نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۴۵۲-۴۴۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 4, Winter 2015, P. 446-452
ISSN: 2008 - 4730

استفاده مجدد از خاک پوششی مصرف شده واحدهای پرورش قارچ دکمه‌ای

سعید نادی[1*]- محمد فارسی[2]- سیدحسین نعمتی[3]- حسین آرویی[4]- غلامحسین داوری نژاد[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۰۶

چکیده

در این مطالعه اقدام به بازیافت خاک پوششی مصرف شده واحدهای پرورش قارچ دکمه‌ای سفید جهت استفاده مجدد و مکرر شده است. خاک پوششی به‌عنوان لایه‌ای جهت تحریک باردهی قارچ دکمه‌ای بر روی کمپوست (بستر کشت) به قطر ۵-۳ سانتی‌متر پهن می‌گردد و حدود ۳۰ درصد هزینه‌های تولید را به خود اختصاص می‌دهد. در این آزمایش جهت سهولت در جمع‌آوری خاک پوششی مصرف شده از روی کمپوست، در مرحله خاکدهی یک لایه توری با قطر منافذ ۵ میلی‌متر روی کمپوست پر شده قرار دادیم. این توری به عنوان حائلی بین کمپوست و خاک پوششی عمل می‌کند به طوری‌که در انتهای دوره کشت می توان براحتی اقدام به جداسازی و جمع‌آوری خاک پوششی مصرف شده نمود پس از بهینه‌سازی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک پوششی بازیافت شده، آزمایشی در قالب طرح اسپلیت پلات با دو فاکتور آزمایشی توری و درصدهای خاک پوششی بازیافتی در ترکیب با خاک پوششی تازه انجام شد. عامل اصلی در دو سطح، توری وبدون توری، و عامل فرعی در ۵ سطح از خاک پوششی بازیافتی در ترکیب با خاک تازه شامل۱۰۰ درصد، ۷۵ درصد، ۵۰ درصد، ۲۵ درصد و صفر درصد در ۳ تکرار مورد استفاده قرارگرفته شد. با استفاده از نرم افزارتحلیلی SAS، سه صفت عملکرد میوه، متوسط وزن میوه، و تعداد میوه در متر مربع مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در هیچ‌کدام از صفات مورد مطالعه بین انواع ترکیبات خاک پوششی، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. هم‌چنین اثر متقابل دو فاکتور معنی‌دار نشد، در نهایت می‌توان به نتیجه این رسید که استفاده از خاک پوششی بازیافتی در چرخه تولید قارچ دکمه‌ای در مقایسه با خاک پوششی تازه هیچ تأثیری منفی در کمیت و کیفیت محصول تولیدی نخواهد داشت. بنابراین تولیدکنندگاه قارچ می‌توانند از خاک پوششی بازیافتی پس از اصلاح آن از نظر شوری، اسیدیته و پاتوژن‌ها به کرات استفاده نمایند.

واژه‌های کلیدی: بازیافت، خاک پوششی بازیافتی، قارچ دکمه‌ای سفید

مقدمه

کاهش ضایعات کشاورزی در جهت تولید امری حیاتی محسوب می‌شود که امروزه به علوم نوین در دنیا تبدیل شده است. از جمله صنایع تولیدی که با استفاده از ضایعات کشاورزی به چرخه در می‌آیند، تولید و پرورش قارچ‌های خوراکی می‌باشد که با استفاده ازاین ضایعات مواد غذایی مورد نیاز بشر تولید می‌شود.

صنعت پرورش قارچ به لحاظ متفاوت بودن از لحاظ کاهش مصرف آب نسبت به بقیه محصولات کشاورزی و استفاده از ضایعات کشاورزی در امر تولید و مزایای تغذیه‌ای که دارد، دارای ارجحیت می‌باشد. امروزه پرمصرف‌ترین قارچ خوراکی، گونه دکمه‌ای است. لذا بهینه‌سازی فرآیند تولید آن امری حیاتی محسوب می‌شود. یکی از مشکلات صنعت پرورش قارچ دکمه‌ای که حدود۳۰ درصد هزینه‌های مواد اولیه آن را به خود اختصاص داده است (۱)، تهیه خاک پوششی مناسب می‌باشد، که از منابع تجدید ناپذیر و ارزشمند پیت استخراج می‌شود. پیت به عنوان بهترین ترکیب و با کیفیت‌ترین خاک پوششی محسوب می‌شود، کمبود منابع پیت در دنیا سبب شده تا این ماده با ارزش از منابع غنی نظیر جنگل‌ها و مرداب‌های کشورهای اروپایی نظیر هلند و با قیمت بسیار بالا استخراج شود. با برداشت بی‌رویه پیت منابع آن در دنیا در معرض انقراض قرار گرفته اند. زمان طولانی به منظور تجدید پیت مورد نیاز است (صدها سال) و با استفاده نادرست و بیش از حد این منابع با ارزش هم روزی به پایان خواهد رسید.

