

اثرات کلش گندم، برگ نخل خرما، باگاس نیشکر و مکمل‌های آلی بر عملکرد و کیفیت قارچ

صدفی

لیلا عنبرستانی^۱، محمد امین آسودار^۲ و مختار حیدری^{۳*}

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

خوزستان، ملائانی، ایران

۲- استاد گروه ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران

۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران

* نویسنده مسئول: mkheidari@asnrukh.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۴)

چکیده

افزایش تولید و انباشت ضایعات محصولات کشاورزی یکی از معضلات زیست‌محیطی در نقاط مختلف جهان می‌باشد. یکی از روش‌های مصرف ضایعات محصولات کشاورزی، استفاده به‌عنوان بستر کاشت قارچ و تبدیل ضایعات به محصول با ارزش افزوده بیشتر می‌باشد. در این آزمایش اثرات بسترهای کاشت کلش گندم، برگ نخل خرما و باگاس نیشکر و تیمارهای مواد مکمل به‌میزان ۲/۵ درصد وزنی شامل کنجاله سویا، کنجاله کلزا و کود مرغ بر رشد، عملکرد و برخی ترکیبات بیوشیمیایی قارچ صدفی در سالن کشت قارچ ایستگاه آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در سال ۱۳۹۳ بررسی شد. نتایج نشان داد افزودن کنجاله سویا به بسترهای برگ نخل خرما، کلش گندم و یا افزودن کود مرغ به برگ نخل خرما عملکرد قارچ صدفی را به‌طور معنی‌داری به‌ترتیب ۶/۳۹، ۵/۹۷ و ۶/۳۰ کیلوگرم افزایش داد. عملکرد قارچ صدفی در بستر باگاس نیشکر و یا همراه با مکمل‌ها کمتر از بسترهای کلش گندم و برگ نخل خرما بود. طول دوره رشد در بستر باگاس حاوی مکمل‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. پروتئین کل پس از افزودن کنجاله کلزا به هر سه بستر افزایش معنی‌داری داشت ولی کنجاله سویا فقط در بستر باگاس میزان پروتئین را ۲۲/۹۵ درصد افزایش داد. بیشترین میزان روغن در بستر باگاس حاوی کنجاله کلزا (۱/۸۱ درصد) و بیشترین کربوهیدرات‌های محلول (۵۹/۱۱ درصد) و فنول کل (۷۰۶ میکروگرم در گرم وزن خشک) به‌ترتیب در بستر کلش گندم حاوی کنجاله کلزا و بستر باگاس حاوی کنجاله سویا بود. کارایی بیوشیمیایی قارچ صدفی تحت تأثیر بستر کاشت قرار گرفت و کمترین کارایی زیستی در بستر باگاس بود. نتایج نشان داد با افزودن مکمل به بسترهای کلش گندم و برگ نخل خرما عملکرد و شاخص‌های کیفی قارچ صدفی بهتر از بستر باگاس بود و طول دوره رشد نیز کوتاه‌تر از بستر باگاس بود.

واژه‌های کلیدی: ارزش تغذیه‌ای، ضایعات آلی، قارچ صدفی، کارایی زیستی.

مقدمه

زیست‌محیطی و تهدید سلامتی محیط زندگی را به‌دنبال دارد. روش‌های مختلف برای مصرف ضایعات گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد که شامل

تولید و انباشت ضایعات گیاهی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی و صنایع وابسته به کشاورزی مسائل

حمله قرار نمی‌گیرد و کشت آنها نیاز به کنترل پیچیده شرایط محیط رشد ندارد، به همین دلیل کشت آنها آسان و ارزان می‌باشد (Sanchez, 2010). توانایی قارچ‌های صدفی برای استفاده از بسترهای لیگنوسلولزی ناشی از وجود انواع آنزیم‌های لیگنوسلولزی غیراختصاصی می‌باشد و امکان تولید قارچ‌های صدفی در بسترهای حاوی انواع مواد آلی با منشأ گیاهی و ضایعات محصولات کشاورزی مورد بررسی قرار گرفته است. استفاده از کلش گندم (*Triticum aestivum* L.) و ساقه آرتیشو (Nadir, 2014)، کلش گندم، کلش برنج (*Oryza Sativa* L.)، کلش ذرت (*Zea mays* L.)، کلش سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) و باگاس نیشکر (Iqbal et al., 2016)، ضایعات برگ نخل خرما (Alkoaik et al., 2015)، بقایای گیاه کهور (Jackson, 2015)، همچنین اثر افزودن ترکیبات مکمل شامل پودر پنبه (*Gossypium herbaceum* L.)، آرد سویا (*Glycine max* L.)، اوره به کلش گندم و باگاس نیشکر (Makenali et al., 2008)، افزودن پودر یونجه (*Medicago sativa* L.)، کنجاله سویا و ورمی‌کمپوست به کلش گندم (Mahdavi Tikdari et al., 2012)، کلش لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و کوکوپیت (Mensah, 2015)، غلاف سویا، سبوس برنج، غلاف بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) به بقایای ذرت (Salami et al., 2018)، سبوس گندم و آرد ذرت به بقایای ذرت (Mkhize et al., 2016) برخی از مطالعات انجام شده در مورد رشد قارچ صدفی در بسترهای مختلف می‌باشد.

استان خوزستان با تولید ۸/۱ درصد غلات، ۵۲/۱ درصد محصولات صنعتی و ۱۳/۵ درصد میوه خرما (*Phoenix dactylifera* L.) تنها تولیدکننده نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) در کشور و از مهمترین مناطق تولید گندم و خرما در کشور

مواردی مانند استفاده مستقیم یا فرآوری شده به‌عنوان غذای دام، تهیه کمپوست (Thomas et al., 2012)، افزودن به خاک به‌عنوان کود آلی، استخراج ترکیبات شیمیایی باقیمانده در بقایا و یا استفاده به‌عنوان مالچ (خاک‌پوش) می‌باشد. یکی از روش‌های مدیریت ضایعات کشاورزی، استفاده از این مواد به‌صورت کمپوست شده یا بدون فرآوری به‌عنوان بستر کشت قارچ می‌باشد (Ali Shah et al., 2016; Alkoaik et al., 2015).

تا امروز حدود ۷۰۰۰ گونه قارچ با درجات مختلف قابلیت خوراکی شناسایی شده است و بیش از ۳۰۰۰ گونه را می‌توان به‌عنوان گونه خوراکی اصلی معرفی نمود. از میان این گونه‌ها، حدود ۲۰۰ گونه به‌صورت آزمایشی کشت شده و ۱۰۰ گونه دارای پتانسیل کشت تجاری، معرفی شده و ۶۰ گونه در سطح تجاری کشت می‌شوند ولی تنها کشت ۱۰ گونه در سطح صنعتی انجام می‌شود. همچنین پیشنهاد شده است حدود ۲۰۰۰ گونه قارچ دارای جنبه‌های دارویی می‌باشند (Miles & Chang, 2004).

