

امکان جایگزینی پیت با کمپوست مصرف شده در تولید قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید (*Agaricus bisporus*)

شیرین رضایی^۱ - امیر لکزیان^{۲*} - محمد فارسی^۳ - محبوبه ابوالحسینی زراعتکار^۴ - غلامحسین حق‌نیا^۵

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۸

چکیده

یکی از مراحل اساسی فرآیند پرورش قارچ خوراکی دکمه‌ای، مرحله خاکدهی است. در این مرحله، لایه‌ای از خاک پوششی مناسب بر روی کمپوست قرار می‌گیرد. مناسب‌ترین نوع خاک پوششی، خاک پیت است. یکی از مشکلات عمده بسیاری از تولیدکنندگان قارچ در ایران، فقدان خاک پوششی مناسب می‌باشد. لذا ضرورت استفاده از یک ماده مناسب که به طور کلی یا جزئی جایگزین پیت شود بیش از پیش افزایش می‌یابد. در این پژوهش از روش کشت کیسه‌ای قارچ برای مطالعه امکان استفاده از کمپوست مصرف شده برای جایگزینی پیت در تولید قارچ خوراکی استفاده گردید. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل با فاکتورهای دو سطح کمپوست مصرف شده پاستوریزه یک ساله و دو ساله (C_1 و C_2)، سه سطح شستشو، یک، دو و سه بار شستشو (L_1 ، L_2 و L_3)، دو سطح EDTA صفر و $0/3$ مولار (E_1 و E_2) و چهار نوع خاک پوششی شامل مخلوط کمپوست همراه خاک لوم، آزولای پوسیده همراه کمپوست، پیت همراه کمپوست به نسبت ۱:۱ و پیت خالص در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تکرار در مرکز تولید قارچ دانشکده کشاورزی انجام شد. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که بیشترین میانگین عملکرد بعد از پیت خالص با میزان $2/24/2\%$ در مخلوط کمپوست همراه پیت به نسبت ۱:۱ مشاهده شد که در این تیمار میانگین عملکرد $11/7\%$ و میانگین قطر کلاهک نیز به $44/1$ میلی‌متر رسید. کمترین عملکرد و قطر کلاهک قارچ دکمه‌ای در تیمار آزولا همراه کمپوست مشاهده شد که عملکرد به $8/3\%$ و قطر کلاهک به 37 میلی‌متر کاهش یافته بود. شستشوی کمپوست مصرف شده با محلول EDTA $0/3$ مولار از نظر آماری عملکرد قارچ دکمه‌ای را به میزان $44/3$ درصد و قطر کلاهک را به میزان $12/7$ درصد کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: قارچ دکمه‌ای سفید، پیت، کمپوست مصرف شده، آزولا، EDTA

مقدمه

که در کشورهای پیشرفته مصرف سرانه بیش از سه کیلوگرم در سال می‌باشد (۱). برای کشت و پرورش قارچ خوراکی دکمه‌ای، از بستر ویژه‌ای موسوم به کمپوست قارچ استفاده می‌شود. با تولید هر کیلوگرم قارچ خوراکی دکمه‌ای حدود ۵ کیلوگرم کمپوست مصرف شده بر جا می‌ماند که با توجه به میزان تولید قارچ، حجم بالایی از مواد زائد را تشکیل می‌دهد و هزینه‌های دفع و رهایی از آن به هزینه‌های تولید قارچ اضافه می‌گردد (۱۲). یکی از مراحل اساسی فرآیند پرورش قارچ خوراکی دکمه‌ای، مرحله خاکدهی است. استفاده از خاک پوششی در حقیقت برای گذر از مرحله رویشی به مرحله زایشی بسیار ضروری است. از جمله دلایل لزوم استفاده از خاک پوششی، تحریک تولید اندام باردهی، فراهمی رطوبت لازم برای میسلیم‌ها، جلوگیری از هدر رفتن رطوبت، استقرار اندام‌های باردهی و فعال شدن ژن‌های عامل تولید اندام‌های زایشی به دلیل وجود میکروارگانیسم‌های مفید در خاک پوششی است (۱). بنابراین در هنگام پوشش بستر کشت باید از خاکی

کشت و پرورش قارچ خوراکی به عنوان یک ماده غذایی با ارزش و به دلیل استفاده از مواد کم ارزش کشاورزی و صنعتی مورد توجه بسیاری از کشورها قرار گرفته است. با این که قارچ از بقایای مواد زائد گیاهی و صنعتی تغذیه می‌کند، اما سرشار از پروتئین، کلسیم، فسفر، ویتامین و انواع اسیدهای آمینه ضروری است.

قارچ خوراکی دکمه‌ای، ۳۸ درصد قارچ‌های کشت شده را به خود اختصاص می‌دهد. میزان تولید این قارچ در ایران حدود چهل هزار تن در سال و مصرف سرانه آن حدود ۵۰۰ گرم در سال است، در صورتی

۱، ۲، ۴ و ۵ - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، دانشجوی دکتری و استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*) نویسنده مسئول: (Email: lakzian@ferdowsi.um.ac.ir)
۳ - استاد گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

استفاده نمود که تمامی اهداف ذکر شده را داشته باشد. لذا خاکی که به عنوان خاک پوششی در نظر گرفته می‌شود باید دارای ظرفیت نگهداری آب بالا، قلیایی، ساختمان متخلخل و سبک، فاقد مواد آلی نپوسیده و آلودگی میکروبیهای انگلی باشد.