تاکنون هیچ تحقیقی نتوانسته این مشکل را به طور کامل بر طرف نماید، کووی (۲) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک پوششی را این چنین اعلام کرد، خاک پوششی بایستی بیش‌ترین تخلخل و

۱، ۳، ۴ و ۵ – به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیاران و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*–نویسنده مسئول: Email: sdnadi@yahoo.com)
۲ – استاد گروه بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

ظرفیت جذب و نگهداری آب (WHC) با pH: ۷/۲-۸/۲ و آهک فعال ۲/۵ تا ۳ درصد و نیتروژن کل ۰/۸ -۰/۷ درصد با محتویات کم از مواد غذایی معدنی و آلی و عاری از آفات و بیماری باشد.

در سال ۱۹۷۴ بعد از آزمایشات فراوان، جیرسنسکی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی یک خاک پوششی خوب را این چنین اعلام داشت: ۱- ظرفیت نگهداری آب: ۱۸۰تا۲۰۰ درصد ۲- pH: (۷/۲ تا ۷/۵) ۳- ماده آلی پوسیده (۴۷ درصد) ۴ - ۱/۲۲ درصد ازت کل ۵ - نسبت C/N ۲۱ به ۱ (۵).

طبق آزمایش‌های یک خاک پوششی مناسب بایستی یون‌های مواد آلی و معدنی بسیار کمی داشته باشد. به طورکلی کاهش شوری خاک (EC) برای رشد اندام باردهی قارچ دکمه‌ای بسیار مناسب است (۶).

پیت به عنوان پرکاربردترین ماده خاک پوششی محسوب می‌شود تاکنون آزمایشات متعددی برای جایگزین پیت صورت گرفته است. مخالفت‌های زیست محیطی زیادی در برداشت پیت از منابع آن وجود دارد (۸). ا زطرفی در بسیاری از کشورها منابع پیت وجود ندارد. بنابراین تحقیقات زیادی برای جایگزین کردن پیت انجام شده است (۹).

خاطرنشان می‌شود هیچ‌کدام از این مواد تاکنون جایگزین پیت در خاک پوششی در بعد تجاری نشده‌اند، لازم به ذکر است الیاف نارگیل در ترکیب با پیت به صورت تجاری استفاده می‌شود (۷). در آزمایشی که نابل (۱۰) انجام داد مشخص شد که قابلیت جذب آب در الیاف نارگیل نسبت به پیت بسیار کم‌تر است.

گولسر و همکاران (۳) در دانشگاه مایز ترکیه در بخش خاک شناسی از چای بازیافتی به عنوان یک ماده جدید خاک پوششی استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که هیچ ترکیبی از لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نظیر پیت نبوده و بایستی با پیت مخلوط گردد. در ضمن در این آزمایش آن‌ها به این نتیجه رسیدند که کاربرد چای بازیافتی به تنهایی باعث کاهش عملکرد گشته است.

در حال حاضر عمده‌ترین مشکل قارچ‌کاران در دنیا تأمین خاک پوششی مناسب است. قسمت عمده این خاک از پیت تشکیل یافته است (بیش از۷۰ درصد) و تاکنون هیچ ماده‌ای جایگزین آن نشده است و نتوانسته خصوصیات موجود در پیت را داشته باشد. پیت از منابع استخراج می‌شود، با رشد بی‌رویه تولید قارچ دکمه‌ای در اروپا منابع این ماده در حال نابودی است و برای همین منظور برداشت آن نیز ممنوع شده است. با توجه به این‌که پیت موجودی در ایران کم و تجدید ناپذیر است و هم‌چنین برداشت آن صدمات غیرقابل جبرانی به طبیعت می‌زند لازم دیدیم تا همین خاک پوششی مصرف شده را در طی یک دوره فرآیند، دوباره بازیافت کرده و مجدداً به عنوان خاک پوششی مصرف نماییم. این امر می‌تواند سبب کاهش هزینه‌های تولید قارچ دکمه‌ای شود و مشکلات قارچ‌کاران را در تهیه خاک پوششی و حفظ منابع با ارزش پیت در دنیا حل نماید و به حفظ این ماده با ارزش و تجدید ناپذیر در طبیعت کمک کند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو مرحله انجام پذیرفت

