



دانشگاه گیلان

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و ششم، شماره دوم، ۱۳۹۸

۱۷۳-۱۹۳

<http://jopp.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jopp.2019.14949.2338

## بررسی بهینه‌سازی ترکیب‌های مختلف محیط کشت بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی قارچ صدفی طلایی (*Pleurotus citrinopileatus*)

عباسعلی کیماسی<sup>۱</sup>، داریوش رمضان<sup>۲</sup>، مهدی آران<sup>۳</sup> و رضا باقری<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، آستادیار علوم باغبانی (فیزیولوژی و اصلاح سبزی)، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، آستادیار علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، مهربی گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۱۵

### چکیده

**سابقه و هدف:** برای تولید گونه‌های مختلف قارچ‌های صدفی دامنه وسیعی از مواد لیگنوسلولزی مختلف می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند اما تبدیل زیستی ضایعات لیگنوسلولزی صنعتی و کشاورزی و انتقال بیش‌تر مواد غذایی از بستر کشت به اندام بارده به‌میزان مواد غذایی موجود در بستر (نوع محیط کشت) و قدرت تجزیه‌کنندگی میسلیم بستگی دارد. عدم بومی‌سازی اطلاعات فنی در تولید قارچ‌های خوراکی و نبود فرمولاسیون مناسب محیط کشت از مشکلات اساسی در تولید تجاری و صنعتی قارچ‌های صدفی در کشور می‌باشد بنابراین یافتن بستر کشت مناسب جهت تولید قارچ صدفی طلایی گام نخست در پرورش این قارچ خوراکی می‌باشد. این مطالعه به‌منظور بررسی بهینه‌سازی ترکیب‌های مختلف محیط کشت بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی قارچ صدفی طلایی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در این آزمایش از ضایعات مختلف محصولات کشاورزی و صنعتی شامل خاک اره، کلش گندم، ضایعات برگ خرما، مخلوط خاک اره با کلش گندم (به نسبت برابر)، مخلوط خاک اره با ضایعات برگ خرما (به نسبت برابر)، مخلوط کلش گندم با ضایعات برگ خرما (به نسبت برابر) و مکمل‌های شیمیایی اوره (۱۰ گرم در لیتر به‌ازای هر کیلوگرم بستر کشت، بر اساس وزن تر)، سولفات منگنز (۷ میکروگرم در کیلوگرم بر اساس ماده خشک بستر کشت)، فسفات آمونیوم (۱۵ گرم در لیتر به‌ازای هر کیلوگرم بستر کشت، بر اساس وزن تر) و مکمل‌های زیستی قارچ مایکوریزا (یک میلی‌لیتر ماده تلقیح قارچ *Glomus mosseae* به‌ازای هر کیلوگرم اسپاون قارچ طلایی) و ورمی‌کمپوست (۶ درصد وزن تر بستر کشت) استفاده شد. پس از آماده‌سازی و تنظیم رطوبت بستر کشت عمل ضدعفونی با استفاده از آب جوش انجام شد. در این آزمایش برخی از صفات فیزیولوژیکی و زیست-شیمیایی و رشد رویشی و عملکرد قارچ صدفی طلایی مورد ارزیابی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که مقادیر نیتروژن قارچ‌های تولیدشده بر روی بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی‌شده با مکمل زیستی مایکوریزا، ۸/۲۱ درصد و محتوای نیتروژن قارچ‌های پرورش‌یافته بر روی بستر کشت کلش گندم غنی‌شده با فسفات آمونیوم، ۴/۵۱ درصد ثبت گردید. کامل شدن مرحله رشد رویشی میسلیم قارچ در بسترهای کشت غیرترکیبی خاک اره غنی‌شده با قارچ مایکوریزا و نیز در بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی‌شده با قارچ مایکوریزا هر دو به‌مدت ۱۴/۶۰ روز و این

\* مسئول مکاتبه: [drhorticul@uoz.ac.ir](mailto:drhorticul@uoz.ac.ir)

مرحله در بستر کشت کلش گندم غنی شده با مکمل شیمیایی سولفات منگنز ۹ روز طول کشید. بیش‌ترین (۲۰۷۹/۰۰ گرم) و کم‌ترین (۸۱۳/۲۰ گرم) عملکرد کل (وزن تر) اندام میوه‌ای به ترتیب به بستر کشت کلش گندم غنی شده با سولفات منگنز و بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی شده با مایکوریزا اختصاص داشت.

**نتیجه‌گیری:** در این پژوهش، از بین بسترهای ترکیبی و غیرترکیبی مختلف که مورد غنی‌سازی قرار گرفت، وزن و کیفیت اندام بارده بالغ قارچ‌های تولیدشده از بستر کشت کلش گندم غنی شده با مکمل شیمیایی سولفات منگنز (۷ میکروگرم در کیلوگرم بر اساس ماده خشک بستر کشت) در مقایسه با سایر تیمارها از لحاظ آماری برتر بود.

**واژه‌های کلیدی:** بستر کشت، ترکیبات آلی، قارچ‌های صدفی، مکمل‌های غذایی

### مقدمه

روی بستر کشت خاک اره، سریع‌تر از بستر ضایعات مزارع پنبه (بستر تهیه شده از بقایای گیاه پنبه) و پسماندهای صنایع کاغذ (بستر تهیه شده از کاغذهای باطله) بوده است (۳۱).

بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد که استفاده از بسترهای ترکیبی (به‌کارگیری مخلوطی از ضایعات مختلف محصولات کشاورزی) می‌تواند اثرات مناسب‌تری (مفیدتری) بر رشد و تولید قارچ‌های صدفی داشته باشد (اضافه نمودن مکمل به بستر کشت یا غنی‌سازی). در همین راستا پژوهشگران نتیجه گرفتند که مرحله رشد رویشی هیف‌های یک گونه از قارچ صدفی (جنس پلوروتوس) در روی بستر ترکیبی باگاس نیشکر و خاک اره (به نسبت برابر) در مقایسه با بسترهای غیرترکیبی افزایش می‌یابد به طوری که در این بستر ترکیبی رشد رویشی میسلیم قارچ در مدت زمان کم‌تری کامل گردید (بیش‌تر قسمت‌های بستر کشت با میسلیم قارچ پوشیده شد) (۳۵). غنی‌سازی بستر کشت با مکمل‌های آلی (استفاده از بسترهای ترکیبی، غنی‌سازی با ضایعات لیگنوسلولزی مختلف) می‌تواند بر کمیت و کیفیت قارچ‌های تولیدی اثرگذار باشد. در پژوهشی مشخص گردید که مقادیر پروتئین، خاکستر، سدیم، پتاسیم، کلسیم، منگنز و روی اندام بارده بالغ (اندام میوه‌ای) قارچ صدفی پرورش‌یافته در بستر ترکیبی باگاس نیشکر و ساقه ذرت (بستر تهیه

یکی از راه‌های استفاده از ضایعات مختلف محصولات کشاورزی (کلش گندم و ضایعات برگ نخل خرما)، بقایای صنایع چوب (خرده‌چوب) و صنعتی به‌کارگیری برای آماده‌سازی محیط کشت یا سوبسترا جهت تولید قارچ‌های خوراکی به‌ویژه قارچ‌های صدفی که از ساپروفیت‌های اولیه (قدرت تجزیه‌کنندگی بالای مواد لیگنوسلولزی) بوده و نیازی به تهیه کمپوست ندارند، می‌باشد (۳، ۴، ۲۳ و ۳۴). بنابراین تولید قارچ‌های صدفی با استفاده از ضایعات لیگنوسلولزی، یکی از مهم‌ترین فرآیندهای بازیافت بقایای کشاورزی و صنعتی می‌باشد که این امر علاوه بر تولید مواد غذایی (تولید مواد غذایی پروتئینه)، سبب جلوگیری از آلودگی محیط زیست (انباشت ضایعات مختلف محصولات کشاورزی و صنعتی) خواهد شد (۳۱).

بسترهای کشت مختلف (بسترهای غیرترکیبی) اثرات متفاوتی روی رشد رویشی (گسترش هیف‌ها) و زایشی (تشکیل اندام‌های گره‌ای و میوه‌ای) گونه‌های مختلف قارچ‌های صدفی دارند به طوری که بررسی‌های انجام شده نشان داده است که زمان کامل شدن پنجه دوانی میسلیم (اسپان ران یا رشد رویشی هیف‌ها) و برداشت محصول (اندام میوه‌ای) قارچ‌های صدفی گونه‌های اوستراتوس و ارینجی پرورش‌یافته

میوه‌ای قارچ‌های تولید شده را افزایش داده است (۱۸ و ۳۲). موارد نادری از به‌کارگیری مکمل‌های زیستی در بستر کشت قارچ‌های صدفی گزارش شده است در پژوهشی مشخص گردید که غنی‌سازی محیط کشت کلش برنج با نوعی قارچ به‌عنوان مکمل زیستی سبب تجزیه بیش‌تر لیگنین بستر کشت و نیز افزایش وزن اندام میوه‌ای قارچ فلوریدا شد (۲۲). در آزمایشی از افزایش ۲ تا ۴ برابری میانگین وزن کل اندام بارده بالغ قارچ صدفی در اثر غنی‌سازی بستر کشت با ریزجانداران EM (مکمل زیستی) نیز گزارش شده است (۳۵).

هدف اصلی این پژوهش بررسی محیط‌های کشت مختلف قارچ صدفی طلائی با توجه به استفاده مجدد از بقایای به‌ظاهر کم‌ارزش محصولات کشاورزی و صنعتی مختلف می‌باشد به‌طوری‌که در بین بقایای محصولات کشاورزی و صنعتی مختلف مورد آزمایش بستر کشت مناسب با توجه به ویژگی‌های رویشی و زایشی قارچ صدفی طلائی انتخاب گردد علاوه بر این، نقش مکمل‌های غذایی مختلف در غنی‌سازی ترکیبات آلی (بقایای محصولات کشاورزی) بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی قارچ صدفی طلائی مورد بررسی قرار گیرد تا با توجه به ارزش غذایی ضعیف بستر کشت حاصل از بقایای لیگنوسلولزی (ضایعات مختلف محصولات کشاورزی)، فرمولاسیون مناسب بستر کشت (سوبسترا) قارچ صدفی گونه طلائی جهت تولید تجاری آن مشخص گردد.

### مواد و روش‌ها

آماده‌سازی محیط کشت و سوبسترای قارچ صدفی طلائی: این پژوهش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در سالن خصوصی شهر افوس استان اصفهان در سال ۱۳۹۶ انجام شده است. در این پژوهش از محیط‌های کشت (جدول ۱)

شده از بقایای گیاه ذرت) بیش‌تر از بستر غیرترکیبی خاک اره بود (۱۷). در پژوهشی، طول دوره پرورش قارچ‌های اوستراتوس و فلوریدا در بستر ترکیبی کلش جو با سبوس برنج (بستر ترکیبی)، ۲۷ روز طول کشید (۱۹).

غنی‌سازی بستر کشت (اضافه نمودن ترکیبات مختلف به محیط کشت) می‌تواند با استفاده از ترکیبات مختلف شیمیایی (عناصر کم‌مصرف و پرمصرف) نیز انجام پذیرد. مشخص گردیده است که در بستر کشت کلش برنج غنی‌شده با ۰/۵ درصد نیتروژن، ۰/۳ درصد فسفر ( $P_2O_5$ ) و ۰/۳ درصد پتاسیم ( $K_2O$ )، کارایی زیستی (وزن تر محصول تولیدی به‌ازای وزن بستر کشت) قارچ صدفی تا ۱۵۶/۳۲ درصد افزایش یافت (۲۷).

