

بررسی اثر برخی از ضایعات صنایع تبدیلی کشاورزی و مکمل‌های غذایی بر پاره‌ای خصوصیات رشد

قارچ خوراکی صدفی *Pleurotus florida*

مهرداد جعفرپور^{۱*}، ناصرپورسعید^۲، علیرضا جلالی زند^۳، احمدرضا گل پرور^۴ و مریم بهداد^۵

۱- استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)

۲- عضو گروه تحقیقاتی "قارچ‌های خوراکی دارویی" پیشگامان صدف زاینده رود در شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان

۳- استادیار گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)

۴- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)

۵- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۳۱

چکیده

کشت قارچ‌های خوراکی صدفی راه‌حلی مناسب برای تبدیل ضایعات حاصل از صنایع تبدیلی و تکمیلی کشاورزی به یک ماده غذایی با ارزش است. در این مطالعه برخی از مواد مانند تراشه (چیپس) چوب، غوزه پنبه، تفاله فشنگی چغندر قند و لیف نخل به عنوان سوبسترا و چند نوع ماده افزودنی از جمله سبوس گندم، سبوس برنج، پودر کنجاله سویا و تفاله هویج به عنوان مکمل غذایی برای کشت قارچ خوراکی صدفی *P. florida* استفاده گردید. کمترین طول دوره رشد قارچ خوراکی روی سوبسترای لیف نخل غنی شده با مکمل غذایی پودر کنجاله سویا با ۲۷/۳۳ روز، بیشترین تعداد اندام باردهی روی سوبسترای غوزه پنبه غنی شده با سبوس گندم با ۴۶ عدد، بیشترین میانگین وزن اندام باردهی روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با مخلوط پودر کنجاله سویا با سبوس برنج به وزن ۳۴/۵ گرم بدست آمد و همچنین بیشترین عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی قارچ خوراکی روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با سبوس برنج به ترتیب با ۶۸۰/۷ گرم و ۱۳۶/۱ درصد بود.

کلمات کلیدی: قارچ خوراکی صدفی، سوبسترا، مکمل غذایی، عملکرد، کارایی بیولوژیکی

مقدمه

در طی سال‌های اخیر بر اساس اطلاعات فیزیولوژیکی و ژنتیکی به دست آمده، قارچ‌ها به ویژه قارچ‌های خوراکی را طبقه‌بندی می‌کنند. امروزه آنالیز رابطه تکاملی قارچ‌های خوراکی بر مبنای توالی میتوکندری آنها می‌باشد. یک چنین آنالیزی برخی از ابهامات به وجود آمده در ارتباط با طبقه‌بندی قارچ‌های خوراکی را برطرف می‌کند. چرا که بیشتر طبقه‌بندی و مطالعات رابطه تکاملی قارچ‌های بازیدیومایکوتا بر مبنای آنالیز خصوصیات مورفولوژیکی است. طبقه‌بندی گونه‌های مختلف قارچ خوراکی صدفی (*Pleurotus spp.*) نیز بر مبنای خصوصیات فیزیولوژیکی و ژنتیکی صورت گرفته است (۲۳، ۲۲، ۱۷).

قارچ‌های خوراکی صدفی (*Pleurotus spp.*) به لحاظ مورفولوژیکی دارای بازیدیوکارب‌های (کلاهک‌های) چتری، با سطح خارجی صاف می‌باشند. در زیر سطح کلاهک این قارچ‌ها از جمله قارچ *P.florida* تیغه‌ها یا لاملاها وجود دارند که عمدتاً از لبه کلاهک تا پایه اندام باروری به صورت بلند، متوسط، کوتاه و خیلی کوتاه به طور متناوب تشکیل می‌شوند. کلاهک قارچ خوراکی صدفی *P.florida* صاف و محدب بوده که پس از بالغ شدن پهن و گسترده می‌شود و لبه‌های آن به طرف پایین و گاهی به طرف بالا بر می‌گردد. در قارچ خوراکی صدفی *P.florida* موقعیت اتصال پایه به کلاهک قارچ عمدتاً غیرمرکزی و گاهی مرکزی می‌باشد. همچنین پایه آن و سایر قارچ‌های خوراکی صدفی فاقد حلقه می‌باشد، که از جمله خصوصیات مورفولوژیکی آنها است. رنگ کلاهک این قارچ خوراکی سفید، کرم روشن و گاهی خاکستری می‌باشد. یکی دیگر از ویژگی‌های مورفولوژیکی این قارچ خوراکی آن است که آنها عمدتاً به صورت خوشه‌ای یا دسته‌ای روی محیط کشت خود تشکیل می‌شوند، به همین خاطر کمتر آنها را به صورت منفرد می‌توان یافت (۲۱، ۹). تکنولوژی پرورش قارچ‌های خوراکی در شرایط کنترل شده تا حدودی یک پیشرفت و نوآوری است که به کمک مواد غیر متداولی که در یک سیستم

کشاورزی وجود دارد، انجام می‌گیرد. از این رو پرورش قارچ‌های خوراکی یک تکنولوژی ساده و کم‌هزینه برای استفاده از پسماندهای صنایع کشاورزی و روستایی است (۱۸).

وجود محدودیت‌های عمده در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری در امر کشت و پرورش بسیاری از قارچ‌های خوراکی متداول، از جمله قارچ تکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) و شی‌تاکه (*Lentinus edodes*) و نیز سازگاری و رشد مطلوب قارچ‌های خوراکی صدفی (*Pleurotus spp.*) در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری باعث شده است تا میزان کشت قارچ‌های خوراکی صدفی در جهان بالا باشد (۱۸).

از طرفی بسیاری از گونه‌های جنس *Pleurotus* قادر هستند روی اغلب مواد لیگنوسلولزی از جمله روی چوب‌های پوسیده و یا در حال پوسیدن، در سطح تمام چوب‌های سخت و بقایای چوبی، ضایعات محصولات زراعی و غیره رشد کنند و چون از رشد میسلومی بالایی برخوردار هستند، به راحتی می‌توانند مواد سلولوزی را کلونیزه کنند، به گونه‌ای که قادرند این مواد را قبل از تخمیر (کمپوست‌شدن) تجزیه نموده و مورد استفاده قرار دهند. این امر ناشی از ظرفیت بالای قارچ‌های خوراکی صدفی در ترشح طیف وسیعی از آنزیم‌ها است که قارچ خوراکی را قادر می‌سازد تا روی انواعی از سوبستراها رشد کند و مواد دارای لیگنین، سلولز، نشاسته، قندها و پروتئین‌ها را فروزینه کند (۲۰). بنابراین از ضایعات کشاورزی مختلفی می‌توان به عنوان سوبسترا برای کشت قارچ‌های خوراکی صدفی استفاده نمود. در قاره آسیا برای کشت قارچ خوراکی صدفی به طور گسترده‌ای از کاه برنج استفاده می‌شود. در صورتی که در کشورهای اروپایی بهترین سوبسترای مورد استفاده برای کشت قارچ خوراکی صدفی کاه گندم است. زیرا کشت قارچ خوراکی صدفی روی این نوع سوبسترا بیشترین عملکرد محصول و مقدار پروتئین قارچ خوراکی را به همراه دارد (۷). در ایران یکی از رایج‌ترین و کم هزینه‌ترین

استفاده ممکن است منشا گیاهی (آلی) یا از ترکیباتی باشند که مواد موجود در آنها به تدریج آزاد و مورد استفاده میسلیموم قارچ خوراکی قرار گیرد. انتخاب نوع مکمل به اختلاف ارزش مکمل و میزان افزایش عملکرد محصول بستگی خواهد داشت (۱۳). در کل یک مکمل غذایی ترکیبی از مواد غذایی است که از جنبه‌های مختلف برای قارچ خوراکی ارزش تغذیه‌ای دارد. علاوه بر آنکه مکمل‌های غذایی موجب افزایش بازده محصول و نیز افزایش کیفیت قارچ خوراکی می‌شوند، بر طول دوره رشد قارچ‌های خوراکی نیز تاثیر گذار هستند (۱). به همین علت در هنگام استفاده از مکمل‌های غذایی باید به انتخاب درست مکمل، میزان دقیق آن، توزیع یکنواخت مکمل در بستر، مناسب‌ترین زمان کاربرد و جنبه اقتصادی آن توجه کرد (۱۱).

