نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۵۰۴-۴۹۰

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 2, Summer 2017, p. 490-504

بررسی اثر کمپوست بقایای بستر قارچ خوراکی (SMC) و مایکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر (*Allium sativum* L.) در یک نظام زراعی کم نهاده

پرویز رضوانی‌مقدم[1*]، حمید رضا احیایی[2] و محمدبهزاد امیری[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۶/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۲۵

رضوانی مقدم، پ.، احیایی، ح.ر.، و امیری، م.ب. ۱۳۹۶. بررسی اثر کمپوست بقایای بستر قارچ خوراکی (SMC) و مایکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر (*Allium sativum* L.) در یک نظام زراعی کم نهاده. بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۲): ۵۰۴- ۴۹۰.

چکیده

استفاده از کودهای آلی و بیولوژیکی از راهکارهای مهم کاهش اثرات زیان‌بار کودهای شیمیایی در مدیریت پایدار بوم‌نظام‌های کشاورزی محسوب می‌شوند. به منظور بررسی اثر کمپوست بقایای بستر قارچ خوراکی (SMC) و مایکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر (*Allium sativum* L.) آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا شد. مایکوریزا (کاربرد و عدم‌کاربرد) به‌عنوان عامل اصلی و کاربرد سطوح مختلف کمپوست بقایای بستر قارچ (سطوح ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و۱۰۰ تن در هکتار) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج آزمایش نشان داد که اثر سطوح مختلف کمپوست بقایای بستر قارچ بر اکثر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود، این در حالی است که میکوریزا اثر چندانی بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر نداشت. با توجه به نتایج آزمایش، بیشترین قطر و طول سوخ و تعداد سوخک در بوته در تیمار ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست بقایای بستر قارچ مشاهده شد. بیشترین عملکرد اقتصادی با ۱۲۷۶۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۱۰۰ تن SMC در هکتار مشاهده شد، به‌طوری‌که با کاربرد ۱۰۰ تن در هکتار SMC عملکرد اقتصادی در مقایسه با تیمار شاهد ۴۸ درصد افزایش یافت. بیشترین ماده خشک تولیدی و شاخص برداشت نیز در تیمار ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست بقایای بستر قارچ مشاهده شد. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد SMC خصوصیات کمی و کیفی آن را بهبود می‌بخشد و در نتیجه می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی مطرح شود.

واژه‌های کلیدی: حاصلخیزی، سوخ، عملکرد اقتصادی، گیاه دارویی، مدیریت پایدار

مقدمه

سیر (*Allium sativum* L.) یکی از گیاهان مهم دارویی در دنیا و ایران به شمار می‌رود. میزان تولید سیر در جهان ۱۳ میلیون تن و متوسط عملکرد آن ۱۰ تن در هکتار می‌باشد (FAOSATAT, 2013). از مهمترین کشورهای تولیدکننده سیر می‌توان به چین، هند و کره‌جنوبی اشاره کرد. ایران نیز با تولید ۷۳ هزار تن از نظر میزان تولید سیر در دنیا در رتبه هیجدهم قرار دارد (Food & Agriculture Organization, 2009). سیر از زمان‌های گذشته به عنوان گیاهی دارویی مورد توجه بوده است، به‌طوری‌که در مصر باستان از این گیاه برای درمان اختلالات قلبی، سردرد و تومورها استفاده می‌شده است (Vakili, 2009). سیر یکی از با ارزش‌ترین گیاهان دارویی است که به‌عنوان کاهش‌دهنده کلسترول خون و جلوگیری‌کننده از تشکیل توده‌های پلاکتی خون کاربرد دارد (Agrawal & Mayeux, 1998).

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استاد، دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی و دانش‌آموخته دکتری اگرواکولوژی گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: rezvani@um.ac.ir
DOI: 10.22067/jag.v9i2.51541

امروزه از کودهای شیمیایی به‌عنوان ابزاری برای نیل به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می‌شود. متأسفانه مصرف کودهای شیمیایی در کشور نامتعادل بوده و مطابقتی با نیاز واقعی گیاه ندارد و باور بر این است که با تداوم روند فعلی مصرف بی‌رویه، نامتعادل و نابه‌هنگام کودهای شیمیایی به جای خاک زراعی، سنگ برای نسل آینده به ارث خواهد ماند (Malakoti, 1996). کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی در کشاورزی باعث مشکلات زیست‌محیطی زیادی مانند تخریب ساختمان فیزیکی خاک، عدم‌تعادل غذایی خاک و اوتریفیکاسیون آب‌ها شده است، از این رو کودهای آلی می‌تواند جایگزین مناسبی برای این مواد در کشاورزی باشد. این کودها دارای مقادیر مناسبی از عناصر مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن و فسفر و نیز مواد آلی بوده، از این‌رو ضمن بهبود ساختمان خاک باعث افزایش تولید محصولات زراعی می‌شوند (Zhou et al., 2005). افزودن مواد آلی به خاک، آبشویی مواد غذایی را کاهش داده و کاربرد آن به عنوان یک کود بیولوژیک دارای مزایای محیطی دیگری ازجمله کاهش فرسایش، بهبود باروری خاک و نگهداری رطوبت خاک و افزایش تولیدات گیاهی می‌باشد (Cabrera et al., 2009). اضافه نمودن مواد آلی به خاک ضمن افزایش قابلیت نگهداری و نفوذپذیری آب و ایجاد تهویه مناسب، سله بستن و وزن مخصوص ظاهری خاک را کاهش داده و علاوه بر این میزان مواد غذایی، قابلیت تبادل کاتیونی و شرایط لازم برای کشت را بهبود می‌بخشد (Lampkin, 1990).

در سال‌های اخیر صنعت پرورش قارچ در ایران به سرعت گسترش یافته است، به طوری‌که مصرف قارچ دکمه‌ای نسبت به انواع دیگر قارچ‌های خوراکی بالاتر و در نتیجه تولید آن هم بیشتر شده است. کمپوست بقایای بستر در سالن‌های پرورش قارچ خوراکی و در واقع پس‌مانده این کارخانجات است که به علت طی‌کردن مراحل کمپوست‌سازی و پاستوریزه شدن، عاری از عوامل بیماری‌زا، بذر علف های هرز و تخم حشرات است و به علت دارا بودن نمک‌های تغذیه‌ای مختلف از جمله پتاسیم، خاک را از اضافه نمودن کودهای شیمیایی پتاسه بی‌نیاز می‌کند و می‌تواند به عنوان جایگزینی بوم‌سازگار برای سایر کودهای آلی و کودهای شیمیایی در نظر گرفته شود (Peter, 2001; Maynard, 1998). کمپوست بقایای قارچ خوراکی[1] (SMC) منبعی غنی از فسفر و پتاسیم است و برخی آزمایشات نشان داده است که استفاده از آن منجر به کمبود نیتروژن در محصولات می‌شود، لذا برای افزایش کارایی آن استفاده از یک مکمل حاوی نیتروژن ضروری به نظر می‌رسد (Stewart et al., 1997). ویژگی‌های SMC تا حد زیادی به فرآیند کمپوست شدن، تکنیک‌های کشت و شرایط آب و هوایی بستگی دارد. به علت افزایش دما طی فرایند کمپوست شدن، SMC عاری از آفات و بذور علف‌های هرز است و حاوی سطوح بسیار کمی از فلزات سنگین و آفت‌کش‌هاست (Uzun, 2004). در دنیا ۵/۶ میلیون تن SMC در صنعت تولید قارچ دکمه‌ای تولید می‌شود (Lankinen et al., 2004)، که به‌طور متوسط به‌ازای هر کیلوگرم قارچ تولید شده، پنج کیلوگرم SMC تولید می‌شود (Velusami et al., 2007).