دوره رشد قارچ‌های صدفی (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm) کوتاه‌تر از سایر قارچ‌های خوراکی می‌باشد. به همین دلیل قارچ صدفی می‌تواند جایگزین مناسبی برای تولید نسبت به سایر انواع قارچ‌ها باشد. قارچ‌های صدفی توانایی رشد روی انواع بسترهای لیگنوسلولزی خام را در دامنه گسترده از درجه حرارت دارند (Sanchez, 2010). قارچ صدفی منبع مناسبی از عناصر معدنی و پروتئین می‌باشد و دارای ۱۸ نوع اسیدآمینو ضروری می‌باشد. رسیدن به مرحله تولید در مدت زمان کوتاهی انجام می‌شود و تولید پروتئین قارچ صدفی در واحد سطح بیشتر از هر محصول دیگر می‌باشد (Iqbal et al., 2016). قارچ‌های صدفی به‌طور معمول توسط عوامل بیماری‌زا و آفات مورد

می‌باشد (Ahmadi *et al.*, 2018). معرفی راهکارهایی برای مصرف ضایعات این محصولات می‌تواند در اشتغال‌زایی و افزایش توجه به مصرف مناسب ضایعات محصولات کشاورزی مؤثر باشد. آزمایش حاضر به منظور مقایسه رشد و عملکرد قارچ صدفی در بسترهای باگاس نیشکر، برگ نخل خرما و کلش گندم موجود در استان خوزستان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سالن کشت قارچ واقع در ایستگاه آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز) طی سال ۱۳۹۳ انجام شد. طرح آماری به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با دو عامل بستر کاشت در سه سطح (باگاس نیشکر، کلش گندم و برگ نخل خرما) و ترکیبات مکمل بستر در چهار سطح (بدون کاربرد مکمل به عنوان شاهد، کنجاله سویا، کنجاله کلزا و کود مرغ) در سه تکرار (هر تکرار یک کیسه پلاستیکی حاوی بستر، مکمل و مایه قارچ) انجام شد.

برگ درختان نخل خرما از نخلستان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان برداشت شده و با استفاده از چاقر به قطعات پنج تا ۱۰ سانتی‌متری خرد شدند. کود مرغی از مرغداری واقع در ایستگاه دامپروری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان و باگاس نیشکر از مجتمع کشت و صنعت امام خمینی (شوشتر، استان خوزستان) تهیه شد. برگ نخل خرما، کلش گندم و باگاس نیشکر درون گونی کتفی به مدت ۹۰ دقیقه در آب قرار داده شد تا شست‌وشوی سطحی و جذب آب انجام شود. سپس به منظور ضدعفونی سطحی، در آب با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹۰ دقیقه حرارت داده شدند. مکمل‌های غذایی کنجاله

سویا، کنجاله کلزا و کود مرغ درون کیسه گونی ریخته شده و در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربع به مدت یک ساعت در اتوکلاو حرارت‌دهی انجام شد. مقدار ۱۰ کیلوگرم بستر مخلوط شامل ۹۴/۵ درصد بستر و ۲/۵ درصد مکمل و سه درصد مایه قارچ (نسبت وزنی- وزنی، بر اساس وزن تر) در کیسه‌های پلاستیکی ابعاد ۸۵×۶۵ سانتی‌متر ریخته شده و در سالن کشت از سقف آویزان شد. به مدت ۲۵ روز دما ۲۴-۲۱ درجه سانتی‌گراد و محیط تاریک نگهداری شد. پس از ظهور میسلیم‌های قارچ، سوراخ‌هایی به قطر یک سانتی‌متر در فواصل ۱۰ سانتی‌متری روی پلاستیک ایجاد شده و دما در حد ۲۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد.

برداشت در مرحله رسیدن قطر کلاهک به حدود حداقل ۱۰ سانتی‌متر انجام شد. طول دوره برداشت چهار هفته بود. اندازه‌گیری عملکرد با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شده و بر اساس مجموع وزن قارچ‌های برداشت شده، عملکرد کل محاسبه گردید. اندازه‌گیری طول و قطر پایه و کلاهک با استفاده از کولیس دیجیتال انجام شد. کارایی زیستی بر حسب درصد بر اساس رابطه ۱ انجام شد (Salami *et al.*, 2018).

$$EB = (FW/DW) \times 100 \quad (1) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه EB کارایی زیستی، FW وزن تر محصول و DW وزن خشک محصول می‌باشد.

برای اندازه‌گیری خاکستر، مقدار پنج گرم پودر قارچ خشک شده درون بوته چینی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی حرارت داده شد و مقدار خاکستر وزن گردیده و بر اساس درصد وزنی محاسبه شد.

تهیه عصاره برای اندازه‌گیری پروتئین کل و کربوهیدرات‌های محلول با استفاده از اتانول در دو مرحله انجام شد (Irigoyen *et al.*, 1992). مقدار

میلی لیتر متانول انجام شد. نمونه به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی در دمای آزمایشگاه قرار داده شد و سپس از کاغذ صافی واتمن گذرانیده شد. مقدار ۱۰۰ میکرو لیتر عصاره با دو میلی لیتر کربنات سدیم (۷/۵ درصد) و ۲/۵ میلی لیتر معرف فنول (فولین سیوکالسیو) رقیق شده با آب مقطر (نسبت ۱:۱۰ حجمی:حجمی) اضافه شد و مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد نگهداری شد. اندازه گیری میزان جذب در طول موج ۷۵۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد (Singleton & Rossi, 1965). برای تهیه منحنی استاندارد از گالیک اسید استفاده شد.

اندازه گیری روغن با استفاده از سوکسله و عصاره گیری با بنزن-۲ پترولیوم انجام شده و میزان روغن به روش وزنی محاسبه شده و بر اساس درصد وزنی روغن ارائه شد (Helrich, 1990).

تجزیه آماری داده‌ها با نرم افزار SAS 9.4 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شده و نمودار با نرم افزار اکسل ۲۰۱۳ رسم شد.

نتایج و بحث

عملکرد

افزودن کنجاله سویا موجب افزایش عملکرد قارچ صدفی در بسترهای کلش گندم و برگ نخل خرما شد. بیشترین عملکرد قارچ صدفی در بسترهای برگ نخل خرما و کلش گندم حاوی کنجاله سویا بود (به ترتیب ۶/۳۹ و ۵/۹۷ کیلوگرم) که با عملکرد در بستر برگ نخل خرما حاوی کود مرغی (۶/۰۳ کیلوگرم) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری بیشتر از عملکرد در سایر تیمارها بود (جدول ۱). کمترین عملکرد در بستر باگاس بدون کاربرد مکمل بود (۱/۹۲ کیلوگرم) که با عملکرد در بستر کلش گندم و یا باگاس حاوی کنجاله کلزا

۰/۵ گرم نمونه تازه با پنج میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد له شده و روشناور در لوله آزمایش ریخته شد. بقایای مرحله اول با پنج میلی لیتر اتانول ۷۰ درصد عصاره گیری شده و به روشناور مرحله قبل اضافه شد. عصاره به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۵۰۰ دور سانتریفیوژ شد. عصاره تا زمان اندازه گیری در دمای چهار درجه سانتی گراد در یخچال نگهداری گردید.