در مطالعه‌ای دیگر هم از پودر پنبه دانه برای غنی‌سازی کاه برنج در کشت قارچ خوراکی صدفی *P.florida* استفاده شد و عملکرد و ترکیبات غذایی قارچ خوراکی صدفی در پایان مورد ارزیابی کمی و کیفی قرار گرفت. به طوری که در این مطالعه غنی‌سازی موجب افزایش عملکرد قارچ خوراکی شد ولی برخی از ترکیبات شیمیایی قارچ خوراکی صدفی *P.florida* در مقایسه با کاه برنج غنی نشده کاهش قابل توجهی را نشان داد (۱۵).

این تحقیق به منظور بررسی اثر نوع سوبسترا و همچنین غنی‌سازی سوبسترا با استفاده از مکمل‌های غذایی بر کارایی تبدیل زیستی و شیمیایی و نیز عملکرد محصول قارچ خوراکی صدفی *P.florida* انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این طرح تحقیقاتی فضایی به مساحت ۳۴۰ متر مربع در سمت شرقی گلخانه باغبانی دانشکده کشاورزی در دانشگاه در نظر گرفته شد. در بخش آماده سازی و پاستوریزاسیون سوبسترا از یک وان آب به ابعاد ۲×۱×۰/۷ متر و یک دیگ پاستوریزه به ابعاد ۲×۱×۱/۳ متر در

سوبستراهای مورد استفاده برای کشت انواع قارچ‌های خوراکی صدفی کاه برنج می‌باشد (۱۱). لذا از قدرت ساپروفیتی بالایی برخوردار می‌باشند (۲۰، ۹۸، ۱۱). همچنین در نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری حجم زیادی از مواد لیگنوسلولوزی غیرقابل استفاده را می‌توان پیدا نمود. این مواد حاصل از تولیدات زراعی در مزارع کشاورزی، یا روی زمین باقی می‌مانند و پوسیده می‌شوند و یا اینکه تمام آنها توسط زارعین سوزانده می‌شوند. بنابراین کشت قارچ‌های خوراکی صدفی راه حلی مناسب برای تبدیل ضایعات کشاورزی به یک ماده غذایی با ارزش غذایی بالا به نام قارچ خوراکی می‌باشد (۸).

این امر موجب تسهیل در کاهش حجم ضایعات و تسریع فرآیند تجزیه ضایعات لیگنوسلولوزی می‌گردد. از سوی دیگر استفاده از سوبسترای تغییر شکل یافته حاصل از کشت قارچ خوراکی در خاک، می‌تواند باعث بهبود حاصلخیزی خاک و خصوصیات فیزیکی خاک گردد و یا اینکه به عنوان غذای حیوانات مورد استفاده قرار گیرد که این امر موجب کوتاه‌تر شدن سیکل استفاده از مواد آلی تازه می‌شود (۲۳).

در امر پرورش و تولید قارچ‌های خوراکی از جمله قارچ‌های خوراکی صدفی (*Pleurotus spp.*)، موضوع قابل توجهی که مد نظر اکثر پرورش دهنده‌های قارچ خوراکی است، بهبود عملکرد محصول و رشد قارچ‌های خوراکی است. بهبود عملکرد محصول و رشد قارچ‌های خوراکی به عوامل مختلفی از جمله کیفیت سوبسترای مصرفی، مقدار اسپان مصرفی، شرایط محیطی رشد قارچ خوراکی، گونه و سترین قارچ خوراکی کشت شده، نحوه آماده سازی بستر کشت و استفاده از مکمل‌های غذایی ارتباط داشت (۳، ۱۰، ۱۱).

غنی‌سازی محیط کشت قارچ‌های خوراکی به عنوان روشی مناسب برای افزایش عملکرد محصول از دهه هشتاد میلادی مورد توجه قرار گرفته است. این غنی‌سازی با مکمل‌های مختلفی صورت می‌گیرد. مکمل‌های غذایی مورد

ارزش می‌باشد. در این پژوهش انتخاب بهترین و مناسب‌ترین سویسترا برای کشت قارچ خوراکی صدفی *P.florida* و ارزیابی کیفیت سویستراهای مورد استفاده بر خصوصیات کمی قارچ خوراکی صدفی از بین سویستراهای مورد ارزیابی دنبال شد. علاوه بر این از مکمل‌های غذایی با منشأ گیاهی (آلی) به منظور تکمیل نقصان احتمالی سویستراها از نظر مواد غذایی و بهبود محیط کشت قارچ خوراکی صدفی *P.florida* برای افزایش تولید استفاده شد. کلیه مکمل‌های غذایی مورد استفاده در این طرح همگی از ضایعات صنایع تبدیلی غذایی مانند سبوس گندم، سبوس برنج، پودر کنجاله سویا و تفاله هویج بودند که به نسبت مکمل‌های غذایی تجاری بسیار ارزان قیمت و قابل دسترس می‌باشند. همچنین ارزیابی کیفیت مکمل‌های غذایی بر خصوصیات کمی قارچ خوراکی صدفی *P.florida*، به منظور انتخاب بهترین و مناسب‌ترین مکمل غذایی برای افزودن به هر یک از سویستراهای مورد استفاده دنبال شد. در پایان این طرح به تاثیر نوع سویسترا و مکمل غذایی بر طول دوره رشد، تعداد اندام باردهی، میانگین وزن اندام باردهی، عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی قارچ خوراکی صدفی *P.florida* پرداخته شد.

سویستراها در مزرعه تحقیقاتی آموزشی دانشکده کشاورزی به اندازه ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر خرد شدند و سپس به سایت انجام طرح در دانشگاه آزاد واحد خوراسگان منتقل شدند و در بخش ذخیره و نگهداری مواد مصرفی سایت به مقدار مورد نیاز برای انجام طرح در داخل گونی‌های پلاستیکی از قبل آماده شده توزین و نگهداری شدند. سرانجام در کیسه‌ها بسته شد تا هیچ‌گونه هوا و رطوبتی به داخل آنها نفوذ ننماید.

مجاورت یکدیگر استفاده شد. این بخش مجهز به یک فن، جهت تهویه هوای گرم و مرطوب داخل بود. در بخش ذخیره و نگهداری مواد مصرفی از یک قفسه پهن و بزرگ جهت نگهداری مواد مصرفی از جمله سویستراهای مورد استفاده در طرح استفاده شد این بخش همواره از رطوبت مستقیم و نفوذ آلودگی‌های احتمالی محافظت می‌گردید.

در بخش هوادهی و مایه زنی اسپان و سویسترا از چیدن میز مشبک و دو طبقه به ابعاد $2 \times 1 \times 1/2$ متر جهت هوادهی سویسترا استفاده شد. جهت تسریع در هوادهی از فن‌های کوره هوای گرم واقع در این بخش نیز استفاده گردید. زیرا کوره هوای گرم طراحی شده برای گرم کردن سالن‌های کشت قارچ خوراکی به گونه‌ای طراحی شده بود که از درجه‌های مضاعف آنها بتوان در اتاق هوادهی استفاده نمود. این بخش نیز مجهز به یک فن، جهت ایجاد تهویه مطبوع و خروج رطوبت‌های اضافی بود.