معمولاً خاک پیت به عنوان یک خاک پوششی خوب برای تولید قارچ توصیه می‌شود. همه ساله در سراسر دنیا چندین هزار تن پیت به عنوان خاک پوششی به وسیله صنایع تولید قارچ‌های خوراکی مصرف می‌شود. مرداب‌های حاوی پیت نیز به شدت در معرض تخریب قرار دارند. لذا ضرورت استفاده از یک ماده مناسب که به طور کلی یا جزئی جایگزین پیت شود بیش از پیش افزایش می‌یابد. در ارتباط با موادی که قابلیت جایگزینی با پیت را دارند، تحقیقات زیادی صورت گرفته است. همچنین تحقیقات زیادی برای مشخص کردن شاخص‌های میکروبیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی پیت به عنوان خاک پوششی انجام شده است. در هنگام تهیه خاک پوششی، کاتیون‌های فلزی در آهک با اسیدهای هوموسی موجود در پیت واکنش داده و یک ترکیب پیچیده حل نشدنی در آب متشکل از هوموس-فلز تشکیل می‌دهند. اسیدیته این ترکیب پیچیده در حدود ۷ می‌باشد (۱).

یکی از عوامل مهم برای جایگزین کردن ماده‌ای دیگر به عنوان خاک پوششی به جای پیت، قابل دسترس بودن آن ماده در محیط است. مثلاً در شرق دریای سیاه در ترکیه به علت فراوانی گیاه چای از مواد پس مانده و زائد محصولات چای به عنوان مواد جدیدی برای خاک پوششی در کشت قارچ استفاده کرده‌اند ولی نتایج بدست آمده نشان داد که ضایعات چای نمی‌تواند به تنهایی به عنوان یک خاک پوششی بکار رود و بیشترین عملکرد از مخلوط ضایعات چای و خاک پیت به نسبت ۱:۱ بدست آمد (۷). در مطالعه دیگری از ضایعات صنعت کاغذسازی به عنوان خاک پوششی برای تولید قارچ استفاده شد. اگر چه ضایعات صنعت کاغذ نمی‌تواند بطور کامل جایگزین خاک پیت در صنعت پرورش قارچ شود ولی به نسبت ۱:۳ با خاک پیت می‌تواند به عنوان یک خاک پوششی مناسب بکار رود (۱۴). پژوهشگران دیگری گزارش کردند که علت کاهش عملکرد قارچ وقتی که از ضایعات کاغذ به عنوان خاک پوششی استفاده می‌شود، غلظت کم CO₂ در این لایه است. ساختمان سست لایه کاغذی باعث هدر رفتن CO₂ می‌شود و در نتیجه تشکیل اسپوروفورها کاهش می‌یابد. بنابراین با غنی‌سازی این لایه با CO₂ توانسته‌اند عملکرد را بهبود بخشند (۹). یکی دیگر از مواد جایگزین پیت، کمپوست مصرف شده است. بقایای کمپوست معمولاً حاوی مقادیر زیادی نیتروژن، پتاسیم، فسفر و کلسیم و مقادیر کمی از عناصر دیگر به ویژه آهن و سایر عناصر سنگین می‌باشند. همچنین کمپوست مصرف شده به ویژه حاوی مقادیری نمک است که می‌تواند بر رشد میسلیم، تشکیل اندام ته سنجاقی و اندام‌های باردهی بالغ تاثیر منفی بگذارد و در نهایت عملکرد تولید قارچ را کاهش دهد. تحقیقات نشان داده است که با

آبشویی کمپوست مصرف شده می‌توان نمک‌ها را کاهش داد و از آن به عنوان خاک پوششی مناسب استفاده کرد (۱). پژوهشگران گزارش کردند از کمپوست مصرف شده (SMC)^۱ می‌توان خاک پوششی مناسبی تهیه نمود (۱۲). در این گزارش از پس مانده کمپوست سه ساله استفاده شد. برای برطرف نمودن شوری آن از روش آبشویی استفاده کردند و پس از مطالعه خواص فیزیکی، شیمیایی، میکروبی، میزان رشد میسلیم و مقدار محصول قبل و بعد از آبشویی، پس مانده کمپوست شسته شده را به عنوان خاک پوششی مورد استفاده قرار داده و محصول آن را با محصول خاک پیت شمال مقایسه کردند. اختلاف معنی‌داری بین محصول خاک شمال و پس مانده کمپوست شسته شده مشاهده نشد (۱۲). در کانادا در سال ۲۰۰۰ از کمپوست مصرف شده به عنوان خاک پوششی استفاده شد. یکی از محدودیت‌های استفاده از آن بوی نامطبوع ترکیبات فرار سولفور است که برای کاهش آن می‌توان کمپوست مصرف شده را هوادهی کرد تا تخمیر بی‌هوازی در آن کاهش یابد (۶). همچنین پس مانده کمپوست حاوی عوامل بیماری‌زا و پاتوژن‌هایی برای قارچ است که باید آن را پاستوریزه کرد. در تحقیقی، بعد از پاستوریزه کردن پس مانده کمپوست، برای حذف کاتیون‌های فلزی، آن را با اسید سیتریک، EDTA و آب تیمار کردند و برای بهبود خصوصیات فیزیکی آن مثل تخلخل، بافت، ساختمان و جمعیت میکروبی به نسبت ۱:۱ با پیت مخلوط کردند. بیشترین تولید مربوط به شاهد یا همان خاک پیت خالص بود و از سه تیمار دیگر، پس مانده کمپوست با EDTA و پیت بیشترین تولید را داشت (۴، ۱۱ و ۱۶). در پژوهش‌های انجام شده تعدادی از موادی که می‌توانند جایگزین پیت شوند و تا حدودی مشابه آن هستند معرفی شده‌اند. از جمله این مواد می‌توان به مواد کمپوست شده، ضایعات حیوانی، ضایعات کاغذ، ضایعات چوب، الیاف نارگیل، لوم، کمپوست مصرف شده، ورمی‌کولیت، کود برگی و ... اشاره نمود. اسکمایلیسکی (۵) گزارش کرد که تمام مواد ذکر شده به عنوان جایگزین پیت آزمایش نشده‌اند، ولی به علت فراوانی و در دسترس بودن کمپوست مصرف شده در صنعت کشت قارچ، توجه به آن روز به روز بیشتر شده است. بنابراین اخیراً استفاده از پس مانده کمپوست به عنوان جایگزین خاک پیت گسترش یافته است. با توجه به اینکه یکی از مشکلات عمده بسیاری از تولیدکنندگان قارچ در ایران، فقدان خاک پوششی مناسب می‌باشد و در ایران خاک پیت سیاه (مرغوبترین خاک پوششی جهان) در دسترس نیست، قیمت و هزینه حمل خاک پیت از شمال به مراکز پرورش قارچ بسیار گران است. برخی تولیدکنندگان، از خاک رس، لوم، سیلت و ... به عنوان خاک پوششی استفاده می‌کنند. این خاک‌ها از خصوصیات لازم به عنوان خاک پوششی در پرورش قارچ برخوردار نیستند. یکی از موادی را که می‌توان جایگزین خاک