پرگرینا و همکاران (Peregrina et al., 2009) با کاربرد دو نوع SMC تازه (F-SMC) و SMC دوباره کمپوست‌شده تحت شرایط هوازی (R-smc) گزارش کردند که هر دو نوع SMC مورد مطالعه درصد مواد آلی را در اعماق مختلف خاک (۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متری) افزایش دادند و رطوبت قابل دسترس نیز با استفاده از این کودها افزایش یافت. در آزمایش دیگری اثر کمپوست بقایای بستر قارچ بر خصوصیات فیزیکی خاک مطالعه و گزارش شد که با کاربرد SMC میزان ماده آلی و رطوبت خاک افزایش و میزان فشردگی آن کاهش یافت (Jordan et al., 2008). پولات و همکاران Polat et al., (2009) با بررسی اثر SMC بر خصوصیات کمی خیار (*Cucumis sativus* L.) گزارش کردند که SMC ضمن بهبود مواد آلی خاک، عملکرد کل میوه و عرض میوه آن را به میزان قابل توجهی افزایش داد. احیایی و همکاران (Ehyaee et al., 2010) گزارش کردند که کاربرد ۴۰ تن در هکتار SMC موجب افزایش ارتفاع، تعداد برگ، طول خوشه، ماده خشک تولیدی و تعداد دانه در بوته گندم (*Triticum aestivum* L.) شد.

میکوریزا یکی از با اهمیت‌ترین ریزموجودات در خاک‌های تخریب نشده است، به‌طوری‌که بر طبق تخمین‌های موجود حدود ۷۰ درصد زیست‌توده میکروبی خاک را میسیلیوم این قارچها تشکیل می‌دهد (Mukerji & Chamola, 2003). مهمترین کارکردهای میکوریزای آربسکولار در بوم‌نظام‌های زراعی شامل افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی به‌ویژه فسفر، افزایش فتوسنتز، افزایش کارایی آب، افزایش مقاومت به آفات و بیماری‌ها، افزایش غلظت هورمون‌های گیاهی، افزایش محتوای کلروفیل و بهبود ساختمان خاک می‌باشد (Varma, 2003; Varma & Hock, 1999). مطالعات متعددی به

1- Spent mashroom compost

منظور بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد گیاهان زراعی در شرایط گلخانه و مزرعه انجام شده است.

علی‌رغم مطالعات متعددی که در زمینه استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک انجام شده است، اطلاعات کمی در مورد تأثیر کمپوست بقایای بستر قارچ بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان در دسترس است، بنابراین این تحقیق با هدف بررسی کاربرد سطوح مختلف کمپوست بقایای بستر قارچ و مایکوریزا بر روی عملکرد و اجزای عملکرد سیر انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی مشهد در ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی و۲۰ درجه عرض شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا شد. این تحقیق به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. مایکوریزا (کاربرد و عدم کاربرد) به عنوان عامل اصلی و سطوح مختلف کمپوست بقایای بستر قارچ خوراکی یک ساله (سطوح ۰،۲۰،۴۰،۶۰،۸۰ و ۱۰۰ تن SMC در هکتار) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. گونه میکوریزا مورد استفاده در آزمایش، *گلاموس موسه آ*[1] بود.

قبل از انجام آزمایشات مزرعه‌ای، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌گیری انجام و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۱). همچنین برخی از خصوصیات شیمیایی کمپوست بقایای بستر قارچ در جدول ۲ نشان داده شده است.

برای آماده‌سازی زمین ابتدا دو دیسک عمود بر هم زده شد و سپس به منظور تسطیح خاک از لولر استفاده گردید. کرت‌های اصلی و فرعی به‌وسیله کارگر و به‌ترتیب با ابعاد ۱۲×۲ و ۲×۲ متر ایجاد شدند و سپس SMC مورد نیاز برای هر تیمار توزین شده و به صورت یکنواخت با خاک کرت مربوطه مخلوط گردید. توده سیر مورد استفاده برای کاشت توده محلی ساری بود. سوخک‌ها اوایل آذرماه ۱۳۸۸ با فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و فاصله‌ی بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر کشت شدند. برای اعمال مایکوریزا، مطابق توصیه شرکت تولیدکننده[2] به ازای هر سوخک کشت شده ۱۰ گرم خاک حاوی این قارچ استفاده شد. خاک حاوی مایکوریزا در زیر سوخک‌های کشت شده قرار داده شد. برای کنترل علف‌های هرز دو نوبت وجین دستی در طول فصل رشد انجام شد. در طول دوره رشد هیچ‌گونه سم یا آفت‌کش شیمیایی مورد استفاده قرار نگرفت.

در تاریخ ۱۰ تیر ماه ۱۳۸۹، همزمان با زرد شدن اندام‌های هوایی، برای تعیین عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت عمل برداشت از کل سطح کرت‌های آزمایشی صورت گرفت، ضمن اینکه سه بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد سوخک در بوته، وزن تر و خشک سوخ در بوته، وزن تر و خشک سوخک در بوته، قطر و طول سوخ در بوته، وزن سوخ های کمتر از ۱۵ گرم در هکتار و بیشتر از ۳۰ گرم در هکتار، طول، قطر و حجم سوخک در بوته، وزن خشک اندام هوایی در بوته و ماده خشک تولیدی در هکتار، تعداد برگ در بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت مورد ارزیابی قرار گرفتند. طول ساقه با استفاده از خط‌کش و طول و قطر سوخ و سوخک در بوته با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری عملکرد با حذف حاشیه‌ها از دو طرف کرت یک مترمربع برداشت شد. برای اندازه‌گیری وزن اندام هوایی و ماده خشک تولیدی، وزن تر سوخ و وزن تر و خشک سوخک در بوته از ترازوی دیجیتالی با دقت یک هزارم گرم استفاده شد و حجم سوخک در بوته به وسیله استوانه مدرج تعیین شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.1 و MS Excel Ver. 11 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

براساس تجزیه واریانس داده‌ها ارتفاع بوته در سطوح مختلف SMC معنی‌دار بود، درحالی‌که از این نظر اثرات ساده میکوریزا و برهمکنش آن با SMC معنی‌دار نبود (جدول ۳). در بین سطوح SMC بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۴۰ تن در هکتار (۳۹/۸۳ سانتی‌متر) و کمترین مقدار آن در تیمار ۸۰ تن در هکتار (۳۱/۱۰ سانتی‌متر) مشاهده شد، که البته از این نظر سطح ۴۰ تن در هکتار با سایر سطوح SMC تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). در بررسی احیایی و همکاران (Ehyaee et al. 2010) اثر SMC بر خصوصیات

1- *Glomus mosseae*

۲- شرکت قارچ مهر رویان شاهرود

مورفولوژیکی گندم مطالعه و گزارش شد که بیشترین ارتفاع بوته در سطح ۴۰ تن در هکتار SMC به‌دست آمد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک

Table 1- Physiochemical characteristics of soil

بافت Texture	پتاسیم قابل دسترس (پی‌پی‌ام) Available K (ppm)	فسفر قابل دسترس (پی‌پی‌ام) Available P (ppm)	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) ($dS.m^{-1}$) EC	pH
سیلت-لومی Silt-loam	475	10	0.074	1.1	7.6

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی کمپوست بقایای بستر قارچ مصرف شده

Table 2- Some chemical characteristics of SMC

$CaCO_4$ (%)	EC ($dS.m^{-1}$)	NO^{3-} (ppm)	O.C(%)	Ca^{++} (ppm)	K^{+} (ppm)	Na^{+} (ppm)	pH
15	3.32	8.23	16.61	32	2350	382.4	7.1

براساس تجزیه واریانس داده‌ها وزن اندام هوایی در بوته برای تیمار کاربرد کمپوست قارچ در سطح ($p\leq۰/۰۵$) معنی‌دار شد، در حالی که برهمکنش اثر SMC × مایکوریزا بر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیشترین و کمترین وزن اندام هوایی به‌ترتیب در تیمار کاربرد ۴۰ تن در هکتار (۲/۵ گرم) و شاهد (۱/۳ گرم) مشاهده شد (جدول ۵). در مطالعه‌ای بر روی دو گیاه گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum* Mill.) و فلفل (*Capsicum annum* L.) مشاهده شد که با افزایش مصرف سطوح SMC وزن خشک اندام هوایی گیاهان افزایش پیدا کرد (Medina et al., 2008). در تحقیقی مشاهده شد که با افزایش سطوح مصرف کمپوست شهری وزن خشک اندام هوایی ذرت (*Zea mays* L.) در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت (Yaghtin et al., 2010). در تحقیق دیگری که بر روی گندم در شرایط گلخانه‌ای انجام شد بیشترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار ۶۰ تن در هکتار SMC مشاهده شد (Ehyaee et al., 2010).

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها وزن تر و وزن خشک سوخ در بوته برای تیمار کاربرد کمپوست قارچ در سطح ($p\leq۰/۰۱$) معنی‌دار بود، در حالی‌که برهمکنش SMC × مایکوریزا بر وزن تر و خشک سوخ معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین وزن تر سوخ در بوته به ترتیب در تیمارهای کاربرد ۱۰۰ تن در هکتار با ۳۹/۸۵ گرم و تیمار شاهد با ۱۸/۴۲ گرم مشاهده شد (شکل ۱). کاربرد ۱۰۰ تن در هکتار SMC موجب افزایش ۵۳ درصدی وزن تر سوخ در بوته شد. بیشترین وزن خشک سوخ در بوته در تیمار ۱۰۰ تن در هکتار و کمترین مقدار آن در تیمار عدم کاربرد SMC مشاهده شد (جدول ۵). کاربرد ۱۰۰ تن در هکتار SMC موجب افزایش ۶۷ درصدی وزن خشک سوخ در بوته نسبت به تیمار شاهد شد. علت افزایش وزن تر و خشک سوخ در بوته با افزایش کاربرد SMC را می‌توان به افزایش فرآهمی مواد آلی خاک، رطوبت خاک و مواد غذایی مورد نیاز گیاه نسبت داد (Peregrina et al., 2009; Polat et al., 2009). در یک بررسی که مدینا و همکاران (Medina et al., 2009) بر روی کاربرد SMC انجام دادند مشاهده کردند که با افزایش کاربرد SMC میزان جذب عناصر غذایی میکرو و ماکرو در گیاهان تیمار شده به طور چشمگیری افزایش یافت.

براساس تجزیه واریانس داده‌ها قطر و طول سوخ برای تیمار کاربرد کمپوست قارچ در سطح ($p\leq۰/۰۵$) معنی‌دار شد (جدول ۳). در بین سطوح کمپوست، کاربرد ۱۰۰ تن در هکتار با ۴/۷۹ سانتی‌متر بیشترین و تیمار شاهد با ۳/۳۹ سانتی‌متر کمترین قطر سوخ را دارا بودند (جدول ۵). همچنین بیشترین و کمترین طول سوخ به ترتیب در تیمارهای کاربرد ۸۰ تن در هکتار (۵/۴۶ میلی‌متر که تفاوت معنی‌داری با سطوح دیگر به جز شاهد نداشت) و شاهد (۳/۷۱ میلی‌متر) مشاهده شد (جدول ۵)، که می‌توان دلیل این امر را افزایش دسترسی گیاه به عناصرغذایی و آب دانست (Peregrina et al., 2009). در آزمایشی اثر کاربرد SMC بر روی خیار بررسی و مشاهده شد که کاربرد ۸۰ تن در هکتار SMC موجب افزایش معنی‌دار قطر میوه‌ها شد (Polat et al., 2009).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک مورد مطالعه‌ی سیر در شرایط استفاده از مایکوریزا و سطوح مختلف کمپوست بقایای بستر قارچ خوراکی

Table 3- Analysis of variance for morphological studied characteristics of garlic under application of mycorrhiza and different levels of spent mushroom compost

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	طول سوخ Length of bulb	وزن خشک اندام هوایی در بوته Shoot dry weight per plant	وزن تر سوخ در بوته Fresh weight of bulbs per plant	وزن خشک سوخ در بوته Dry weight of bulbs per plant	قطر سوخ Diameter of bulb	قطر سوخک Diameter of clove	وزن تر سوخک در بوته Fresh weight of clove	حجم سوخک در بوته Clove volume
تکرار Replication	2	0.02^{ns}	3.8^{ns}	0.11^{ns}	26.5^{ns}	4.32^{ns}	5.41^{*}	1.96^{ns}	28.82^{ns}	22.5^{ns}
مایکوریزا Mycorrhiza	1	0.16^{ns}	6.48^{ns}	0.4^{ns}	115.41^{ns}	4.13^{ns}	8.39^{ns}	0.4^{ns}	14.76^{ns}	37.21^{ns}
خطای a Error a	2	0.24	0.68	0.41	73.2	5.72	3.72ns	0.14ns	1.5ns	171.68
کمپوست بقایای بسترقارچ SMC	5	$^{*}0.34$	2.58^{*}	0.94^{**}	372.99^{**}	38.07^{**}	2.93^{*}	0.9^{ns}	60.93^{ns}	404.45^{**}
مایکوریزا* SMC a*b	5	0.97^{ns}	1.02^{ns}	0.41^{ns}	55.05^{ns}	2.35^{ns}	1.23^{ns}	2.54^{ns}	72.2^{ns}	105.17^{ns}
خطای b Error b	20	0.74	0.93	0.18	47.58	7.26	0.93	1.19	26.76	65
ضریب تغییرات کل (درصد) C.V (%)	-	20.12	19.64	22.23	12	27.9	20.63	9.92	14.69	30.66

ns، * و**: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: are Non significant, significant at $p\leq0.01$ and $p\leq0.05$, respectively.