در هر یک از دو بخش کشت قارچ خوراکی از یک فوگر جهت تامین رطوبت استفاده شد. هر دو سالن کشت نیز مجهز به فن تهویه هوا جهت ایجاد تعادل در مقدار O_2 و CO_2 لازم بود. در مرکز هر دو سالن کشت از یک کانال پلاستیکی ممتد جهت هدایت هوای خنک ایجاد شده توسط کولر آبی استفاده گردید. علاوه بر این نور لازم برای هر کدام از سالن‌های کشت در طول شب، توسط لامپ‌های مهتابی دارای قاب مخصوص تامین گردید.

سویستراهای مورد استفاده در این طرح عمدتاً از ضایعات صنایع تبدیلی کشاورزی مانند تراشه یا چپس چوب، غوزه پنبه، تفاله فشنگی چغندر قند و لیف نخل بودند. هدف از به کار بردن این ضایعات صنایع تبدیلی کشاورزی به عنوان محیط کشت قارچ خوراکی صدفی *P.florida* ایجاد یک راهکار مناسب برای استفاده مجدد این ضایعات کم ارزش در تولید یک ماده غذایی با

جدول ۱ - درصد ترکیبات شیمیایی سوبستراها و مکمل‌های غذایی بر اساس وزن خشک

C/N	درصد ترکیبات شیمیایی						نام سوبسترا و مکمل غذایی	
	ازت	کربن آلی	کربوهیدرات**	فیبر خام	چربی	خاکستر		پروتئین*
۶۷/۵	۰/۴۲	۲۸/۳۵	۲۸/۹۸	۶۵/۲۵	۱/۲	۱/۹۵	۲/۶۲	تراشه (چیپس) چوب
۱۹/۱۲	۱/۴۲	۲۷/۱۵	۴۹/۴	۲۸/۸	۲/۰۵	۱۰/۸۵	۸/۹۰	غوزه پنبه
۱۵/۶۴	۱/۵۵	۲۴/۲۵	۶۷/۷۲	۱۵/۹	۱/۵۵	۵/۱۵	۹/۶۸	تفاله فشنگی چغندر قند
۹/۲۷	۳	۲۷/۸	۲۰/۵۵	۵۶/۶	۱/۱	۳	۱۸/۷۵	لیف نخل
۱۰/۰۷	۲/۱	۲۱/۱۵	۶۶/۲۳	۱۱/۸	۴/۱	۴/۷۵	۱۳/۱۲	سبوس گندم
۲۱/۴	۱/۲۵	۲۶/۷۵	۳۸/۱۹	۳۳/۳۵	۴/۵	۱۶/۱۵	۷/۸۱	سبوس برنج
۳/۱۶	۸/۸۵	۲۸	۲۹/۷۴	۶	۲/۶۵	۶/۳	۵۵/۳۱	پودر کنجاله سویا
۲۰/۴۸	۱/۴۷	۳۰/۱	۶۷/۴۸	۱۳/۴	۲	۸	۹/۱۲	تفاله هویج

* N×6.25

** از راه کم کردن

(فیزیکی) اما با زمان کامل برای انجام پاستوریزاسیون استفاده شد. ثانیاً برای اینکه بتوان کلیه اسپورهای دورمانت شده احتمالی قارچ‌های رقیب و یا مولد کپک که معمولاً روی بقایای پس از برداشت محصولات کشاورزی و گاهی روی ضایعات صنایع تبدیلی غذایی به وفور یافت می‌شوند را از بین برد، از روش پاستوریزاسیون با دمای بالا و زمان طولانی‌تر استفاده شد تا عمل ضدعفونی با حداکثر اطمینان انجام پذیرد (۱). این روش پاستوریزاسیون به ترتیب برای تمام انواع سوبستراها انجام شد. پس از آنکه عمل پاستوریزاسیون سوبسترا به اتمام رسید، به بخش هوادهی و مایه‌زنی در سایت انجام طرح انتقال داده شدند و هر نوع سوبسترا بصورت مجزا روی میزهای مشبک دو طبقه که از قبل به منظور انجام پروسه هوادهی آماده سازی شده بود، پهن شد تا دما و رطوبت وزنی آنها به ترتیب تا حدود ۲۰

ابتدا مکمل‌های غذایی توسط اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربع بمدت یک ساعت استریزه شدند و پس از سرد شدن به سایت انجام طرح انتقال داده شد. در ارتباط با پاستوریزه کردن سوبستراها، ابتدا هر یک از انواع سوبسترا بطور مجزا داخل وان آب قرار داده شد تا به مدت ۱-۱/۵ ساعت آب جذب کنند و بافت آنها نرم گردد. سپس گونی‌های سوبسترا به کمک یک قلاب متصل به قرقره سقفی بداخل دیگ پاستوریزه با دمای آب ۹۵-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد انتقال داده شد تا به مدت ۱/۵ ساعت در این دما پاستوریزه گردند. علت انتخاب این دما و مدت زمان برای پاستوریزه کردن سوبستراها این است که اولاً از هیچ ماده شیمیایی ضدعفونی کننده از جمله باکتری‌کش و یا قارچ‌کش برای ضدعفونی سوبسترا استفاده نشد، بنابراین از یک روش غیر شیمیایی

مخلوط گردید. پس از اینکه مکمل غذایی هر تیمار به همراه اسپان به سوبسترای مورد نظر اضافه گردید و بطور یکنواخت مخلوط شد، مخلوط سوبسترا، مکمل غذایی و اسپان هر تیمار نیز به طور جداگانه به سه بخش مساوی و یک اندازه برای هر واحد آزمایشی تقسیم شد. سرانجام هر بخش جدا شده به کیسه‌های سلفونی که به ابعاد ۲۰×۷۰ سانتی‌متر و به منظور انجام این طرح تحقیقاتی تهیه شده بودند انتقال داده شدند و پس از گره زدن در کیسه‌ها، کد تیمارهای هر کیسه روی آن نصب گردید. به این ترتیب تمام واحدهای آزمایشی و تیمارهای آزمایشی آماده شدند. پس از اینکه کلیه واحدهای آزمایشی آماده شدند، به سالن کشت سایت تحقیقاتی منتقل شدند و طبق نقشه طرح در محل‌های مشخص شده خود روی میزهای کشت از قبل آماده شده قرار داده شدند. با توجه به اینکه قارچ خوراکی صدفی *P.florida* یک گونه سرمادوست می‌باشد، تمام شرایط محیطی سالن کشت بر اساس نیازهای رشد این گونه که در جدول زیر آورده شده است، مهیا شد (۱۹).

درجه سانتی‌گراد و به ۷۰ درصد کاهش یابد. سرانجام هر کدام از سوبستراها بر اساس تعداد تیمار توزین و جداسازی شدند تا بتوان روی هر بخش جداسازی شده مکمل غذایی مورد نظر را اضافه و مخلوط نمود. سپس بر اساس جدول، تیمارهای طرح برای هر کدام از مکمل‌های غذایی به ترتیب و بر اساس وزن خشک سوبسترای هر واحد آزمایشی (۵۰۰ گرم وزن خشک سوبسترا) ۱۰ درصد مکمل آلی (۲) معادل ۵۰ گرم در نظر گرفته شد و سرانجام بطور دقیق توسط ترازوی الکتریکی برای سه تکرار از هر تیمار (سه واحد آزمایشی) توزین شد و به هر بخش از تیمار جداسازی شده اضافه شد و به طور یکنواخت مخلوط گردید. این کار به طور دقیق برای تیمارها به طور مجزا انجام شد.