قارچ‌های ساپروفیت اولیه (گونه‌های مختلفی از قارچ‌های صدفی) با ترشح طیف وسیعی از آنزیم‌ها از سلول‌های میسلیوم، دیواره سلولی بقایای گیاهی (کشاورزی و صنعتی) را تجزیه می‌کنند. این آنزیم‌ها در خارج از سلول پلیمرهای اطراف را به مونومرها یا مولکول‌های کوچک‌تر و قابل‌جذب تبدیل می‌کنند در واقع با هضم مواد آلی در محیط خارج سلول (با احاطه کامل بر بستر کشت)، ترکیبات موجود در ساختار لیگنوسلولزی ضایعات مختلف محصولات کشاورزی (به‌طور عمده کربن و نیتروژن) را به‌صورت محلول و قابل‌جذب توسط میسلیوم قارچ در می‌آورند (۲۵). افزایش فعالیت برخی از آنزیم‌های مترشحه از هیف‌های گونه‌های مختلفی از قارچ صدفی در اثر غنی‌سازی بستر کشت با برخی از عناصر همانند آهن، روی و منگنز گزارش شده است (۳۳) که این افزایش فعالیت به نقش این عناصر به‌عنوان کوفاکتور در ساختمان این آنزیم‌ها نسبت داده می‌شود. سایر پژوهشگران نشان داده‌اند که غنی‌سازی محیط کشت قارچ صدفی با ترکیبات غذایی مختلف، عملکرد اندام

در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است (۲). جهت تنظیم درجه اسیدیته بستر کشت به بسترهای فوق یک درصد آهک و یک درصد سنگ گچ (w/w) اضافه گردید (۳۰). پس از آماده‌سازی محیط‌های کشت و مخلوط شدن مواد متشکله بستر (به‌جز مکمل‌های غذایی)، رطوبت بستر به ۷۵-۷۰ درصد رسانده شد. پس از تخلیه رطوبت اضافه بسترهای کشت، ۵۰۰۰ گرم از مخلوط بستر کشت (بر اساس وزن تر سوبسترا)، به مدت ۵۰ دقیقه در آب جوش استریل شد. تلقیح بستر کشت به نسبت ۲ درصد با بذور<sup>۱</sup> (هیف رشد کرده روی بذور گندم) فارچ صدفی گونه طلایی پس از سرد شدن بسترها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد.

خاک اره، کلش گندم، ضایعات برگ نخل خرما، مخلوط خاک اره و کلش گندم (به نسبت برابر)، مخلوط خاک اره و ضایعات برگ نخل خرما (به نسبت برابر)، ترکیب کلش گندم و ضایعات برگ نخل خرما (به نسبت برابر) و مکمل‌های شیمیایی اوره (۱۰ گرم در لیتر به‌ازای هر کیلوگرم بستر کشت، بر اساس وزن تر)، سولفات منگنز (۷ میکروگرم در کیلوگرم بر اساس ماده خشک بستر کشت)، فسفات آمونیوم (۱۵ گرم در لیتر به‌ازای هر کیلوگرم بستر کشت، بر اساس وزن تر) و مکمل زیستی مایکوریزا (یک میلی‌لیتر ماده تلقیح *Glomus mosseae* به‌ازای هر کیلوگرم اسپاون) و ورمی‌کمپوست (۶ درصد وزن تر بستر کشت) استفاده گردید. برخی از ویژگی‌های محیط‌های کشت و مکمل ورمی‌کمپوست مورد استفاده

جدول ۱- مقادیر کربن، نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن بسترهای کشت (درصد وزن خشک).

Table 1. Carbon, nitrogen and carbon to nitrogen ratio of substrates (dry weight percentage).

کربن C (%)	نیتروژن N (%)	کربن به نیتروژن C/N	صفات Characteristics	بسترهای کشت Substrates
38.00	0.48	79.16	خاک اره Sawdust (SD)	
34.00	0.71	47.88	کلش گندم Wheat Straw (WS)	
36.11	0.41	88.07	ضایعات برگ خرما Palm Leaf Wastes (PL)	
35.51	0.55	64.56	خاک اره + کلش گندم SD + WS	
34.72	0.40	86.80	خاک اره + ضایعات برگ خرما SD + PL	
35.22	0.59	59.64	کلش گندم + ضایعات برگ نخل خرما WS + PL	

SD: خاک اره، WS: کلش گندم، PL: ضایعات برگ خرما، SD+WS: خاک اره با کلش گندم، SD+PL: خاک اره با ضایعات برگ خرما، WS+PL: کلش گندم با ضایعات برگ خرما. N: نیتروژن، C: کربن، C/N: نسبت کربن به نیتروژن.

N: Nitrogen, C: Carbon, C/N: Carbon to N ratio.  
SD: Sawdust, WS: Wheat Straw, PL: Palm Leaf Wastes, SD+WS: Sawdust with Wheat Straw, SD+ PL: Sawdust with Palm Leaf Wastes, WS+PL: Wheat Straw with Palm Leaf Wastes.

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست.

Table 2. Some physical and chemical properties of vermicompost.

هدایت الکتریکی	نیتروژن	فسفر	اکسید	کلسیم	آهن	روی	مس	ماده آلی	سرب	
(دسی‌زیمنس بر متر)	(درصد)	(درصد)	دی‌پتاسیم	(میلی‌گرم)	(میلی‌گرم)	(میلی‌گرم)	(میلی‌گرم)	(درصد)	(میلی‌گرم)	
pH	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(درصد)	بر کیلوگرم)	بر کیلوگرم)	بر کیلوگرم)	بر کیلوگرم)	OC	(بر کیلوگرم)	
EC	(%)	(%)	K <sub>2</sub> O	Ca	Fe	Zn	Cu	(%)	Pb	
(ds.m)			(%)	(%)	(Mg.kg)	(Mg.kg)	(Mg.kg)		(Mg.kg)	
7.51	3.19	2.61	2.69	0.76	5.60	11526	249.95	42.44	30.75	15.58

### صفات اندازه‌گیری شده

نیتروژن، پتاسیم و کلسیم بازیدیوکارب قارچ صدفی طلایی: نمونه‌های مربوط به هر تیمار بعد از جمع‌آوری از بستر کشت به منظور اندازه‌گیری عناصر نیتروژن، پتاسیم و کلسیم، به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و آسیاب شده و پس از تهیه خاکستر با روش هضم توسط اسید کلریدریک (به مدت پنج ساعت) عصاره آن‌ها تهیه گردید (۱۲). به منظور تعیین مقادیر نیتروژن کل از دستگاه کج‌دال دیجیتال و نیز برای اندازه‌گیری مقادیر پتاسیم از دستگاه فلیم‌فومتر (مدل Jenway، ساخت کشور انگلستان) استفاده گردید. مقادیر کلسیم توسط دستگاه جذب اتمی (مدل GBC-Avantap ساخت کشور استرالیا) اندازه‌گیری گردید (۱۲).

