تأثیر افزودن مکمل‌های غذایی به بستر کاشت بر عملکرد و میزان پروتئین قارچ خوراکی صدفی فلوریدا (*Pleurotu florida*)

مطهره مهدوی تیکدری*، صاحبعلی بلندنظر، علیرضا مطلبی‌آذر و جابر پناهنده[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱/۱۴)

چکیده

به منظور بررسی اثر افزودن مکمل‌های غذایی به بستر کاشت بر میزان عملکرد قارچ خوراکی صدفی فلوریدا، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. در این مطالعه، به بستر کاشت کلش گندم، سه نوع مکمل غذایی شامل پودر یونجه، کنجاله سویا و ورمی‌کمپوست هر کدام در سه سطح (۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد وزن تر بستر کاشت) افزوده شد و با بستر کاشت شاهد مورد ارزیابی قرار گرفت. ویژگی‌های عملکرد اولیه و کل، کارآیی بیولوژیک، میزان پروتئین و مقدار عناصر معدنی فسفر و پتاسیم تعیین شد. نتایج نشان داد که اثر مکمل‌های غذایی بر صفات مورد آزمایش در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. عملکرد اولیه و کل، کارآیی بیولوژیک و میزان پروتئین به‌ترتیب در بستر کشت حاوی مکمل غذایی ورمی‌کمپوست ۷/۵٪ (۸۳۱/۱۹ گرم در کیلوگرم وزن تر بستر کاشت)، کنجاله سویا ۲/۵٪ (۱۲۳۱/۴۰ گرم در کیلوگرم وزن تر بستر کاشت، کنجاله سویا ۲/۵٪ (۱۱۷/۱٪) و کنجاله سویا ۷/۵٪ (۲۳/۱۴ درصد براساس ماده خشک) نسبت به سایر مکمل‌ها بیشتر بود. درحالی‌که میزان فسفر و پتاسیم به‌ترتیب در بسترهای کشت غنی شده با ورمی‌کمپوست ۵٪ (۵/۸۶ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک) و ورمی‌کمپوست ۷/۵٪ (۲۴/۰۵ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک) بیشترین بوده است.

واژه‌های کلیدی: کلش گندم، کارآیی بیولوژیک، فسفر، پتاسیم

۱. استادیاران باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m_mahdavi_88@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.5.13.1]

مقدمه

انسان از بدو پیدایش در جستجوی غذا بوده و احتمالاً یکی از اولین محصولاتی که به عنوان غذا جلب توجه کرده است، قارچ‌ها بوده‌اند. اگرچه سابقه تحقیق در مورد قارچ‌های خوراکی به ابتدای قرن بیستم می‌رسد، اما استفاده از قارچ‌های خوراکی برای مصارف غذایی و دارویی قدمتی به اندازه تاریخ دارد (۱). وجود محدودیت‌های عمده در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری در امر کشت و پرورش بسیاری از قارچ‌های خوراکی متداول، از جمله قارچ تکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) و شی‌تاکه (Lentinula) و نیز سازگاری و رشد مطلوب قارچ‌های صدفی (*Pleurotus* spp.) در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری باعث شده تا میزان کشت قارچ‌های خوراکی صدفی در جهان زیاد باشد (۲۷). مهم‌ترین عامل در امر پرورش و تولید قارچ‌های خوراکی، از جمله قارچ‌های صدفی، بهبود عملکرد محصول و رشد قارچ می‌باشد که به عوامل مختلفی از جمله کیفیت بستر کاشت، مقدار اسپاون مصرفی، شرایط محیطی رشد، گونه و نژاد قارچ خوراکی کشت شده، نحوه آماده‌سازی بستر کشت و استفاده از مکمل‌های غذایی بستگی دارد (۵). به‌طور عادی، قارچ صدفی در بسترهای منفرد همانند کلش گندم یا کلش برنج آسیاب نشده کشت داده می‌شود. انواع ضایعات کشاورزی مانند کلش برنج، علوفه ذرت، مغز نارگیل، تفاله نیشکر و مخلوطی از این ضایعات به‌وسیله تولیدکنندگان مختلف استفاده شده است (۸، ۱۰ و ۲۵). کلش گندم عمده‌ترین بستر کشت برای رشد قارچ‌های صدفی می‌باشد. اگر چه تولید بیشتر از طریق استفاده از کلش گندم به همراه اضافه کردن مکمل‌هایی که به‌طور قابل توجهی عملکرد در واحد وزن را افزایش می‌دهد، مؤثرتر است (۱۵ و ۳۷).