برای عمل مایه‌زنی (تلقیح) اسپان قارچ خوراکی صدفی *Pleurotus florida* با سوبستراها، اسپان‌ها ابتدا از یخچال خارج شده و تحت شرایط استریل و کنترل شده به نسبت ۱۶ درصد وزن خشک سوبسترای هر واحد آزمایشی (۲۵)، معادل ۸۰ گرم اسپان در نظر گرفته شد و سرانجام پس از توزین دقیق توسط ترازوی الکتریکی به ازای هر سه تکرار از هر تیمار، اسپان‌ها به هر تیمار اضافه و بطور یکنواخت

جدول ۲- شرایط محیطی محل پرورش قارچ خوراکی صدفی

پارامتر رشد	مرحله پنجه‌دوانی اسپان	مرحله تشکیل پین‌هد	مرحله تشکیل اندام باردهی
دمای محیط (°C)	۲۱ - ۲۴	۱۰ - ۱۶	۱۶ - ۲۰
رطوبت نسبی (%)	۸۵ - ۹۵	۹۵ - ۱۰۰	۸۵ - ۹۰
غلظت CO ₂ تهویه	۵۰۰۰-۲۰۰۰۰	کمتر از ۱۰۰۰	کمتر از ۱۰۰۰
تعویض هوا	۱ بار	۴ - ۸	۴ - ۸
نیاز نوری (لوکس بر درصد)	ندارد	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰

واحدهای آزمایشی (محیطهای کشت) آغاز شد، به این ترتیب که قارچهای خوراکی صدفی هر واحد آزمایشی بصورت جداگانه توسط کاتر از پایه قطع شدند و داخل ظروف یکبار مصرف که برای این منظور در نظر گرفته شده بودند، قرار داده شدند و سرانجام کد هر واحد آزمایشی روی ظرف مربوطه نوشته شد. این کار طی برداشتهای متعدد در طول چهار هفته انجام گرفت و هر بار ظرف محتوی قارچهای خوراکی صدفی هر واحد آزمایشی توسط ترازوی الکترونیکی اندازهگیری شد و وزن خالص قارچهای خوراکی صدفی هر ظرف در فرمهای مخصوص یادداشت شد. سرانجام نیز مجموع اوزان یادداشت شده از هر واحد آزمایشی با یکدیگر جمع شدند، تا وزن کل یا عملکرد محصول قارچ خوراکی صدفی *P.florida* بدست آید.

آنچه که در ارتباط با برداشت قارچهای خوراکی صدفی قابل توجه می باشد این است که چون قارچهای خوراکی صدفی در اکثر موارد بصورت خوشه‌ای رشد می کنند، امکان دارد که بصورت همزمان همه قارچهای خوراکی صدفی بالغ نشوند و نتوان آنها را همزمان برداشت نمود. بنابراین طی دوره برداشت آن دسته از قارچهای خوراکی صدفی که قطر کلاهک آنها به حدود ۱۰ سانتی متر رسیده بود، با دقت لازم توسط کاتر از پایه جدا شد تا آسیبی به سایر قارچهای خوراکی صدفی وارد نگردد و امکان تکامل رشد کلاهک برای آنها نیز فراهم شود. کارایی بیولوژیکی یکی از خصوصیات مهم رشد و تولید قارچهای خوراکی روی سوبسترا محسوب می شوند که بیانگر تبدیل توده سوبستریت به اندامهای باردهی قارچ خوراکی می باشد. برای اندازهگیری این شاخص، گرم قارچ خوراکی صدفی تازه در ۱۰۰ گرم سوبسترای خشک مصرفی محاسبه می گردد. برای این منظور هم پس از برداشت کامل قارچهای خوراکی کلیه واحدهای آزمایشی، کارایی بیولوژیکی تک تک آنها به طور جداگانه از طریق رابطه فوق محاسبه شد. برای اندازهگیری میانگین وزن اندام باردهی تنها کافی است تا وزن کل قارچهای خوراکی صدفی برداشت شده از

برای اندازهگیری طول دوره رشد قارچهای خوراکی صدفی سه مرحله اصلی را بیشتر مورد بررسی قرار می دهند. مرحله اول: مرحله پنجه‌زنی اسپان^۱ یا پنجه دوانی میسلیم^۲ می باشد. مرحله دوم: مرحله پینه‌ای شدن یا ته سنجاقی شدن^۳ می باشد. مرحله سوم: مرحله تشکیل اندام باردهی^۴ می باشد.

آنچه که در ارتباط با رشد قارچهای خوراکی وجود دارد این است که در تمام موارد میسلیم ها به طور کامل سطح سوبسترا را فرا نمی گیرند (کلونیزه نمی کنند) و در همین شرایط شروع به تشکیل Pin head می کنند. از طرفی پیگیری روند رشد میسلیم قارچهای خوراکی روی سوبسترهای ناهمگن و آن هم به کمک چشم غیر مسلح عملاً غیر ممکن می باشد. بنابراین در اکثر موارد نمی توان تشخیص داد که چه زمانی مرحله رشد میسلیمی تمام شده و مرحله تشکیل ته سنجاقی یا Pin head آغاز شده، مگر با ظهور برجستگی های میسلیمی که منجر به تشکیل پینه‌ها می شوند. از این رو در مطالعه برای کاهش خطا، اندازهگیری مجزای طول مرحله ته سنجاقی شدن از مطالعات حذف شد، و طول مرحله رشد میسلیمی به همراه طول مرحله ته سنجاقی شدن، به طور یکجا در زمان کامل شدن اندام پینه‌ها اندازهگیری و ثبت شد. به این ترتیب طی بررسیهای روزانه‌ای که از کلیه واحدهای آزمایشی به عمل می آمد، تغییرات فوق به طور مجزا در فرمهای مخصوص داده برداری ثبت شدند و در پایان، طول هر مرحله و طول کل دوره رشد هر واحد آزمایشی محاسبه و ثبت گردید.

پس از اینکه قارچهای خوراکی صدفی *P.florida* بالغ شدند و قطر کلاهک های آن به حدود ۱۰ سانتی متر رسید، عمل برداشت قارچ خوراکی صدفی روی هر یک از

^۱ (Spawn run)

^۲ (Mycelium run)

^۳ (Pin head)

^۴ (Fruit body / Fruiting)

با توجه به نتایج به دست آمده کمترین طول دوره رشد روی سوبستراهای لیف نخل، غوزه پنبه و تراشه چوب به ترتیب با $34/39$ ، $35/11$ ، $37/33$ روز مشاهده شد که از این جهت با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. این تاثیر روی سوبستراهای غنی‌شده با پودر کنجاله سویا و سبوس برنج به ترتیب با $34/17$ ، $34/75$ روز مشاهده گردید که از این جهت با سوبستراهای غنی نشده اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۶، ۵). همچنین با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد، اختلاف معنی‌داری بین اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی بر طول دوره رشد و کلیه مراحل آن وجود داشت. کمترین طول دوره رشد روی اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی در سوبستراهای غوزه پنبه و لیف نخل غنی‌شده با پودر کنجاله سویا و تراشه چوب غنی‌شده با سبوس برنج به ترتیب با $30/33$ ، $30/33$ و 31 روز مشاهده گردید (جدول ۷). بررسی نتایج حاکی از آن است که اثرات نوع سوبسترا و مکمل غذایی بر طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی *P.florida* متفاوت است که این تاثیرات بیشتر مربوط به مرحله رشد و توسعه میسلیم روی سوبسترا و تا اندازه‌ای مراحل توسعه اندام باردهی این قارچ خوراکی صدفی می باشد. نتایج به دست آمده در ارتباط با تفاوت طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی در بین سوبستراهای مختلف با نتایج مطالعات دیگر محققین (۸، ۷) مطابقت دارد. همچنین نتایج بدست آمده در ارتباط با تفاوت طول دوره رشد مخصوصاً در مرحله رشد و توسعه میسلیم در بین سوبستراهای غنی‌شده با مکمل‌های غذایی مختلف و بیشترین تاثیر پودر سویا و سبوس و یا پوسته برنج در کاهش طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی با نتایج تحقیقات سایر پژوهشگران (۲، ۴، ۱۲، ۶۵) مطابقت داشت.

