به زراعی کشاورزی
دوره ۱۹ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۶
صفحه‌های ۵۳-۴۳

ارزیابی امکان مصرف ضایعات فرآوری پسته در ترکیب بستر کاشت قارچ دکمه‌ای سفید

اکبر پورجعفری[۱]، عبدالعلی شجاعیان[۲]*، ابراهیم محمدی‌گل‌تپه[۳]، مهدی عیاری[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۳. استاد گروه بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۳/۳۰

چکیده

قارچ دکمه‌ای به عنوان بیشترین گونه قارچ خوراکی کشت‌شده در جهان شناخته می‌شود که این قارچ می‌تواند انواع مختلفی از ضایعات کشاورزی و صنعتی لیگنوسلولزی را به عنوان بستر مورد استفاده قرار دهد. انتخاب مواد تشکیل‌دهنده کمپوست برای تولید این قارچ در هر منطقه یک عامل اساسی است. آزمایشی به منظور ارزیابی امکان تولید قارچ دکمه‌ای با استفاده از ضایعات پوست پسته به عنوان جزئی از بستر کشت و بررسی اثرات آن بر کمیت و کیفیت قارچ، در سال ۱۳۹۲ در دانشگاه تربیت مدرس انجام گرفت. در این آزمایش از یک تیمار شاهد (بدون ضایعات پسته)، مخلوط پوست نرم و سخت پسته (به نسبت ۵۰ : ۵۰)، ضایعات دستگاه مغزکن پسته و پوست نرم پسته در سه سطح با نسبت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ترکیب با بستر شاهد، در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار به کار برده شد. نتایج نشان داد که بیشترین درصد عملکرد و کارایی بیولوژیک مربوط به تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد ضایعات دستگاهی و مخلوط پوست سخت و نرم پسته بود و این تیمارها نسبت به شاهد از خصوصیات اندازه‌گیری شده کمی و کیفی خوبی برخوردار بودند. در این آزمایش مشخص شد که بسترهای تولید شده با پوست نرم پسته نسبت به شاهد از لحاظ درصد عملکرد و کارایی بیولوژیک مناسب نیستند. در این تحقیق امکان کشت و تولید موفقیت‌آمیز قارچ دکمه‌ای با استفاده از ضایعات پسته به اثبات رسید.

کلیدواژه‌ها: پوست پسته، عملکرد، قارچ خوراکی، کارایی بیولوژیک، کمپوست

* نویسنده مسئول
Email: shojaeiyan@modares.ac.ir

۱. مقدمه

امروزه کشت و پرورش قارچ‌های خوراکی به عنوان یک منبع غذایی و پروتئینی با ارزش بالا، مورد توجه بسیاری از کشورها قرار گرفته است. با اینکه قارچ‌ها از مواد زائد گیاهی و صنعتی (کمپوست) تغذیه می‌کنند، اما سرشار از پروتئین، کلسیم، فسفر، ویتامین و انواع اسیدهای آمینه ضروری هستند [۴]، بنابراین می‌توان از این مواد کم ارزش، مواد با ارزش غذایی بالا تولید کرد که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد. تجزیه و تحلیل‌های اخیر ثابت کرده است که ۲۰۰ گرم قارچ خوراکی می‌تواند به طور کارآمد جایگزین ۱۰۰ گرم گوشت به عنوان یک منبع پروتئین شود [۱۹].

قارچ دکمه‌ای سفید[1] بیش‌ترین گونه قارچ خوراکی کشت‌شده (حدود ۳۸ درصد) در جهان است [۲۲]. در ایران نیز بیش‌ترین سهم (۸۵ درصد) را در تولید قارچ‌های خوراکی به خود اختصاص داده است. قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید برای رشد بهینه به محیط رشد انتخابی به نام کمپوست نیاز دارد.

تولید و آماده کردن کمپوست مناسب برای تولید صنعتی قارچ دکمه‌ای نسبتاً گران‌قیمت است به گونه‌ای که حدود ۵۰ درصد از هزینه‌های تولید قارچ را کمپوست تشکیل می‌دهد [۲۱]. بنابراین برای سودآوری بیشتر در تولید قارچ‌های خوراکی، انتخاب مواد موجود و ضایعات کشاورزی در هر منطقه ضروری است [۱۱]. در کشورها از ضایعات کشاورزی و صنعتی بومی موجود برای تولید انواع قارچ‌های خوراکی استفاده می‌شود. کشور ایران یکی از بزرگ‌ترین تولیدکننده‌های پسته در جهان به شمار می‌رود، به طوری که از ۵۰۰ هزار تن تولید جهانی پسته در سال ۲۰۱۳، ۱۷۰ هزار تن سهم تولید ایران بوده است [۲۶]. در طی فرآوری محصول پسته میزان زیادی ضایعات و محصولات جانبی تولید می‌شود که در حال حاضر کاربرد قابل توجهی ندارند. بر اساس مطالعه انجام شده [۲۸]، ۶۳/۴ درصد از محصول پسته برداشت‌شده را ضایعات تشکیل می‌دهند. تحقیقات نشان داده است که این ضایعات دارای ارزش غذایی بالایی هستند [۵]. با توجه به اینکه در ایران سالانه هزاران تن از این ضایعات تولید می‌شود و در حال حاضر کاربرد مناسبی ندارند و همچنین بسترهای تولید قارچ با توجه به ضایعات محلی انتخاب می‌شوند، لذا استفاده از آن برای تولید قارچ‌های خوراکی یک انتخاب کارآمد خواهد بود.