یلدیز و همکاران (۳۵) استفاده از بستر کشت و مکمل‌های غذایی را پیشنهاد دادند که تأثیر مثبت مکمل غذایی در بستر کشت می‌تواند به خاطر جبران کمبود مواد مغذی باشد. افزودنی‌های مختلفی مانند اوره، سولفات آمونیوم، آرد نخود، آرد سویا، پنبه دانه و شیره قند به عنوان مکمل در بستر کشت قبل از اسپاون‌زنی برای افزایش عملکرد قارچ‌های صدفی توصیه شده است (۲۳). محتوای تغذیه‌ای بستر کشت می‌تواند توسط مکمل‌های غذایی نیتروژن‌دار بهبود یابد (۱۶). مکمل غذایی در بستر کاشتی که با آزادسازی کنترل شده از اوره و منگنز همراه بود دوره محصول‌دهی گونه‌های *Pleurotus* را کاهش داد و باعث افزایش بهره‌وری قارچ خوراکی شد (۱۱ و ۱۶). شیسلر و سیندن (۳۳) گزارش کردند که آرد سویا بهترین مکمل است که غنی از پروتئین و چربی‌ها می‌باشد و تصور می‌شود که آمینو اسیدهای موجود در آرد سویا باعث افزایش رشد میسلیوم قارچ و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شوند. افزایش مکمل‌های غنی از نیتروژن منجر به افزایش دما و از بین رفتن میسلیوم قارچ می‌شود (۱۱).

کارآیی ظرفیت بیولوژیک در بسترها به‌طور غیرمستقیم مناسب بودن بسترها در کشت نژادهای خاصی از قارچ‌ها را مشخص می‌کند (۲۴). کارآیی بیولوژیک در قارچ صدفی از ۴۵/۲۱ تا ۱۲۵/۷ درصد گزارش شده است (۴). زادرازیل و کامارا (۳۶) گزارش کردند که بیشترین میزان پروتئین توسط اندام بارده در گونه قارچ صدفی فلوریدا در پودر سویا و کلش برنج آسیاب نشده به میزان ۲۶/۶۶٪ وزن خشک و به دنبال آن در پودر سویا (۲۳/۵٪) تولید شده است. دی لا فوئنته و گوردیلو (۱۲) اظهار داشتند که استفاده از ورمی‌کمپوست به عنوان بستر کشت دارای آثار مثبت در افزایش رشد و عملکرد گونه‌های *Pleurotus* دارد. رودریگز استرادا و رویس (۳۰) گزارش کردند که میزان پتاسیم و فسفر در دو نژاد *Pleurotus eryngii* کشت شده در بسترهای مختلف کشت (پوسته‌های پنبه دانه و خاک اره بلوط) غنی شده با منگنز، مس و سویا در سطوح مختلف به‌ترتیب در محدوده‌ای از ۲/۹ تا ۳/۴ درصد و ۱/۰ تا ۱/۴ درصد متغیر است. هدف کلی از این تحقیق، بررسی اثر مکمل‌های غذایی پودر یونجه، کنجاله سویا و ورمی‌کمپوست بر عملکرد، کارآیی بیولوژیک، مقدار پروتئین و هم‌چنین میزان عناصر معدنی فسفر و پتاسیم قارچ صدفی می‌باشد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.5.13.1]