۳۸ سانتی‌متر و حاوی ۱۲ کیلوگرم کمپوست بود. جهت تهیه تیمارهای خاک پوششی از ۴ ماده اولیه خاک لوم، آزولا، پیت و کمپوست مصرف شده یک ساله و دو ساله استفاده شد. خاک لوم از محل گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مشهد جمع‌آوری شد. آزولا به صورت آزو کمپوست آماده از موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت، پیت خالص بصورت وارداتی از هلند و کمپوست مصرف شده یک ساله و دو ساله از مرکز پرورش قارچ دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد. خصوصیات هر یک از مواد فوق قبل تهیه تیمارهای آزمایش در آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی مشهد اندازه‌گیری شد (جدول ۱). برای اندازه‌گیری pH و EC مواد اولیه خاک پوششی با آب مقطر به نسبت ۱:۵ مخلوط و از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده شد. pH عصاره‌های بدست آمده با pH متر الکترونیکی (مدل METROHM 632) و هدایت الکتریکی توسط دستگاه هدایت سنج الکترونیکی (مدل JENWAY 4310) اندازه‌گیری شد. سدیم و پتاسیم با دستگاه فلوئوم فتومتر (مدل JENWAY-PFP7)، ازت کل با استفاده از دستگاه کجلدال (مدل V40) و اندازه‌گیری ماده آلی خاک به روش والکی و بلاک انجام شد (۸). ماده آلی آزولا، پیت و کمپوست بوسیله حرارت دادن در کوره و اختلاف وزن با خاکستر بدست آمد (۸). برای شستشوی کمپوست‌ها از یک تانک پلاستیکی به روش غوطه‌ور کردن در آب به مدت ۱۵ دقیقه استفاده شد. برای تکرار شستشو جهت تیمارهای دو بار و سه بار شستشو، به فاصله نیم ساعت مراحل شستشو تکرار شد. برای تهیه تیمار EDTA نیمی از هر یک از تیمارهای آزمایشی آماده شده را در EDTA ۰.۳ مولار، (در ۱۲ لیتر آب یک کیلو و ۳۴۰ گرم نمک EDTA) به مدت ۲-۳ دقیقه غوطه‌ور و سپس از محلول خارج شده و برای رفع سمیت EDTA به مدت ۲ دقیقه با آب معمولی شستشو گردید.

کلیه تیمارهای کمپوست آماده شده به نسبت ۱:۱ با خاک لوم، آزولا و پیت مخلوط شدند. تیمارها به اتاق پاستوریزاسیون منتقل، با درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت پاستوریزه شدند. تیمارهای تهیه شده به عمق ۴ سانتی‌متر بر روی بستر کشت قارچ (بخش ۳-۱) که میسلیم‌ها در آن رشد کرده بودند اضافه و شرایط محیطی برای رشد میسلیم درون خاک پوششی تنظیم گردید. رطوبت نسبی اتاق کشت ۹۵-۹۰ درصد، آبیاری ۲-۴ بار در هفته و کنترل سطح دی اکسید کربن با هوادهی بود. پس از خاک‌دهی درب کیسه‌ها بسته و وقتی میسلیم به سطح خاک رسید و حدود ۷۰٪ سطح خاک را پر کرد آنگاه درب پلاستیک‌ها به منظور انجام تهویه باز شد و میزان دی اکسید کربن کاهش یافت و اندام‌های ته سنجاقی تشکیل شد. بعد از تشکیل اسپوروفورها، عملکرد هر تیمار و همچنین کیفیت قارچ تولید شده (اندازه، شکل ظاهری نظیر قطر کلاهک، رنگ ظاهری و ...) ارزیابی شد.

پیت نمود، کمپوست مصرف شده (SMC) است. از طرفی مصرف آن به صورت خاک پوششی باعث جلوگیری از آلودگی محیط زیست و جلوگیری از آلودگی قارچ‌های خوراکی توسط آفات و عوامل بیماریزای حل مشکل کمبود فضای اشغال شده توسط کمپوست مصرف شده می‌شود. این پژوهشی در ارتباط با امکان جایگزینی پیت خالص با مخلوط کمپوست مصرف شده همراه خاک لوم، پیت و آزولای پوسیده به نسبت ۱:۱ در تولید قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از روش کشت کیسه‌ای قارچ برای مطالعه امکان استفاده از کمپوست مصرف شده برای جایگزینی خاک پوششی در تولید قارچ خوراکی استفاده گردید. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل در دو تکرار، فاکتور کمپوست مصرف شده پاستوریزه (۱) در دو سطح یک ساله و دو ساله (C_1 و C_2)، فاکتور شستشو در سه سطح یک، دو و سه بار شستشو (L_1 ، L_2 و L_3)، EDTA در دو سطح صفر و ۳/۱ مولار (E_1 و E_2) و خاک پوششی در چهار سطح شامل مخلوط کمپوست همراه خاک لوم، آزولای پوسیده همراه کمپوست، پیت همراه کمپوست به نسبت ۱:۱ و پیت خالص در مرکز تولید قارچ دانشکده کشاورزی فردوسی مشهد انجام شد. در مجموع ۹۶ کیسه پرورش قارچ در این آزمایش تهیه شد.