بسیاری از ضایعات صنعتی و کشاورزی از مواد لیگنوسلولزی هستند که می‌توانند برای فرمولاسیون بستر کشت قارچ دکمه‌ای مورد استفاده قرار بگیرند[۱۱]. بیش از ۲۰۰ نوع از ضایعات کشاورزی برای تولید بستر قارچ صدفی و دکمه‌ای استفاده شده است [۱۹]. ضایعاتی مانند کاه انواع غلات، کاه انواع حبوبات، باگاس نیشکر، برگ چای، خاک‌اره و غیره در فرمولاسیون بستر کاشت قارچ دکمه‌ای به کار رفته است.

در بررسی‌های اخیر انجام‌شده محققین برای کشت قارچ دکمه‌ای سفید از گیاه سنبل آبی[2] به عنوان یک بستر و جایگزین کاه گندم استفاده کردند، در این مطالعه مشخص شد که این گیاه می‌تواند به عنوان یک بستر مناسب برای تولید قارچ دکمه‌ای سفید مورد استفاده قرار گیرد و با توجه به فراوانی و در دسترس بودن این گیاه می‌تواند هزینه تولید قارچ را به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد[۱۵]. در تحقیق دیگر از ضایعات جامد زیتون برای کشت و کار قارچ دکمه‌ای در سطح صنعتی استفاده کردند، در این آزمایش از یک کمپوست استاندارد قارچ دکمه‌ای شامل کاه و کود مرغی و یک کمپوست آزمایشی

1.(*Agaricus bisporus* (Lang) Singer)

2. *Eichhornia crassipes*

که شامل محیط کشت استاندارد اول و ۱۰ درصد ضایعات جامد زیتون بود، استفاده شد. نتایج نشان داد که کمپوست آزمایشی عملکرد و کارایی بیولوژیک بالاتری از محیط کشت استاندارد داشت[۱۶]. همچنین در آزمایش دیگری از ترکیب ۷۲ درصد ضایعات جامد آسیاب‌شده زیتون و ۱۴ درصد کاه گندم برای کشت قارچ دکمه‌ای سفید در مقیاس وسیع استفاده شده است[۷]. بررسی نشان داد که در کمپوست تولید شده با ضایعات جامد آسیاب شده زیتون شاخص‌هایی مانند عملکرد و کارایی بیولوژیک قارچ نسبت به کمپوست شاهد بیشتر است و مشخص شد که ضایعات جامد آسیاب شده زیتون باعث ایجاد جمعیت بالاتر میکروارگانیسم‌های مفید، به ویژه اکتینومیست‌ها می‌شوند.

در یک آزمایش ضایعات پوسته بذر آفتابگردان برای تولید قارچ دکمه‌ای قهوه‌ای[1] استفاده شده است[۱۱]. مواد تشکیل‌دهنده این کار شامل ۵۰ درصد پوسته بذر آفتابگردان، ۴۱ درصد کاه گندم، ۴/۵ درصد سبوس گندم و مواد افزودنی بود. در این آزمایش اثبات شد که کمپوست به دست آمده برای کشت قارچ دکمه‌ای قهوه‌ای مناسب می‌باشد و کارایی بیولوژیک در محدوده ۳۰ تا ۴۷ درصد بستگی به حجم این مواد دارد. همچنین توانایی این نوع قارچ در تجزیه لیگنین گزارش شد.

همچنین محققین از تفاله انگور به عنوان یک ماده جایگزین کاه در بستر کشت قارچ استفاده کردند که نتایج مناسبی برای قارچ دکمه‌ای داشت[۱۸]. پوست سخت و نرم پسته نیز در پنج بستر آزمایشی با نسبت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵، و ۱۰۰ درصد، به عنوان یک بستر برای تولید قارچ شیتاکه مورد استفاده قرار گرفته است [۲۸] و تولید قارچ شیتاکه روی این ضایعات نسبت به شاهد از لحاظ خصوصیات کمی و کیفی بهتر است. هدف از انجام پژوهش حاضر، ارزیابی امکان تولید قارچ دکمه‌ای با استفاده از ضایعات فرآوری پسته به عنوان جزئی از بستر تولید قارچ و بررسی برخی خصوصیات کمی و کیفی قارچ‌های تولید شده از این ضایعات می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش با استفاده از کمپوست با پایه کاه و کلش گندم و ضایعات پوست پسته در سال ۱۳۹۲ انجام گرفت. برای انجام این کار از چهار تیمار شامل: شاهد(بدون ضایعات پسته) ، ترکیب پوست سخت و نرم پسته به نسبت ۵۰ :۵۰ (A)، ضایعات دستگاه مغزکن پسته (B) و پوست نرم پسته (C) در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار در مجموع ۴۰ واحد آزمایشی استفاده شد. پوست نرم از منطقه زرند کرمان در موقع فصل برداشت جمع‌آوری شد و سپس در آفتاب به مدت چهار روز خشک گردید، ضایعات دستگاه مغزکن نیز از کارخانه فرآوری پسته‌های ناخندان تهیه شد. مواد پس از جمع‌آوری، به پژوهشکده قارچ‌های خوراکی و دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس منتقل شدند.