مرحله اول: فرآیند بازیافت

بستر غذایی قارچ دکمه‌ای از دو لایه عمودی تشکیل شده است، لایه اول کمپوست یا بستر غذایی و لایه فوقانی خاک پوششی می‌باشد (۶). به منظورعملیات بازیافت خاک پوششی، مهم‌ترین عامل چگونگی فرآیند جداسازی خاک پوششی از کمپوست می‌باشد، در انتهای دوره کشت در زمان تخلیه سالن‌ها جمع‌آوری خاک پوششی و جداسازی آن به صورت خالص بسیار مشکل است و سبب مخلوط شدن آن با کمپوست می‌شود، به منظور جلوگیری از این مخلوط شدن در روشی ابداعی اقدام به جایگذاری توری با قطر منافذ ۳ میلی‌متر بین کمپوست و خاک پوششی نمودیم. این روش برای اولین بار انجام شده و از این حیث، کاری کاملاً ابداعی و جدید محسوب می شود، توری این کمک را می‌کند که در زمان جداسازی خاک پوششی از کمپوست، هیچ‌کدام از دو لایه بستر با یکدیگر مخلوط نشده و در این صورت می‌توان خاک پوششی را در انتهای دوره پرورش قارچ جدا و جهت فرآیند بازیافت به صورت خالص جمع‌آوری نمود.

جدول۱- خاک‌های پوششی رایج در کشورهای مختلف (۱۳)

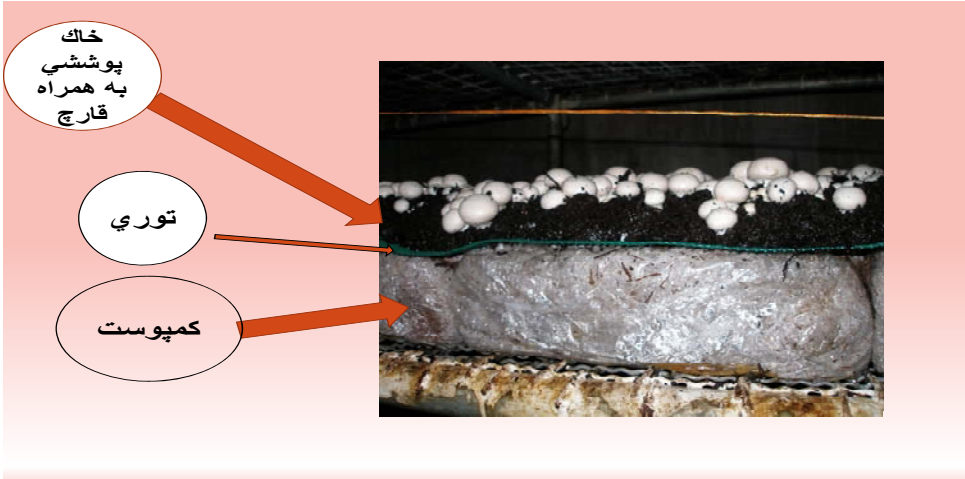
کشور	نوع خاک پوششی
دانمارک	پیت در ترکیب گچ هیدراته
فرانسه	خاک‌های پوسیده مناطق جنگلی
هلند	پیت سیاه، پیت ماس
هند	کودهای حیوانی + لوم رس، کمپوست برگشتی ۳ سال پوسیده شده
لهستان	پیت در ترکیب با گچ هیدراته
روسیه	پیت در ترکیب با گچ هیدراته
بریتانیا	پیت ماس در ترکیب با گچ هیدراته
ایالت متحده آمریکا	پیت، خاک‌های پوسیده مناطق جنگلی

در این‌جا لازم می‌دانیم به این نکته اشاره کنیم که قطر هیف‌های قارچ میکرونی بوده و از منافذ توری عبور کرده و وارد خاک پوششی می‌شوند. قبل از جمع‌آوری خاک پوششی از روی توری، ابتدا اقدام به حذف قارچ‌های آلوده و سپس اقدام به جمع‌آوری خاک نمودیم. جهت حذف میسیلیوم‌های موجود در خاک پوششی نیاز به فرآیند بازیافت می‌باشد، که اولین مرحله فرآیند بازیافت عملیات توده کردن (سیلوکردن) است. خاطرنشان می‌شود جهت توده کردن خاک پوششی بازیافتی درسطح وسیع نیاز به یک بونکر یا سیلوی بتونی می‌باشد.