برای اندازه گیری پروتئین کل، مقدار ۱۰۰ میکرو لیتر و پنج میلی لیتر معرف کوماسی بریلیانت بلو (کوماسی بریلیانت بلو ۰/۰۱ درصد محلول در اتانول و اسید فسفریک) مخلوط شده و سپس نمونه‌ها ورتکس شد و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه نگهداری شد. قبل از اندازه گیری میزان پروتئین، محلول یک بار دیگر ورتکس شد. اندازه گیری میزان جذب در طول موج ۵۹۵ نانومتر با اسپکتروفتومتر (مدل UV-2100، ساخت کشور آمریکا) انجام شد (Bradford, 1976). برای نمونه شاهد به جای عصاره از آب مقطر استفاده شد. برای تهیه استاندارد از سرم آلبومین گاوی (BSA) استفاده شد.

اندازه گیری کربوهیدرات‌های محلول از اسید سولفوریک استفاده شد (Albalasmeh et al., 2013). مقدار یک میلی لیتر عصاره تهیه شده از قارچ با سه میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ مخلوط شده و به مدت ۳۰ ثانیه ورتکس شد. سپس مخلوط به مدت دو دقیقه در یخ قرار داده شد تا خنک شود. سپس محلول در هوای آزاد قرار داده شد تا به دمای آزمایشگاه برسد. اندازه گیری جذب در طول موج ۳۱۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد. برای نمونه شاهد به جای عصاره حاوی کربوهیدرات از آب استفاده شد. برای تهیه نمودار استاندارد از گلوکز استفاده شد.

برای اندازه گیری فنول کل، عصاره گیری با استفاده از یک گرم وزن خشک نمونه و ۱۰

(2016). تأثیر مثبت افزودن کنجاله سویا به کلش گندم در افزایش عملکرد قارچ صدفی فلوریدا نیز گزارش شده است (Mahdavi Tikdari *et al.*, 2012). یکی از دلایل تفاوت عملکرد در بسترهای مختلف می‌تواند با ساختار فیزیکی بستر ارتباط داشته باشد زیرا میزان نفوذ میسلیوم قارچ در بستر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Iqbal *et al.*, 2016). با توجه به پایین بودن نسبت کربن به نیتروژن در گیاهان خانواده بقولات (Mensah, 2015)، یکی از دلایل آزمایش حاضر در مورد افزایش معنی‌دار عملکرد پس از افزودن کنجاله سویا به بسترهای کلش گندم و یا برگ نخل خرما می‌تواند با اثر کنجاله سویا بر تغییر نسبت کربن به نیتروژن بستر در ارتباط باشد. به‌طور احتمال نتایج آزمایش در مورد اثر مکمل‌ها بر تغییر عملکرد قارچ صدفی می‌تواند به تفاوت در فعالیت آنزیم‌های قارچ صدفی برای تجزیه بستر ارتباط داشته باشد. نتایج یک آزمایش نشان داد اثر بستر بر عملکرد قارچ صدفی با افزایش فعالیت آنزیم‌های سلولاز، همی‌سلولاز و پروتئاز و کاهش فعالیت آنزیم لاکاز (Laccase) در میسلیوم‌های قارچ طی دوره رشد اندام بارده ارتباط دارد (Shashirekha & Rajarathnam, 2007).

وزن اندام بارده و پایه

در بستر برگ نخل خرما تنها افزودن کنجاله کلزا و یا کود مرغ موجب افزایش معنی‌دار وزن اندام بارده شد. در بستر باگاس، افزودن هر سه مکمل موجب افزایش معنی‌دار وزن اندام بارده نسبت به تیمار باگاس شد. بیشترین وزن اندام بارده قارچ صدفی در بستر برگ نخل خرما حاوی کنجاله کلزا وجود داشت (۵۲/۶۸ گرم) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از این شاخص در سایر تیمارها بود. افزودن کنجاله سویا به کلش گندم موجب کاهش معنی‌دار وزن اندام بارده قارچ صدفی شد و وزن اندام بارده در

(به‌ترتیب ۲/۲ و ۲/۵۸ کیلوگرم) تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از عملکرد در سایر تیمارها بود (جدول ۱).

دلایل مختلفی برای وجود تفاوت عملکرد قارچ صدفی روی بقایای مختلف گیاهی پیشنهاد شده است. یکی از دلایل پایین بودن عملکرد قارچ صدفی روی بقایای گیاهی، وجود ترکیبات بازدارنده رشد قارچ بود (Jackson, 2015). نتایج نشان داد عملکرد قارچ صدفی در بسترهای مختلف بین ۱/۹۲ کیلوگرم تا ۶/۳۹ کیلوگرم بود. تفاوت در عملکرد قارچ صدفی روی بسترهای مختلف توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Nadir, 2014; Singh & Prasad, 2012). نتایج نشان داد کلش گندم یکی از کمترین عملکرد در میان تیمارها را داشت و افزودن کنجاله سویا موجب افزایش معنی‌دار عملکرد شد. اثر مثبت بقایای ساقه سویا بر بهبود رشد و افزایش عملکرد قارچ صدفی گزارش شده است (Dunar *et al.*, 2009). اثر مثبت ترکیبات حاوی نیتروژن بر بهبود رشد قارچ صدفی رشدیافته در بستر حاوی کلش غلات مورد تأیید قرار گرفته است. نتایج یک تحقیق نشان داد عملکرد قارچ صدفی روی بستر کلش گندم حاوی غلاف گیاه کههور (*Prosopis spp.*) که یک گونه درختی تثبیت‌کننده نیتروژن می‌باشد، افزایش یافت و پیشنهاد گردید دلیل این افزایش عملکرد، ارزش غذایی بیشتر غلاف کههور نسبت به کلش غلات می‌باشد (Jackdon, 2015). این نتایج با نتایج یک آزمایش انجام شده قبلی مغایرت دارد که گزارش شد بیشترین عملکرد قارچ صدفی روی بستر کلش گندم و کمترین عملکرد روی بستر ساقه آرتیشو وجود داشت (Nadir, 2014). مزیت کلش گندم به‌عنوان بستر کشت قارچ صدفی نسبت به کلش سایر گیاهان گندمیان مانند برنج، ذرت و سورگوم و یا باگاس نیز گزارش شده است (Iqbal *et al.*, 2014).

بیشترین طول پایه قارچ در بستر باگاس حاوی کود مرغ وجود داشت (۵۸/۷۱ میلی‌متر) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از این شاخص در سایر تیمارها بود (جدول ۱). کمترین طول پایه قارچ در بستر برگ نخل خرما حاوی کنجاله سویا بود (۲۹/۵۳ میلی‌متر) که با این شاخص در بستر برگ نخل خرما بدون مکمل (۳۷/۲۲ میلی‌متر) و یا برگ نخل خرما حاوی کنجاله کلزا یا کود مرغ (به‌ترتیب ۳۷/۱۵ و ۳۵/۳۸ میلی‌متر) و بستر باگاس بدون مکمل (۳۴/۴۱ میلی‌متر) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از طول پایه قارچ در سایر تیمارها بود (جدول ۱).