تیمار شاهد مورد استفاده در این تحقیق شامل کلش گندم، ۱۶ کیلوگرم؛ کود مرغی، ۶/۴ کیلوگرم؛ دانه جو تقطیر شده، ۱/۱۵ کیلوگرم؛ اوره، ۲۳۰ گرم و گچ، ۴۸۰ گرم بود [۲]. تیمارهای آزمایشی از ترکیب ضایعات پسته در سه سطح با نسبت ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد وزنی (به ترتیب L1، L2 و L3) به صورت جایگزین با کلش گندم تیمار شاهد تهیه شدند.

در هر تیمار مواد آزمایشی با نسبت‌های مشخص توسط ترازوی الکترونیکی، دقیق وزن و ترکیب شدند. بدین صورت که در تیمارهای۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد به ترتیب میزان ۴، ۸ و ۱۲ کیلوگرم از هریک از این ضایعات به جای کاه گندم به تیمار شاهد اضافه گردید. کمپوست‌ها

1. *Agaricus blazei* Murrill.

به طور متوسط هر چهار روز یک بار، مخلوط شدند که در این روش کل مدت فاز اول کمپوست‌سازی ۲۴ روز به طول انجامید. سپس کمپوست‌ها برای پاستوریزاسیون و شیرین‌سازی به تونل پاستوریزاسیون منتقل شدند.

بعد از پاستوریزاسیون و پایین آوردن دمای کمپوست، عملیات مایع‌زنی انجام شد. کمپوست هر تیمار(ترکیب) به مقدار پنج کیلوگرم و میزان ۳۰ گرم بذر (۰/۶٪ بر اساس وزن تازه) رقم تجاری نژاد A15 به صورت مخلوط، تلقیح و سپس به کیسه‌های پلاستیک منتقل شد. کیسه‌ها بلافاصله به سالن کشت منتقل شدند. بعد از قرار گرفتن کیسه‌ها درون سالن کشت، دمای سالن روی ۲۳-۲۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت محیط نیز روی ۹۰ درصد تنظیم شد.

سرعت رشد میسیلیوم در بستر کلیه واحدهای آزمایشی تقریباً یکسان بود که ۱۵ روز بعد از قرارگیری در سالن رشد و زمانی که میسیلوم سطح خاک را فرا گرفت، عملیات خاک‌دهی با خاک پوششی (مخلوط پیت جنگل، پیت سیاه و پودر گچ) به اندازه ۳ سانتی‌متر روی بستر انجام گرفت. ۱۲ روز بعد از اعمال خاک پوششی تقریباً تمامی بسترها حدود ۷۰ درصد سطح‌شان با میسیلیوم قارچ پوشیده شد. برای ایجاد شوک سرمایی تهویه انجام گرفت و دما طی پنج روز از ۲۴ درجه سانتی‌گراد به ۱۸ درجه سانتی‌گراد رسید. رطوبت سالن نیز بعد از پایین آمدن روی ۸۵ درصد تنظیم شد. پنج روز بعد از شوک سرمایی اولین عملیات برداشت قارچ انجام شد، برداشت قارچ در سه فلش به فاصله یک هفته، به صورت روزانه انجام و قارچ‌های هر تیمار پس از برداشت بلافاصله با ترازوی الکترونیکی، دقیق وزن شد.

صفات کمی مورد اندازه‌گیری در این آزمایش شامل سرعت محصول‌دهی، عملکرد، کارایی بیولوژیک و درصد قارچ‌های پشت‌باز و بسته بود. سرعت محصول‌دهی با توجه به تعداد روز از زمان اعمال شوک سرمایی تا اولین روز برادشت محاسبه شد. کارایی بیولوژیک بر اساس محاسبه نسبت وزن تازه قارچ برداشت شده در طول دوره برداشت بر وزن خشک بستر مورد استفاده در زمان مایع‌زنی انجام گرفت و به صورت درصد برای سه فلش بیان شد. درصد عملکرد هر تیمار به صورت جداگانه بر حسب میزان قارچ برداشت‌شده در هر ۱۰۰ کیلوگرم بستر تازه اسپان‌زنی شده محاسبه گردید. برای تجزیه خصوصیات کیفی قارچ، از هر یک از تیمارها به صورت تصادفی یک نمونه در سه اندازه کوچک، متوسط و بزرگ انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد و صفاتی مانند درصد پروتئین، خاکستر و میزان فنل مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

اندازه‌گیری پروتئین بر مبنای اندازه‌گیری ازت کل با فرض اینکه تمام ازت موجود در نمونه از نوع پروتئینی باشد، با دستگاه کجلدال انجام گرفت. بدین صورت که بعد از اندازه‌گیری درصد ازت، این مقدار در فاکتور ۴/۳۸ ضرب گردید و درصد پروتئین محاسبه شد[۱۳]. برای اندازه‌گیری مقدار کل ترکیبات فنلی از روش Folin-Ciocalteu استفاده شد و بر حسب میلی‌گرم اکی‌والان گالیک‌اسید بر گرم خشک ماده بیان شد [۲۳]. اندازه‌گیری درصد خاکستر توسط قرارگیری یک گرم از قارچ خشک شده در داخل کوره الکتریکی در دمای 550^0C به مدت ۴ ساعت انجام گردید [۹]. بررسی‌های آماری اطلاعات آزمایشی با استفاده از تجزیه ANOVA یک سویه و روش مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح $\alpha = ۰/۰۵$، با استفاده از نرم افزار آماری SPSS (نسخه ۱۹) و نرم افزار Microsoft Excel انجام گردید.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که ضایعات پوست پسته بر خصوصیات کمی و کیفی قارچ دکمه‌ای (عملکرد، کارایی بیولوژیک، درصد قارچ‌های پشت‌باز و بسته، درصد خاکستر، پروتئین و میزان فنل) تاثیر معنی‌داری