از کاه و کلش گندم به منظور تهیه کمپوست برای کشت قارچ استفاده گردید. ۷۵۰ کیلوگرم کاه گندم مرطوب با ۳۵۰ کیلوگرم کود مرغی، ۱۰ کیلوگرم کود اوره و ۱۰ کیلوگرم ملاس چغندر قند مخلوط گردید و با فاصله زمانی ۴۸ ساعت دو مرتبه هم زده شد. ۴ مرتبه قالب‌زنی با قالب‌هایی با عرض ۱/۵ متر و ارتفاع ۱/۸ متر با فواصل سه روز به منظور ایجاد گرمای مناسب جهت شروع و تشدید فعالیت‌های تخمیر میکروبی انجام گردید. مقداری گچ جهت رفع لزجی کمپوست تولیدی به آن اضافه گردید. در مرحله دوم کمپوست‌سازی، کمپوست فرآوری شده جهت پاستوریزاسیون و آمونیاک‌زدایی به اتاق پاستوریزاسیون منتقل شد و به مدت ۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد با بخار آب پاستوریزه شد. درجه حرارت به تدریج کاهش داده شد، همزمان با استفاده از دستگاه تهویه، هوای تازه به داخل اتاق پاستوریزاسیون وارد گردید. وقتی حرارت کمپوست به ۲۵ درجه سانتی‌گراد رسید و بوی آمونیاک دیگر از آن به مشام نرسید و میزان رطوبت آن حدود ۶۷ درصد شد، مایه‌زنی انجام گردید. اسپاون آماده شده در مرکز تحقیقات تولید بذر قارچ خوراکی جهاد دانشگاهی (Holland 737) به میزان ۱/۵ درصد در هر کیسه حاوی ۱۲ کیلوگرم کمپوست با رطوبت ۶۷٪ و به روش لایه‌ای به کمپوست آماده شده اضافه گردید. هر کیسه پرورش قارچ دارای ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر، قطر

جدول ۱- ویژگی‌های اندازه‌گیری شده مواد اولیه خاک پوششی

خصوصیت	کمپوست یک ساله	کمپوست دو ساله	آزولا	خاک لوم	پیت
pH	۷/۱۹	۶/۵۷	۶/۵۰	۷/۷۲	۷/۰۹
EC (dS/m)	۶/۸۵	۳/۳۲	۲/۵۰	۰/۸۵	۰/۳۰
OM (%)	۵۲	۵۸	۷۳	۰/۳	۶۲
Total N (%)	۰/۶۴	۰/۹۶	۱/۳۰	۰/۰۳	۰/۲۶
Na (%)	۰/۱۹	۰/۲۷	۰/۸۹	۰/۰۴	۰/۱۰
K (%)	۰/۷۹	۰/۶۸	۱/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۲

حاصل از EDTA بر روی تکثیر میسیلیوم‌های قارچ اثر منفی داشته باشد و این امر سبب کاهش توسعه میسیلیوم‌ها در خاک پوششی و کاهش عملکرد و قطر کلاهک قارچ خوراکی شده است و از طرفی تحقیقات نشان می‌دهد افزودن EDTA باعث کاهش عناصری مانند آهن و روی در قارچ‌های دکمه‌ای سفید شد و در نتیجه عملکرد قارچ کاهش یافته بود. آهن از جمله عناصر ضروری برای تشکیل اندام‌های باردهی در قارچ می باشد (۱۷).

بیشترین میزان میانگین عملکرد بعد از پیت خالص در مخلوط کمپوست و پیت به نسبت ۱:۱ مشاهده شد که در این تیمار میانگین عملکرد در هر کیسه به میزان ۱۱/۷٪ و میانگین قطر کلاهک نیز به ۴۴/۱ میلی‌متر رسید (شکل ۱ و ۲). کمترین عملکرد و قطر کلاهک قارچ دکمه‌ای در تیمار آزولا همراه کمپوست مشاهده شد که عملکرد به ۸/۳٪ و قطر کلاهک به ۳۷ میلی‌متر کاهش یافته بود (شکل ۱ و ۲). در این ارتباط نتایج بدست آمده با نتایج محققین دیگر مطابقت دارد (۱۲ و ۱۶). به نظر می‌رسد رطوبت بالای آزولا مانع ورود اکسیژن و خروج دی‌اکسید کربن از کمپوست و در نهایت مانع از رشد میسیلیوم‌های قارچ در خاک پوششی شد.

داده‌های بدست آمده با نرم افزار MINTAB به صورت فاکتوریل و بر مبنای طرح کاملاً تصادفی مورد آنالیز قرار گرفت. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح $\alpha = 1/0.5$ مقایسه شدند. برای رسم نمودارها از نرم افزار Microsoft Excel XP استفاده گردید.

نتایج و بحث

آزمون داده‌ها و نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین نوع کمپوست یک ساله و دو ساله و تعداد دفعات آبیاری بر عملکرد و قطر کلاهک قارچ دکمه‌ای سفید تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود ندارد (جدول ۲). ظاهراً این نتیجه به تفاوت کیفی بسیار اندک کمپوست‌های یک ساله و دو ساله مربوط می‌شود. اما نتایج نشان داد استفاده از محلول EDTA ۰/۳ مولار اثر معنی‌داری بر عملکرد و قطر کلاهک قارچ خوراکی سفید داشته است و شستشوی کمپوست مصرف شده با محلول EDTA ۰/۳ مولار از نظر آماری عملکرد قارچ دکمه‌ای را به میزان ۴۴/۳ درصد و قطر کلاهک را به میزان ۱۲/۷ درصد کاهش داد (جدول ۲). بنظر می‌رسد که سمیت

جدول ۲- میانگین مربعات عملکرد، قطر کلاهک و طول اندام هوایی قارچ در تیمارهای آزمایشی مختلف