رطوبت، پروتئین و لوواستاتین اندام بارده بالغ قارچ صدفی طلایی: اولین برداشت اندام بارده بالغ قارچ صدفی طلایی ۲۲ روز بعد از کشت (ماه‌زنی با بذر قارچ) آغاز گردید و نمونه‌ها پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل و وزن تر و خشک آن‌ها با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. جهت خشک کردن (تعیین مقادیر رطوبت) اندام میوه‌ای برداشت شده، نمونه‌ها داخل پاکت قرار گرفته و به مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت در دمای ۷۰-۶۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفتند

رشد رویشی هیف‌ها، تشکیل اندام‌های گره‌ای و بازیدیوکارب: اسپاون قارچ صدفی گونه طلایی (هیف‌های رشد کرده روی بذور گندم) از شرکت قارچ آرین تهیه گردید. رشد رویشی میسلیموم (مرحله میسلیموم دوانی یا فاز رویشی) قارچ در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در سالن تولید قارچ (محیط به نسبت تاریک) با دی‌اکسیدکربن بالا (غلظت بیش‌تر از ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام) انجام گردید. پس از کامل شدن مرحله رشد رویشی هیف‌های قارچ و سفید شدن محیط کشت یا سوبسترا (ایجاد سفیدی ۷۰ درصد در سطح کیسه)، شرایط برای ورود به فاز زایشی و تولید سرسنجاقی‌ها یا پین‌هدها که شامل کاهش دمای محیط کشت به ۲۰ درجه سانتی‌گراد، کاهش مقادیر دی‌اکسیدکربن اتاق رشد به سطح غلظت کم‌تر از ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام و افزایش رطوبت نسبی محیط پرورش به ۹۰ درصد بود، فراهم گردید. با توجه به نیاز به نور در مرحله فاز زایشی و رشد اندام‌های گره‌ای (سرسنجاقی‌ها یا پین‌هدها) و تبدیل آن‌ها به اندام‌های بارده بالغ (میوه‌ای) از سه لامپ مهتابی با توان ۴۰ وات به فاصله ۱/۵ متر از هم و در ارتفاع ۲ متر بالاتر از سطح کیسه‌های قارچ جهت تأمین نور مورد نیاز استفاده گردید (۶ و ۲۳).

آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

### نتایج و بحث

نیترژن، پتاسیم و کلسیم اندام بارده بالغ قارچ صدفی طلایی: با توجه به داده‌های حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۳)، اثرات ساده بستر کشت و مکمل (در سطح احتمال یک درصد) و نیز اثرات متقابل بستر کشت و مکمل (در سطح احتمال ۵ درصد) بر مقادیر نیترژن، پتاسیم و کلسیم اندام بارده بالغ قارچ صدفی طلایی از لحاظ آماری معنی‌دار شد. با توجه به نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷) مقادیر نیترژن قارچ‌های تولیدشده بر روی بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی‌شده با مکمل زیستی مایکوریزا، ۸/۲۱ درصد و محتوای نیترژن قارچ‌های پرورش‌یافته بر روی بستر کشت کلش گندم غنی‌شده با فسفات آمونیوم، ۴/۵۱ درصد ثبت گردید. نتایج جدول ۷ نشان داد که محتوای پتاسیم اندام میوه‌ای قارچ‌های تولیدشده بر روی بستر کشت گندم غنی‌شده با سولفات منگنز و در بستر ضایعات برگ نخل خرما غنی‌شده با میکوریزا به ترتیب ۳۴۸/۸۰ و ۸۹۷/۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک بود. داده‌های مربوط به مقادیر کلسیم اندام بارده بالغ قارچ صدفی طلایی (جدول ۷) نشان داد که در بسترهای کلش گندم غنی‌شده با سولفات منگنز و ضایعات برگ نخل خرما غنی‌شده با قارچ میکوریزا به ترتیب ۴/۱۹ و ۲/۱۷ درصد بود.

(۱۶ و ۲۴). برای تعیین میزان پروتئین از ضریب تبدیل ۴/۳۸ (تبدیل نیترژن بازیدیوکارب به پروتئین کل) استفاده شد (۵ و ۲۸). به‌منظور اندازه‌گیری مقادیر لوواستاتین، ۳۰۰۰ میلی‌گرم از پودر اندام بارده بالغ (نمونه خشک) با ۳۰ میلی‌لیتر استونیتریل در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در ۲۰ گرم سانتریفیوژ شد. محلول تصفیه شده به دستگاه HPLC (ساخت شرکت آمریکائی ویتروز) تزریق گردید و مقادیر لوواستاتین بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک قارچ گزارش گردید (۷ و ۳۷).

رشد رویشی هیف قارچ، شکل‌گیری سرسنجاقی‌ها و ایجاد بازیدیوکارب: رشد هیف‌های قارچ در محیط کشت بر اساس روز محاسبه گردید. بعد از کامل شدن مرحله رشد میسلیم در سوبسترا، زمان تشکیل سرسنجاقی‌ها و ایجاد بازیدیوکارب قارچ (پیش‌رسی) بر اساس روز محاسبه شد (مدت زمان از زمان تلقیح محاسبه گردید) (۲۵). عملکرد (وزن تر بر حسب گرم به‌ازای هر کیسه ۵ کیلوگرمی بستر کشت) اندام بارده بالغ با استفاده از ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. کارایی زیستی بر حسب وزن تر اندام میوه‌ای به‌ازای وزن بستر کشت (وزن تر کیسه، ۵ کیلوگرم) محاسبه گردید (۲۳).

تجزیه آماری: آزمایش حاضر به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید و داده‌های حاصل از این پژوهش توسط نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. جهت مقایسه میانگین‌های موجود بین تیمارها از

جدول ۳- تجزیه واریانس اثرات بستر کشت و مکمل غذایی بر محتوای نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، خاکستر، پروتئین و لوواستاتین اندام باردهی قارچ صدفی طلایی.