مدت دوره بازیافت خاک پوششی می‌تواند بین ۲۱ تا ۳۰ روز به طول بیانجامد، یکی از مهم‌ترین عواملی که می‌تواند به پوسیده تر شدن میسیلیوم‌های درون خاک پوششی بازیافتی کمک نماید، افزودن آب و هم‌زدن توده خاک پوششی می‌باشد. بعد از طی فرآیندهای بازیافت یعنی زمانی که دیگر هیچ‌گونه میسیلیومی در خاک مشاهده نشد، عملیات آبشویی صورت گرفت. همان‌طور که گفته شد خاک بازیافتی حاوی میسیلیوم‌های قارچ دکمه‌ای می‌باشد که پس از طی فرآیند بازیافت تجزیه شده و درنتیجه مقداری ماده آلی پوسیده بر جای می‌گذارد. به علت تبخیر و برداشت آب توسط قارچ یون‌های آب آبیاری در سطح خاک تجمع یافته و درنتیجه EC (هدایت الکتریکی) آن افزایش می‌یابد. به طورکلی کاهش شوری خاک برای رشد اندام باردهی بسیار مناسب است (۶).

طبق اظهارات هایس (۶) یک خاک پوششی مناسب بایستی مواد غذایی و غیر آلی کمی داشته باشد.

طبق آزمایش‌های انجام شده مهم‌ترین فاکتوری که خاک بازیافتی را نسبت به خاک تازه یا مصرف نشده متمایز می سازد EC یا هدایت الکتریکی می‌باشد. دفعات آبشویی تا حداکثر ۳ نوبت می‌تواند کمک شایانی به شستشوی خاک پوششی نماید و سبب بهبود وضعیت EC خاک پوششی بازیافتی شود.



شکل ۱- نحوه قرارگیری توری در بستر قارچ دکمه‌ای

جدول ۲ - خصوصیات شیمیایی و فیزیکی یک پیت استاندارد و مناسب جهت خاک پوششی (۱۴)

EC (هدایت الکتریکی) (دسی زیمنس بر متر)	۰/۵
WHC (ظرفیت نگهداری آب)(ml water/100g DW)	۳۲۵
pH (اسیدیته خاک)	۷/۵
ماده آلی(OM) (درصد)	۶۱
نسبت C/N	۴۷:۱
کربنC (درصد)	۳۵/۵
ازت کل (Total N) (درصد)	۰/۷۸
لیگنین (درصد)	۲/۷
سلولز (درصد)	۸/۹

مرحله دوم: اجرای طرح آزمایشی

این آزمایش در مرکز تحقیقات قارچ‌های خوراکی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. به منظور اجرای طرح آزمایشی، از کمپوست بلوکی که به صورت آماده از واحدهای کمپوست‌سازی خریداری می‌شود، استفاده گردید. بعد از طی مرحله ریسه دوانی که ۱۴ روز به طول انجامید و زمانی که سطح کمپوست کاملاً سفید، و طلایی رنگ شد، بایستی به منظور تحریک فرآیند زایشی عملیات خاکدهی را انجام داد (۱). خاک پوششی به قطر۵ – ۳ سانتی‌متر بر روی سطح کمپوست قرار گرفت، ابعاد هر واحد آزمایشی برای اعمال هر تیمار ۶۰ ×۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به منظور جلوگیری از مخلوط شدن خاک پوششی، هر واحد آزمایشی پارتیشن‌بندی (جداسازی) شد که برای اعمال این هدف ازنوارهای پلاستیکی با عرض ۶ سانتی‌متر استفاده گردید. این آزمایش در قالب طرح اسپلیت پلات با دو فاکتور آزمایشی توری و درصدهای خاک بازیافتی در ۳ تکرار انجام شد.

فاکتور اصلی (A) در دو سطح توری (*a1*) و بدون توری (*a2*) فاکتور فرعی (B) در ۵ سطح از درصد خاک بازیافتی در ترکیب با خاک تازه شامل:b1: ۱۰۰ درصد خاک پوششی بازیافتی b2: ۷۵ درصد خاک پوششی بازیافتی + ۲۵ درصد خاک پوششی تازه b3: ۵۰ درصد خاک بازیافتی + ۵۰ درصد خاک پوششی تازه b4: ۷۵ درصد خاک پوششی بازیافتی + ۲۵ درصد خاک پوششی تازه b5: ۱۰۰ درصد خاک پوششی تازه (مصرف نشده).