جدول ٤- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک مورد مطالعه سیر در شرایط استفاده از مایکوریزا و سطوح مختلف کمپوست بقایای بستر قارچ خوراکی

Table 4–Analysis of variance for morphological studied characteristics of garlic under application of mycorrhiza and different levels of spent mushroom compost

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد سوخک در بوته Number of cloves per plant	وزن سوخ‌های کمتر از ۱۵ گرم در هکتار Weight of bulbs Less than 15 grams bulbs hectare	وزن سوخ‌های بیشتر از ۳۰ گرم در هکتار Weight of bulbs more than 30 grams hectare	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد اقتصادی Economic yield	شاخص برداشت Harvest index	ماده‌ی خشک تولیدی در هکتار Dry matter yield per hectare	تعداد برگ در بوته Number of leaf per plant
تکرار Replication	2	2.44^{ns}	138.58^{*}	1939650^{ns}	29.624^{ns}	1916.312^{ns}	7.55^{ns}	289.68^{ns}	0.24^{ns}
مایکوریزا Mycorrhiza	1	0.66^{ns}	113.29^{ns}	351858^{ns}	1024.02^{ns}	4267.15^{ns}	50.73^{ns}	75.827^{ns}	0.169^{ns}
خطای a Error a	2	1.28^{ns}	523.6^{ns}	4365526^{ns}	1031.03^{ns}	2621.01^{ns}	489.27^{ns}	366.97^{ns}	0.246^{ns}
کمپوست بقایای بسترقارچ SMC	5	9.58^{**}	1534.85^{**}	45635743^{**}	2362.48^{**}	30987.89^{**}	1961.77^{**}	3191.8^{*}	0.348^{ns}
مایکوریزا* SMC a*b	5	0.72^{ns}	73.39^{ns}	5184925^{ns}	1034.07^{ns}	3305.976^{ns}	670.54^{ns}	577.93^{ns}	0.973^{ns}
خطای b Error b	20	1.57	105	1840136	45.184	2050.97	127.24	789.117	0.741^{ns}
ضریب تغییرات کل (درصد) C.V (%)	-	11.88	49.8	67/19	22.23	14.64	16	28.33	20

ns، * و**: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: are Non significant, significant at $p\leq0.01$ and $p\leq0.05$, respectively.

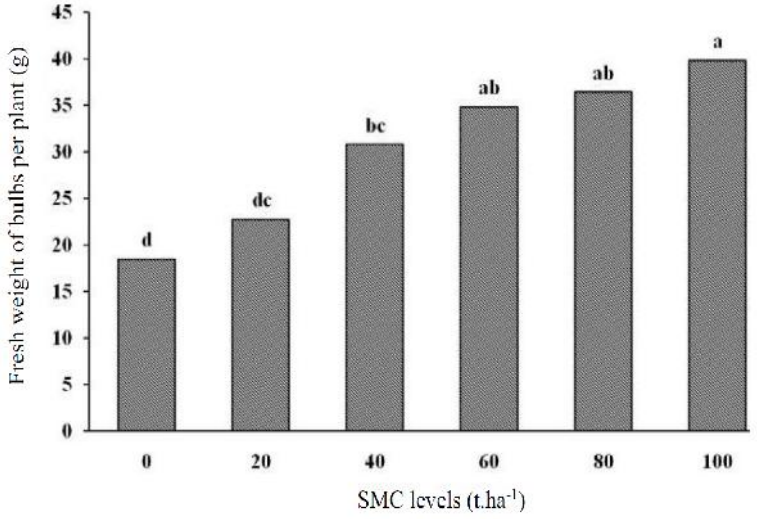
جدول ۵- مقایسه میانگین برخی خصوصیات مورفولوژیکی سیر در شرایط کاربرد مایکوریزا و سطوح مختلف کمپوست بقایای بسترقارچ خوراکی

Table 5- Mean comparison of some morphological characteristics and yield components of garlic under application of mycorrhiza and different levels of SMC

سطوح SMC (تن در هکتار) Level of SMC ($t.ha^{-1}$)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	وزن خشک اندام هوایی در بوته (گرم) shoot Dry weight of per plant (g)	وزن تر سوخک در بوته (گرم) Fresh weght of clove per plant (g)	حجم سوخک در بوته (سانتی‌متر مکعب) Clove volum per plant (cm^3)	قطر سوخ (سانتی‌متر) Diameter of bulb (cm)	طول سوخ (سانتی‌متر) Length of bulb (cm)	وزن خشک سوخ در بوته (گرم) Dry weight of bulbs per plant (g)
0	33.97^{ab*}	1.30^{c}	3.65^{a}	11.59^{d}	3.39^{b}	3.71^{b}	5.46^{c}
20	35.78^{ab}	2.14^{ab}	3.81^{a}	19.25^{dc}	4.47^{ab}	4.60^{ab}	7.66^{cb}
40	39.83^{a}	2.50^{a}	3.60^{a}	23.59^{bc}	5.09^{a}	5.15^{a}	9.54^{ab}
60	37.50^{ab}	2.05^{ab}	2.87^{ab}	31.25^{ab}	5.18^{a}	5.43^{a}	11.28^{a}
80	31.10^{b}	1.68^{bc}	2.26^{c}	34.06^{a}	5.23^{a}	5.46^{a}	11.34^{a}
100	33.86^{ab}	1.77^{bc}	1.32^{c}	37.08^{a}	4.79^{a}	5.14^{a}	12.66^{a}

*در هر ستون میانگین‌هایی که حرف مشترکی ندارند بر اساس آزمون دانکن در سطح آماری پنج درصد، با هم تفاوت معنی‌داری دارند.

*Means by the similar letter in each column and treatment are not significantly different according to Duncan s multiple range tests ($p\leq0.05$).



شکل۱- وزن تر سوخ در بوته سیر تحت تأثیر کاربرد سطوح مختلف کمپوست بقایای بستر قارچ خوراکی

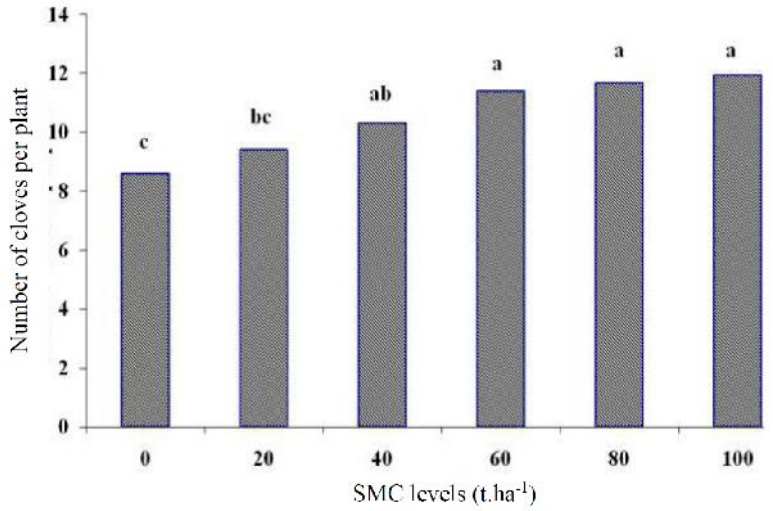
Fig. 1- Bulbs fresh weight per plant of garlic affected by different levels of used mushroom compost application

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

The means by similar letters are not significantly different.

براساس تجزیه واریانس داده‌ها حجم سوخک در تیمار کاربرد کمپوست قارچ در سطح ($p\leq۰/۰۱$) معنی‌دار شد (جدول ۳). در تیمار کاربرد ۱۰۰ تن در هکتار SMC بیشترین حجم سوخک با ۳/۰۸ سانتی‌متر مکعب و کمترین مقدار حجم سوخک در تیمار شاهد با ۱/۳۷ سانتی‌متر مکعب مشاهده شد (جدول ۵).