**Table 3. Analysis of variance effects of substrate and nutritional supplement on content of nitrogen, potassium, calcium, ash, protein and lovastatin of fruit body golden oyster mushroom.**

میانگین مربعات Mean squares						درجه آزادی DF	منابع تغییرات Sources of variation
Lovastatin لوواستاتین	Protein پروتئین	Ash خاکستر	Ca کلسیم	K پتاسیم	N نیتروژن		
78580.45**	322.34**	6.816**	2.68**	208030.9**	16.82**	5	بستر کشت Substrate
12855.16**	27.77**	1.844**	0.415**	23343.7**	1.44**	4	مکمل Supplement
1613.84*	3.406*	0.536*	0.086*	2124.8*	0.177*	20	بستر × مکمل Substrate×Supplement
913.044	1.916	0.301	0.049	1214.7	0.1	60	خطای آزمایش Experimental error
5.62	5.07	4.86	6.35	5.21	5.08		ضریب تغییرات CV (%)

\* در هر ستون، میانگین‌های که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.

\* Means in each column followed by the same letter (s) are not significantly different at 5% probability level.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثرات بستر کشت و مکمل غذایی بر مقادیر رطوبت، زمان پنجه‌دوانی، شروع تشکیل اندام گره‌ای و برداشت اندام باردهی قارچ صدفی طلایی.

**Table 4. Analysis of variance effects of substrate and nutritional supplement on content of moisture, spawn run, pinhead formation golden oyster mushroom.**

میانگین مربعات Mean squares						درجه آزادی DF	منابع تغییرات Sources of variation
تشکیل اندام بارده میوه‌ای Fruit body formation	تشکیل پین‌هدها Pinhead formation	اسپان ران Spawn run	رطوبت Moisture				
			برداشت سوم Third-flush	برداشت دوم Second-flush	برداشت اول First-flush		
24.704**	27.59**	28.94**	15.184**	8.382*	12.84**	5	بستر کشت Substrate
9.35**	11.81**	5.53**	32.073**	14.408**	15.757**	4	مکمل Supplement
2.27*	0.89*	0.67*	7.646*	0.794ns	1.984ns	20	بستر × مکمل Substrate×Supplement
1.25	0.5	0.36	4.34	3.218	3.6	60	خطای آزمایش Experimental error
4.63	3.97	4.78	2.38	1.95	2.0		ضریب تغییرات CV (%)

\* در هر ستون، میانگین‌های که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.

\* Means in each column followed by the same letter (s) are not significantly different at 5% probability level.

جدول ۵- تجزیه واریانس اثرات بستر کشت و مکمل غذایی بر عملکرد و کارایی بیولوژیکی اندام باردهی قارچ صدفی طلایی.

**Table 5. Analysis of variance effects of substrate and nutritional supplement on yield and biological efficiency of fruit body golden oyster mushroom.**

میانگین مربعات Mean squares		عملکرد Yield			درجه آزادی DF	منابع تغییرات Sources of variation
کارایی زیستی Biological efficiency	عملکرد کل Total yield	برداشت سوم Third-flush	برداشت دوم Second-flush	برداشت اول First-flush		
831.187**	2077968.49**	7860.75**	57374.44**	1265617.68**	5	بستر کشت Substrate
76.042**	190104.27**	1297.38**	6868.92**	103379.77**	4	مکمل Supplement
1.77*	4425.32*	263.305*	725.79*	3067.46*	20	بستر × مکمل Substrate×Supplement
0.973	2433.17	149.32	410.303	1745.48	60	خطای آزمایش Experimental error
3.68	3.68	5.23	4.81	6.09		ضریب تغییرات CV (%)

\* در هر ستون، میانگین‌های که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.

\* Means in each column followed by the same letter (s) are not significantly different at 5% probability level.

غذائی (عناصر معدنی) بیش‌تری را از محیط کشت به اندام بارده انتقال دهند. با عنایت به (جدول ۱) درصد نیتروژن پایین سایر بسترهای کشت به‌ویژه خاک اره سبب می‌گردد تا تجزیه‌پذیری آن در مقایسه با سایر بسترها دشوارتر باشد. بنابراین هیف قارچ توانایی استفاده بهینه و انتقال بیش‌تر مواد غذایی از محیط کشت به اندام بارده را به مانند بستر کلش گندم ندارد. بقایای لیگنوسلولزی با نیتروژن زیاد سرعت تجزیه بیش‌تری در مقایسه با بقایای گیاهی با نیتروژن کم دارند (۲۵). به‌نظر می‌رسد که اضافه کردن مکمل‌های غذائی به بسترهای ترکیبی و غیرترکیبی، هموسی شدن مواد آلی را تا حدودی افزایش می‌دهد که این فرآیند سرعت تجزیه و آزادشدن مواد غذائی موجود در بقایای لیگنوسلولزی را افزایش می‌دهد (۲۵). بالا بودن مقادیر نیتروژن محیط کشت (جدول ۱) سبب می‌شود که سرعت رشد رویشی میسلیم قارچ افزایش یابد و هیف‌های موجود سطح بیش‌تری از بستر کشت

در این آزمایش محتوای نیتروژن قارچ‌های تولیدشده بر روی بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی‌شده با قارچ میکوریزا در مقایسه با سایر تیمارها بیش‌تر بود. مقادیر متفاوتی از نیتروژن اندام بارده بالغ (بازیدیوکارپ) گونه‌های مختلف جنس پلوروتوس تحت شرایط محیط‌های کشت مختلف (بسترهای متفاوت) گزارش شده است. در پژوهشی مشخص گردید که نیتروژن قارچ‌های پرورش‌یافته بر روی بستر حاصل از ضایعات کلش گیاه ذرت بیش‌تر از نیتروژن قارچ‌های تولیدشده بر روی محیط کشت حاصل از بقایای گیاه کدو تنبل بود (۱). مقادیر عناصر پتاسیم و کلسیم قارچ‌های پرورش‌یافته بر روی بستر کشت کلش گندم غنی‌شده با ترکیب شیمیایی سولفات منگنز بیش‌تر از سایر تیمارها بود. با توجه به (جدول ۱)، به‌نظر می‌رسد که بالا بودن مقادیر نیتروژن کلش گندم و تجزیه‌پذیری بهتر آن در مقایسه با سایر بسترها (۴) سبب می‌گردد تا هیف‌های قارچ مواد