بیشترین قطر پایه در بستر برگ نخل خرما و کنجاله سویا وجود داشت (۱۷/۶ میلی‌متر) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از قطر پایه قارچ در سایر تیمارها بود (جدول ۱). کمترین وزن پایه قارچ در بستر باگاس بدون مکمل بود (۱۳/۱۹ میلی‌متر) که با وزن پایه قارچ در بستر باگاس حاوی کنجاله سویا و یا برگ نخل حاوی کنجاله کلزا (به‌ترتیب ۱۳/۷۳ و ۱۳/۵ گرم) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از وزن پایه قارچ در سایر تیمارها بود (جدول ۱).

در مطالعات قبلی نیز اثر بستر کاشت بر خصوصیات فیزیکی قارچ صدفی نیز مورد تأیید قرار گرفته است (Mensah, 2015). نتایج نشان داد افزودن ترکیبات مکمل به بستر برگ نخل خرما اثر معنی‌داری بر طول پایه قارچ نداشت ولی اثر افزودن ترکیبات مکمل به بسترهای کلش گندم و یا باگاس بر طول پایه قارچ معنی‌دار بود. بر اساس نتایج آزمایش‌های قبلی پیشنهاد شده است کیفیت فیزیکی قارچ صدفی به طول پایه قارچ صدفی بستگی دارد (Samuel & Eugene, 2012) و

تیمار کلش گندم و کنجاله سویا (۱۲/۳۱ گرم) به‌طور معنی‌داری کمتر از وزن اندام بارده در تیمار کلش گندم بدون مکمل (۴۳/۵۴ گرم) و یا سایر تیمارها بود. در بستر کلش گندم، افزودن مکمل‌ها موجب کاهش معنی‌دار وزن اندام بارده نسبت به تیمار کلش گندم شد (جدول ۱).

احتمالاً یکی از دلایل پایین‌بودن عملکرد و وزن اندام بارده پس از افزودن کنجاله کلزا می‌تواند به‌وجود بقایای روغن در کنجاله کلزا ارتباط داشته باشد. نتایج یک آزمایش انجام شده نشان داد با افزودن مکمل‌های کنجاله پنبه و کنجاله سویا کاهش معنی‌دار عملکرد نسبت به تیمار بدون مکمل بود و پیشنهاد گردید روغن‌ها و اسیدهای چرب بر عملکرد قارچ صدفی اثر منفی دارند. نتایج این آزمایش نشان داد پس از افزودن تفاله خردل (*Brassica nigra* L.) به کلش گندم، کمترین عملکرد قارچ صدفی تولید شد که احتمالاً ناشی از وجود ترکیبات ضد قارچی در بقایای خردل می‌باشد (Upadhyay et al., 2002).

ابعاد اندام بارده و پایه قارچ صدفی

بیشترین نسبت طول به عرض کلاهک قارچ در تیمار کلش گندم حاوی کنجاله سویا وجود داشت (۱/۴۹) که با این نسبت در تیمارهای کلش گندم یا برگ نخل بدون مکمل (به‌ترتیب ۱/۴ و ۱/۴۴) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از نسبت طول به عرض کلاهک در سایر تیمارها بود (جدول ۱). کمترین نسبت طول به عرض کلاهک در بستر باگاس بدون مکمل بود (۱/۲۷) که به‌طور معنی‌داری کمتر از این شاخص در تیمارهای کلش گندم یا برگ نخل خرما بدون مکمل و یا کلش گندم حاوی کنجاله سویا و برگ نخل حاوی کنجاله کلزا (به‌ترتیب ۱/۴۹ و ۱/۳۷) بود ولی با نسبت طول به عرض کلاهک در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

کیفیت ظاهری قارچ صدفی نیز مورد تأیید قرار گرفته است (Mensah, 2015). همچنین نتایج نشان داد افزودن کنجاله سویا و کود مرغ به بستر باگاس اثر مناسبی بر کیفیت ظاهری قارچ صدفی نداشت زیرا موجب افزایش معنی‌دار طول پایه قارچ نسبت به تیمار باگاس بدون مکمل شد (جدول ۱).

افزایش طول پایه موجب کاهش کیفیت قارچ صدفی می‌شود (Mondal et al., 2010). بنابراین افزودن کنجاله سویا و کنجاله کلزا به بستر کلش گندم در این آزمایش موجب بهبود کیفیت فیزیکی قارچ صدفی شد، چون اثر بیشتری در کاهش طول پایه قارچ صدفی داشت. اثر اختلاط بستر بر بهبود

جدول ۱- برهمکنش اثرات بستر کاشت و ترکیبات مکمل بر برخی شاخص‌های کمی قارچ صدفی

صفات	بستر	بدون مکمل	کنجاله سویا	کنجاله کلزا	کود مرغی
عملکرد (کیلوگرم)	کاه گندم	۳/۳۳ ^d	۵/۹۷ ^{ab}	۲/۲۱ ^e	۴/۹۳ ^c
	برگ نخل خرما	۵/۱۰ ^{bc}	۶/۳۹ ^a	۴/۹۰ ^c	۶/۰۳ ^{ab}
	باگاس	۱/۹۲ ^e	۴/۸۲ ^c	۲/۵۸ ^{de}	۴/۹ ^c
وزن اندام بارده (گرم)	کاه گندم	۴۳/۵۴ ^b	۱۲/۱۳ ⁱ	۳۰/۹۹ ^f	۳۰/۴۹ ^f
	برگ نخل خرما	۳۳/۳۸ ^e	۲۷/۶۹ ^g	۵۲/۶۸ ^a	۴۱/۰۴ ^c
	باگاس	۲۵/۵۴ ^h	۳۶/۷۷ ^d	۲۸/۸۳ ^g	۳۷/۹۶ ^d
طول پایه (میلی‌متر)	کاه گندم	۴۹/۷۲ ^b	۳۷/۳۴ ^{cd}	۳۷/۴۱ ^{cd}	۴۳/۱۳ ^{bc}
	برگ نخل خرما	۳۷/۲۲ ^{cd}	۲۹/۵۳ ^d	۳۷/۱۵ ^{cd}	۳۵/۳۸ ^{cd}
	باگاس	۳۶/۲۳ ^{cd}	۴۹/۳۱ ^b	۳۹/۶۱ ^c	۵۸/۷۱ ^a
قطر پایه (میلی‌متر)	کاه گندم	۱۵/۲۷ ^{bc}	۱۶/۰۰ ^b	۱۴/۴۶ ^{cde}	۱۴/۸۰ ^{cd}
	برگ نخل خرما	۱۴/۶۴ ^{cde}	۱۷/۶۰ ^a	۱۳/۵۰ ^{fg}	۱۴/۱۹ ^{def}
	باگاس	۱۳/۱۹ ^g	۱۳/۷۳ ^{efg}	۱۵/۰۸ ^{bcd}	۱۵/۹۷ ^b
نسبت طول به عرض کلاهک	کاه گندم	۱/۴۰ ^{ab}	۱/۴۹ ^a	۱/۳۴ ^{bcd}	۱/۳۶ ^{bcd}
	برگ نخل خرما	۱/۴۴ ^{ab}	۱/۲۹ ^{cd}	۱/۳۷ ^{bc}	۱/۳۳ ^{bcd}
	باگاس	۱/۲۷ ^d	۱/۲۹ ^{cd}	۱/۳۴ ^{bcd}	۱/۲۹ ^{cd}