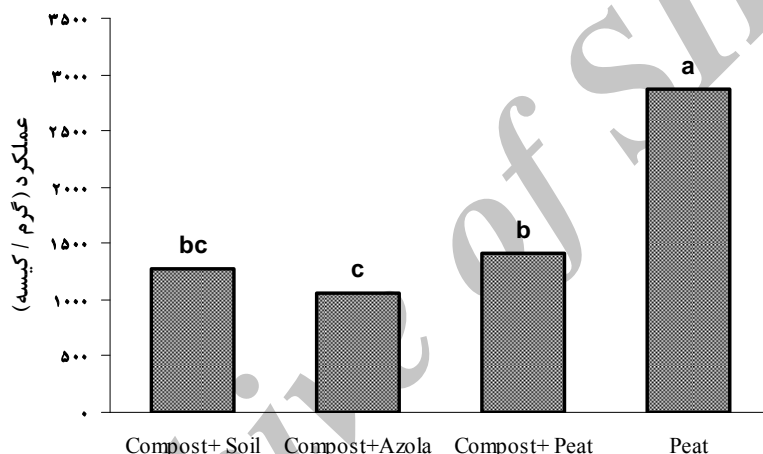
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد قارچ	میانگین مربعات قطر کلاهک قارچ	طول اندام هوایی قارچ
نوع کمپوست	۱	۳۶۸۱۷ ^{ns}	۷۶/۲ ^{ns}	۱۱/۸ ^{ns}
تعداد دفعات آبیاری	۲	۲۵۲۸۲۵ ^{ns}	۱۸ ^{ns}	۱۵/۳ ^{ns}
شستشو با محلول EDTA ۰/۳ مولار	۱	۸۶۳۵۲۰۱*	۵۷۵/۶*	۱۰/۶ ^{ns}
نوع خاک پوششی	۳	۱۶۳۸۱۷۹۸۳*	۲۴۲/۳*	۸۷/۵*
نوع کمپوست × نوع خاک پوششی	۳	۲۰۵۷۲۹*	۱۵/۹*	۱۷/۱*
دفعات آبیاری × خاک پوششی	۶	۱۲۵۹۱۷*	۳۱/۷*	۵۴*
EDTA × نوع خاک پوششی	۳	۱۱۰۳۵۵۸*	۳۴/۳*	۲۴/۶*
خطای آزمایش	۷۶	۱۴۷۳۴۲	۴۲/۹	۲۸/۹

*در سطح $\alpha=5\%$ معنی‌دار است و ns از نظر آماری معنی‌دار نیست.

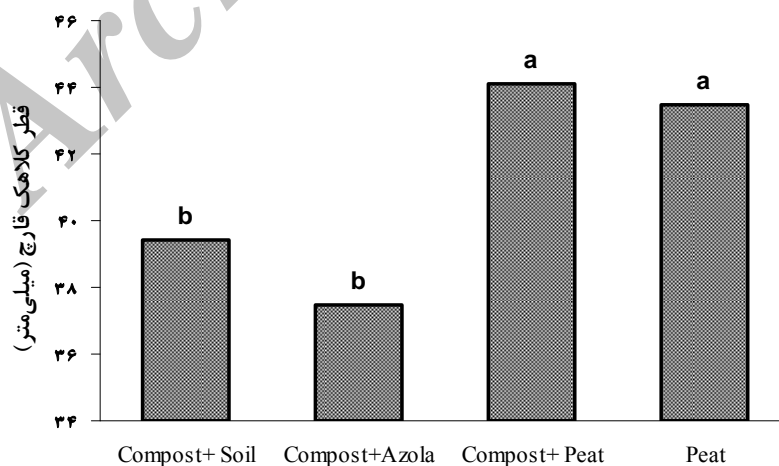
برخی از اثرات متقابل بدلیل معنی دار نشدن در جدول آورده نشده اند و با SS خطا ادغام شده اند.

ظرفیت نگهداری آب پایین خاک لوم، قارچ خوراکی در این محیط همیشه با کمبود آب مواجه است و در نتیجه رشد کلاهک و عملکرد قارچ در واحد سطح کاهش پیدا می‌کند. بین تیمارهای خاک لوم همراه کمپوست و پیت همراه کمپوست اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۴-۲). پرورش‌دهندگان قارچ خوراکی از خاک‌های مختلفی مثل خاک پیت، خاک رس، سیلت، لوم و ... به عنوان خاک پوششی استفاده کرده‌اند (۱۰، ۱۲، ۱۳ و ۱۴). با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان کمپوست مصرف شده (SMC) همراه با پیت به نسبت ۱:۱ را پیشنهاد مناسب و خوبی برای جایگزینی با خاک پوششی پیت معرفی نمود. نتایج بدست آمده در ارتباط با تاثیر مثبت پیت همراه کمپوست مصرف شده بر عملکرد و قطر کلاهک قارچ با نتایج مطالعات دیگر پژوهشگران (۱۲) مطابقت دارد.

به عبارت دیگر، به علت جذب بالای آب توسط آزولا، میسلیوم‌های قارچ دچار خفگی شده و جذب آنها مختل گردید. یکی از خصوصیات خاک پیت که به عنوان خاک پوششی در پرورش قارچ استفاده می‌شود تخلخل موجود در آن می‌باشد، به طوری که ضمن فراهم نمودن آب مورد نیاز قارچ خوراکی باعث تبادل اکسیژن و گاز کربنیک در کمپوست می‌گردد. آزولا به علت جذب آب زیاد و تخلخل کم از این تبادل هوا ممانعت می‌نماید و باعث خفگی میسلیوم‌های قارچ و در نتیجه کاهش عملکرد می‌گردد. از طرف دیگر رشد مطلوب قارچ در خاک لوم به دلیل کم بودن رطوبت حاصل نشد. با توجه به اینکه ۹۵٪ وزن قارچ را آب تشکیل می‌دهد و این محصول در تاریکی و رطوبت حدود ۸۵٪ رشد می‌کند، شیب پتانسیل آب چندان شدید نیست که آب را از محیط ریشه به آسانی جذب نماید. با توجه به