سولفات منگنز و نیز در بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی شده با قارچ میکوریزا به ترتیب برابر با ۶۹۴/۹۰ و ۳۱۸/۰۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک قارچ ثبت گردید. با توجه به نتایج به دست آمده از جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) مقادیر رطوبت قارچ‌های تولیدشده (برداشت اول) از بستر ترکیبی خاک اره با کلش گندم، ۹۵/۵۲ درصد و نیز رطوبت قارچ‌های تولید شده (برداشت دوم) از بستر ترکیبی کلش گندم با ضایعات برگ نخل خرما، ۹۳/۱۳ درصد بود (جدول ۶). با توجه به نوع مکمل مورد استفاده در غنی‌سازی بستر کشت، مقادیر رطوبت قارچ‌های چین اول حاصل از بسترهای غنی شده با مکمل سولفات منگنز، ۹۵/۸۶ درصد ثبت گردید و نیز مقادیر رطوبت قارچ‌های چین دوم حاصل از بسترهای غنی شده با مکمل شیمیایی اوره، ۹۲/۸۴ درصد بود (جدول ۶). مقادیر رطوبت قارچ‌های (برداشت سوم) پرورش یافته از بستر کشت کلش گندم غنی شده با سولفات منگنز و نیز از بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی شده با قارچ میکوریزا به ترتیب ۹۰/۱۹ و ۷۸/۴۰ درصد بود (جدول ۷). عزیزی (۴) نشان داد که اندام‌های بارده بالغ پرورش یافته بر روی محیط کشت باگاس نیشکر، پروتئین بیشتری در مقایسه با قارچ‌های پرورش یافته بر روی بستر کشت کلش گندم دارد. یافته‌های این پژوهش با نتایج حاصل از آزمایش‌های عزیزی (۴)، در مورد مقادیر پروتئین همخوانی ندارد. در آزمایش حاضر مقادیر ترکیب دارویی لوواستاتین قارچ‌های پرورش یافته در روی بستر کشت کلش گندم غنی شده با سولفات منگنز و بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی شده با قارچ میکوریزا به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بود. در پژوهشی مشخص شد که غنی‌سازی بستر کلش برنج با نیتروژن (اوره)، ارزش تغذیه‌ای، دارویی (بتاگلوکان) و نیز تولید اندام میوه‌ای در قارچ صدفی را افزایش

را در بر گیرند و احاطه بیشتری به بستر کشت پیدا کنند. بنابراین با رشد رویشی بیش‌تر میسلیم قارچ، جذب و انتقال عناصر معدنی از بستر کشت به اندام باردهی قارچ افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که افزایش دمای بستر کشت (اندازه‌گیری دمای بستر در حین رشد رویشی میسلیم) در اثر وجود مقادیر بالای نیتروژن (جدول ۱)، فعالیت میکروبی محیط کشت قارچ صدفی را افزایش داده که به دنبال آن تجزیه مواد لیگنوسلولزی با سرعت بیش‌تری انجام شده است. بنابراین با تجزیه بیش‌تر بستر کشت، راندمان جذب و انتقال عناصر از محیط کشت به اندام بارده بالغ قارچ افزایش یافته است.

**خاکستر، پروتئین، لوواستاتین و رطوبت اندام بارده بالغ قارچ صدفی طلایی:** همان‌طوری که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد بستر کشت و مکمل (اثرات ساده) اثرات معنی‌داری از لحاظ آماری بر مقادیر خاکستر، پروتئین، لوواستاتین و رطوبت اندام بارده بالغ قارچ صدفی طلایی داشت. اثرات متقابل بستر کشت و مکمل از لحاظ آماری به جز رطوبت اندام بارده بالغ در برداشت‌های اول و دوم در بقیه صفات ذکر شده در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. داده‌های مربوط به جدول ۷ نشان داده است که مقادیر خاکستر قارچ‌های پرورش یافته بر روی بستر ضایعات برگ نخل خرما غنی شده با قارچ میکوریزا و بستر کلش گندم غنی شده با سولفات منگنز به ترتیب ۱۳/۰۶ و ۸/۹۳ درصد بود مقادیر پروتئین قارچ‌های تولیدشده بر روی بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی شده با مکمل زیستی میکوریزا، ۳۵/۹۷ درصد و محتوای پروتئین قارچ‌های پرورش یافته بر روی بستر کشت کلش گندم غنی شده با فسفات آمونیوم، ۱۹/۷۷ درصد ثبت گردید. با توجه به جدول ۷، مقادیر ترکیب دارویی لوواستاتین اندام بارده بالغ قارچ صدفی طلایی تولیدشده بر روی بستر کشت کلش گندم غنی شده با

رشد رویشی میسلیم، زمان تشکیل اندام‌های سرسنجاقی و نیز مدت زمان تشکیل بازیدیوکارب قارچ صدفی طلائی در سطح احتمال یک درصد داشت اثرات متقابل بستر کشت و مکمل از لحاظ آماری تأثیر معنی‌داری بر صفات ذکرشده در سطح احتمال ۵ درصد داشت.

نتایج حاصل از جدول ۸ نشان می‌دهد که کامل شدن مرحله رشد رویشی میسلیم قارچ صدفی طلائی در بسترهای کشت غیرترکیبی خاک اره غنی‌شده با قارچ میکوریزا و نیز در بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی‌شده با قارچ میکوریزا هر دو به مدت ۱۴/۶۰ روز طول کشید این مرحله (فاز رویشی) در بستر کشت کلش گندم غنی‌شده با مکمل شیمیایی سولفات منگنز ۹ روز طول کشید. شروع تشکیل اندام‌های گره‌ای (ته‌سنجاقی‌ها، پین‌هدها و یا پریمورداها) در بستر کشت ضایعات برگ خرما غنی‌شده با قارچ میکوریزا، ۲۲ روز طول کشید و اندام‌های گره‌ای در بستر کشت کلش گندم غنی‌شده با مکمل شیمیایی سولفات منگنز در مدت زمان ۱۵ روزه (مدت زمان از ابتدای بذرزنی محاسبه شده است) تشکیل گردید. اولین برداشت (پیش‌رسی) به تیمار کلش گندم غنی‌شده با مکمل شیمیایی سولفات منگنز اختصاص داشت که ۲۲ روز طول کشید. اولین اندام میوه‌ای (برداشت محصول در چین اول) در بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی‌شده با میکوریزا، ۲۸ روز طول کشید (شکل‌های ۱ و ۴).