در هر صفت، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

طول دوره رشد

در بستر برگ نخل خرما بدون مکمل بود (۳۳/۶۶ روز) که با طول دوره رشد در بسترهای برگ نخل خرما حاوی انواع بسترهای مکمل تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از طول دوره رشد در سایر تیمارها بود. در بستر کلش گندم، افزودن هر سه مکمل باعث کاهش معنی‌دار طول دوره رشد گردید (جدول ۲). بررسی نتایج نشان داد افزودن کنجاله سویا، کنجاله کلزا و کود مرغ به بستر کلش گندم موجب کاهش معنی‌دار طول دوره رشد قارچ صدفی شد ولی در بستر باگاس تنها

افزودن کنجاله سویا و کنجاله کلزا به بستر کلش گندم به‌طور معنی‌داری طول دوره رشد را نسبت به بستر کلش گندم کاهش داد. طول دوره رشد در بستر باگاس حاوی کنجاله سویا و یا کود مرغ (به‌ترتیب ۴۵/۳۳ و ۴۴/۶۴ روز) با طول دوره رشد در بسترهای باگاس و کلش گندم بدون مکمل (به‌ترتیب ۴۲/۶۶ و ۴۲ روز) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از طول دوره رشد در سایر تیمارها بود. کمترین طول دوره رشد

افزودن کنجاله سویا طول دوره رشد را به‌طور معنی‌داری کاهش داد و افزودن کنجاله کلزا یا کود مرغ به بستر باگاس و یا افزودن هر سه مکمل به بستر برگ نخل اثر معنی‌داری بر طول دوره رشد نداشت (جدول ۲).

نتایج آزمایش در مورد وجود تفاوت در طول دوره رشد قارچ صدفی در بسترهای کلش گندم، برگ نخل خرما و باگاس بدون افزودن ترکیبات مکمل و یا پس از افزودن ترکیبات مکمل می‌تواند با ترکیبات تشکیل‌دهنده بستر و تغییر آن پس از افزودن مکمل‌ها ارتباط داشته باشد. نتایج تحقیقات انجام شده قبلی نیز مشخص نموده است ترکیبات بستر رشد بر سرعت رشد میسلیوم قارچ صدفی و طول دوره رشد اثر دارد (Nadir, 2014). نتایج آزمایش در مورد طولانی‌بودن طول دوره رشد در بستر کلش گندم با نتایج گزارش قبلی تفاوت دارد که بر اساس آن پیشنهاد شد رشد میسلیوم قارچ صدفی روی بستر کلش گندم سریع‌تر از سایر بسترها انجام شد و دلیل آن نفوذ سریع‌تر میسلیوم قارچ در بستر بود (Iqbal et al., 2016). دسترسی قارچ به کربن آلی و نیتروژن در بستر یکی از عوامل مهمی است که طول دوره رشد قارچ صدفی را تحت تأثیر قرار می‌دهد زیرا می‌تواند فعالیت قارچ برای تجزیه سلولز، لیگنین و همی‌سلولز به ترکیبات ساده‌تر را تحت تأثیر قرار دهد (Mensah, 2015).

ماده خشک قارچ

افزودن کود مرغ به کلش گندم باعث افزایش معنی‌دار ماده خشک قارچ گردید (۱۳/۲۵ درصد) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از درصد ماده خشک قارچ در سایر تیمارها بود. استفاده از برگ نخل خرما بدون افزودن ترکیبات مکمل دارای کمترین درصد ماده خشک بود (۴/۷۱ درصد) که به‌طور معنی‌داری کمتر از درصد ماده خشک در سایر تیمارها بود (جدول ۲).

علاوه بر ترکیبات شیمیایی بستر که می‌تواند فعالیت آنزیم‌های قارچ و قابلیت میسلیوم‌های قارچ در استفاده از ترکیبات بستر را تحت تأثیر قرار دهد (Mensah, 2015)، موارد دیگر مانند خصوصیات فیزیکی بستر نیز می‌تواند با اثر بستر بر رشد میسلیوم و شاخص‌های رشد قارچ صدفی مرتبط باشد. اندازه ذرات و قابلیت نگهداری رطوبت مهم‌ترین موارد در این زمینه می‌باشد. زیرا میسلیوم برای فعالیت خود نیاز به رطوبت دارد و لایه رطوبتی اطراف قطعات بستر می‌تواند رشد قارچ را تحت تأثیر قرار دهد (Mensah, 2015). پیشنهاد شده است کارایی بهتر بستر کلش لوبیا مخلوط با سایر بسترها نسبت به بستر کلش لوبیا نیز با اثر اختلاط بسترها بر قابلیت حفظ رطوبت بستر مرتبط می‌باشد (Mensah, 2015).

خاکستر

میزان خاکستر قارچ در بستر کلش گندم بدون مکمل (۱۹/۱۷ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاکستر در سایر تیمارها بود. افزودن ترکیبات مکمل موجب کاهش معنی‌دار خاکستر نسبت به تیمار کلش گندم شد. کمترین خاکستر قارچ در تیمار بستر برگ نخل خرما حاوی کنجاله سویا وجود داشت (۶/۹۳ درصد) که با خاکستر قارچ صدفی در تیمارهای باگاس بدون مکمل (۸/۲۳ درصد) و یا باگاس حاوی کنجاله سویا، کنجاله کلزا و کود مرغ (به‌ترتیب ۷/۴۳، ۷/۱۷ و ۸/۴۷ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از خاکستر قارچ در سایر تیمارها بود (جدول ۲).

خاکستر نشان‌دهنده میزان عناصر معدنی موجود در نمونه است و تفاوت در میزان خاکستر قارچ صدفی ناشی از تفاوت در میزان عناصر معدنی بستر و عناصر جذب‌شده توسط میسلیوم‌های قارچ می‌باشد. وجود تفاوت معنی‌دار در میزان خاکستر

خاکستر قارچ صدفی رشدیافته روی بستر کلش گندم حاوی بقایای گیاه کهور، پیشنهاد گردیده میزان خاکستر قارچ صدفی روند قابل پیش‌بینی را ندارد زیرا بستر کاشت بر میزان خاکستر قارچ اثر ندارد (Jackson, 2015). این در حالی است که نتایج آزمایش نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار میزان خاکستر در بسترهای مختلف و کاهش معنی‌دار خاکستر پس از افزودن مکمل‌های رشد به بسترها بود (جدول ۲).