صفات مورد اندازه‌گیری شده عبارتند از:

۱- عملکرد میوه؛ ۲- متوسط وزن میوه؛ ۳- تعداد میوه.

آنالیزآماری داده‌ها به وسیله نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

بعد از اجرای فرآیند بازیافت خاک پوششی طبق آنالیزهایی که انجام دادیم متوجه شدیم، مهم‌ترین فاکتوری که خاک بازیافتی را نسبت به خاک تازه یا مصرف نشده متمایز می‌سازد EC (هدایت الکتریکی) می‌باشد.

با توجه به داده‌های جدول ۳ مهم‌ترین فاکتور تغییری از بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی EC (هدایت الکتریکی) می‌باشد، که می‌تواند به وسیله عملیات آبشویی با آب شیرین و یا آب شرب آن را بهبود بخشید.

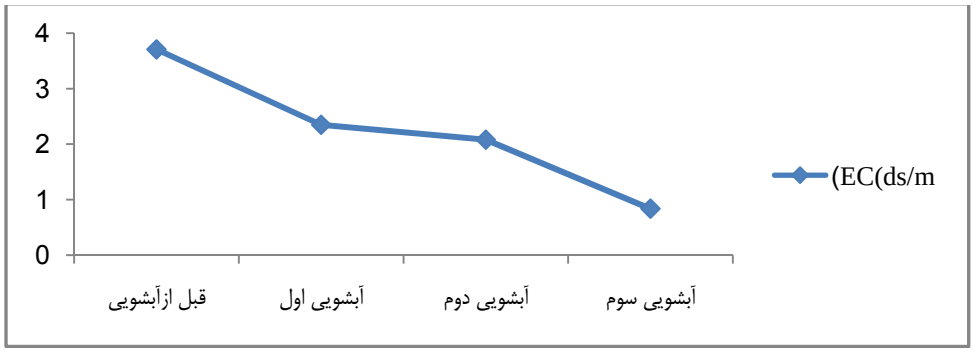
بعد از انجام سه مرحله عملیات آبشویی EC خاک پوششی بازیافتی مورد آزمایش از ۳/۷۱ به ۰/۸۳۶ دسی‌زیمنس بر متر رسید.

با استفاده از نرم افزار SAS و Excel صفات فوق مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته شده است.

اختلاف در هیچ‌کدام از صفات شامل عملکرد، متوسط وزن میوه، تعداد میوه معنی‌دار نشد یعنی پخش توری و اضافه کردن درصدهایی از خاک پوششی بازیافتی بر عملکرد هیچ تأثیری نداشت.

جدول ۳- نتایج آنالیز خاک بازیافتی

شرح	RC (Recycled Casing Soil) خاک پوششی بازیافتی (قبل از آبشویی)	FC (Fresh Casing Soil) خاک پوششی تازه(مصرف نشده)
EC (ds/m)	۳/۷۱	۰/۶۳۸
pH	۷/۶۸	۷/۸۷
WHC (ml water/100g DW)	۲۸۸	۳۰۵
ماده آلی (OM) (٪)	۵۹	۶۳



شکل ۱-تغییرات شوری در طی آبشویی‌های مکرر

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده را نشان می‌دهد

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد	وزن متوسط میوه	تعداد میوه
توری	۱	^{ns}۱/۱۴	^{ns}۷/۵۳	^{ns}۲۷۶/۰۳
خطای اصلی	۴	۰/۹۶	۱/۰۴	۸۰۹۴/۷۶
خاک پوششی	۴	^{ns}۰/۷۰	^{ns}۱/۳۱	^{ns}۲۰۰۷/۵۳
اثر متقابل خاک پوششی و توری	۴	^{ns}۰/۳۲	^{ns}۰/۷۹	^{ns}۲۱۴۹/۰۲
خطای فرعی	۱۶	۰/۲۴	۰/۵۳	۲۰۷۰/۶۹
ضریب تغییرات	–	۱۲/۴۸	۳/۴۳	۰/۴۷