در سطح احتمال ۵ درصد داشتند. از لحاظ سرعت محصول‌دهی با توجه به جدول یک مشخص شد که سرعت محصل‌دهی در بین کمپوست‌های مورد مقایسه در سطوح ۱ و ۲ تفاوتی با هم نداشتند. در بین سطوح ۳ تیمار ۷۵ درصد پوست نرم با ۲۱ روز بیش‌ترین زمان از اعمال شوک سرمایی تا اولین روز برداشت و در نتیجه کمترین سرعت محصول‌دهی را دارا بود که بر اساس مشاهدات، احتمالا به دلیل بوی آمونیاک متصاعد شده از این تیمار در هنگام بذرزنی و همچنین فعالیت کم میکروبی درون آن بوده است. بر اساس تحقیقی که که از پوست نرم پسته برای تولید کمپوست استفاده کردند، مشخص شد که پوست نرم پسته حاوی مواد فنولی با خاصیت ضدمیکروبی است [۶].

نتایج مقایسه میانگین تیمارهای ضایعات پوست پسته بر درصد عملکرد و کارایی بیولوژیک (کل) در جدول (۲) نشان داد که میزان عملکرد تمام تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش به جز تیمار پوست نرم و ۷۵ درصد ضایعات دستگاهی نسبت به شاهد به طور معنی‌داری بالاتر بود و همچنین میزان کارایی بیولوژیک با افزایش میزان ضایعات از ۲۵ به ۷۵ درصد، کاهش یافت.

به طور کلی عوامل موثر بر تفاوت در عملکرد قارچ خوراکی در بسترهای مختلف را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

۱- درصد نیتروژن بستر و نسبت کربن به نیتروژن مناسب [۲۷]، که بهترین درصد ازت در پایان مراحل آماده‌سازی بستر حدود ۲ تا ۲/۳ درصد گزارش شده است و بهترین نسبت C/N در کمپوست آماده شده برای تولید قارچ دکمه‌ای حدود ۱۷ به ۱ می‌باشد [۴]. ۲- ساختار فیزیکی کمپوست، برای تولید قارچ دکمه‌ای باید به گونه‌ای باشد که میسیلیوم قارچ به راحتی درآن نفوذ کند و نباید سنگین و چسبنده باشد[۱ و۲۵]. بنابراین اندازه خلل و فرج پوست سخت پسته نسبت به پوست نرم، هوادهی بهتر و تخمیر هوازی مناسب‌تری را فراهم می‌کند. در آزمایش اخیر نیز مشاهده شد که با افزایش میزان ضایعات به مقدار ۷۵ درصد در تیمار ضایعات دستگاهی و پوست نرم، مقدار عملکرد نیز کاهش یافت. ۳- توانایی یا عدم توانایی قارچ خوراکی در ترشح آنزیم‌های دخیل در هضم مواد غذایی برای رشد [۱۰]،

جدول ۱. سرعت محصول‌دهی

تیمار	تعداد روز از زمان شوک سرمایی تا اولین روز برداشت		
	سطح		
	L1	L2	L3
A	۱۱ b*	۱۲ b	۱۳ b
B	۱۰ b	۱۱ b	۱۲ b
C	۱۱b	۱۰ b	۲۱ a
Control	۱۲ b		

A =مخلوط پوست سخت و نرم (۵۰:۵۰)، B = ضایعات فرآوری پسته ناخندان، C = پوست نرم.

L1، L2 و L3 به ترتیب سطح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ضایعات پسته به کار برده شده می‌باشند.

* میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۲. مقایسه میانگین تیمارهای ضایعات پوست پسته بر درصد عملکرد و کارایی بیولوژیک در سه فلش برداشت قارچ دکمه‌ای.