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سالن پرورش قارچ خوراکی واقع در ایستگاه آموزشی و تحقیقات کشاورزی خلعت‌پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. اسپاون قارچ صدفی فلوریدا *Pleurotus florida* (Mont) در شرایط استریل در آزمایشگاه روی دانه‌های گندم (۱۷) تهیه گردید و مایه تلقیح اولیه از شرکت کشت پژوهان دماوند تهیه شد. برای تهیه بستر کشت، کلش گندم خرد شده چند روز در آب قرار داده شد تا خیس بخورد و سپس به مدت ۲ الی ۳ ساعت با آب جوش ضدعفونی شد. مکمل‌های غذایی شامل کنجاله سویا، پودر یونجه و ورمی‌کمپوست در چهار سطح (صفر، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد وزن تر بستر کشت) به مدت ۴ الی ۵ ساعت خیسانده شده و در اتوکلاو و تحت فشار ۱/۵ اتمسفر و دمای ۱۲۱°C به مدت ۱۲۰ دقیقه استریل گردید. بعد از ضدعفونی کردن، مکمل‌های غذایی به بستر کشت افزوده شدند. میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم مکمل‌های غذایی مصرف شده در جدول ۱ درج شده است. مخلوط حاصل درون کیسه‌های پلاستیکی در اندازه ۸۰ ×۴۰ سانتی‌متر ریخته شد. در داخل هر کیسه ۴ کیلوگرم کلش خیس به همراه مکمل‌های غذایی ریخته شد و سطح آن کمی فشرده شد تا رطوبت کلش حفظ گردد. هم‌زمان با پر کردن، کیسه‌های بستر کشت با ۳ الی ۵ درصد اسپاون قارچ تلیقح شدند. پس از بستن سر کیسه‌ها، آنها را به سالن کشت انتقال داده و از سقف آویزان شدند.

از اولین روز کشت به مدت ۲۵ روز، دما در ۲۴ درجه سلسیوس ثابت شده و محیط تاریک شد تا این‌که سطح کلش پوشیده از تارهای سفید رنگ و ظریف قارچ صدفی شود. سوراخ‌هایی به فاصله ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر و به قطر یک سانتی‌متر در اطراف کیسه‌های کشت شده برای خروج پین ایجاد شد و با آب‌پاشی مداوم کف سالن رطوبت محیط افزایش داده شد. در این زمان، دما به ۲۰°C کاهش داده شد. در این زمان، نور با شدت ۱۰۰۰–۲۰۰۰ لوکس ضروری است. جدول ۲ شرایط محیطی برای پرورش قارچ صدفی در طول مدت کشت را نشان می‌دهد. بعد از برداشت اندام بارده قارچ خوراکی صدفی، تقریباً ۴ هفته پس از کشت، به منظور ارزیابی تأثیر مکمل‌های غذایی، عملکرد اولیه، عملکرد کل (برداشت در سه مرحله) و کارآیی بیولوژیک در هر بستر کشت محاسبه شد. کارآیی بیولوژیک از فرمول زیر محاسبه گردید (۱۰):

$$\text{درصد کارآیی بیولوژیکی} = \frac{\text{وزن تر قارچ برداشت شده}}{\text{وزن خشک بستر کشت}} \times ۱۰۰$$

میزان پروتئین اندام بارده با اندازه‌گیری میزان نیتروژن به روش کجلدال (۳) و ضرب آن در عدد ۴/۳۸ محاسبه شد (۲). میزان فسفر با استفاده از روش رنگ‌سنجی وانادیات مولیبدات اسپکتروفتومتری و میزان پتاسیم از روش فلیم‌فتومتری اندازه‌گیری شد (۹). آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار و هر تیمار در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ انجام شد.

نتایج و بحث

الف) عملکرد اولیه و کل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثر نوع مکمل غذایی بر عملکرد اولیه و کل در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشته است. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، بیشترین عملکرد اولیه از بستر کشت حاوی ورمی‌کمپوست ۷/۵٪ به میزان ۸۳۱/۱۹ گرم از هر کیلوگرم وزن تر بستر کشت و کمترین آن از بستر کشت غنی شده با کنجاله سویا ۷/۵٪ به میزان ۴۳۷/۶۲ گرم از هر کیلوگرم وزن تر بستر کشت به‌دست آمده است. درحالی‌که بیشترین عملکرد کل در تیمار حاوی کنجاله سویا ۲/۵٪ به مقدار ۱۲۳۱/۴۰ گرم از هر کیلوگرم وزن تر بستر کشت و کمترین آن در بستر کشت غنی شده با کنجاله سویا ۷/۵٪ به میزان ۸۳۱/۶۹ گرم از هر کیلوگرم وزن تر بستر کشت تولید شده است. بررسی نتایج حاکی از آن است که اثر مکمل‌های غذایی بر عملکرد قارچ خوراکی صدفی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.5.13.1]