قارچ صدفی رشدیافته روی بسترهای کلش گندم، ساقه ارزن، سویا و پنبه نیز گزارش شده است (Dunar *et al.*, 2009). نتایج نشان داد درصد خاکستر در قارچ صدفی بین ۱۹/۱۷-۷/۱۷ درصد بود. اگرچه حداقل خاکستر قارچ مشابه نتایج مطالعات قبلی بود ولی بیشترین مقدار خاکستر گزارش شده در آزمایش حاضر بیشتر از مقادیر گزارش شده در مطالعات قبلی بود (Rahman *et al.*, 2012). بر اساس نتایج مربوط به تفاوت میزان

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات بستر و مکمل بر دوره رشد، ماده خشک و خاکستر قارچ صدفی

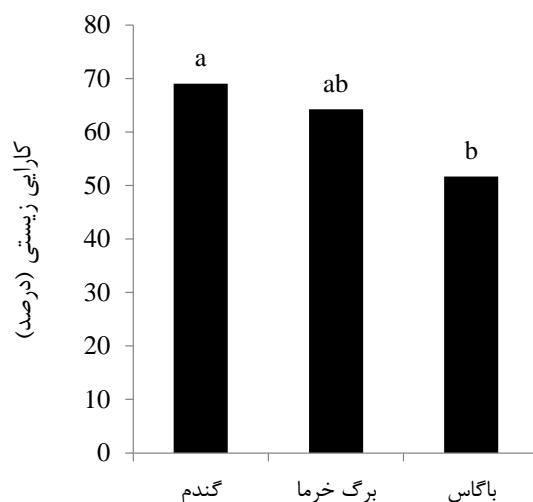
صفت	میانگین بستر	بدون مکمل	کنجاله سویا	کنجاله کلزا	کود مرغی
طول دوره رشد (روز)	کاه گندم	۴۲/۰۰ ^a	۳۶/۶۶ ^{bc}	۳۸/۶۶ ^b	۳۹/۰۰ ^b
	برگ نخل خرما	۳۳/۶۶ ^d	۳۵/۵۳ ^{cd}	۳۴/۶۶ ^{cd}	۳۵/۳۳ ^{cd}
	باگاس	۴۲/۶۶ ^a	۳۸/۶۳ ^b	۴۵/۳۳ ^a	۴۴/۶۴ ^a
ماده خشک (درصد)	کاه گندم	۸/۲۲ ^{bcd}	۷/۷۰ ^{cde}	۹/۲۱ ^b	۱۳/۲۵ ^a
	الیاف نخل	۴/۷۱ ^f	۸/۴۸ ^{bc}	۷/۱۱ ^e	۶/۹۱ ^e
	باگاس	۸/۳۹ ^{bcd}	۷/۳۹ ^{de}	۷/۰۶ ^e	۸/۸۸ ^b
خاکستر (درصد)	کاه گندم	۱۹/۱۷ ^a	۱۲/۳۰ ^{bc}	۱۳/۹۳ ^b	۱۲/۳۰ ^{bc}
	الیاف نخل	۱۴/۸۰ ^b	۶/۹۳ ^e	۱۲/۷۰ ^{bc}	۱۰/۸۷ ^{cd}
	باگاس	۸/۲۳ ^{de}	۷/۴۳ ^e	۷/۱۷ ^e	۸/۴۷ ^{de}

در هر صفت، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

مطالعات قبلی نیز وجود تفاوت کارایی زیستی قارچ صدفی روی بسترهای مختلف مورد تأیید قرار گرفته است (Upadhyay *et al.*, 2002). با توجه به این‌که کارایی زیستی یک گونه به‌صورت مستقیم به ژنوتیپ، وضعیت تغذیه‌ای بستر و شرایط رشد بستگی دارد (Upadhyay *et al.*, 2002) و نتایج آزمایش نشان داد اثر تیمار بستر بر کارایی زیستی معنی‌دار بود ولی افزودن مکمل‌ها بر کارایی زیستی اثر معنی‌داری نداشت، به‌نظر می‌رسد وضعیت تغذیه‌ای بستر عامل تأثیرگذار بر کارایی زیستی بوده است.

کارایی زیستی

نتایج نشان داد کارایی زیستی در بستر کلش گندم (۶۹/۰۲ درصد) با این شاخص در بستر برگ نخل خرما (۶۴/۲۲ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از کارایی زیستی در بستر باگاس (۵۱/۶۹ درصد) بود. کارایی زیستی قارچ صدفی در بستر باگاس با بستر برگ نخل تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از کارایی قارچ صدفی در کلش گندم بود (شکل ۱). کارایی زیستی یک از مهمترین شاخص‌ها در رشد قارچ می‌باشد (Nadir, 2014). بر اساس نتایج



شکل ۱- اثر بستر کاشت بر کارایی زیستی قارچ صدفی

پروتئین

بیشترین میزان پروتئین پس از افزودن کنجاله کلزا به بسترهای کلش گندم، برگ نخل خرما و باگاس (به ترتیب ۲۲/۴۴، ۲۳/۶۳ و ۲۳/۳۱ درصد) و یا افزودن کنجاله سویا به بستر باگاس (۲۲/۹۵ درصد) به دست آمد که به طور معنی داری بیشتر از پروتئین در سایر تیمارها بود. کمترین پروتئین در بسترهای کلش گندم و یا باگاس بدون مکمل مشاهده گردید (به ترتیب ۱۱/۵۳ و ۱۰/۳۷ درصد) که به طور معنی داری کمتر از پروتئین در سایر تیمارها بودند (جدول ۳).

درصد پروتئین بین ۲۳/۶۳-۱۱/۵۳ درصد بود. حداقل پروتئین در آزمایش حاضر کمتر از مقادیر گزارش شده در تحقیقات قبلی ۱۹/۸۲ درصد (Rahman et al., 2012) بود. یکی از دلایل اثر بستر بر عملکرد و ترکیبات تشکیل دهنده قارچ صدفی ناشی از وجود تفاوت در ترکیبات تشکیل دهنده بستر است (Nadir, 2014; Singh & Prasad, 2012). نسبت کربن به نیتروژن یکی از مهم‌ترین شاخص‌های بستر می‌باشد که رشد

میسیلیوم قارچ صدفی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Mensah, 2015).

نتایج بررسی‌های انجام شده نشان داده است کلش غلات دارای نیتروژن بسیار کمی می‌باشد (بین ۰/۵ تا ۰/۸ درصد) و در زمان تولید پیکره قارچ (Fructification) به دلیل این که بخش زیادی از نیتروژن بستر برای رشد میسلیوم قارچ مصرف شده است، تخلیه نیتروژن در سوبسترا موجب محدودیت در رشد و عملکرد قارچ صدفی شود و به دلیل کمبود نیتروژن تولید برخی ترکیبات بیوشیمیایی مانند نیتروژن نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. به همین دلیل افزودن ترکیبات مکمل به خصوص ترکیبات حاوی نیتروژن می‌تواند موجب بهبود رشد، عملکرد و کیفیت قارچ صدفی شود (Upadhyay et al., 2002). نتایج یک تحقیق در مورد اثر بسترهای مختلف بر رشد قارچ صدفی نشان داد کلش لوبیا نسبت کربن و نیتروژن کم و پوست نارگیل نسبت کربن و نیتروژن بالا داشتند و افزودن کلش لوبیا به پوست نارگیل موجب کاهش این نسبت شد (Mensah, 2015).