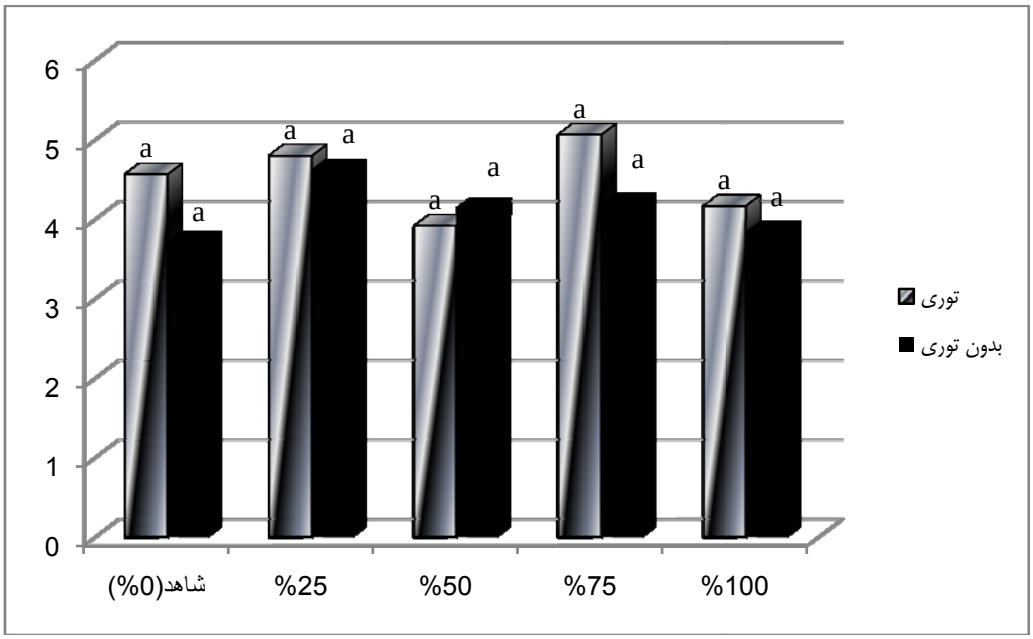
ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار

تاکنون آزمایشات متعددی جهت جایگزینی ماده‌ای به جای پیت در خاک پوششی صورت گرفته است از جمله آن‌ها می‌توان به: پوست درخت (۱۱) کمپوست مصرفی SMS (۱۲) الیاف نارگیل (۷) ضایعات کاغذ (۴) اشاره کرد که هیچ‌کدام از این مواد تاکنون جایگزین پیت در خاک پوششی در بعد تجاری نشده اند، لازم به ذکر است الیاف نارگیل در ترکیب با پیت به صورت تجاری استفاده می‌شود (۸).

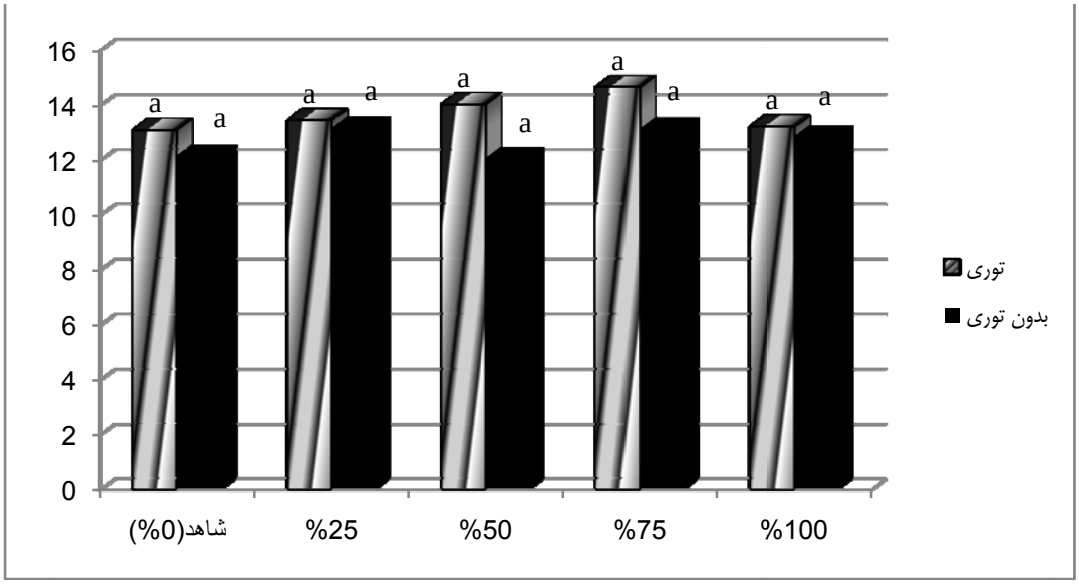
در آزمایشی که نابل (۱۰) انجام داد مشخص شد، که قابلیت جذب آب در الیاف نارگیل نسبت به پیت بسیار کم‌تر است. گولسر و همکاران (۳) در دانشگاه مایز ترکیه در بخش خاکشناسی از چای بازیافتی به عنوان یک ماده جدید در خاک پوششی استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند، که هیچ ترکیبی نسبت به پیت از نظر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، میکروبیولوژی مناسب نبوده و بایستی با پیت مخلوط گردد و کاربرد چای بازیافتی به تنهایی باعث کاهش کمیت و کیفیت قارچ دکمه‌ای می‌شود.