با توجه به نسبت بالای کربن به نیتروژن (جدول ۱) بستر کشت خاک اره و ضایعات برگ خرما، زمان طولانی‌تری جهت احاطه کامل این بسترها توسط هیف‌های قارچ لازم بود به طوری که بیش‌ترین زمان جهت کامل شدن مرحله رشد رویشی به این دو بستر کشت که با قارچ میکوریزا غنی‌شده بود، اختصاص داشت. از طرفی با توجه به ساختار فیزیکی و شیمیایی

داد (۱۰). مشخص شده است که غنی‌سازی محیط کشت و انتخاب بستر مناسب قارچ خوراکی- دارویی هریسیوم به‌طور گسترده‌ای عملکرد (وزن بازیدیوکارب) و ارزش دارویی آن را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۳۹).

با رشد میسلیم و تشکیل اندام‌های زایشی و برداشت اندام‌های بارده بالغ از مقادیر رطوبت بستر کشت کاسته می‌شود. بنابراین توانائی نگهداری مقادیر بیش‌تری از آب در بستر کشت سبب افزایش درصد رطوبت قارچ‌های تولیدی در چین‌های پایانی خواهد شد. در آزمایش حاضر قارچ‌های پرورش‌یافته (برداشت سوم) در روی بستر کشت کلش گندم رطوبت بیش‌تری در مقایسه با سایر بسترها داشتند. به‌نظر می‌رسد که با کاهش مقادیر رطوبت موجود در محیط کشت و ضعیف شدن میسلیم در انتهای دوره برداشت (کاهش مواد غذایی بستر کشت در چین سوم)، از درصد رطوبت اندام‌های میوه‌ای تولیدی در برداشت سوم کاسته شده است. کلش گندم در مقایسه با خاک اره توانائی بیش‌تری در جذب و نگهداری آب از خود نشان می‌دهد بنابراین تأمین رطوبت هیف قارچ در این نوع از محیط‌های کشت به نسبت راحت‌تر می‌باشد (۲۵). از طرفی به‌نظر می‌رسد که با توجه به نقش عنصر منگنز در فعال‌سازی آنزیم‌های تجزیه‌کننده (ترشح شده از میسلیم قارچ) بستر کشت و ویژگی تجزیه‌پذیری آسان‌تر کلش گندم در مقایسه با خاک اره و ضایعات برگ نخل خرما، ظرفیت نگهداری رطوبت نیز در این نوع محیط کشت بیش‌تر می‌باشد و بنابراین هیف‌های قارچ آب بیش‌تری را به بخش زایشی قارچ منتقل می‌کنند.

رشد رویشی هیف، تشکیل اندام‌های سرسنجاقی و بازیدیوکارب قارچ صدفی طلائی: با توجه به داده‌های جدول ۴، بستر کشت و مکمل (اثرات ساده) از لحاظ آماری اثرات معنی‌داری بر زمان کامل شدن

قارچ سبب تسریع در ورود به مرحله زایشی شده و بنابراین اندام باردگی سریع‌تر تشکیل می‌گردد. با توجه به تسریع در زمان کامل شدن مرحله رشد رویشی در بستر کشت ترکیبی کلش گندم با سولفات منگنز بنابراین اندام گره‌ای قارچ صدفی نیز در کم‌ترین زمان در این تیمار ظاهر گردید. از سویی با توجه به سرعت رشد رویشی کم‌تر (زمان بیش‌تری برای سفید شدن بستر کشت لازم بود) میسلیم قارچ در بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما، بنابراین ورود به مرحله زایشی در این تیمار به زمان بیش‌تری نیاز داشت. در آزمایشی مشخص گردیده است که کم‌ترین فاصله زمانی (۳/۱۷ روز) بین شروع تشکیل پین‌هدها تا برداشت اندام بارده بالغ قارچ صدفی به بستر کشت کلش برنج غنی‌شده با ۰/۴ درصد نیتروژن، ۰/۳ درصد فسفر و پتاسیم اختصاص داشت (۲۷).

#### عملکرد و کارایی زیستی بازیدیوکارب قارچ

**صدفی طلایی:** با توجه به داده‌های حاصل از جدول ۵، بستر کشت و مکمل اثرات معنی‌داری از لحاظ آماری بر عملکرد اندام میوه‌ای قارچ در برداشت‌های اول، دوم و سوم و عملکرد کل و کارایی زیستی قارچ صدفی طلایی داشت. اثرات متقابل بستر کشت و مکمل بر عملکرد (هر سه چین)، عملکرد کل و کارایی زیستی قارچ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. همان‌طوری‌که جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داده است (جدول ۸) وزن تر (برداشت اول) اندام میوه‌ای تولید شده در بستر کشت کلش گندم غنی‌شده با سولفات منگنز و وزن تر اندام میوه‌ای تولید شده در بستر کشت خاک اره غنی‌شده با میکوریزا به‌ترتیب برابر با ۱۲۴۰/۰۰ و ۳۴۸/۳۰ گرم ثبت گردید. قارچ‌های برداشت دوم حاصل از بستر کشت کلش گندم غنی‌شده با سولفات منگنز و بستر