تیمار	درصد عملکرد				درصد کارایی بیولوژیک			
	فلش یک	فلش دو	فلش سه	کل	فلش یک	فلش دو	فلش سه	کل
AL1	۱۱/۰۱ a *	۷/۳۶ bc	۳/۸۹ bc	۲۲/۲۶ ab	۴۰ /۴۱ a	۲۷/ ۰۰ a	۱۴/۲۹ ab	۸۱/۷۰ a
AL2	۱۰/۷۰ a	۸/۵۷ b	۳/۹۴ abc	۲۳/۲۱ a	۳۵/۱۴ ab	۲۸/۱۵ a	۱۲/۹۴ abc	۷۶/۲۲ bc
AL3	۵/۶۴ c	۱۰/۰۷ a	۴/۹۰ a	۲۰/ ۶۱ c	۱۴/۷۸ e	۲۶/۳۷ a	۱۲/۸۴ abc	۵۳/۹۹ f
BL1	۱۱/۷۰ a	۷/۳۶ bc	۴/۳۷ ab	۲۳/۴۳ a	۳۹/۴۳ a	۲۴/۸۲ ab	۱۴/۷۴ ab	۷۸/۹۹ ab
BL2	۱۱/۱۵ a	۶/۴۳ c	۳/۵۷ bc	۲۱/۱۵ bc	۳۶/۲۲ ab	۲۰/۸۹ bc	۱۱/۶۰ bcd	۶۸/۷۱ d
BL3	۱۰ /۹۷ a	۵/۱۴ d	۳/۷۳ bc	۱۹/ ۸۵ cd	۲۹/۰۴ c	۱۳/۶۱ e	۹/۸۸ cde	۵۲/۵۳ f
CL1	۸/۵۸ b	۵/۲۱ d	۳/۰۴ cd	۱۶/۸۴ e	۳۰/۵۳ bc	۱۸/۵۳ cd	۱۰/۸۳ cd	۵۹/۸۹ e
CL2	۶/۰۴ c	۴/۵۷ d	۲/۵۴ d	۱۳/۱۵ f	۲۱/۵۴ d	۱۶/۳۲ de	۹/۰۵ de	۴۶/۹۲ g
CL3	۲/۴۶ d	۲/۲۸ e	۲/۱۸ d	۶/۹۲ g	۸/۱۵ f	۷/۵۶f	۷/۲۳ e	۲۲/۹۳ h
Control	۸/۳۰ b	۶/۴۹ c	۳/ ۸۲ bc	۱۸/۶۰ d	۳۲/۹۵ bc	۲۵/۷۶ a	۱۵/۱۷ a	۷۳/۸۸ c

A = مخلوط پوست سخت و نرم (۵۰:۵۰)، B = ضایعات فرآوری پسته ناخندان، C = پوست نرم.

L1، L2 و L3 به ترتیب سطح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ضایعات پسته به کار برده شده می‌باشند.

*در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

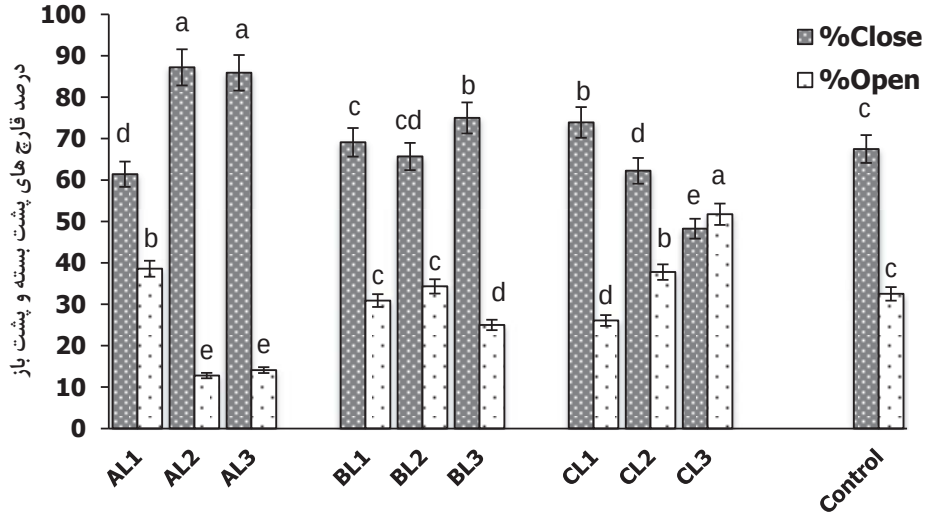
نتایج این تحقیق، عملکرد مناسب برای بسترهایی با ضایعات دستگاهی و ترکیب پوست سخت و نرم پسته را به همراه داشت، که این احتمالا به دلیل توسعه بهتر قارچ‌های گرمادوست در فرایند تولید کمپوست قارچ دکمه‌ای و همچنین میزان بالای محتوای لیگنین پوست سخت پسته باشد. گزارش شده که قارچ‌ها دارای یک کمپلکس آنزیمی ناشناخته هستند که با کمک رادیکال‌های آزاد موجب تجزیه لیگنین می‌گردند[۸ و ۱۱].

تجزیه لیگنین توسط این قارچ‌ها در طول کشت و کار تایید شده است. پوست سخت پسته دارای محتوای لیگنین بالایی می‌باشد، بنابراین با توجه به عملکرد بالاتر کمپوست با پوست سخت پسته نسبت به سایر تیمارها احتمال لیگنین دوست بودن قارچ دکمه‌ای وجود دارد. نتایج آزمایش حاضر از لحاظ افزایش شاخص‌هایی مانند عملکرد، کارایی بیولوژیک با نتایج آزمایشات محققانی که از پوست بذر آفتاب‌گردان با میزان لیگنین ۲۵/۲ درصد برای تولید قارچ دکمه‌ای قهوه‌ای [۱۱] و همچنین محققانی که از ضایعات جامد آسیاب شده زیتون به عنوان یک جز از کمپوست برای کشت قارچ دکمه‌ای سفید استفاده نمودند [۷]، مطابقت داشت.