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تعداد سوخک در بوته در تیمار کاربرد کمپوست قارچ در سطح ($p\leq۰/۰۱$) معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین تعداد سوخک در تیمار کاربرد ۱۰۰ تن در هکتار ۱۱/۹ و کمترین تعداد سوخک در بوته در تیمار شاهد ۸/۶ مشاهده شد (شکل ۲). رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) با بررسی اثر سطوح مختلف کمپوست قارچ مصرفی بر خصوصیات کمی و کیفی زعفران (*Crocus sativus* L.) گزارش کردند که بیشترین تعداد گل در مترمربع در سطح ۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ مشاهده شد. آن‌ها همچنین اظهار داشتند که هر یک از سطوح ۲۰، ۸۰ و ۱۰۰ تن در هکتار نیز به‌ترتیب باعث افزایش ۱۰، ۱۳ و ۱۳ درصدی تعداد گل در مترمربع نسبت به شاهد شدند.



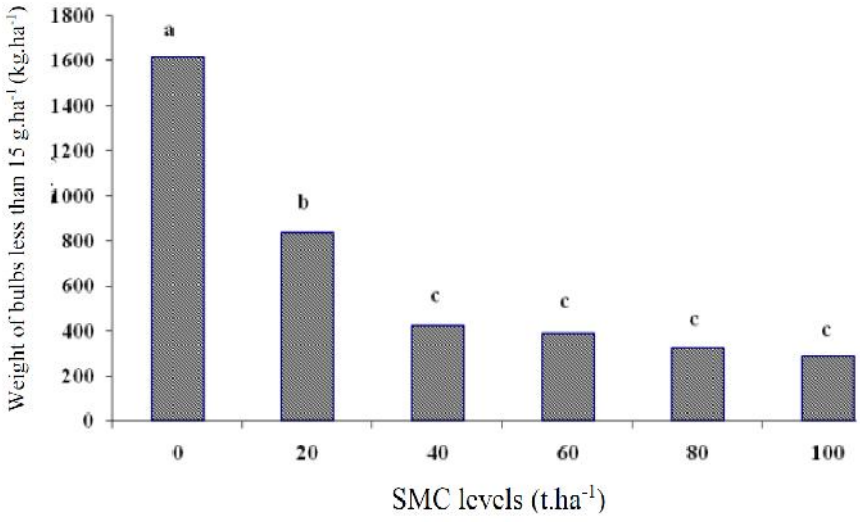
شکل۲- تعداد سوخک در بوته سیر تحت‌تأثیر تیمارهای سطوح مختلف کاربرد کمپوست بقایای بستر قارچ خوراکی

Fig. 2- Total cloves per plant of garlic affected by different levels of mushroom compost application

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

The means by similar letters are not significantly different.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که وزن سوخ‌های کمتر از ۱۵ گرم در تیمار کاربرد کمپوست قارچ در سطح یک درصد ($p\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین میزان سوخ‌های کمتر از ۱۵ گرم در تیمار شاهد با ۱۶۱۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان سوخ‌های کمتر از ۱۵ گرم در تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتارSMC با ۲۹۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (شکل ۳) و کاربرد ۱۰۰ تن در هکتار SMC موجب کاهش ۸۲ درصدی سوخ‌های کمتر از ۱۵ گرم در مقایسه با تیمار شاهد شد. به نظر می‌رسد که دلیل افزایش سوخ‌های با وزن کمتر از ۱۵ گرم در شاهد به دلیل شرایط نامساعد ساختمان خاک و کم بودن مواد آلی در تیمار شاهد باشد (Peregrina et al., 2009; Polat et al., 2009).



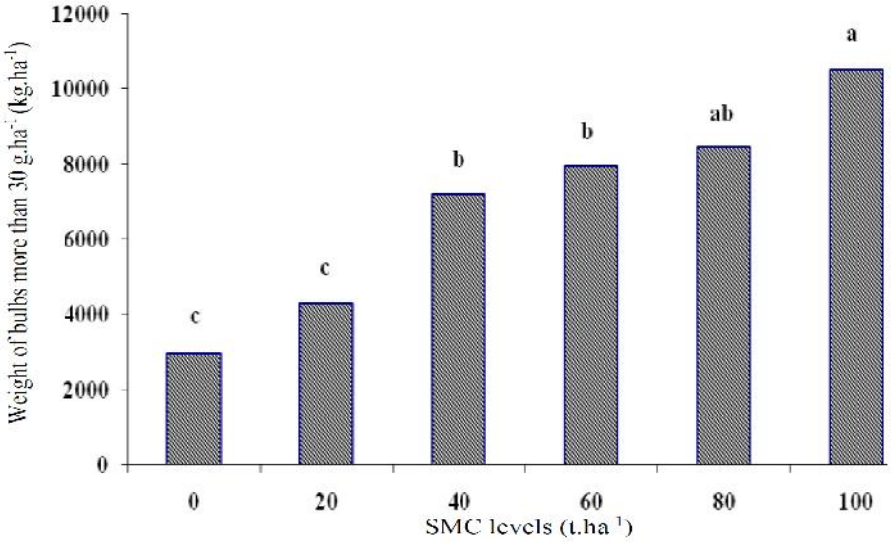
شکل۳- میزان سوخ‌های کمتر از ۱۵ گرم در هکتار سیر تحت‌تأثیر تیمارهای سطوح مختلف کاربرد کمپوست بقایای بستر قارچ خوراکی

Fig. 3- Bulbs rate less than 15 g per ha of garlic affected by different levels of mushroom compost application

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

The means by similar letters are not significantly different.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که میزان سوخ‌های بالاتر از ۳۰ گرم در تیمار کاربرد کمپوست قارچ در سطح (p≤۰/۰۱) معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین میزان سوخ‌های بالاتر از ۳۰ گرم در تیمار کاربرد ۱۰۰ تن در هکتار SMC و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۴)، نتایج نشان داد، کاربرد بیشترین سطح SMC (۱۰۰ تن در هکتار) نسبت به تیمار شاهد میزان سوخ‌های بالاتر از ۳۰ گرم را ۷۲ درصد افزایش داد. پولات و همکاران (Polat et al., 2009) در بررسی اثر SMC بر روی خیار دریافتند که کاربرد SMC در مقایسه با تیمار شاهد موجب افزایش میوه‌هایی با کیفیت بالاتر می‌شود. دلیل این که با افزایش سطوح کاربرد SMC میزان سوخ‌های بالاتر از ۳۰ گرم افزایش یافت را می‌توان به این دلیل دانست که با افزایش کاربرد SMC مواد غذایی، ساختمان، مواد آلی و نفوذپذیری خاک افزایش یافته و گیاه می‌تواند عناصر غذایی بیشتری را جذب کند و کیفیت محصول تولید شده افزایش یابد (Lohr et al., 1984).