هر واحد آزمایشی در تعداد اندام باردهی برداشت شده تقسیم گردد تا میانگین وزن هر اندام باردهی بدست آید. برای این منظور پس از هر برداشت از واحد‌های آزمایشی، تعداد اندام باردهی آنها نیز شمارش شده و سرانجام در پایان برداشت از کلیه واحدهای آزمایشی میانگین وزن اندام باردهی هر واحد آزمایشی به طور جداگانه محاسبه گردید.

این پژوهش بصورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به دلیل امکان عدم یکنواختی دما و رطوبت در سالن‌های کشت، اجرا شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج

بررسی اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر طول دوره رشد

قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی *P.florida* و مراحل مختلف آن، حاکی از معنی دار بودن این اثر در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۳). تنها اثر سوبسترا بر طول مراحل رشد پنجه دوانی اسپان و تشکیل پین هد و همچنین طول دوره رشد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی مراحل تشکیل اندام باردهی اولیه و کامل اثر معنی‌داری در طول مراحل رشد نداشت. در ارتباط با اثر مکمل غذایی بر طول دوره رشد و مراحل مختلف آن، به جز اثر مکمل غذایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد آزمون دانکن بین اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی بر طول دوره رشد این قارچ خوراکی صدفی و همچنین کلیه مراحل رشد آن وجود داشت و تنها بین اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر طول دوره رشد مرحله تشکیل اندام باردهی اولیه و کامل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثرات سوبسترا و مکمل غذایی بر خصوصیات رویشی قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		مرحله رشد P.F.B.	مرحله رشد C.F.B.	طول دوره رشد
بلوک	۲	۰/۲۲۲ ^{ns}	۰/۴۳۱ ^{ns}	۵۳/۷۹۲ **
سوبسترا	۳	۰/۷۹۲ ^{ns}	۰/۲۳۶ ^{ns}	۳۰۸/۳۱۵ **
مکمل غذایی	۵	۰/۷۱۴ ^{ns}	۴/۳۱۴ **	۱۲۶/۳ **
سوبسترا × مکمل غذایی	۱۵	۱/۶۰۳ **	۴/۷۱۴ **	۱۰۱/۶۲۶ **
خطا	۴۶	۰/۳۵۳	۰/۸۳۶	۱۰/۵۰۲

ns، * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۴- تجزیه واریانس اثرات سوبسترا و مکمل غذایی بر خصوصیات زایشی قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		تعداد اندام باردهی	میانگین وزن اندام باردهی	عملکرد محصول کارآیی بیولوژیکی
بلوک	۲	۵/۰۱۴ ^{ns}	۲/۱۰۷ ^{ns}	۴۰/۳۳۲ ^{ns}
سوبسترا	۳	۴۲۶/۵۶۹ **	۱۲۱/۷۸۷ **	۳۷۴۷/۹۲۵ **
مکمل غذایی	۵	۳۰۵/۹۸۱ **	۹۶/۴۵۸ **	۵۳۴۷/۶۲۵ **
سوبسترا × مکمل غذایی	۱۵	۷۳/۸۹۲ **	۵۲/۷۶۶ **	۷۰۹/۷۴۲ **
خطا	۴۶	۶/۷۵۳	۲/۹۲	۶۴/۷۴۷

ns، * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

بررسی اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر تعداد اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های اثر سوبسترا و مکمل غذایی و همچنین اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی بر تعداد اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی *P.florida* حاکی از معنی دار بودن این اثر در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۴، ۵، ۶، ۷). در سطح احتمال یک درصد آزمون دانکن، بین اثر سوبسترا و مکمل غذایی و همچنین اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی بر تعداد اندام باردهی اختلافی معنی دار وجود داشت. بطوریکه بیشترین تعداد اندام باردهی روی سوبستراهای غوزه پنبه دانه و تراشه چوب به ترتیب با ۳۰/۲۲ و ۳۰/۰۶ عدد مشاهده

گردید و همین طور بیشترین تعداد اندام باردهی در سوبستراهای غنی شده با مکمل‌های غذایی سبوس گندم و سبوس برنج به ترتیب با ۳۲/۹۳ و ۳۱/۲۵ عدد مشاهده شد. بیشترین تعداد اندام باردهی نیز در سوبسترای غوزه پنبه غنی شده با سبوس گندم با ۴۶ عدد اندام باردهی دیده شد (جدول ۷).

اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر تعداد اندام باردهی در قارچ خوراکی صدفی *P.florida* بسته به نوع آن متفاوت است و این تأثیر باعث شده که با افزودن مکمل‌های غذایی به محیط کشت، تعداد اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی بطور معنی داری افزایش یابد. نتایج به دست آمده در ارتباط تأثیر معنی دار مکمل‌های غذایی از جمله سبوس گندم بر

خاک اره به میزان متغیر ۵۶۲/۴ - ۵۵۰/۹ گرم (۱۱۲/۵ - ۱۱۰/۲ درصد) مشاهده گردید که در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. این تأثیر روی سوبستراهای غنی شده با مکمل‌های غذایی سبوس گندم و مخلوط پودر کنجاله سویا با سبوس برنج به ترتیب به میزان ۶۲۹/۸ گرم (۱۲۵/۹ درصد) و ۵۹۱/۵ گرم (۱۱۸/۳ درصد) مشاهده گردید. همچنین در ارتباط با اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی بر عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی بهترین نتیجه روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با سبوس برنج به میزان ۶۸۰/۷ گرم (۱۳۶/۱ درصد) دیده شد (جدول ۷). نوع سوبسترا و مکمل غذایی بر عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی قارچ خوراکی صدفی تأثیر متفاوتی داشت. بطوریکه افزودن مقادیر مناسبی از مکمل‌های غذایی به سوبستراهای مورد استفاده، عملکرد محصول و به دنبال آن کارایی بیولوژیکی قارچ خوراکی صدفی را بطور معنی داری افزایش می‌دهد. در این ارتباط نتایج به دست آمده در مورد تأثیر متفاوت انواع سوبستراها بر عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی قارچ خوراکی صدفی با دیگر نتایج (۵، ۲۴) مطابقت دارد. همچنین نتایج به دست آمده در این مطالعه در ارتباط با بیشترین عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی به دست آمده از تراشه چوب غنی شده با مکمل غذایی سبوس گندم با سایر تحقیقات (۷) مشابه می‌باشد. در ارتباط با تأثیر متفاوت افزودن انواع مکمل‌های غذایی به محیط کشت قارچ خوراکی صدفی بر عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی با نتایج دیگر مطالعات (۲، ۱۶) و از نظر بهترین تأثیر گذاری سبوس گندم و پودر سویا بر عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی با نتایج سایر پژوهشگران (۲، ۱۲، ۲۴) مطابقت دارد. کارایی بیولوژیکی به دست آمده در این پژوهش (۱۳۶/۱ درصد) در مقایسه با سایر پژوهش‌های انجام شده ۲ (۳۴/ درصد) به مراتب بالاتر بوده و این می‌تواند نشان از تأثیر سوبسترا و مکمل‌های استفاده شده باشد.

افزایش تعداد اندام باردهی در قارچ خوراکی صدفی با نتایج مطالعات (۲، ۲۴) مطابقت دارد.