جدول ۱. میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم مکمل‌های غذایی مصرف شده

مکمل غذایی	نیتروژن (٪)	فسفر (٪)	پتاسیم (٪)
پودر یونجه	۳/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۵
کنجاله سویا	۷/۹۸	۰/۶	۰/۳۳
ورمی‌کمپوست	۱/۱۸	۰/۹۵	۱/۵۳

جدول ۲. شرایط محیطی محل پرورش قارچ خوراکی صدفی

پارامتر رشد	مرحله پنجه دوانی اسپاون	مرحله تشکیل اندام باردهی
دما (سلسیوس)	۲۴	۱۸/۵ -۲۱/۵
رطوبت نسبی (٪)	۸۵-۹۵	۸۵ -۹۰
تهویه	۱ بار	۲-۳ بار
نیاز نوری (لوکس در ۲۴ ساعت)	ندارد	۱۰۰۰ -۲۰۰۰

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر مکمل‌های غذایی بر عملکرد، کارآیی بیولوژیک، میزان پروتئین، فسفر و پتاسیم در قارچ صدفی

منابع تغییرات		میانگین مربعات					
	درجه آزادی	عملکرد اولیه	عملکرد کل	کارآیی بیولوژیک	پروتئین	فسفر	پتاسیم
تیمار	۹	۳۳۴۱۴/۰۳**	۵۰۵۷۰/۱۳۳**	۴۳۷/۷۲**	۵۹/۷۲۷**	۱/۵۱۸**	۴۵/۶۹**
خطای آزمایشی	۲۰	۶۱۰۴/۶۸	۸۹۲۹/۶۳۷	۸۰/۳۰۸	۰/۶۲۸	۰/۰۱۶	۰/۶۲۴
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/۰۹	۹/۵۷۵	۹/۷۰۳	۴/۶۵۶	۱۵/۰۲۳	۱۳/۰۴۷

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

متفاوت است. به‌طوری‌که افزودن مقادیر مناسبی از مکمل‌های غذایی به بستر کشت، عملکرد محصول را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. نتایج به‌دست آمده در این مطالعه با نتایج تحقیقات بایسل و همکاران (۶) و رویس (۲۷) مطابقت دارد و همگی بیانگر آن هستند که می‌توان از کنجاله سویا به عنوان بهترین مکمل غذایی برای رسیدن به عملکرد زیاد در کشت قارچ خوراکی صدفی استفاده نمود. افزایش میانگین عملکرد قارچ صدفی با مکمل غذایی کنجاله سویا در مقایسه با سایرمکمل‌ها شاید به خاطر تأثیر افزودن مکمل غذایی حاوی ترکیبات غذایی قابل دسترس و قابل جذب برای قارچ صدفی باشد (۶). این افزایش ممکن است به دلیل وجود آمینو اسیدهای فراوان یا پروتئین‌های قابل دسترس برای میسلیوم قارچ باشد (۳۴). دومین عاملی که شاید تأثیر بیشتری داشته باشد نسبت C/N مورد استفاده برای کشت قارچ صدفی است، زیرا یکی از فاکتورهای مورد نیاز برای فعالیت آنزیم لیگنینولتیک تولید شده توسط بازیدیومیست‌ها نیتروژن است، که برای تجزیه مواد لیگنوسلولزی موجود در بستر کشت نیاز است. بیشتر مطالعات گذشته ثابت کرده که هم نوع و هم غلظت منابع نیتروژن مهم‌ترین عوامل در تنظیم فعالیت آنزیم لیگنینولتیک تولید شده توسط بازیدیومیست‌ها هستند (۱۴ و ۲۱). این بیانگر آن است که افزایش میزان نیتروژن مواد آلی در بستر کشت، با افزایش عملکرد ارتباط دارد (۲۶).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.5.13.1]

جدول۴. میانگین اثر مکمل‌های غذایی بر عملکرد، کارآیی بیولوژیک، پروتئین و عناصر معدنی قارچ خوراکی صدفی فلوریدا