۴- ویژگی شیمیایی از جمله میزان شوری [۱] و اسیدیته، بهترین میزان اسیدیته برای کمپوست قارچ دکمه ای حدود ۷/۵ می‌باشد و شوری می‌تواند عملکرد قارچ را به میزان قابل توجهی کاهش دهد[۲۱]. ۵- وجود یا عدم وجود میکروارگانیسم‌های گرمادوست در بستر، که این میکروارگانیسم‌ها یک محیط مطلوب برای رشد میسیلیوم قارچ دکمه‌ای و سوبسترای نامناسبی برای میکروارگانیسم‌های رقابت کننده ایجاد می‌کنند. میزان این قارچ‌ها در انتهای مرحله کمپوست‌سازی در ارتباط مستقیم با عملکرد قارچ دکمه‌ای است[۳] بر اساس مشاهدات، تیمارهای ترکیب پوست سخت و نرم و ضایعات دستگاهی نسبت به سایر تیمارها در مرحله آخر کمپوست‌سازی

سفیدتر و از میزان قارچ گرمادوست بیشتری برخوردار بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد و کارایی بیولوژیک در کمپوست تولید شده از پوست نرم پسته نامناسب است که دلیل آن می‌تواند به علت فعالیت کم میکروارگانیسم‌ها و کم بودن میزان قارچ‌های گرمادوست ناشی از وجود ترکیبات فنلی موجود در آن باشد. تهیه کمپوست برای تولید قارچ دکمه‌ای، فرآیندی میکروبی است و نیاز به افزایش فعالیت‌های بیولوژیک کنترل شده در تمامی توده دارد. به گونه‌ای که بافت گیاهی مورد استفاده به طور کامل تحت تأثیر آنزیم‌های قارچی و باکتریایی خاص قرار گیرد [۴]. گزارشاتی مبنی بر وجود مواد فنولی با خاصیت ضدمیکروبی در پوست نرم پسته وجود دارد که این مهم می‌تواند بر رشد و تکثیر باکتری‌ها اثر بازدارندگی داشته که در روند کمپوست‌سازی ممکن است ایجاد اختلال کند [۲۰].

نتایج مقایسه میانگین درصد قارچ‌های پشت‌باز و پشت‌بسته مربوط به تیمارهای ضایعات پوست پسته در شکل یک نشان داد که قارچ‌های تولید شده از این ضایعات از کیفیت مناسبی برخوردار می‌باشند.



شکل ۱. مقایسه میانگین درصد قارچ‌های پشت باز و پشت بسته مربوط به تیمارهای مختلف ضایعات پوست پسته.

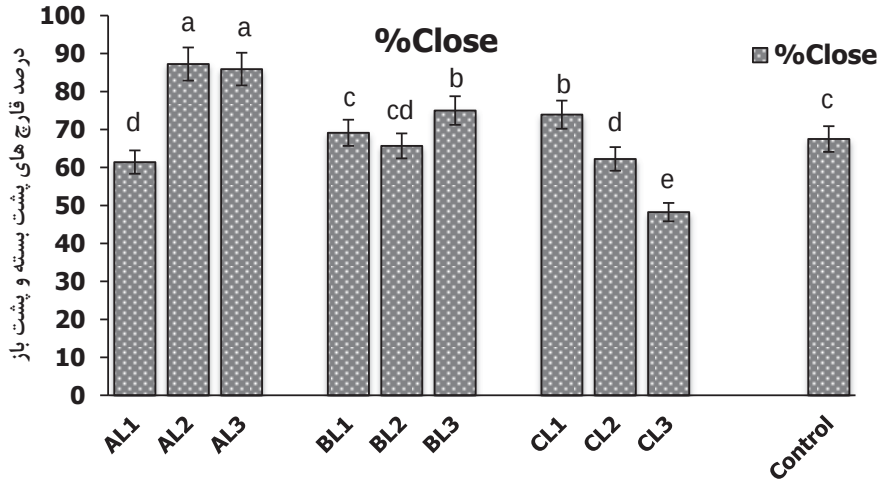
A = مخلوط پوست سخت و نرم (۵۰:۵۰)، B = ضایعات فرآوری پسته ناخندان، C = پوست نرم.

L1، L2 و L3 به ترتیب سطح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ضایعات پسته به کار برده شده می‌باشند.

میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتایج مقایسه میانگین، درصد پروتئین، خاکستر و فنل کل در جدول سه نشان داد که در تیمار مخلوط پوست سخت و نرم میزان پروتئین و فنل با افزایش مقدار ضایعات از سطح ۲۵ درصد به ۷۵ درصد، افزایش می‌یابند.

پوست نرم پسته یک منبع طبیعی از ترکیبات فنولیک می‌باشد [۱۲]، بنابراین انتظار می‌رود قارچ‌های تولید شده روی این بستر میزان فنل بیشتری داشته باشند ولی مشاهده شد که قارچ‌های تولید شده از تیمار A (مخلوط ۵۰:۵۰ پوست سخت و نرم پسته)، دارای بیشترین میزان فنل در بین بسترهای آزمایشی بودند و با افزایش آن در بستر کشت، مقدار فنل در قارچ تولید شده از این بستر نیز افزایش یافته است. میزان پروتئین قارچ خوراکی می‌تواند تحت تأثیر نوع مواد اولیه، بستر کشت و میزان نیتروژن موجود در آن قرار گیرد[۱، ۱۴ و ۱۷].



شکل ۱. مقایسه میانگین درصد قارچ‌های پشت باز و پشت بسته مربوط به تیمارهای مختلف ضایعات پوست پسته.