بررسی اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر میانگین وزن اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر میانگین وزن اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی *P.florida* حاکی از معنی دار بودن اثر سوبسترا و مکمل غذایی و همچنین اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی بر میانگین وزن اندام باردهی در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (جدول ۴). بطوریکه بیشترین میانگین وزن اندام باردهی روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند با وزن ۲۴/۵۳ گرم مشاهده شد.

این تأثیر روی سوبستراهای غنی شده با مکمل‌های غذایی مخلوط پودر کنجاله سویا با سبوس برنج و پودر کنجاله سویا به ترتیب با وزن ۲۴ و ۲۳/۹۷ گرم مشاهده گردید. اما بیشترین میانگین وزن اندام باردهی در ارتباط با اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی در سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با مکمل غذایی مخلوط پودر کنجاله سویا با سبوس برنج با وزن ۳۴/۵ گرم دیده شد (جدول ۶) لازم به ذکر است که در برخی موارد افزودن مکمل‌های غذایی به محیط کشت قارچ خوراکی صدفی باعث افزایش معنی دار میانگین وزن اندام باردهی در مقایسه با محیط کشت بدون مکمل غذایی نمی‌گردد. نتایج فوق در ارتباط با تأثیر مکمل‌های غذایی بر میانگین وزن اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی با نتایج مطالعات منصور و پورسعید (۱۳۸۲) مطابقت دارد (۲).

بررسی اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی روی ۵۰۰ گرم وزن خشک سوبستراهای تفاله فشنگی چغندر قند، غوزه پنبه دانه و

جدول ۵ - مقایسه میانگین اثر سوبسترا بر روی خصوصیات قارچ خوراکی صدفی *P. florida*

لیف نخل	تفاله فشنگی چغندر قند	پوسته پنبه دانه	تراشه چوب	خصوصیات مورد بررسی
۲۷/۱۷ b	۳۷/۸۹ b	۲۸/۴۴ a	۳۰/۱۱ b	طول مرحله M.R./P.H.
۳ a	۲/۶۱ a	۲/۶۷ a	۳ a	طول مرحله P.F.B.
۴/۱۷ a	۴ a	۴ a	۴/۲۲ a	طول مرحله C.F.B.
۳۴/۳۹ b	۴۳/۵ a	۳۵/۱۱ b	۳۷/۳۳ b	طول دوره رشد
۴۱۵/۹ b	۵۶۲/۴ a	۵۶۰/۶ a	۵۵۰/۹ a	عملکرد محصول
۲۰/۴۴ c	۲۳/۵۶ b	۳۰/۲۲ a	۳۰/۰۶ a	تعداد اندام باردهی
۲۰/۴۹ b	۲۴/۵۳ a	۱۹/۴۷ bc	۱۸/۶۷ c	میانگین وزن اندام باردهی
۸۲/۸ b	۱۱۲/۵ a	۱۱۲/۱ a	۱۱۰/۲ a	کارایی بیولوژیک

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۶ - مقایسه میانگین اثر مکمل‌ غذایی بر خصوصیات قارچ خوراکی صدفی *P. florida*

بدون مکمل غذایی	تفاله هویج	کنجاله سویا و سبوس برنج	پودر کنجاله سویا	سبوس برنج	سبوس گندم	خصوصیات مورد بررسی
۲۷/۵ b	۳۳/۸۳ a	۳۳/۵۸ a	۲۸/۶۷ b	۳۲/۷۵ a	۲۷/۵ b	طول مرحله M.R./P.H.
۳ ab	۲/۵ b	۳/۰۸ a	۲/۵۸ ab	۳ ab	۲/۷۵ ab	طول مرحله P.F.B.
۴/۵ a	۴/۰۸ a	۴/۲۵ a	۲/۹۲ b	۴/۵ a	۴/۳۳ a	طول مرحله C.F.B.
۳۵ b	۴۰/۴۲ a	۴۰/۹۲ a	۳۴/۱۷ b	۴۰/۲۵ a	۳۴/۷۵ b	طول دوره رشد
۳۵۵/۱ d	۴۳۱/۸ c	۵۹۱/۵ ab	۵۷۱/۳ b	۵۵۵/۳ b	۶۲۹/۸ a	عملکرد محصول
۲۲ cd	۲۰/۳۳ d	۲۵/۹۲ b	۲۴ bc	۳۱/۲۵ a	۳۲/۹۲ a	تعداد اندام باردهی
۱۷/۴۴ d	۲۱/۵۳ b	۲۴ a	۲۳/۹۷ a	۱۸/۲۴ cd	۱۹/۵۵ c	میانگین وزن اندام باردهی
۷۱/۰۲ d	۸۶/۳۵ c	۱۱۸/۳ ab	۱۱۳/۷ b	۱۱۱/۱ b	۱۲۵/۹ a	کارایی بیولوژیک

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی بر خصوصیات فارچ خوراکی صدفی *P.florida*

طول دوره رشد	طول مرحله C.F.B.	طول مرحله P.F.B.	طول مرحله M.R./P.H.	نوع مکمل غذایی	نوع سوبسترا
روز	روز	روز	روز		
۳۱ de	۳/۳۳ cde	۳/۶۷ ab	۲۴ fgh	سبوس گندم	تراشه چوب
۳۲/۶۷ cde	۴/۳۳ abcde	۳/۶۷ ab	۲۴/۶۷ efgh	سبوس برنج	
۴۵/۳۳ ab	۳/۶۷ bcde	۲/۳۳ bc	۳۹/۳۳ Ab	پودر کنجاله سویا	
۴۱ bc	۳/۶۷ bcde	۲/۳۳ bc	۳۵ bc	کنجاله سویا و سبوس برنج	
۴۱ bc	۵/۳۳ abc	۲/۳۳ bc	۳۳/۳۳ Bcd	تفاله هویج	
۳۳ cde	۵ abcd	۳/۶۷ ab	۲۴/۳۳ fgh	بدون مکمل غذایی	
۳۵ cde	۴/۳۳ abcde	۲/۳۳ bc	۲۸/۳۳ cdefgh	سبوس گندم	پوسته پنبه دانه
۳۹/۶۷ bc	۶ ab	۲/۳۳ bc	۳۱/۳۳ cdefg	سبوس برنج	
۳۰/۶۷ de	۲/۶۷ de	۲ c	۲۶ defgh	پودر کنجاله سویا	
۳۳ cde	۵/۳۳ abc	۴/۳۳ a	۲۳/۳۳ gh	کنجاله سویا و سبوس برنج	
۳۳/۶۷ cde	۲/۳۳ e	۲/۶۷ bc	۲۸/۶۷ cdefgh	تفاله هویج	
۳۸/۶۷ bcd	۳/۳۳ cde	۲/۳۳ bc	۳۳ bcde	بدون مکمل غذایی	
۳۷/۶۷ bcd	۴/۶۷ abcde	۲/۳۳ bc	۳۰/۶۷ cdefg	سبوس گندم	تفاله فشنگی چغندر قند
۵۲/۳۳ a	۳/۶۷ bcde	۲/۶۷ bc	۴۶ a	سبوس برنج	
۳۰/۳۳ de	۲/۶۷ de	۳/۶۷ ab	۲۴ fgh	پودر کنجاله سویا	
۴۹ a	۲/۳۳ e	۲ c	۴۴/۶۷ a	کنجاله سویا و سبوس برنج	
۵۰/۶۷ a	۴/۳۳ abcde	۲/۳۳ bc	۴۴ a	تفاله هویج	
۴۱ bc	۶/۳۳ a	۲/۶۷ bc	۳۲ bcdef	بدون مکمل غذایی	
۳۵/۳۳ cde	۵ abcd	۲/۶۷ bc	۲۷/۳۳ cdefgh	سبوس گندم	لیف نخل
۳۶/۳۳ cd	۴ abcde	۳/۳۳ abc	۲۹ cdefgh	سبوس برنج	
۳۰/۳۳ de	۲/۶۷ de	۲/۳۳ bc	۲۵/۳۳ defgh	پودر کنجاله سویا	
۴۰/۶۷ bc	۵/۶۷ abc	۳/۶۷ ab	۳۱/۳۳ cdefg	کنجاله سویا و سبوس برنج	
۳۶/۳۳ cd	۴/۳۳ abcde	۲/۶۷ bc	۲۹/۳۳ cdefg	تفاله هویج	
۲۷/۳۳ e	۳/۳۳ cde	۳/۳۳ abc	۲۰/۶۷ h	بدون مکمل غذایی	