شکل٤- میزان سوخ‌های بالاتر از ۳۰ گرم در هکتار سیر تحت‌تأثیر تیمارهای سطوح مختلف کاربرد کمپوست بقایای بستر قارچ خوراکی

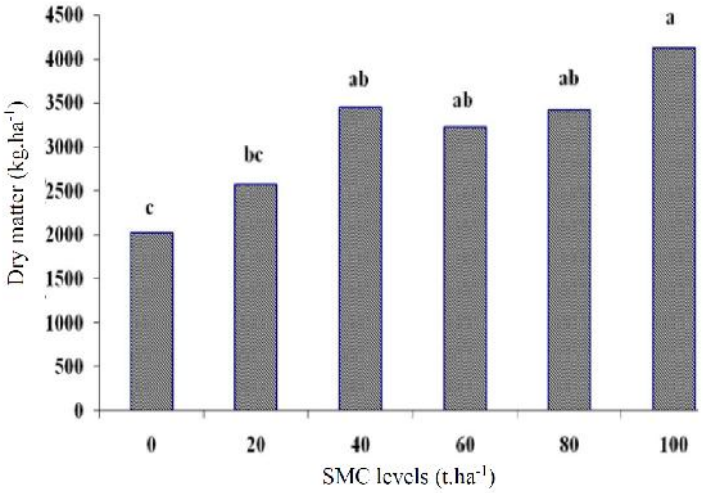
Fig. 4- Bulbs higher rate of 30 g.ha^{-1} of garlic affected by different levels of mushroom compost application

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

The means by similar letters are not significantly different.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کل ماده خشک تولیدی در هکتار در تیمار کاربرد کمپوست قارچ در سطح (p≤۰/۰۵) معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین کل ماده خشک تولیدی با ۴۱۲۵ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۱۰۰ تن درهکتار SMC و کمترین میزان ماده خشک تولیدی با ۲۰۱۸ کیلوگرم در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۵). نتایج نشان داد که با کاربرد ۱۰۰ تن در هکتار میزان ماده خشک تولیدی ۵۲ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش پیدا کرد. می‌توان دلیل افزایش ماده خشک تولیدی را در تیمار کاربرد SMC به دلیل افزایش حاصلخیزی و نگهداری آب و مواد غذایی دانست که منجر به تولید زیست‌توده بیشتر در مقایسه با تیمار عدم کاربرد SMC می‌شود (Wisniewska & Pankiewicz, 1989) در آزمایش احیایی و همکاران (Ehyaee et al., 2010) بر روی گندم، بیشترین ماده خشک تولیدی را در کاربرد ۴۰ تن در هکتار SMC مشاهده کردند.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد اقتصادی در تیمار کاربرد کمپوست قارچ در سطح (p≤۰/۰۱) معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین عملکرد اقتصادی با ۱۲۷۶۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۱۰۰ تن SMC در هکتار مشاهده شد که با کاربرد ۸۰ تن در هکتار SMC (۱۱۰۶ کیلوگرم) تفاوت معنی‌داری را نشان نداد، کمترین میزان عملکرد اقتصادی با ۶۶۱۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۶). با کاربرد ۱۰۰ تن در هکتار SMC در مقایسه با تیمار شاهد میزان عملکرد اقتصادی ۴۸ درصد افزایش پیدا کرد به نظر می‌رسد علت افزایش عملکرد اقتصادی با افزایش کاربرد SMC به دلیل افزایش در دسترس بودن عناصر غذایی باشد (Peregrina., et al., 2009; Polat et al., 2009).



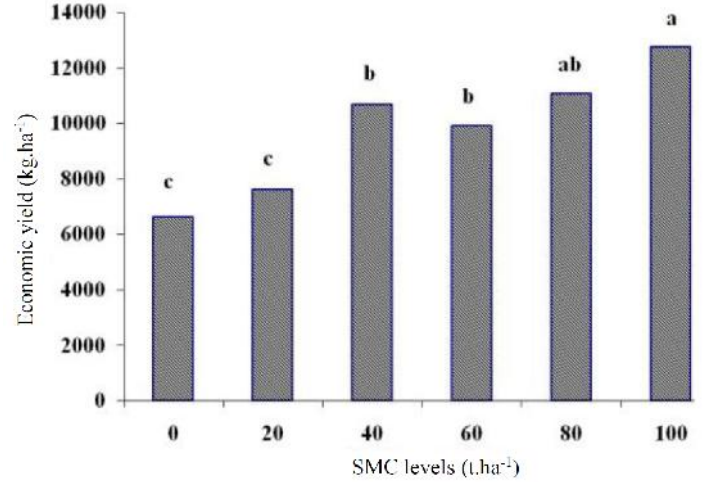
شکل۵- کل ماده خشک تولیدی سیر تحت‌تأثیر سطوح مختلف کاربرد کمپوست بقایای بستر قارچ خوراکی

Fig. 5- Total dry matter production of garlic under different levels of SMC application

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

The means by similar letters are not significantly different.

رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2007) گزارش کردند که استفاده از کودهای آلی (کود گاوی) عملکرد تر و خشک گل و کلاله زعفران را به میزان چشمگیری در مقایسه با شاهد افزایش داد. اوزوگیون (Uzguven, 1998) اثر کمپوست قارچ را در بهبود عملکرد توت‌فرنگی (*Fragaria vesca* L.) مثبت گزارش کرد. رضائیان و پاسبان (Rezaian & Paseban, 2007) گزارش کردند که استفاده از کودهای آلی عملکرد کلاله زعفران را در مقایسه با شاهد افزایش داد. سینگر و همکاران (Singer et al., 2004) نیز با بررسی تأثیر کمپوست شهری بر عملکرد ذرت، گزارش کردند که با افزایش سطوح کمپوست عملکرد ذرت افزایش چشمگیری پیدا کرد. آن‌ها بیان کردند که کمپوست با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه که متناسب با رشد آن است باعث بهبود عملکرد گیاه شد که می‌تواند در مورد گیاه سیر نیز صادق باشد.



شکل ٦- عملکرد اقتصادی سیر تحت‌تأثیر تیمارهای سطوح مختلف کاربرد کمپوست بقایایی بستر قارچ خوراکی

Fig. 6- Economic yield of garlic under different levels of mushroom compost application

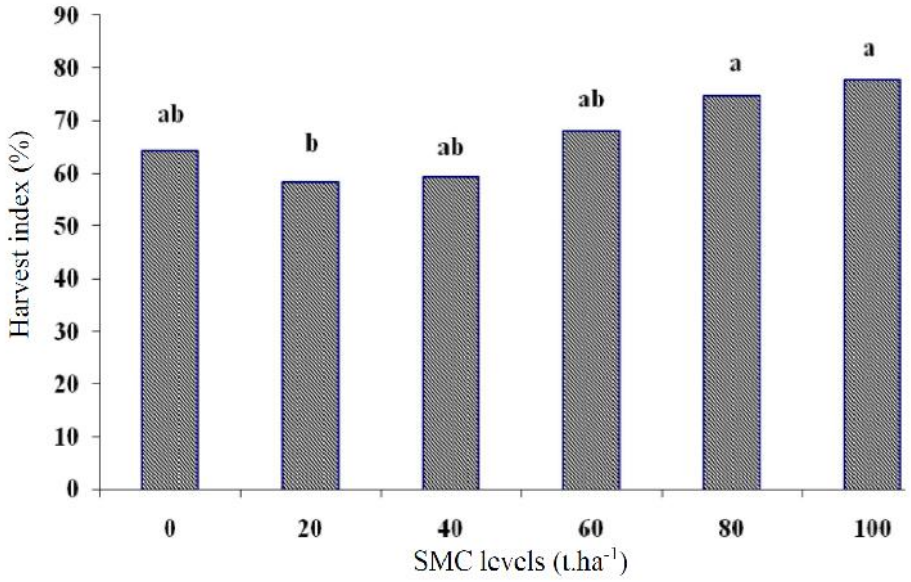
میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