روغن

بررسی نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای بستر کاشت و ترکیبات مکمل بر روغن قارچ صدفی (جدول ۳) نشان داد بیشترین درصد روغن در قارچ‌های رشدیافته در بستر باگاس حاوی کنجاله کلزا وجود داشت (۱/۸۱ درصد) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از درصد روغن در سایر تیمارها بود. کمترین روغن در بستر باگاس حاوی کنجاله سویا بود (۰/۶۲ درصد) که با میزان روغن در بسترهای کلش گندم حاوی کنجاله سویا (۰/۶۲ درصد) و باگاس نیشکر حاوی کود مرغ (۰/۶۸ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از درصد روغن در سایر تیمارها بود (جدول ۳).

درصد روغن قارچ صدفی در بسترهای مختلف بین ۱/۸۱ در بستر باگاس حاوی کنجاله کلزا تا ۰/۶۲ در بستر کلش گندم حاوی کنجاله سویا بود. این نتایج مشابه نتایج به‌دست آمده در مورد درصد روغن بین ۱/۵۳ تا ۰/۴۵ ولی کمتر از درصد روغن گزارش شده توسط سایر محققان (Rahman *et al.*, 2012) بود.

کربوهیدرات‌های محلول

بیشترین کربوهیدرات‌های محلول در بستر کلش گندم حاوی کنجاله کلزا بود (۵۹/۱۷ درصد) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از کربوهیدرات‌های محلول در سایر تیمارها بود. کمترین کربوهیدرات‌های محلول قارچ صدفی در تیمار باگاس حاوی کنجاله کلزا وجود داشت (۲۸/۵۸ درصد) که با کربوهیدرات‌های محلول در بستر باگاس و یا باگاس حاوی کنجاله سویا (به‌ترتیب ۳۱/۱۳ و ۳۱/۰۱ درصد) و یا بسترهای کلش گندم و برگ نخل خرما حاوی کود مرغ (به‌ترتیب ۲۸/۸۹ و ۳۱/۳۵ درصد) و یا بستر برگ نخل خرما حاوی کنجاله کلزا (۲۸/۸۹)

درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت. ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از کربوهیدرات‌های محلول در سایر تیمارها بود (جدول ۳).

وجود تفاوت معنی‌دار در میزان کربوهیدرات‌های محلول قارچ صدفی در این آزمایش با نتایج یک آزمایش بررسی انجام شده قبلی تفاوت دارد که گزارش شد میزان کربوهیدرات‌های محلول قارچ صدفی روی بقایای ساقه گندم، ساقه ارزن، ساقه سویا و ساقه کتان به‌عنوان بستر کاشت تفاوت معنی‌داری نداشت (Dundar *et al.*, 2009). بسترهای مورد استفاده در این آزمایش از نظر ترکیبات تشکیل‌دهنده به‌خصوص سلولز و لیگنین تفاوت داشتند. با توجه به این‌که پیشنهاد شده است سلولز و همی‌سلولز منابع اصلی کربوهیدرات برای قارچ صدفی هستند که همراه با لیگنین اطراف سلولز و همی‌سلولز و نسبت متفاوت این ترکیبات و نیتروژن بستر، می‌تواند رشد قارچ صدفی، عملکرد و کیفیت (ترکیبات تشکیل‌دهنده پیکر قارچ صدفی) را تحت تأثیر قرار دهد (Philippoussis & Diamantopoulou, 2011). نتایج یک آزمایش قبلی نیز مشخص نمود تغییر نسبت بقایای بلال ذرت و پیوسته برنج در بستر رشد، میزان کربوهیدرات‌های قارچ صدفی را تغییر داد (Salami, 2018).

فنول کل

میزان فنول کل در قارچ‌های رشدیافته در بستر باگاس حاوی کنجاله سویا به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود (۷۰۶/۲۹ میکروگرم در گرم ماده خشک). کمترین فنول کل در قارچ‌های صدفی پس از افزودن کنجاله کلزا به بستر کلش گندم و یا باگاس، وجود داشت (به‌ترتیب ۲۵۴/۹۲ و ۲۶۷/۴۷ میکروگرم در گرم ماده خشک) که به‌طور معنی‌داری کمتر از فنول کل قارچ در سایر تیمارها بود (جدول ۳).

ترکیبات فنولی بستر اندازه‌گیری نشد. ولی با توجه به نتایج در مورد اثر معنی‌دار بستر کشت و مکمل‌ها بر میزان ترکیبات فنولی قارچ صدفی (جدول ۵)، به‌نظر می‌رسد لازم است در زمان انتخاب بستر کاشت قارچ صدفی، میزان ترکیبات فنولی بستر به‌عنوان یک معیار ارزیابی بستر مورد توجه قرار گیرد. در یک مطالعه انجام شده در زمینه ترکیبات فنولی بستر کاشت قارچ صدفی، اهمیت توجه به اندازه‌گیری میزان فنول ضایعات مواد گیاهی مانند بقایای پوست نارگیل مطرح شده است (Thomas et al., 2012).

با توجه به این‌که گزارش گردیده است بستر کاشت بر میزان فنیل آلانین و سایر اسیدهای آمینه قارچ صدفی اثر معنی‌داری داشت و میزان فنیل آلانین در بستر حاوی بقایای ساقه سویا به‌طور معنی‌داری بیشتر از بسترهای ساقه گندم، پنبه و ارزن بود (Dunar et al., 2009)، می‌توان عنوان داشت یکی از دلایل تفاوت در میزان ترکیبات فنولی، اثر ترکیبات تشکیل‌دهنده بستر بر توانایی قارچ صدفی در سنتز پیش‌ساز ترکیبات فنولی مانند فنیل آلانین می‌باشد. در آزمایش حاضر قبل از شروع کشت، میزان

جدول ۳- مقایسه اثر بستر و مکمل بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی قارچ صدفی

کود مرغی	کنجاله کلزا	کنجاله سویا	بدون مکمل	بستر	صفات
۲۱/۳ ^{bc}	۲۲/۴۴ ^a	۲۰/۲۳ ^{cd}	۱۱/۵۳ ^g	کاه گندم	پروتئین
۲۱/۳۲ ^{bc}	۲۳/۶۳ ^a	۱۹/۴۰ ^{de}	۱۴/۷۴ ^f	برگ نخل خرما	(درصد)
۱۸/۴۷ ^e	۲۳/۳۱ ^a	۲۲/۹۵ ^a	۱۰/۳۷ ^g	باگاس	
۰/۸۹ ^c	۰/۸۸ ^c	۰/۶۲ ^g	۰/۹۵ ^c	کاه گندم	روغن
۰/۹۲ ^c	۱/۱۵ ^b	۰/۷۶ ^{de}	۰/۶۹ ^{ef}	برگ نخل خرما	(درصد)
۰/۶۸ ^{fg}	۱/۸۱ ^a	۰/۶۲ ^g	۰/۸۱ ^d	باگاس	
۲۹/۸۹ ^{fg}	۵۹/۱۷ ^a	۳۱/۵۰ ^f	۴۹/۱۸ ^b	کاه گندم	کربوهیدرات‌های محلول
۳۱/۳۵ ^{fg}	۲۸/۸۹ ^{fg}	۳۴/۷۹ ^e	۴۵/۱۷ ^c	برگ نخل خرما	کل
۴۱/۵۹ ^d	۲۸/۵۸ ^g	۳۱/۰۱ ^{fg}	۳۱/۱۳ ^{fg}	باگاس	(درصد)
۳۲۸/۳۸ ^e	۲۵۴/۹۲ ^f	۳۸۰/۲۴ ^d	۴۳۸/۵۷ ^c	کاه گندم	فنول کل
۴۸۲/۵۲ ^b	۳۷۸/۵۰ ^d	۴۰۵/۳۳ ^{cd}	۴۸۶/۸۹ ^b	برگ نخل خرما	(میکروگرم در گرم وزن خشک)
۴۳۴/۴۴ ^c	۲۶۷/۴۷ ^f	۷۰۶/۲۹ ^a	۳۶۸/۶۸ ^{de}	باگاس	