تیمار	عملکرد اولیه (گرم بر کیلوگرم وزن تر بستر کاشت)	عملکرد کل (گرم بر کیلوگرم وزن تر بستر کشت)	کارآیی بیولوژیک (درصد)	پروتئین (درصد براساس ماده خشک)	فسفر (میلی‌گرم بر گرم ماده خشک)	پتاسیم (میلی‌گرم بر گرم ماده خشک)
شاهد	۵۸۷/۳۵^{bc}	۸۳۲/۹۵^{bc}	۸۱/۹^{bc}	۱۱/۲۷^{e}	۳/۲۳^{e}	۱۰/۳۲^{e}
پودر یونجه ٪۲/۵	۶۱۳/۰۲^{bc}	۸۷۸/۷۷^{bc}	۸۴/۲۴^{bc}	۱۴/۷۷^{d}	۴/۳۸^{e}	۱۰/۸۰^{e}
پودر یونجه ٪۵	۶۶۷/۲۷^{ab}	۹۴۳/۵۶^{bc}	۸۹/۳۶^{bc}	۱۷/۶۶^{bc}	۴/۵۷^{e}	۱۳/۷۵^{d}
پودر یونجه ٪۷/۵	۶۹۳/۹۳^{ab}	۱۱۱۵/۸۰^{ab}	۱۰۴/۲۱^{ab}	۱۸/۵۵^{b}	۴/۶۱^{b}	۱۶/۲۹^{bcd}
کنجاله سویا ٪۲/۵	۷۴۷/۷۰^{ab}	۱۲۳۱/۴۰^{a}	۱۱۷/۱۰^{a}	۲۱/۸۵^{a}	۳/۶۶^{d}	۱۵/۴۵^{bcd}
کنجاله سویا ٪۵	۵۸۵/۹۴^{bc}	۹۶۸/۸۱^{bc}	۹۰/۲۱^{bc}	۲۲/۴۹^{a}	۳/۹۱^{cd}	۱۷/۷۵^{b}
کنجاله سویا ٪۷/۵	۴۳۷/۶۲^{c}	۸۳۱/۶۹^{c}	۷۵/۸۶^{c}	۲۳/۱۴^{a}	۴/۰۷^{c}	۱۶/۷۸^{bc}
ورمی‌کمپوست ٪۲/۵	۶۷۳/۵۳^{ab}	۹۷۸/۲۹^{bc}	۹۲/۲۲ ^{bc}	۱۱/۹۱^{e}	۴/۰۵^{c}	۱۴/۸۴^{cd}
ورمی‌کمپوست ٪۵	۶۲۲/۷۱^{bc}	۱۱۰۳/۴۰^{ab}	۱۰۱/۰۱^{ab}	۱۲/۵۱^{e}	۵/۸۶^{a}	۱۷/۷۴^{b}
ورمی‌کمپوست ٪۷/۵	۸۳۱/۱۹^{a}	۹۸۳/۷۹^{bc}	۸۷/۳۵ ^{bc}	۱۶/۰۷^{cd}	۴/۶۹^{b}	۲۴/۰۵^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ٪۵ با هم ندارند.

ب) کارآیی بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثر مکمل‌های غذایی بر کارآیی بیولوژیک در سطح احتمال ٪۱ دارای اختلاف معنی‌دار است. حداکثر کارآیی بیولوژیک (٪۱۱۷/۱۰) در بستر کشت حاوی کنجاله سویا در سطح ٪۲/۵ و کمترین کارآیی بیولوژیک (٪۷۵/۸۶) در بستر کشت غنی شده با کنجاله سویا ٪۷/۵ بوده است (جدول ۴). در این آزمایش، اضافه کردن ٪۲/۵ کنجاله سویا و ٪۷/۵ پودر یونجه منجر به افزایش کارآیی بیولوژیک شد. در مورد سایر مکمل‌ها اختلاف معنی‌داری با شاهد ملاحظه نگردید. نتایج مشابه با یافته‌های علم و همکاران (۴) می‌باشد که گزارش نمودند کارآیی بیولوژیک قارچ صدفی در دامنه‌ای از ۴۵/۲۱ تا ۱۲۵/۷ درصد است. این تغییرات عمدتاً به میزان اسپاون، گونه قارچ استفاده شده و مکمل غذایی افزوده شده به بستر کشت بستگی دارد (۱۷). نومن و همکاران (۲۲) کارآیی بیولوژیک در قارچ صدفی فلوریدا کشت شده در بسترهای مختلف کشت (کلش سویا، کلش برنج آسیاب نشده، کلش گندم و مخلوط آنها) را در دامنه‌ای از ۷۲/۳۶ تا ۸۷/۵۶ درصد بیان کردند.