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

ادامه جدول ۷ - مقایسه میانگین اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی بر خصوصیات قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

کارآیی بیولوژیکی	عملکرد محصول قارچ خوراکی	میانگین وزن		نوع مکمل غذایی	نوع سوبسترا
		اندام باردهی	اندام باردهی		
درصد	گرم *	گرم	عدد		
۱۰۵/۳ defg	۵۲۷/۵ cdef	۱۹/۷۳ def	۲۶/۶۷ def	سیوس گندم	تراشه چوب
۹۲/۶ fghij	۴۶۳ efg	۱۴/۲۳ hi	۳۲/۶۷ bc	سیوس برنج	
۱۰۴/۵ defg	۵۲۲/۳ cdef	۲۰/۹۳ def	۲۵ def	پودر کنجاله سویا	
۱۱۵/۹ bcde	۵۷۹/۳ abcd	۱۷/۴ fgh	۳۳/۳۳ bc	کنجاله سویا و سیوس برنج	
۹۹/۰۷ defgh	۴۹۵/۳ cdefg	۲۱/۹۷ cde	۲۲/۶۷ defg	تفاله هویج	
۸۵/۷۳ ghijk	۴۲۸/۷ fghij	۱۲/۷۷ i	۳۳/۶۷ bc	بدون مکمل غذایی	
۱۳۴/۷ ab	۶۷۳/۳ a	۱۴/۷ ghi	۴۶ a	سیوس گندم	پوسته پنبه دانه
۱۱۸/۵ abcd	۵۹۲/۳ abc	۱۶/۳۳ ghi	۳۷ b	سیوس برنج	
۱۲۵/۳ abc	۶۲۶/۳ ab	۲۶/۱ bc	۲۴ def	پودر کنجاله سویا	
۱۲۵/۹ abc	۶۲۹/۷ ab	۲۲/۵ cde	۲۸ cde	کنجاله سویا و سیوس برنج	
۹۵/۶ fghij	۴۷۸ efg	۲۲/۵۷ cde	۲۱/۳۳ fg	تفاله هویج	
۷۲/۷۳ k	۳۶۳/۷ ij	۱۴/۶ ghi	۲۵ def	بدون مکمل غذایی	
۱۲۶/۹ ab	۶۳۴/۷ ab	۲۲/۴۳ cde	۲۸/۳۳ cd	سیوس گندم	تفاله فشنگی چغندر قند
۱۳۶/۱ a	۶۸۰/۷ a	۲۰/۹ def	۳۲/۶۷ bc	سیوس برنج	
۱۱۸/۳ abcd	۵۹۱/۳ abc	۲۷/۳۳ b	۲۱/۶۷ efg	پودر کنجاله سویا	
۱۳۴/۱ ab	۶۷۰/۳ a	۳۴/۵ a	۱۹/۶۷ fgh	کنجاله سویا و سیوس برنج	
۸۲/۶ hijk	۴۱۳ ghij	۱۸/۲۷ efg	۲۲/۶۷ defg	تفاله هویج	
۷۶/۸۷ jk	۳۸۴/۳ hij	۲۳/۷۳ bcd	۱۶/۳۳ ghi	بدون مکمل غذایی	
۷۸/۸۷ ijk	۳۹۴/۳ ghij	۱۶/۳۳ ghi	۲۴/۳۳ def	سیوس گندم	لیف نخل
۹۷/۰۷ efg	۴۸۵/۳ defgh	۲۱/۵ def	۲۲/۶۷ defg	سیوس برنج	
۱۰۶/۷ cdef	۵۴۵ bcde	۲۱/۵ def	۲۵/۳۳ def	پودر کنجاله سویا	
۹۷/۳۳ efg	۴۸۶/۷ defg	۲۱/۶ def	۲۲/۶۷ defg	کنجاله سویا و سیوس برنج	
۶۸/۱۳ k	۳۴۰/۷ i	۲۳/۳۳ bcd	۱۴/۶۷ hi	تفاله هویج	
۴۸/۷۳ l	۲۴۳/۷ k	۱۸/۶۷ efg	۱۳ i	بدون مکمل غذایی	

* گرم در ۵۰۰ گرم وزن خشک سوبسترا

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

ترکیبات شیمیایی و سطح آزاد سازی مواد غذایی سوبسترا و مکمل غذایی (۱۰، ۱۴) و همچنین خصوصیات فیزیکی سوبسترای مورد استفاده مربوط می‌شود (۲۵).

تفاوت در طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی *P.florida* در بین تیمارهای مختلف، به ترکیبات شیمیایی سوبسترا و مکمل غذایی افزوده شده، قابل استفاده بودن

خاطر ترکیبات شیمیایی قابل جذب در محیط کشت باشد که بر روی تولید اندام باردهی تاثیر مثبت می‌گذارد (۶). از سوی دیگر شاید این امر تأثیرات منفی مربوط به رقابت بیولوژیکی اندام‌های باردهی در حال شکل گرفتن برای جذب مواد غذایی محیط کشت را کاهش دهد (۲) که باعث افزایش تعداد اندام باردهی می‌گردد. همچنین شاید بتوان نامناسب بودن خصوصیات فیزیکی سوبسترای لیف نخل را عامل اصلی کاهش تعداد اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی روی آن دانست (۱۰).

افزایش میانگین وزن اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی *P.florida* روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با مکمل غذایی مخلوط پودر کنجاله سویا با سبوس برنج در مقایسه با سایر تیمار بخصوص سوبسترای تراشه چوب غنی نشده با مکمل غذایی که پایین ترین میانگین وزن اندام باردهی را داشت، شاید به خاطر تأثیر افزودن مکمل غذایی حاوی ترکیبات غذایی قابل دسترس و قابل جذب برای قارچ خوراکی صدفی باشد (۲). دومین عاملی که شاید تأثیر بیشتری داشته باشد نسبت C/N سوبسترای مورد استفاده برای کشت قارچ خوراکی است، که این نسبت برای سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند بسیار بهتر از سوبسترای تراشه چوب می‌باشد. در نتیجه میانگین وزن اندام باردهی قارچ‌های خوراکی صدفی *P.florida* کشت شده بر روی سوبسترای تراشه چوب در مقایسه با سایر تیمارها کمترین مقدار می‌باشد. همچنین افزایش عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با مکمل غذایی سبوس برنج شاید به خاطر همان عواملی باشد که میانگین وزن اندام باردهی را در قارچ خوراکی افزایش می‌دهند. از طرفی تأثیر افزودن مکمل غذایی سبوس برنج در تأمین مواد غذایی مورد نیاز قارچ خوراکی صدفی، باعث افزایش عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی قارچ خوراکی صدفی می‌گردد (۷). اما یکی از عوامل مهم دیگر در افزایش عملکرد و کارایی بیولوژیکی در این سوبسترا، شاید به خاطر مناسب بودن

کاهش طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی *P.florida* روی سوبسترای لیف نخل غنی نشده با مکمل‌های غذایی و کلیه سوبستراهای غنی شده با مکمل غذایی پودر کنجاله سویا در مقایسه با سایر تیمارها شاید به چندین علت باشد. اول به خاطر وجود مقادیر قابل توجه نیتروژن و فیبر غذایی در سوبسترای لیف نخل است که برای رشد قارچ خوراکی بسیار مؤثر می‌باشد (۵). دوم شاید به خاطر وجود ترکیبات غذایی قابل دسترس در سوبسترای لیف نخل و سایر سوبستراهای غنی شده با مکمل غذایی پودر کنجاله سویا باشد که تأثیر مثبتی در ظهور اندام‌های باردهی قارچ خوراکی خواهد گذاشت (۷)، بنابراین اندام‌های باردهی قارچ خوراکی زودتر تشکیل می‌شود (۱۰).