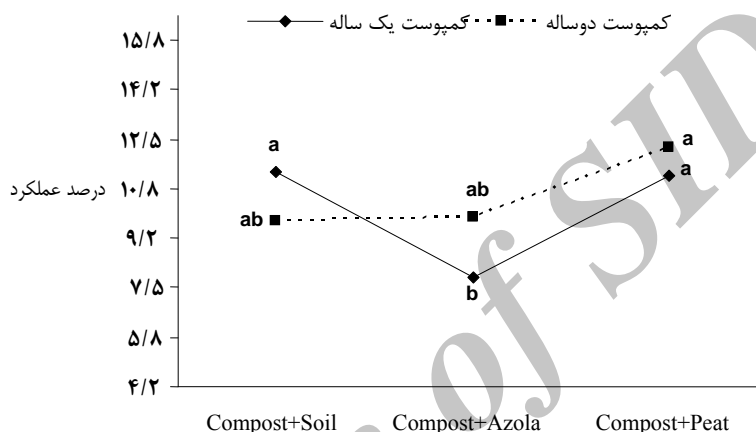
شکل ۱- مقایسه میانگین انواع خاک پوششی بر عملکرد قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید. میانگین‌های دارای حرف و یا حروف مشترک در سطح $\alpha=5\%$ معنی‌دار نیستند.



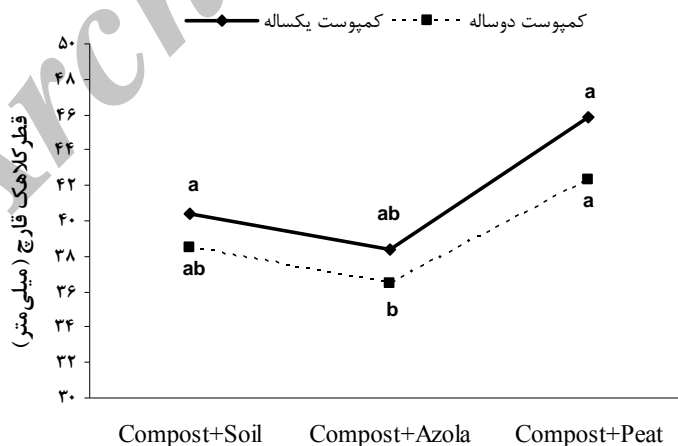
شکل ۲- مقایسه میانگین انواع خاک پوششی بر قطر کلاهک قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید. میانگین‌های دارای حرف و یا حروف مشترک در سطح $\alpha=5\%$ معنی‌دار نیستند.

کمپوست همراه خاک لوم در کمپوست یک ساله در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری مشاهده نگردید (شکل ۳ و ۴). کمترین عملکرد در کمپوست یک ساله با خاک پوششی مخلوط کمپوست همراه آزولا با میانگین عملکرد ۷/۵٪ در هر کیسه مشاهده شد (شکل ۳). کمترین قطر کلاهک قارچ در کمپوست دو ساله با خاک پوششی مخلوط کمپوست همراه آزولا با میانگین قطر کلاهک ۳۶/۵ میلی متر مشاهده شد (شکل ۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین عملکرد قارچ خوراکی در تیمارهای آزمایشی نشان داد که بر همکنش انواع خاک‌های پوششی و نوع کمپوست بر میانگین عملکرد و قطر کلاهک قارچ در سطح ۵ درصد معنی دار می باشد (جدول ۲). به طوری که بیشترین میانگین عملکرد و قطر کلاهک قارچ خوراکی در پیت خالص مشاهده شد (شکل ۳ و ۴). در میانگین عملکرد و قطر کلاهک قارچ در خاک پوشش‌های مخلوط کمپوست همراه پیت، مخلوط



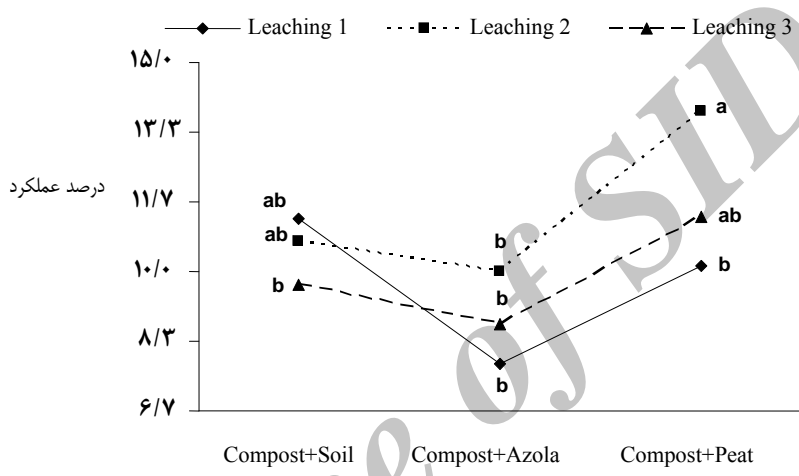
شکل ۳- مقایسه میانگین برهمکنش کمپوست یک ساله و دو ساله و انواع خاک پوششی بر عملکرد قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید میانگین‌های دارای حرف و یا حروف مشترک در سطح $\alpha=5\%$ معنی دار نیستند.



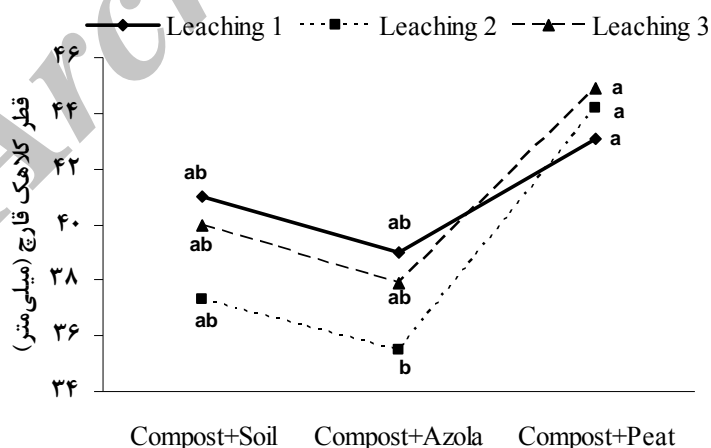
شکل ۴- مقایسه میانگین برهمکنش کمپوست یک ساله و دو ساله و انواع خاک پوششی بر قطر کلاهک قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید میانگین‌های دارای حرف و یا حروف مشترک در سطح $\alpha=5\%$ معنی دار نیستند.