ج) درصد پروتئین در اندام بارده

با مشاهده نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نتیجه می‌شود که بین مکمل‌های مختلف در سطح احتمال ٪۱ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. مقایسه میانگین سطوح مختلف مکمل‌های غذایی (جدول ۴) نشان داد که بیشترین میزان پروتئین در بستر کشت غنی شده با کنجاله سویا ۷/۵ درصد به میزان ٪۲۳/۱۴ و کمترین آن در بستر کشت فاقد مکمل (شاهد) و به میزان ٪۱۱/۲۵ براساس ماده خشک مشاهده شد. زادرازیل (۳۷) مشاهده کرد که وقتی بستر کشت با کنجاله سویا و پودر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.5.13.1]

یونجه غنی‌سازی شدند، نیتروژن موجود در اندام‌های باردهی *Pleurotus sajor-caju* افزایش می‌یابد. احتمال کاهش میزان پروتئین در ورمی‌کمپوست را می‌توان به کاهش میزان نیتروژن نسبت داد که این کاهش ممکن است به علت واکنش آمونیفیکاسیون، تبخیر و ترکیب نیترات باشد (۶ و ۱۲).

د) اثر مکمل‌های غذایی بر غلظت عناصر معدنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر مکمل‌های غذایی بر مقدار پتاسیم اندام بارده قارچ خوراکی صدفی فلوریدا حاکی از معنی‌دار بودن این اثر در سطح احتمال ۱٪ بود (جداول ۳ و ۴). مقایسه میانگین تیمارها در جدول ۴ نشان می‌دهد که سطح ۷/۵٪ ورمی‌کمپوست بیشترین مقدار پتاسیم (۲۴/۰۵ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) و بستر کشت حاوی پودر یونجه در سطح ۲/۵٪ و بستر کشت فاقد مکمل غذایی به‌ترتیب به میزان ۱۰/۸۰ و ۱۰/۲۳ میلی‌گرم در گرم ماده خشک دارای کمترین مقدار پتاسیم در اندام بارده بودند. اثر مکمل‌های غذایی بر مقدار فسفر در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۴) نشان می‌دهد که بیشترین مقدار فسفر (۵/۸۶ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) با کاربرد ورمی‌کمپوست ۵٪ و کمترین آن (۳/۲۳ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) در بستر کشت فاقد مکمل غذایی (شاهد) به‌دست آمده است. ممکن است افزایش مقدار پتاسیم و فسفر در بستر کشت غنی شده با ورمی‌کمپوست به دلیل بالا بودن مقدار فسفر و پتاسیم آن نسبت به دو مکمل دیگر باشد (جدول ۱). میزان مواد معدنی در اندام بارده قارچ براساس نوع گونه، سن، قطر کلاهک و نوع بستر کشت متفاوت است (۱۲).

نتیجه‌گیری

بررسی نتایج حاکی از آن است که افزودن مکمل غذایی به بستر کاشت، عملکرد محصول و کارآیی بیولوژیک را در قارچ خوراکی صدفی به‌طور معنی‌داری افزایش داد. یافته‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد کل و کارآیی بیولوژیک در قارچ خوراکی صدفی در بستر کاشت غنی شده با کنجاله سویا ۲/۵٪ وزن تر بستر کاشت و بیشترین میزان پروتئین در اندام بارده قارچ صدفی با افزودن کنجاله سویا در هر سه سطح (۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد وزن تر بستر کاشت) به‌دست آمد. بیشترین مقدار پتاسیم و فسفر نیز در بستر کاشتی که حاوی ورمی‌کمپوست ۷/۵ و ۵ درصد وزن تر بستر کاشت بود، تعیین شد. شاید افزایش عملکرد و کارآیی بیولوژیک در بستر کاشت غنی شده با مکمل غذایی کنجاله سویا به خاطر تأثیر افزودن مکمل غذایی حاوی ترکیبات غذایی قابل دسترس و قابل جذب برای قارچ خوراکی صدفی باشد. اما شاید یکی دیگر از دلایل مهم افزایش عملکرد و کارآیی بیولوژیک در این بستر کاشت، فراوان بودن میزان نیتروژن قابل دسترس در کنجاله سویا نسبت به دو مکمل غذایی دیگر باشد.