The means by similar letters are not significantly different.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد کـه شـاخص برداشـت سـوخ در تیمار کمپوست قـارچ در سـطح ($p\leq$۰/۰۱) معنـی‌دار شـد (جـدول ۴). بیشترین شاخص برداشت با ۷۷ درصـد در تیمـار ۱۰۰ تـن در هکتـار SMC و کمترین میزان شاخص برداشت با ۵۸ درصد در تیمار ۲۰ تن درهکتار SMC مشاهده شد (شکل ۷) که با تیمار شاهد و کـاربرد ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار SMC تفاوت معنی‌داری نشان نـداد، نتـایج نشـان داد که کاربرد ۱۰۰ تن در هکتار در مقایسه با کاربرد ۲۰ تن در هکتار ۱۹ درصد افزایش نشان داد. رحمانیان و همکـاران (Rahmanian et al., 2011) اظهار داشتند که سطوح مختلف کمپوست قـارچ عملکـرد دانه گیاه دارویـی مـرزه (*Satureja hortensis* L.) را در مقایسـه بـا شاهد افزایش داد. در همین راستا، سیدی و رضوانی‌مقدم (Seyedi & Rezvani Moghaddam, 2011) بـه نقـش مـؤثر سـطوح مختلـف کمپوست قارچ در بهبود ویژگی‌های رشدی گندم اشاره کرده‌اند.

نتیجه‌گیری

در تمامی سطوح کاربرد SMC مورد استفاده، اکثـر صـفات مـورد مطالعه نسبت به شاهد برتری داشتند، علاوه بر این کـاربرد SMC از طریق افزایش تعداد سوخک در بوتـه، وزن سـوخ در بوتـه، عملکـرد اقتصادی و همچنین میزان سوخ‌های بالای ۳۰ گـرم، باعـث افـزایش کمی سیر تولیدی شد. از میان سطوح کاربردی SMC، سطح ۱۰۰ تن در هکتار در اکثر صفات برتری داشت. به‌طور کلی، به‌نظر می‌رسد که کاربرد SMC بدون کوچکترین صـدمات و مخـاطرات محیطـی و بـا حفظ پایداری و سلامت سیستم کشـاورزی مـی‌توانـد تـا حـد زیـادی نیازهای غذایی گیاه را برطرف کنـد و نیـاز بـه کودهـای شـیمیایی را کاهش دهد.



شکل۷- شاخص برداشت سوخ سیر **تحت‌تأثیر تیمارهای سطوح مختلف کاربرد کمپوست بقایای بستر قارچ خوراکی**

Fig. 7 - Harvest index of bulbs of garlic under various levels of application of mushroom compost

میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

The means by similar letters are not significantly different.

سپاسگزاری

هزینه‌های انجام این طـرح توسـط معاونـت پـژوهش و فنـاوری دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و در قالب طرح تحقیقاتی مصوب با کد ۱۸۸۲۴/۲ مـورخ ۱۳۹۰/۱۰/۲۷ تـأمین شـده اسـت کـه بدین‌وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه سپاس‌گزاری می‌گردد.

منابع

Agarwal, K.C. 1996. Therapeutic actions of garlic constituents. Medicinal Research Reviews 16: 111-124.

Agrawal, K.C., Tou, J.S.H., King, B.T., Lippton, H.L., Hyman, A.L., Kadowiz, P.J., and McNamara, D.B. 1998. The pharmacological effects of allicin, a constituent of garlic oil. Agents and Actions 25: 182-90.

Cabrera, V.E., Stavast, L.J., Baker, T.T., Wood, M.K., Cram, D.S., Flynn, R.P., and Ulery, A.L. 2009. Soil and runoff response to dairy manure application on New Mexico rangeland. Agriculture, Ecosystems and Environment 131: 255-262.

Ehyaee, H.R., Rezvani Moghaddam, P., Gaemi, M., and Motamedi, M.R. 2010. Investigation of the effects of spent mushroom compost (SMC) application on wheat. The First National Symposium on Agriculture and Sustainable Development Opportunities and Future Challenge. (In Persian with English Summary)

FAOSTAT. 2013. Food and agriculture organization of United nations (FAO) statistical databases.

FAO. 2009. FAO statistical databases. Available online at http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor.

Jordan, S.N., Mullen, G.J., and Courtney, R.G. 2008. Utilization of spent mushroom compost for the revegetation of lead–zinc tailings: Effects on physico-chemical properties of tailings and growth of Lolium perenne. Bioresource Technology 99: 8125-8129.

Lampkin, N. 1990. Organic Farming. Farming Press Bookes. Ipswich, Great Britain; distributed in North America by Diamond Farm Enterprises, Alexandria Bay, New York.

Lankinen, P., Hilden, K., Aro, N., Salkinoja-Salonen, M., and Hattakka, A. 2004. Manganese peroxidase of *Agaricus bisporus*: grain bran-promoted production and gene characterization. Applied Microbiology and Biotechnolegy 66: 401-407.

Lohr, V.I., Wang, S.H.I., and Wolt, J.D. 1984. Physical and chemical characteristics of fresh and aged spent mushroom compost. HortScience 19: 681-683.

Mayeux, P.R., and Malakoti, M.G. 1996. Sustainabl agriculture and incrase yeild with optimization of apply fertlizer in Iran. Publication Nashr Amozesh, Iran. (In Persian)

Maynard, A. 1998. Utilization of MSW compost in nursery stock production. Compost Science 6: 38.

Medina, E., Paredes, C., Pérez-Murcia, M.D., Bustamante, M.A., and Moral, R. 2009. Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. Bioresource Technology 100: 4227-4232.

Mukerji, K.G., and Chamola, B.P. 2003. Compendium of Mycorrhizal Research/edited New Delhi, A.P.H., 2: 645-632.

Okon, Y., and Labandera-Gonzales, C.A. 1994. Agronomic application of *Azospirillium:* an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. Soil Biology and Biochemistry 26: 1591-1601.

Pathak, V.N., Yada, N., and Maneesha, G. 1998. Mushroom Production and Processing Tecnology. Agronomy Botanica, India. 179 pp.

Peregrina, F., Larrieta, C., Martín, I., Martínez-Vidaurre, J.M., and García-Escudero, E. 2009. Effect of application spent mushroom compost as organic amendment in vineyard soil of the Origin Denomination Rioja (Spain). Geophysical Research Abstracts 11: 365-368.

Peter, J. 2001. Compost Utilization in Horticultural Cropping System. CRC Press. U.S.A.

Polat, E., Uzun, I., Topçuolu, B., Onal, K., Onus, A.N., and Karaca, M. 2009. Effects of spent mushroom compost on quality and productivity of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in greenhouses. African Journal of Biotechnology 8: 176-180.