همان‌طورکه در شکل‌های ذیل نشان داده شده است، هیچ‌کدام از فاکتورها در صفات کمی و کیفی مورد بررسی اختلاف معنی‌دار نشان ندادند.

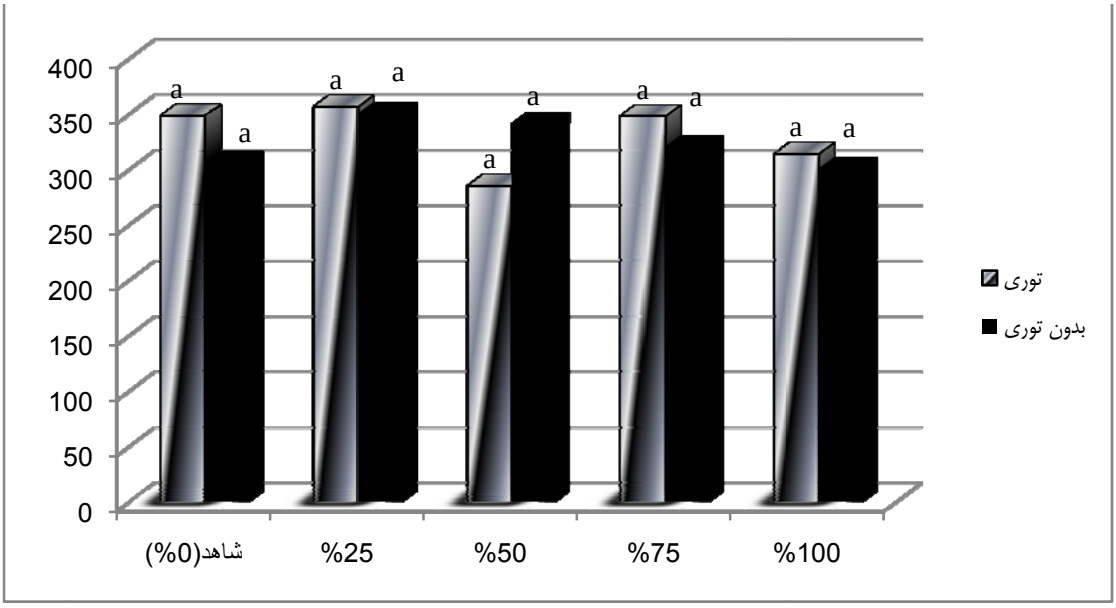
در این آزمایش مشخص شد، که استفاده ازخاک پوششی بازیافتی در هر میزانی حتی خالص، سبب کاهش کیفیت وکمیت قارچ دکمه‌ای نمی‌شود. هم‌چنین قرارد دادن توری در مرحله خاکدهی که امری جهت سهولت جدا شدن خاک پوششی از کمپوست به منظور عملیات بازیافت خاک پوششی می‌باشد، هیچ تأثیری در کمیت وکیفیت محصول تولیدی نداشت. باتوجه به فقرمنابع پیت و مخالفت‌های زیست محیطی که با برداشت پیت صورت می‌گیرد (۱۰)، توصیه می‌گردد:



شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد در درصدهای خاک پوششی بازیافتی و پخش توری



شکل ۳- مقایسه میانگین متوسط وزن میوه درصدهای خاک پوششی بازیافتی و پخش توری



شکل ٤- مقایسه میانگین تعداد میوه در درصدهای خاک پوششی بازیافتی و پخش توری

با استفاده از خاک پوششی بازیافتی که هیچ تأثیری منفی در کمیت و کیفیت محصول تولیدی نسبت به استفاده از خاک تازه ندارد.

