzian, A. 2009. Effects of biological and organic fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare*. Iranian Journal of Field Crops Research 7(2): 625-635. (In Persian with English Summary)

Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, M., and Nezhadali, A. 2011. Effects of organic and biological fertilizers on fruit yield and essential oil of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* var. dulce). Spanish Journal of Agricultural Research 9: 546-553.

Nadi, M. 2005. Investigation on the effects of different levels of many vermicompost types on growth and chemical composition of Pistachio seedling. MSc thesis, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran. (In Persian with English Summary)

Ogbonna, P.E., and Umar-Shaaba, Y.G. 2011. Yield responses of sesame (*Sesamum indicum*) to rates of poultry manure application and time of planting in a derived savannah ecology of south eastern Nigeria. African Journal of Biotechnology 10: 14881-14887.

Patel, B.S., Amin, A.U., Patel, K.P., and Patel, M.M. 2003. Influence of organic manures alone or in combination with inorganic fertilizer on productivity of winter drilled fennel (*Foeniculum vulgare*). Indian Journal of Agronomy 48: 232-234.

Tabrizi, L. 2004. Effects of water stress and manure on quantitative and qualitative criteria of *Plantago ovata* and

Plantago psyllium. MSc thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Tabrizi, L., Dezhabon, F., Mostofi, Y., and Moridi Farimani, M. 2012. Effects of organic inputs on growth characteristic, yield and qualitative criteria of *Calendula officinalis*. Journal of Agroecology 1(2): 34-51. (In Persian with English Summary)

Vahabi Mashak, F., Mirseyed Hosseini, H., Shorafa, M., and Hatami, S. 2008. Investigation on the effects of mushroom compost in some chemical characteristics of soil and leaching water. Journal of Water and Soil 22(2): 394-406. (In Persian with English Summary)

Vasmate, S.D., Patil, R.F., Manolikar, R.R., Kalabandi, B.M., and Digrase, S.S. 2008. Effect of spacing and organic manures on seed of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Asian Journal of Horticulture 3: 127-129.

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 2, Summer 2016, p. 153-168

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 8، شماره 2، تابستان 1395، ص. 168-153

Investigation of Yield and Germination Qualitative Characteristics of seeds of Black Cumin (*Nigella sativa* L.), Isabgol *(Plantago ovate* Forsk.) and Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under Organic Cultivation

A. Koocheki[1*], L. Tabrizi[2], M. Keikha Akhar[3] and A. Roohi[4]

Submitted: 19-08-2012
Accepted: 19-09-2013

Koocheki, A., Tabrizi, L., Keikha Akhar, M., and Roohi, A. 2016. Investigation of Yield and Germination Qualitative Characteristics of seeds of Black Cumin (*Nigella sativa* L.), Isabgol *(Plantago ovate* Forsk.) and Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under Organic Cultivation. Journal of Agroecology 8(2): 153-168.

Introduction

During the last decades interest in organic production of seed specially for medicinal plants take into consideration because of higher quality of organic products (Hermes, 2010). Seed germination is one of the principal stages in the plant life cycle and seeds with higher quality and vigour resulted in more pronounced seedlings growth and development. Therefore, investigation of agronomic practices specially nutrient management in the field is important because of its effective role in the promotion of plant growth, yield and consequently seeds with good quality criteria.

Materials and methods

In order to investigate seed quantitative and qualitative criteria of black cumin (*Nigella sativa* L.), isabgol (*Plantago ovate* Forsk.) and fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under application of organic fertilizers including cow manure, spent mushroom compost, municipal waste compost and control, an experiment was conducted in a complete randomized block design with three replications at Agricultural Research Station of Ferdowsi University of Mashhad, during two growing season of 2010-2011 and 2011-2012. Consequently, their seed quality criteria were evaluated in a factorial experiment based on completely randomized design with three replications in Laboratory of Seed Technology at College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran. Criteria such as biological and seed yield, harvest index, 1000- seed weight, length, width and diameter of seed, seed germination percentage and rate, seed vigour index, length and weight of seedling were investigated.

Results and discussion

Results indicated that organic fertilizers caused a significant increase in seed yield and biological yield in which spent mushroom compost had the highest effect on mentioned criteria compared to control in both years of experiment. Harvest index was not affected by fertilizers in isabgol and black cumin in both years while showing a significant effect in fennel. Application of spent mushroom composts in the first year of experiment and municipal waste compost in the second year of the experiment affected 1000- seed weight of isabgol and black cumin, respectively. Also, seed germination percentage and rate, seedling length and weight and seed vigour index were affected by organic fertilizers in three studied species, in which cow manure performed better and caused the highest amount of seed criteria compared to control. Based on the results, application of cow manure, spent mushroom compost and municipal waste compost resulted in an increase of 43.75, 26.62 and 10.3 % in seed vigour index in comparison with control, respectively. Non-application of organic fertilizers caused 23.5, 17.66 and 8.48% reduction of mean seedling length compared to using cow manure, spent mushroom compost and municipal waste compost, respectively. Also, seedling dry weight had a similar trend like seedling length. Interaction effect of species and organic inputs affected seed length significantly, in which, spent mushroom compost caused the highest amount of seed length in studied species. Fennel seeds by using spent

1 and 4- Professor and MSc Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
2- Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Science and Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran.
3- Former MSc Student, Department of Agronomy, Seed Science and Technology, Faculty of Agricultural Science and Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran.
(*- Corresponding author Email: akooch@um.ac.ir)

mushroom compost showed the highest seed length (6.19 mm) among different studied species and organic inputs. It seems black cumin, isabgol and fennel under organic nutrition showed more pronounce growth and yield in which resulted in production of seeds with higher vigour and germination criteria. Probably adequate balance of nutrients in seeds caused better growth of seedlings and consequently increased their length and dry weight compared to non application of organic fertilizers.

Conclusion

In general, the results of this experiment revealed that application of organic fertilizers such as cow manure, spent mushroom compost, municipal waste compost promoted both yield and seed quality characteristics of three studied species, black cumin, isabgol and fennel, which seems a promising result in production of organic medicinal plants.

Acknowledgments

This project was supported by the fund provided by the vice chancellor for research and technology of Ferdowsi University of Mashhad for which the authorsare thankful.

Keywords: Compost, Germination rate, Harvest index, Manure, Seed vigour index

References

Hermes, A. 2010. Organic seeds [Online]. Available at website: http://www.livestrong.com/article/143124-definition-organic-seeds.