منابع مورد استفاده

1. Peyvast, GH.and J. AL fatta. 1386. Edible mushrooms growing. Published Danesh pazir. Pp. 199.
2. Mottaghi, H. 1385. Mushroom *Pleurotus* and other world edible cultivated mushrooms. *Published: Andishe farda*. Pp. 328.
3. Tabatabaie, S. J. 1388. Principles of mineral nautrition of plants. *Published: Tabrize*.pp. 389.
4. Alam, N., S. M. R. Amin and N. C. Sarker. 2007. Efficacy of five different growth regulators on the yield and yield contributing attributes of *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fr.) Kummer. *Bangladesh Journal of Mushroom* 1(1): 51-55.
5. Banik, S. and R. Nandi. 2004. Effect of supplementation of rice straw with biogas residual slurry manure on the yield, protein and mineral contents of oyster mushroom. *Industrial Crops and Products* 20: 311-319.
6. Baysal, E., H. Peker, M. K. Yalinkilic and A. Temiz. 2003. Cultivation of oyster mushroom on waste paper with some added supplementary materials. *Bioresource Technology* 89(1): 95-97.
7. Bernal, M., A. F. Navarro, A. Roig, J. Cegarra and D. Garcia. 1996. Carbon and nitrogen transformation during composting of sweet sorghum bagasse. *Biology and Fertility of Soils* 22: 141-148.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.5.13.1]