در هر کیسه مشاهده گردید (شکل ۵) و بیشترین قطر کلاهک قارچ در کمپوست‌های یک، دو و سه بار شسته شده با خاک پوششی مخلوط کمپوست همراه پیت با میانگین قطر کلاهک حدود ۴۴-۴۵ میلی‌متر مشاهده گردید که در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۶). کمترین میانگین عملکرد و قطر کلاهک قارچ در کمپوست شسته شده با خاک پوششی مخلوط کمپوست همراه آزولا مشاهده شد (شکل ۵ و ۶).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه برهمکنش دفعات آبیاری و انواع خاک پوششی بر میانگین عملکرد قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید حاکی از معنی‌دار بودن اثر متقابل دفعات آبیاری و انواع خاک پوششی بر میانگین عملکرد و قطر کلاهک قارچ خوراکی در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (جدول ۲). بیشترین عملکرد قارچ و قطر کلاهک در خاک پیت خالص مشاهده شد (شکل ۵ و ۶). بعد از آن بیشترین عملکرد قارچ در کمپوست‌های دو بار شسته شده با خاک پوششی مخلوط کمپوست همراه پیت با میانگین عملکرد ۱/۷ کیلوگرم



شکل ۵- مقایسه میانگین برهمکنش دفعات آبیاری و انواع خاک پوششی بر عملکرد قارچ دکمه‌ای سفید میانگین‌های دارای حرف و یا حروف مشترک در سطح $\alpha=5\%$ معنی‌دار نیستند.

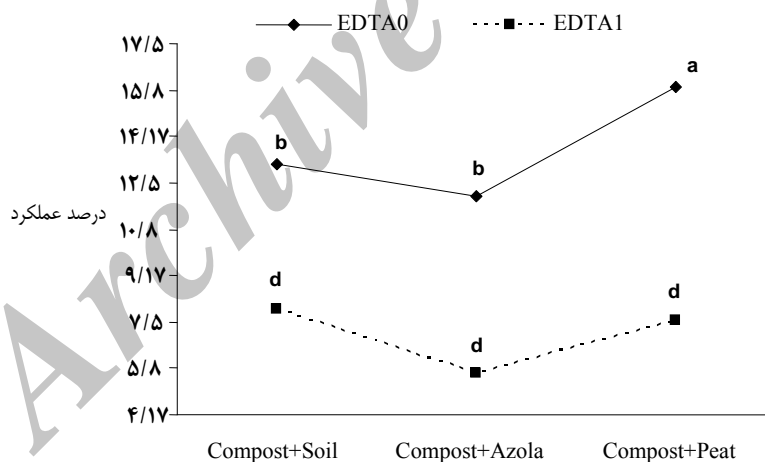


شکل ۶- مقایسه میانگین برهمکنش دفعات آبیاری و انواع خاک پوششی بر قطر کلاهک قارچ دکمه‌ای سفید میانگین‌های دارای حرف و یا حروف مشترک در سطح $\alpha=5\%$ معنی‌دار نیستند.

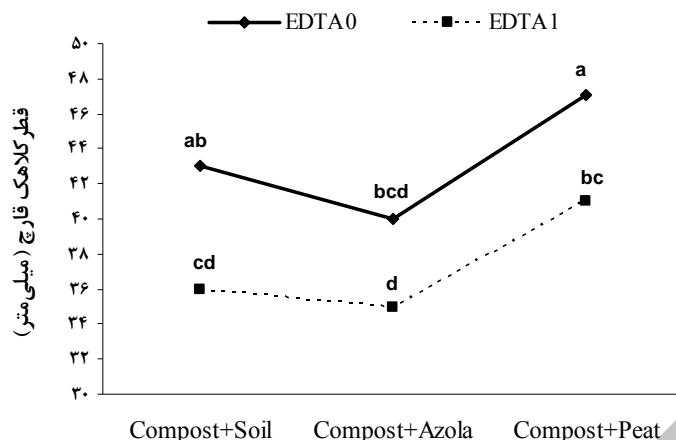
کیلوگرم در هر کیسه مشاهده شد که در سطح $\alpha=5\%$ اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۷). کمترین میانگین قطر کلاهیک قارچ خوراکی در کمپوست‌های شسته شده با EDTA در خاک پوشش‌های مخلوط کمپوست همراه آزولا و مخلوط خاک لوم همراه کمپوست با میانگین قطر کلاهیک به ترتیب به میزان ۳۶ و ۳۵ میلی‌متر مشاهده شد که در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۸). نتایج بالا در ارتباط با تاثیر EDTA در خاک پوششی بر عملکرد قارچ خوراکی با نتایج پژوهشگران دیگر مطابقت دارد (۱۷).