با توجه به این‌که هزینه بازیافت خاک پوششی نسبت به واردات آن بسیار کم‌تر می‌باشد و هم‌چنین با توجه این‌که می توان از خاک پوششی بازیافتی به صورت مکرر در پرورش قارچ دکمه‌ای استفاده کرد، با استفاده از بازیافت خاک پوششی می‌توانیم هزینه‌های تولید قارچ دکمه‌ای سفید را کاهش دهیم.

اجرای این روش ضمن جلوگیری از خروج ارز از کشور می‌تواند کمک شایانی به حفظ منابع با ارزش پیت نماید و می‌تواند مشکل کمبود منابع پیت در کشور را حل نماید.

قرار دادن توری با قطر منافذ ۳-۱ میلی‌متر که به عنوان حائلی بین کمپوست و خاک پوششی عمل می‌کند و به منظور سهولت جداسازی خاک پوششی مصرف شده از کمپوست استفاده می‌شود هیچ تأثیری منفی در کمیت وکیفیت محصول تولیدی ندارد.

نتیجه‌گیری کلی

همان‌طور که در جدول تجزیه واریانس این آزمایش مشاهده نمودید هیچ‌کدام از فاکتورهای آزمایشی در صفات برداشت شده معنی‌داری نشدند. این بدان معنی است که استفاده از توری و

درصدهای مختلف خاک پوششی بازیافتی نسبت به تیمار کنترل (خاک پوششی تازه به صورت خالص بدون ترکیب با خاک پوششی بازیافتی) هیچ گونه تأثیر منفی بر عملکرد و خصوصیات دیگر قارچ نداشت، با توجه به کمبود منابع پیت در کشور، اکثر تولیدکنندگان مجبور به واردات خاک پوششی از کشورهای نظیر هلند و ایرلند می‌شوند که سبب افزایش هزینه‌های تولید و خروج ارز از کشور می‌شود. با استفاده از تکنیک بازیافت خاک پوششی می‌توان یکی از مهم‌ترین مشکلات قارچ‌کاران کشور را حل نمود.

منابع

۱- فارسی م. و پورینفر. ح.ر. ۱۳۹۲. پرورش و اصلاح قارچ‌های خوراکی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

2- Couvy J. 1974. Les facteurs de la fructification de 1’Agaricus bisporus. Bulletin de La Federation Nationale des Syndcats Agricoles des Cultivateurus de Champignons, 1: 653–657.

3- Gulser C., Peksen A. 2002 .Using tea waste as a new casing material inmushroom(Agaricus bisporus (L.) Sing.) cultivation. Department of Horticulture Turkey.

4- Dergham Y. 1993. Study of the accumulation of CO with the addition of nitrogen in the casing soil and the substrate duringsporophore formation in the mushroom.

5- Gierzszynski M. 1974. The effect of the physical and chemical properties of the casing layer on cropping in mushrooms. Horst. Abst, 45: 4200.

6- Hayes W.A. 1981. Interrelated studies of physical, chemical and biological factors in casing soils and relationships with productivity in commercial culture of Agaricus bisporus Lange (Pilat). Mushroom Sci, 1 (2): 103–129.

7- Labuschagne P., Eicker A., Van Greuning M. 1995. Casing mediums for Agaricus bisporus cultivation in South Africa: a preliminary report. In: Elliott, T.J. (Ed.), Mushroom Science XIV, Science and Cultivation of Edible Fungi.

8- Noble R., Dobrovin Pennington A. 2004.Partial substitution of peat in mushroom casing with fine particle coal tailings. Department for Environment, Food and RuralAffairs (DEFRA) and UK Coal

9- Noble R., Gaze R.H. 1995. Properties of casing peat types and additives and their influence on mushroom yield and quality. In: Elliott, T.J. (Ed.), Mushroom Science XIV, Science and Cultivation.

10- Nobel R. and Dobrovin-PenIngton A. 2001. The testing of composted bark fines as casing on commercial mushroom farms.

11- Rainey P.B., Cole A.L.J., Sanderson F.R. 1986. Air filled pores animportant component of the mushroom casing layer.

12- Szmidt R.A.K., and Conway P.A.1995. the use of spent mushroom substrate for casing layer mushroom button

13- Jarial R.S., Shandilya T.R., and Kumud Jarial. 2005. Casing in mushroom beds-A review

14- Vedie R., and Elliott T.J. 1995. Perforated plastic film coverage of the casing soil to Recycling of Casing soil in The Unite Button mushroom (*Agaricus bisporus*) production.