8. Bisaria, R., M. Madan and V. S. Bisaria. 1987. Biological efficiency and nutritive value of *Pleurotus sajor-caju* cultivated on different agro-wastes. *Biological Wastes* 19: 239-255.
9. Caglarirmak, N. 2007. The nutrients of exotic mushrooms (*Lentinula edodes* and *Pleurotus* species) and an estimated approach to the volatile compounds. *Food Chemistry* 105: 1188-1194.
10. Chang, S. T., D. W. Lau and K. Y. Cho. 1981. The cultivation and nutritional value of *Pleurotus sajor-caju. European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology* 12: 58-62.
11. Curvetto, N. R., D. Figlas, R. Devalis and S Delmastro. 2002. Growth and productivity of different *Pleurotus ostreatus* strains on sunflower seed hulls supplemented with N-NH_4+ and/or Mn (II). *Bioresource Technology* 84: 171-176.
12. De la Fuente, M. and R. M. Gordillo. 2002. Developing technology to grow mushrooms from recycled urban waste and food scraps-paper wastes (vermicompost). Available online at http://www.calrecycle.ca.gov/organics/farming /agdemos/Mushroom/MushPoster.pdf.
13. Demirbas, A. 2001. Concentrations of 21 metals in 18 species of mushrooms growing in the east Black Sea region. *Food Chemistry* 75: 453-457.
14. Galhaup, C., H. Wagner, B. Hinterstoisser and D. Haltrich. 2002. Increased production of laccase by the wood-degrading basidiomycete Trametes pubescens. *Enzyme and Microbial Technology* 30: 529-536.
15. Laborde, J., P. Clauzel, O. Crabos and J. Delmas. 1985. Practical aspects of *Pleurotus ostreatus* spp. Cultivation Mushroom Information Part 1.2(4): 16-25, and Part 2.2(5): 18-31.
16. Lelley, J. J. and A. JanBen. 1993. Productivity improvement of oyster mushroom substrate with a controlled release of nutrient. *Mushroom News* 41: 6-13.
17. Mane, V. P., S. S. Patil, A. A. Syed and M. M. V. Baig. 2007. Bioconversion of low quality lignocellulosic agricultural waste into edible protein by *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. *Journal of Zhejiang University Science* 8(10): 745-751.
18. Manzi, P., A. Aguzzi and L. Pizzoferrato. 2001. Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry* 73: 321-325.
19. Martins, O. and T. Dewes. 1992. Loss of nitrogenous compounds during composting of animal wastes. *Bioresource Technology* 42: 103-111.
20. Mattila, P., K. Konko, M. Eurola, J. M. Pihlava, J. Astola, L. Vahteristo, V. Hietaniemi, J. Kumpulainen, M. Valtonen and V. Piironen. 2001. Contents of vitamins, mineral elements and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 49: 2343-2348.
21. Mikiashvili, N., V. Elisashvili, S. Wasser and E. Nevo. 2005. Carbon and nitrogen sources influence the ligninolytic enzyme activity of Trametes versicolor. *Biotechnology Letters* 27: 955-959.
22. Noman, S. Md., S. M. Kamrul Hasan Chowdhury, S. R, Mondal, S. K., Md. Adhikary, Md. Yamin Kabir and Md Akhtaruzzaman1. 2009. Comparative study on the growth and yield of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates. *Bangladesh Journal of Mushroom* 3(2): 63-71.
23. Ralph, H. and J. R. Kurtzman. 1994. Nutritional needs of mushroom and substrate supplements. PP. 106-110. *In:* Nair, M. C. (Ed.), Advances in Mushroom Biotechnology, Scientific Publishers, Jodhpur, India.
24. Ragunathan, R. and K. Swaminathan. 2003. Nutritional status of *Pleurotus* spp. grown on various agro- wastes. *Food Chemistry* 80: 371-375.
25. Ramamoorthy, V., B. Meena, M. Muthusamy, K. Seetharaman and D. Alice. 1999. Composting coir pith using lignocellulosic fungi for the management of root rot of black gram. *Mushroom Research* 8: 13-17.
26. Royes, D. J. and B. D. Bahler. 1988. The effect of alfalfa hay and delayed- released nutrient on biological efficiency of *Pleurotus sajor-cajo. Mushroom Journal of Tropics* 8: 59-65.
27. Royse, D. J. 2002. Influence of spawn rate and commercial delayed release nutrient levels on *Pleurotus cornucopiae* (oyster mushroom) yield, size and time to production. *Applied Microbiology and Biotechnology* 58: 527-531.
28. Royse, D. J. 2003. Cultivation of oyster mushrooms. College of Agricultural Sciences, Pennsylvania State University, University Park, PA.
29. Royse, D. J., T. W. Rhodes, S. Ohga and J. H. Sanchez. 2004. Yield, mushroom size and time to production of *Pleurotus cornucopiae* (oyster mushroom) grown on switch grass substrate spawned and supplemented at various rates. *Bioresource Technology* 91(1): 85-91.
30. Rodriguez Estrada, A. E. and D. J. Royse. 2007. Yield, size and bacterial blotch resistance of *Pleurotus eryngii* grown on cottonseed hulls/oak sawdust supplemented with manganese, copper and whole ground soybean. *Bioresource Technology* 98(10): 1898-1906.
31. Sharma, S. and M. Madan. 1993. Microbial protein from leguminous and non-leguminous substrates. *Acta Biotechnologica* 13: 131-139.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.5.13.1]

32. Shashirekha, M. N. S. Rajarathnam and Z. Bano. 2002. Enhancement of bioconversion efficiency and chemistry of the mushroom, *Pleurotus sajor-caju* (Berk and Br.) Sacc. produced on spent rice straw substrate, supplemented with oil seed cakes. *Food Chemistry* 76(1): 27-31.
33. Schisler, L. C. and J. W. Sinden. 1996. Nutrient supplementation of mushroom compost at casing: vegetable oils. *Canadian Journal of Botany* 44: 1063-1069.
34. Upadhyay, R. C., R. N. Verma, S. K. Singh and M. C. Yadav. 2002. Effect of organic nitrogen supplementation in *Pleurotus* species. *Mushroom Biology and Mushroom Products*: 225-232.
35. Yildis, S., U. S. Yildis, E. D. Gezer and A. Temiz. 2003. Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. *Process Biochemistry* 38(3): 301-306.
36. Zadrazil, F. and D. N. Kamara. 1997. Edible mushroom. PP. 14-25. *In*: Anke, T. (Ed.), *Fungal Biotechnology,* Chapman and Hall.
37. Zadrazil, F. 1980. Influence of ammonium nitrate and organic supplements on the yield of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.). *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology* 9: 243-248.
38. Zadrazil, F. and K. Grabbe. 1983. Edible mushrooms. *Biotechnology* 3: 145-187.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.5.13.1]