در نهایت نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که هیچکدام از ترکیبات خاک پوششی جای پیت خالص را نمی‌گیرد و نمی‌تواند به طور کامل جایگزین آن شود. با این وجود ترکیبی از خاک پیت به همراه کمپوست مصرف شده عملکرد بیشتری از ترکیبات پوششی دیگر تولید کرد که در شرایط فقدان و کمبود خاک پیت، که از خارج وارد می‌شود، می‌توان از ترکیب خاک پیت با کمپوست مصرف شده استفاده کرد. قطعاً هرچه درصد خاک پیت در این ترکیب بیشتر باشد، عملکرد قارچ بیشتر خواهد شد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد و قطر کلاهیک قارچ خوراکی در تیمارهای آزمایشی نشان داد که در هر همکنش انواع خاک‌های پوششی و EDTA بر میانگین عملکرد و قطر کلاهیک قارچ در سطح ۵ درصد معنی دار می‌باشد (جدول ۲). به طوری که بیشترین میانگین عملکرد و قطر کلاهیک قارچ خوراکی در پیت خالص مشاهده شد (شکل ۷ و ۸). بعد از آن بیشترین میانگین عملکرد قارچ خوراکی در خاک پوششی مخلوط پیت همراه کمپوست بدون تیمار EDTA به میزان ۲ کیلوگرم در هر کیسه مشاهده شد (شکل ۷) و بیشترین میانگین قطر کلاهیک قارچ خوراکی در خاک پوششی مخلوط پیت همراه کمپوست و مخلوط پیت همراه خاک لوم به نسبت بدون تیمار EDTA به ترتیب به میزان $47/1$ و 33 میلی‌متر مشاهده شد که در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۸). در خاک پوشش‌های مخلوط کمپوست همراه آزولا و مخلوط خاک لوم همراه کمپوست بدون تیمار EDTA به ترتیب به میزان $1/4$ و $1/5$ کیلوگرم در هر کیسه مشاهده شد که در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۷). کمترین عملکرد قارچ در کمپوست‌های شسته شده با EDTA در خاک پوشش‌های مخلوط پیت همراه کمپوست، مخلوط کمپوست همراه آزولا و مخلوط خاک لوم همراه کمپوست با میانگین عملکردهای به ترتیب ۱، $0/6$ و $0/9$



شکل ۷- مقایسه میانگین بر همکنش EDTA و انواع خاک پوششی بر عملکرد قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید میانگین‌های دارای حرف و یا حروف مشترک در سطح $\alpha=5\%$ معنی دار نیستند.



شکل ۸- مقایسه میانگین بر همکنش EDTA و انواع خاک پوششی بر قطر کلاهک قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید میانگین‌های دارای حرف و یا حروف مشترک در سطح $\alpha=5\%$ معنی دار نیستند

منابع

- ۱- فارسی م. و پوریان فرح. ۱۳۹۰. پرورش و اصلاح قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید. چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۷۵ صفحه.
- ۲- محمدی گل‌تپه ا. و پورجم ا. ۱۳۸۳. اصول پرورش قارچهای خوراکی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، دفتر نشر آثار علمی. ۶۱۴ صفحه.
- ۳- مهدوی م. ۱۳۸۲. بررسی اقتصادی کشت و پرورش انواع قارچ خوراکی در کشور، اداره کل روابط عمومی و اطلاع رسانی بانک کشاورزی.
- 4- Bragg N.C. 1990. Peat and its alternatives. (Ed.) Schmilewski G. 2008. In: The role of peat in assuring the quality of growing media. International Mire Conservation Group and International Peat Society, Mires and Peat, p: 109.
- 5- Change S.T. and Miles P.G. 1987. Historical records of early cultivation of *Lentinus* in China. Mushroom Journal for the Tropics, 7: 31-37.
- 6- Fraser H.W., Dano J., DeBruyn J., Larney J.F. and Pitblado R. 2000. Best environmental management practices for mushroom growers in Canada. Canadian Mushroom Growers Association, p: 18-22.
- 7- Gulser C. and Peksen A. 2003. Using tea waste as a new casing material in mushroom (*Agaricus bisporus*) cultivation. Bioresource Technology, 88: 153-156.
- 8- Horwitz W. and Latimer J. 2005. Official method of analysis AOAC international. Maryland. USA. 4: 27.
- 9- Hayes W.A. and Nair N.G. 1976. Effects of volatile metabolic by-products of mushroom mycelium on the ecology of the casing layer. Mushroom Science, 7 (1): 259-268. (Eds.) Sassine Y.N., Abdel-mawgoud A.M.R., Ghora Y. and Bohme M. 2007. In: Effect of different mixtures with waste paper as casing soil on the growth and production of mushroom (*Agaricus bisporus*). Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 1 (2): 96-104.
- 10- Pardo1 A., Juan A.J., Pardo1 J. and Pardo J.E. 2004. Assessment of different casing materials for use as peat alternatives in mushroom cultivation. Evaluation of quantitative and qualitative production parameters. Spanish Journal of Agricultural Research, 2 (2): 267-272.
- 11- Pryce S. 1991. The peat alternatives manual a guide for the professional horticulturist and landscaper. Friends of the Earth, London, p. 122. (Ed.) Schmilewski, G. 2008. In: The role of peat in assuring the quality of growing media. International Mire Conservation Group and International Peat Society. Mires and Peat, Volume 3, Article 02.
- 12- Riahi H. and Azizi A. 2006. Leached SMC as a component and replacement for peat in casing soil and increasing dry matter in mushrooms. In Proceeding of 2nd International Spent Mushroom Substrate Symposium. Concordville, Pa, USA, p: 41-46.
- 13- Ruhul-Amin S.M. Sarker N.C., Munmun M. and Rahman F. 2007. Comparative study of different casing materials on growth and yield of button mushroom Bangladesh. Journal of Mushroom, 1 (1): 9-13.
- 14- Sassine Y.N., Ghora Y., Kharrat M., Bohme M. and Abdel-mawgoud A.M.R. 2005. Waste paper as an alternative for casing soil in mushroom (*Agaricus bisporus*) production. Journal of Applied Science Research, 1 (3): 277-284.
- 15- Schmilewski G. 2008. The role of peat in assuring the quality of growing media. International Mire Conservation Group and International Peat Society. Mires and Peat. Volume 3, Article 02.
- 16- Sharma H.S.S., Furlan A. and Lyons G. 1999. Comparative assessment of chelated spent mushroom substrates as casing material for the production of *Agaricus bisporus*. Applied Microbiology and Biotechnology, 52: 366-372.
- 17- Yalcin C.K. and Yuksel O.Z. 2000. Acid and EDTA blanching effects on the essential element content of mushrooms (*Agaricus bisporus*). Journal of the Science of Food and Agriculture, 80: 2074-2076.