Rahmanian, M., Hatami, F., Esmaeel Poor, B., and Hadian, J. 2011. Effect of spent mashroom compost on yeild and yeild components of *Satureja hortensis*. National Conference on Modern Agricultural Sciences and Technologies (MAST). (In Persian)

Rezaian, S., and Paseban, M. 2007. The effect of micronutrients and manure fertilizers on the quantity and quality of Khorasan saffron. The Second International Symposium on Saffron Biology and Technology, April. (In Persian)

Rezvani Moghaddam, P., Amiri, M.B., and Ehyaee, H.R. 2013. Effect of different levels of biological fertilizers and mushroom compost on flower yield and characteristics of saffron corms (*Crocus sativus* L.) in an organic farming system. Journal of Agroecology (In Press). (In Persian with English Summary)

Rezvani Moghaddam, P., Mohammadabadi, A.A., and Sabori, A. 2007. Effect of different animal manure on flower

yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron (*Crocus sativus*) in Mashhad condition. Second International Symposium on Saffron Biology and Technology, April. (In Persian)

Seyedi, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2011. Evaluation of yeild, yeild components and nitrogen use efficiency in application of mashroom compost, biofertilizer and urea in wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agroecology 3: 309-319. (In Persian with English Summary)

Singer, J.W., Kohler, K.A., Liebman, M., Richard, T.L., Cambardella, C.A., and Buhler, D.D. 2004. Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. Agronomy Journal 96: 531-537.

Stewart, D.P.C., Cameron, K.C., and Cornforth, I.S. 1997. Inorganic-N realease from spent mushroom compost under laboratory and field conditions. Soil Biology and Biochemistry 13: 1689-1698.

Ozguven, A.I. 1998. The opportunities of using mushroom compost waste in Strawberry growing. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 22: 601-607.

Uzun, I. 2004. Use spent mushroom compost in sustainable fruit production. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 12: 157-165.

Vakili Shahrbabaki, M.A. 2009. Khow Medicnal and Aromatic Plant. Publication of Azad Eslami University. (In Persian)

Varma, A., and Hock, B. 1999. Mycoriza: Structure, Function, Molecular Biology and Biotechnology. Springer Microbiology Book. Berlin, pp. 1-132.

Velisek, J., Kubec, R., and Davidek, J. 1997. Chemical composition and classification of culinary and pharmaceutical garlic- based products. Z Lebensem Unters Forsch 204: 161-164.

Velusami, B., Grogan1, H, Curran, T.P., and McGuiness, B. 2007. Dynamics of hydrogen sulphide gas production in spent mushroom compost during storage and handling and its impact on Health and Safety issues. School of Agriculture, Food Science and Veterinary Medicine, University College Dublin, Belfield, Dublin 4, Ireland.

Wisniewska, G.H., and Pankiewicz, T. 1989. Evaluation of the suitability of spent mushroom substrate for tulip cultivation. Prace Instytutu Sadownictura Kwiaciarstwaw Skerniewicack 14: 7-13.

Yaghtin, S.H.A., Ardalan, M., and Alikhani, H. 2010. Effect of compost and vermin compost on the growth and attract nutrient in corn. Journal of Water and Soil 1: 35-43.

Zhou, D.M., Hao, X.Z., Wang, Y.J., Dong, Y.H., and Cang, L. 2005. Copper and Zn uptake by radish and pakchoi as affected by application of livestock and poultry manures. Chemosphere 59: 167-175.

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 2, Summer 2017, p. 490-504

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۵۰۴-۴۹۰

Application of Spent Mushroom Compost and Mycorrhiza on Yield and Yield Components of Garlic (*Allium sativum* L.) in the Low Input Cropping System

P. Rezvani Moghaddam[1*], H.R. Ehyaee[2] and M.B. Amiri[3]
Submitted: 18-09-2012
Accepted: 15-01-2014

Rezvani Moghaddam, P., Ehyaee, H.R., and Amiri, M.B. 2017. Application of spent mushroom compost and mycorrhiza on yield and yield components of garlic (*Allium sativum* L.) in the low input cropping system. Agroecology 9(2): 490-504.

Introduction

In recent years, the effect of exogenous organic amendments on soil properties and plant growth characteristics has received renewed attention. Although the utilization of mineral fertilizers could be viewed as the best solution in terms of plant productivity, this approach is often inefficient in the long-term in tropical ecosystems due to the limited ability of low-activity clay soils to retain nutrients. Intensive use of agrochemicals in agricultural systems is also known to have irreversible effects on soil and water resources. The use of organic and biological fertilizers are important strategies to reduce harmful effects of chemical fertilizers in sustainable management of agroecosystems. Spent mushroom compost is the residual compost waste generated by the mushroom production industry. It is readily available and its formulation generally consists of a combination of wheat straw, dried blood, horse manure and ground chalk, composted together. It is an excellent source of humus, although much of its nitrogen content will have been used up by the composting and growing mushrooms. It remains, however, a good source of general nutrients, as well as a useful soil conditioner. Most mineral soils contain mycorrhizal fungi, but often at levels that are too low for adequate colonization, especially in disturbed soils. Mycorrhizae are host specific and will only colonize certain plants; so in some soils, there are no native mycorrhizae that will benefit these plants. Therefore, most plants would benefit from mycorrhizae addition to the soil. Symbiosis begins when fungal spores germinate and emerging thread linke structures, called hyphae, enters the epidermis of plant roots. After colonization of the root, the fungus sends out a vast network of hyphae throughout the soil to form a greatly enhanced absorptive surface area. This results in improved nutrient acquisition and uptake by plant roots, particularly elemental phosphorus, zinc, manganese and copper and water. In return, the plant provides carbohydrates for the fungi.

Materials and Methods

In order to study the effect of mushroom compost and mycorrhiza on yield of garlic (*Allium sativum* L.), a split plot experiment based on RCBD design with three replications was conducted in 2010-2011 growing season in research farm of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Mycorrhiza (*Glomus mosseae*) (use and non-use) and spent mushroom compost levels (SMC) (0, 20, 40, 60, 80, 100 t ha^{-1}) were considered as the main and sub factors. In order to determine the physic-chemical properties of soil, sampling was done at a depth of 0 to 30 cm. Distance on and between rows was considered 10 and 20 cm, respectively. In order to weeds control, manual weeding was done three times. At the end of the growing season, economic yield, biological yield, plant height, shoot dry weight, bulb diameter, bulblet weight per plant, bulblet volume per plant and bulblet number per plant were measured. Analysis of variance was done with SAS Ver 9.1 software.

Results and Discussion

The results showed that the effect of different levels of mushroom compost was significant on the most studied traits, but mycorrhiza had no significant effect on yield and yield components of garlic. Based on the results, highest diameter and length of the bulb and bulblets were observed in application of 100 t ha^{-1} SMC. The

1, 2 and 3- Professor, PhD student of agronomy and Former PhD student of agroecology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: rezvani@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jag.v9i2.51541

highest economic yield (12760 kg ha^{-1}) was observed in application of 100 t ha^{-1} SMC, so that the application of SMC increased economic yield by 48 percent compared to control. The highest dry matter production and harvest index also were observed in application of 100 t ha^{-1} SMC. Organic and biological fertilizers are among the most significant resources for development of agricultural soil quality and increase in the yield of different medicinal plants. It has been reported that this ecological inputs provide favorable conditions for plant growth and development through improvement of physical, chemical and biological properties of the soil (Cabrera et al., 2009), therefore, it can be concluded that improvement of the most studied traits in the present study were due to use of organic fertilizers.

Conclusion

In general, the results showed that it seems use of SMC can improve quantitative and qualitative characteristics of garlic, thus it can be considered as a suitable alternative to chemical fertilizers.

Keywords: Bulb, Economic yield, Fertility, Medicinal plants, Sustainable management