A = مخلوط پوست سخت و نرم (۵۰:۵۰)، B = ضایعات فرآوری پسته ناخندان، C = پوست نرم.

L1، L2 و L3 به ترتیب سطح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ضایعات پسته به کار برده شده می‌باشند.

میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین، درصد پروتئین، خاکستر و میزان فنل کل قارچ دکمه‌ای مربوط به تیمارهای ضایعات پوست پسته

تیمار	پروتئین (درصد)	خاکستر (درصد)	فنل (mg GAE /g DW)*
AL1	۲۱/۷۳ d*	۹/۸۹bc	۳/۲۱bcd
AL2	۲۴/۰۵ c	۸/۴۳ c	۳/۶۴ b
AL3	۲۶/۷۳ b	۸/۰۷ c	۴/۱۰ a
BL1	۱۸/۹۷ e	۸/۷۴ bc	۱/۹۰ f
BL2	۲۲/۹۷ cd	۹/۲۲ bc	۳/۰۱ cd
BL3	۱۷/۵۹ e	۹/۱۹ bc	۲/۴۶ ef
CL1	۳۰/۰۶ a	۹/۳۲ bc	۳/۴۵ bc
CL2	۱۷/۸۳ e	۹/۲۳ bc	۲/۳۸ ef
CL3	۲۷/۵۵ b	۱۲/۰۱ a	۲/۳۱ ef
Control	۲۳/۱۱ cd	۱۰/۵۵ ab	۲/۷۱ de

A = مخلوط پوست سخت و نرم (۵۰:۵۰)، B = ضایعات فرآوری پسته ناخندان، C = پوست نرم.

L1، L2 و L3 به ترتیب سطح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ضایعات پسته به کار برده شده می‌باشند.

*در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

* میلی‌گرم اکی‌والان گالیک‌اسید بر گرم خشک ماده

۴. نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بسترهای تولید شده با ضایعات دستگاهی و مخلوط پوست سخت و نرم پسته در سه سطح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد نسبت به شاهد دارای عملکرد بالاتر به میزان یک تا پنج درصد بودند. با توجه به فراوان تر بودن پوست نرم نسبت به دیگر ضایعات پسته بهترین ترکیب ضایعات پسته به کار رفته در این آزمایش اضافه کردن پوست سخت و نرم پسته تا ۵۰ درصد به کمپوست می‌باشد و این بستر با توجه به بالاتر بودن میزان عملکرد و کارایی بیولوژیک از نظر خصوصیات کیفی مانند پروتئین و فنل نیز نسبت به شاهد مناسب می‌باشد. در این آزمایش مشخص شد که بسترهای تولید شده با پوست نرم پسته نسبت به شاهد از لحاظ درصد عملکرد و کارایی بیولوژیک مناسب نیستند و فقط قارچ تولید شده از آن میزان پروتئین و فنل بالاتری نسبت به شاهد داشت. پوست نرم به همراه پوست سخت می‌توانند در بستر تولید قارچ دکمه‌ای استفاده شوند.

۴. پیشنهادات

نظر به اینکه ایران یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان پسته در جهان به شمار می‌رود نیاز به یک راهکار مدیریتی برای بهره‌برداری از ضایعات ایجاد شده می‌باشد. نتایج حاضر نشان داد که ضایعات پوست پسته یک محیط مناسب برای تولید این قارچ می‌باشند و قارچ‌های تولید شده از این بسترها نسبت به شاهد از خصوصیات کمی و کیفی خوبی برخوردار هستند. استفاده از این ضایعات به ویژه پوست نرم پسته در ترکیب بستر قارچ دکمه ای نیاز به مطالعات بیشتری دارد. اضافه کردن این ضایعات به عنوان یک مکمل و به میزان کمتر در محیط کشت، تعیین یک روش مناسب تولید کمپوست از پوست نرم پسته و ارائه یک فرمول مناسب می‌تواند مفید باشد، که از این طریق می‌توان علاوه بر افزایش تولید و کاهش هزینه‌های تولید، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی تولید شده توسط این ضایعات را موجب شد.

منابع

۱. عبادی ع، علیخانی ح و یخچالی ب (۱۳۹۲) تأثیر پسماندهای آلی مختلف و باکتری‌های مولد اکسین بر شاخص‌های رشدی قارچ دکمه‌ای *(Agaricus bisporus)*. دانش کشاورزی و تولید پایدار (ویژه‌نامه). صص. ۹۷-۱۰۶

۲. فارسی م و پوریان فر ح (۱۳۹۰) پرورش و اصلاح قارچ خوراکی تکمه‌ای سفید. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۷۵صفحه.

۳. فارسی م، طاهری پ. و کردیانی ا (۱۳۸۹) بررسی نقش قارچ‌های گرمادوست در کمپوست قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید. علوم باغبانی(علوم و صنایع کشاورزی). ۲۴ : ۲۷۵-۲۶۵ .

۴. محمدی گل‌تپه ا و پور جم ا (۱۳۸۹) اصول پرورش قارچ‌های خوراکی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس .تهران. ۷۲۴صفحه.

۵. محمدی مقدم ت، رضوی م، ملک زادگان ف و شاکر ا (۱۳۸۸) بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی مارمالاد پوست سبز پسته. علوم و صنایع غذایی۶ :۱۰- ۱.