در هر صفت، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

دوره رشد نیز کوتاه‌تر از بستر باگاس بود. کارایی بیوشیمیایی قارچ صدفی تحت تأثیر بستر کاشت قرار گرفت و کمترین کارایی زیستی در بستر باگاس بود. تفاوت در رشد، عملکرد و ترکیبات بیوشیمیایی قارچ صدفی می‌تواند ناشی از تفاوت در ترکیبات تشکیل‌دهنده بسترهای کاشت و مکمل‌ها باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش حاضر در مورد اثر بسترهای کاشت و مکمل بر رشد، عملکرد و ترکیبات بیوشیمیایی قارچ صدفی نشان داد با افزودن مکمل به بسترهای کلش گندم و برگ نخل خرما عملکرد و شاخص‌های کیفی قارچ صدفی بهتر از بستر باگاس بود و طول

References

- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H. R., Abdesha, H., Kazemian, A. & Rafiee, M. (2018). *Agricultural statistics*. Ministry of Agriculture Jihad. Tehran, Iran. (In Farsi)
- Albalasmeh, A. A., Berhe, A. A. & Ghezzehei, T. A. (2013). A new method for rapid determination of carbohydrate and total carbon concentrations using UV spectrophotometry. *Carbohydrate Polymers*, 97(2), 253-261.
- Alkoaik, F., Khalil, A., Fulleros, R. & Reyes, R. G. (2015). Cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus florida*) on date palm residues in an environmentally controlled conditions in Saudi Arabia. *Advances in Environmental Biology*, 9(3), 526-533.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1), 248-254.
- Dundar, A., Acay, H. & Yildiz, A. (2009). Effect of using different lignocellulosic wastes for cultivation of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) on mushroom yield, chemical composition and nutritional value. *African Journal of Biotechnology*, 8(4), 622-666.
- Helrich, K. (1990). *Official methods of Analysis*, 15th Edition, the Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington. USA.
- Iqbal, B., Khan, H., Saifullah, I. K., Shah, B., Naeem, A., Ullah, W. & Ahmed, N. (2016). Substrates evaluation for the quality, production and growth of oyster mushroom (*Pleurotus florida* Cetto.). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(3), 98-107.
- Jackson, L. W. (2015). *The safety and efficacy of Pleurotus ostreatus (Oyster Mushroom) production on Prosopis spp.* Products. MSc. Thesis. The University of Arizona. USA.
- Irigoyen, J. J., Einerich, D. W. & Sanchez-Diaz, M. (1992). Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiologia Plantarum*, 84(1), 55-60.
- Mahdavi Tikdari, M., Bolandnazar, S., Motallebi Azar, A. & Panahandeh, J. (2012). Effect of addition of nutritional supplements to substrate on yield and protein content of oyster mushroom (*Pleurotu florida*). *Journal of Crop Production and Processing*, 2(5), 153-161. (In Farsi)
- Makenali, F., Kashi, A. & Hekmati, J. (2008). Effects of the base substrate and dietary supplements on growth indices florida oyster mushroom (*Pleurotus florida*). *Journal of Horticultural Science*, 29(3), 368-376. (In Farsi)
- Mensah, O. E. (2015). *Comparative studies on growth and yield of pleurotus ostreatus on different types of substrates*. MSc. Thesis, Kwa Me Nkrumah University. Ghana.
- Miles, P. G. & Chang, S. T. (2004). *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact*. 2nd Edition. CRC Press. New York Washington.
- Mkhize, S. S., Cloete, J., Basson, A. K. & Zharare, G. E. (2016). Performance of *Pleurotus ostreatus* mushroom grown on maize stalk residues supplemented with various levels of maize flour and wheat bran. *Food Science and Technology*, 36(4), 598-605.
- Mondal, S. R., Rehana, J., Noman, M. S. & Adhikary, S. K. (2010). Comparative study on growth and yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus florida*) on

- different substrates. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 8(2), 213-220.
- Nadir, A. H. (2014). *Effect of different substrates on the yield and quality of oyster mushroom*. MSc. Thesis. European University of Lefke.
 - Singh, S. D. & Prasad, G. (2012). Effect of different substrate supplements on the growth and yield of two species of mushroom (*Pleurotus florida*) and (*P. sajorcaju*). *International Multidisciplinary Research Journal*, 2(3), 61-64.
 - Philippoussis, A. & Diamantopoulou, P. A. (2011). Agro-food industry wastes and agricultural residues conversion into high value products by mushroom cultivation. In Proceedings of the 7th international conference on mushroom biology and mushroom products (ICMBMP7), France (pp. 4-7).
 - Rahman, M. H., Ahmed, K. U., Roy, T. S., Shelly, N. J. & Rahman, M. S. (2012). Effect of wheat bran supplements with rice straw on the proximate composition of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Bangladesh Research Publications Journal*, 7(4), 306-311.
 - Salami, A. O., Bankole, F. A. & Chinyere, O. (2018). Effect of organic nitrogen supplements on the yield and nutrient content of oyster mushroom (*Pleurotus florida*) cultivated on corncobs. *Science Feed Journal of Mycology*, 1(1), 1-9.
 - Samuel, A. A. & Eugene, T. L. (2012). Growth performance and yield of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates composition in Buea South West Cameroon. *Science Journal of Biochemistry*, 10, 1-6.
 - Sanchez, C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied microbiology and Biotechnology*, 85(5), 1321-1337.
 - Singleton, V. L. & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
 - Thomas, G. V., Palaniswami, C., Prabhu, S. R. Gopal, M. & Gupta, A. (2013). Co-composting of coconut coir pith with solid poultry manure. *Current Science*, 104, 245-250.
 - Upadhyay, R. C., Verma, R. N., Singh, S. K. & Yadav, M. C. (2002). Effect of organic nitrogen supplementation in pleurotus species. *Mushroom Biology and Mushroom Products*, 105(3), 225-232.
 - Shashirekha, M. N. & Rajarathnam, S. (2007). Bioconversion and biotransformation of coir pith for economic production of *Pleurotus florida*: chemical and biochemical changes in coir pith during the mushroom growth and fructification. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 23(8), 1107-1114.