همچنین افزایش طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی *P.florida* روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با سبوس برنج و مخلوط آن با پودر کنجاله سویا در مقایسه با سایر تیمارها، شاید به خاطر افزایش بیش از اندازه غلظت گاز CO₂ در محیط کشت حاوی این سوبسترا باشد که تاثیر منفی بر سرعت کلونیزه شدن سوبسترا و تشکیل اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی می‌گذارد، در نتیجه سیکل رشد قارچ خوراکی صدفی افزایش می‌یابد (۲۵). از طرفی به دلیل نامناسب شدن بافت سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند در اثر آبیگری و افزایش غلظت برخی از ترکیبات شیمیایی محیط کشت مخصوصاً با افزودن مکمل‌های غذایی به سوبسترا، باعث نامرغوب شدن میسلیموم و در نتیجه کاهش سرعت رشد قارچ خوراکی می‌شود (۷).

تفاوت در خصوصیات اندام‌های باردهی قارچ خوراکی صدفی *P.florida* در بین تیمارهای مختلف، به نوع سوبسترا، ترکیب شیمیایی سوبسترا و مکمل غذایی افزوده شده، خصوصیات فیزیکی سوبسترا (۱۰) و همچنین کارایی تبدیل بیولوژیکی قارچ خوراکی مربوط می‌باشد (۵، ۲۵). با توجه به این عوامل، افزایش تعداد اندام باردهی بر روی سوبسترای غوزه پنبه غنی شده با سبوس گندم شاید به

سپاسگزاری: مقاله حاضر با استفاده از اعتبارات طرح پژوهشی قارچ خوراکی صدفی به دست آمده که بدینوسیله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان سپاسگزاری می‌گردد.

نسبت C/N آن باشد (۲) و احتمالاً همین عامل باعث شده است که عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی در سویسترای لیف نخل غنی نشده با مکمل‌های غذایی در مقایسه با سایر تیمارها کمترین مقدار باشد.

منابع

۱. پورسعید ن. و م. ر. منصورى. ۱۳۸۲. بررسی اثر مقدار و روش اسپان مصرفی قارچ خوراکی صدفی *Hypsizygus ulmarius* بر آلودگی بستر کشت به قارچ *Cladosporium sp.* مجموعه مقالات نخستین همایش علمی - پژوهشی دانشجویان کشاورزی و منابع طبیعی سراسر کشور، ۱۲ تا ۱۴ آذر ماه ۱۳۸۲، دانشگاه گیلان.
۲. منصورى م. ر. و ن. پورسعید. ۱۳۸۲. بررسی اثر مکمل‌های آلی مختلف بر طول دوره رشد و تعداد اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی *Hypsizygus ulmarius*. مجموعه مقالات نخستین همایش علمی - پژوهشی دانشجویان کشاورزی و منابع طبیعی سراسر کشور، ۱۲ تا ۱۴ آذر ماه ۱۳۸۲، دانشگاه گیلان.
3. 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.
4. 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.
5. 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(4): 239-255.
6. Kaur J., H.S. Sodhi and Sh. Kapoor. 2008. Breeding of *Pleurotus florida* (oyster mushroom) for phenotypic pigmentation and high yield potential. *Journal of the Science of foods and Agriculture*, 88(15): 2676-2681.
7. Mandeel Q.A., A.A. Al-Laith and S.A. Mohamed. 2005. Cultivation of oyster mushrooms (*Pleurotus spp.*) on various lignocellulosic wastes. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 21:601-607.
8. Obodai M., J. Cleland-Okine, K.A. Vowotor. 2003. Comparative study on the growth and yield of *Pleurotus ostreatus* mushroom on different lignocellulosic by-products. *Journal of Industrial of Microbiology and Biotechnology*, 30: 146-149.
9. Rajarathnam S. and Z. Bano. 1987. *Pleurotus* mushrooms. Parte 1 A: Morphology, life cycle, taxonomy, breeding and cultivation. *CRR Critical Reviews in Food Science*, 26: 157-223.
10. Royse D.J., T.W. Rhodes, S. Ohga and J.E. 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.
11. Royse D.J. 2003. Cultivation of Oyster Mushrooms. College of Agricultural Sciences, Pennsylvania State University, University Park, PA, 120 p.
12. 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.
13. Royse D.J., S.L. Fales and K. Karunanandaa. 1991. Influence of formaldehyde-treated soybean and commercial nutrient supplementation on mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) yield and *in-vitro* dry matter digestibility of spent substrate. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 36: 425-429.
14. Salmones D., G. Mata and K. N. Waliszewski. 2005. Comparative culturing of *Pleurotus spp.* on coffee pulp and wheat straw: biomass production and substrate biodegradation. *Bioresource Technology*, 96: 537-544.

15. **Shashirekha M.N., S. Rajarathnam and Z. Bano. 2005.** Effects of supplementing rice straw growth substrate with cotton seeds on the analytical characteristics of the mushroom, *Pleurotus florida* (Block & Tsao). Food Chemistry, 92(2): 255-259.
16. **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.
17. **Singer R. 1986.** The Agaricales in Modern Taxonomy. 4th ed. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
18. **Soto-Cruz O., G. Saucedo-Castañeda, J. L. Pablos-Hach, M. Gutiérrez-Rojas and E. Favela-Torres. 1999.** Effect of substrate composition on the mycelial growth of *Pleurotus ostreatus*. An analysis by mixture and response surface methodologies. Process Biochemistry, 35(1-2): 127-133.
19. **Stamets P. 2000.** Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Third ed, Ten Speed Press. Berkeley, CA. 552 p.
20. **Straatsma G., J.P.G. Gerrits, J.T.N.M. Thissen, J.G.M. Amsing, H. Loeffen and L.J.L.D. Van Griensven. 2000.** Adjustment of the composting process for mushroom cultivation based on initial substrate composition. Bioresource Technology, 72(1): 67-74.
21. **Tisdale T.E., S.C. Miyasaka and D.E. Hemmes. 2006.** Cultivation of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on wood substrates in Hawaii. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 22: 201-206.
22. **Vilgalys R. and B. Sun. 1994.** Ancient and recent patterns of geographic speciation in the oyster mushroom *Pleurotus* revealed by phylogenetic analysis of the ribosomal DNA sequence. Proceeding National Academy Science, 91:4599-4603.
23. **Walting R. and N.M. Gregory. 1989.** Crepidotaceae: Pleurotaceae and other *Pleurotoid agarics*. British Fungus Flora, Agarics and Boleti 6. Royal Botanic Garden, Edinburgh.
24. **Yildiz S., Ü.C. Yildiz, E.D. Gezer and A. Temiz. 2002.** Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. Process Biochemistry, 38(3): 301-306.
25. **Zhang R., X. Li and J.G. Fadel. 2002.** Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw. Bioresource Technology, 82(3): 277-284.