۶. ملکوتیان م، یغمائیان ک و مبینی م(۱۳۹۲) امکان-سنجی تولید کمپوست با استفاده از پوست پسته و مخلوط پوست پسته و فضولات مرغی. فصلنامه دانشکده بهداشت یزد. ۴۱: ۳۵-۲۴.

7. Altieri R, Esposito A, Parati F, Lobianco A and Pepi M (2009) Performance of olive mill solid waste as a constituent of the substrate in commercial cultivation of *Agaricus bisporus*. International Biodeterioration & Biodegradation. 63:993-997.

8. Boominathan K and Reddy CA (1992) Fungal degradation of lignin: Biotechnological Applications. In: Arora, D.K., Elander R.P, Mukerji KG (Eds.). Handbook of Applied mycology, Vol. 4. Marcel Dekker Inc., New York, pp. 763-782.

9. Ericksona C, M Liao, Ma, L, Jiang, XP and Doyle, M (2009) Inactivation of *Salmonella spp*. in cow manure composts formulated to different initial C: N ratios. Bioresource Technology. 100: 5898–5903.

10. Fasola TR, Gblogade JS and Fasidi IQ (2007) Nutritional requirements of *Volvariella* speciosa. Singer a Nigerian edible mushroom. Food Chemistry. 100: 904-908.

11. González Matute R, Figlas D and Curvetto N (2010) Sunflower seed hull based compost for *Agaricus blazei* Murrill cultivation. International Biodeterioration & Biodegradation. 64: 742-747.

12. Goli A, Barzegar M and Sahari MA (2004) Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistacia vera*) hull extracts. Food Chemistry. 92 : 521–525.

13. Han J (1999) The influence of photosynthetic bacteria treatments on the crop yield, dry matter content, and protein content of the mushroom *Agaricus bisporus*. Scientia Horticulture. 82: 171-178.

14. Kalmis E and Sargin S (2004) Cultivation of two *Pleurotus* species on wheat straw substrate containing olive mill waste water. International Biodeterioration & Biodegradation. 53: 43-47.

15. Naresh Reddy M, Anil Kumar Reddy K, Aravind Reddy K, Udaya Bhaskara Reddi E and Byragi Reddi T (2013) a study on the Production of *Agaricus bisporus* mushrooms using Eichhornia crassipes (Mart. Solms) – a Troublesome exotic aquatic weed of kolleru. Society for Science & Nature. 4: 100-103.

16. Parati F, Altieri R, Esposito A, Lobianco A, Pepi M, Montesi L and Nair T (2011) Validation of thermal composting process using olive mill solid waste for industrial scale cultivation of *Agaricus bisporus*. International Biodeterioration & Biodegradation. 65: 160–163.

17. Patill SS, Kadam RM, Shinde SL and Deshmukh SA (2008) Effect of different substrate on productivity and proximate composition of *P. florida*. International Journal of Plant Sciences. 3: 151-153.

18. Pardo A, Perona MA and pardo J (2007) Indoorcomposting of vine by-products to produce substrates for mushroom cultivation. Spanish Journal of Agricultural Research. 5:417-424.

19. Poppe J (2004) Mushroom growers' handbook *1*. Part II. Oyster mushrooms. *Chapter* 5 substrate. AGRICULTURAL WASTES AS SUBSTRATES FOR OYSTER MUSHROOM. P.:75 -85 University of Gent, Belgium.

20. Rajaei A, Barzegar M and Sahari MA (2011) Investigation on antioxidative and antimicrobial activities of pistachio (*Pistachia Vera*) green hull extracts. Journal of Food Science & Technology. 8: 111-19.

21. Royse DJ and Chalupa W (2009) Effects of spawn, supplement and phase II compost additions and time of re-casing second break compost on mushroom (*Agaricus bisporus*) yield and biological efficiency. Bioresource Technology. 100: 5277–5282.

22. Simsek H, Baysal E, Colak M, Toker H and Yilmaz F (2008) Yield response of mushroom (*Agaricus bisporus*) on wheat straw and waste tea leaves based composts using supplements of some locally available peats and their mixture with some secondary casing materials. African Journal of Biotechnology. 7: 88-94.

23. Singleton VL, Orthofer R and Lamuela-Raventos RM (1990) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Oxidants and Antioxidants. 299: 152-178.

24. Singer R and Harris B (1987) Mushrooms and Truffles Botany cultivation and utilization.2nd rev. Koeltz Scientific Books. Koenigstein Federal republic of Germany.

25. Tripathy A, Patel AK and Shahoo TK (2009) Effect of various substrate on linear mycelial growth and fructification of *Volvariella diplasia*. Asian Journal of Plant Sciences. 1-4.

26. USDA-FAS, US Department of Agriculture-Foreign Agricultural Service (2014) Tree nuts: pistachios world markets and trade. Available from:http://www.fas.usda.gov/htp/horticulture/Tree%20Nuts/2014_Treenuts.pdf.

27. Wange QLiBB, Li H and Han JR (2010) Yield, dry matter and polysaccharides content of the mushroom *Agaricus blazei* produced on asparagus straw substrate. Scientia Horticulturae. 125: 16 –18.

28. Zweigle CA (2010) Pistachio byproducts as substrate for shiitake mushrooms. MSc thesis, Jordan College of Agricultural Sciences and Technology California State University.