کلش گندم میسلیم‌های قارچ در زمان کم‌تری بر آن چیره شدند. نتایج این پژوهش با آزمایشی که نشان دادند که با افزایش نسبت کربن به نیتروژن بستر کشت، مدت زمان اسپان ران افزایش می‌یابد (۹) مطابقت دارد. نتایج پژوهشی نشان داد که گسترش هیف‌های قارچ صدفی در محیط‌های کشت کلش گندم و کلش برنج در مقایسه با محیط کشت حاصل از ضایعات پوست دانه پنبه، بیش‌تر است (۳۸). در این پژوهش ترکیب سولفات منگنز و کلش گندم سبب تسریع در زمان سفید شدن بستر کشت شد (مدت زمان اسپان ران، ۹ روز). سرعت رشد میسلیم قارچ (مرحله اسپان ران) با فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده سلولز، لیگنین، نشاسته و پروتئین در ارتباط است. تجزیه دیواره سلولی مواد گیاهی (بستر کشت) توسط آنزیم‌های موجود در ساپروفیت‌های اولیه سبب می‌گردد که ساختار لیگنوسلولزی مواد آلی تجزیه شده و مواد غذایی موجود در آنها به‌صورت محلول و قابل جذب توسط هیف قارچ در بیابند (۲۵ و ۲۶). بنابراین انتخاب محیط کشت مناسب (غنی‌سازی با عناصر کم‌مصرف همانند منگنز) جهت رشد میسلیم سبب می‌شود که سرعت تجزیه بستر افزایش یافته و میسلیم سریع‌تر بر محیط کشت قالب گردد و زمان کامل شدن رشد رویشی (مرحله اسپان ران) کوتاه‌تر گردد (۴ و ۳۸).

کامل شدن مرحله رشد رویشی در تیمارهای مختلف، به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محیط کشت (اجزای تشکیل‌دهنده بستر کشت)، مکمل غذایی افزوده شده، توانایی میسلیم قارچ (گونه‌های مختلف جنس پلوروتوس) در استفاده از ترکیبات شیمیایی و نحوه آزادسازی مواد غذایی مرتبط است (۲۱ و ۲۹).

رشد اولیه میسلیم، پایه و اساس تشکیل اندام‌های باردگی قارچ است (۲۵). تسریع در رشد رویشی

کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی‌شده با مایکوریزا به‌ترتیب  $538/40$  و  $268/50$  گرم ثبت شد. با توجه به نتایج حاصل جدول، وزن تر قارچ‌های چین سوم تولیدشده از بستر کشت کلش گندم غنی‌شده با فسفات آمونیوم و بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی‌شده با مایکوریزا به‌ترتیب  $305/60$  و  $192/80$  گرم بود. همان‌طوری‌که شکل ۲ نشان می‌دهد بیش‌ترین ( $2079/00$ ) و کم‌ترین ( $813/20$ ) عملکرد کل (وزن تر) اندام میوه‌ای به‌ترتیب به بستر کشت کلش گندم غنی‌شده با سولفات منگنز و بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی‌شده با مایکوریزا مربوط بود بنابراین بیش‌ترین ( $41/57$  درصد) و کم‌ترین ( $16/26$  درصد) کارایی زیستی قارچ‌های تولیدی به بستر کشت کلش گندم غنی‌شده با سولفات منگنز و بستر کشت ضایعات برگ نخل خرما غنی‌شده با مایکوریزا مربوط بود (شکل ۳).

غنی‌سازی محیط کشت همراه با مکمل‌های غذایی نقش عمده‌ای در تأمین رشد میسلیم و تولید اندام‌های بارده بالغ قارچ و افزایش راندمان بیولوژیکی قارچ دارد بنابراین مقادیر عملکرد قارچ در بسترهای غنی‌شده در مقایسه با محیط‌های کشت غنی‌نشده بیش‌تر است. از طرفی غنی‌بودن بستر کشت سبب افزایش جذب مواد غذایی و انتقال آن به اندام بارده قارچ شده است. بنابراین قارچ‌های تولیدی بر روی این بسترها و مکمل‌های غذایی، سنگین‌تر از سایر تیمارها می‌باشند. با توجه به بررسی برخی از صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ذکرشده، افزایش وزن تر اندام بارده بالغ تولیدی بر روی بستر کلش گندم غنی‌شده با سولفات منگنز را می‌توان به ساختار فیزیکی و شیمیایی بستر کشت و نقش مکمل در فعال‌سازی برخی از آنزیم‌های مهم در شکستن ساختار لیگنوسلولزی بستر کشت نسبت داد به‌طوری‌که تا بستر کشت مورد تجزیه هیف قارچ قرار نگیرد جذب و

انتقال مواد غذایی از محیط کشت به اندام میوه‌ای به‌راحتی صورت نمی‌گیرد. بنابراین غنی‌سازی بستر کشت (اضافه نمودن ترکیبات شیمیایی مختلف)، شرایط محیطی مناسبی (رطوبت، نیتروژن بستر کشت) جهت فعالیت برخی از آنزیم‌های مترشحه از هیف‌ها، آماده می‌کند به‌طوری‌که مواد لیگنوسلولزی محیط کشت قارچ با سرعت بیش‌تری تجزیه گردیده و مواد غذایی بیش‌تری در دسترس هیف‌های قارچ قرار می‌گیرد. با توجه به نقش عناصر کم‌مصرف به‌عنوان کوفاکتور آنزیم‌های تجزیه‌کننده در ساپروفیت‌های اولیه (۹ و ۳۶)، به‌نظر می‌رسد که به‌کارگیری (اضافه کردن به محیط کشت قارچ) برخی از عناصر کم‌مصرف (۳۳) سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های موجود در قارچ‌های ساپروفیت می‌گردد. بنابراین عملکرد قارچ را افزایش می‌دهند. منگنز پراکسیدازها گروهی از آنزیم‌های برون‌سلولی تجزیه‌کننده لیگنین می‌باشند که با استفاده از آب اکسیژنه کاتیون منگنز ( $Mn^{+2}$ ) را اکسید می‌کند و کاتیون اکسیدشده ( $Mn^{+3}$ ) برای اکسید نمودن گروهی از ترکیبات آلی از جمله ترکیبات موجود در لیگنین استفاده می‌شود (۱۴). کاتیون منگنز  $Mn^{+3}$  ایجاد شده، بسیار فعال است و با کلات کردن اسیدهای آلی مانند اکسالات یا مالات که به‌وسیله قارچ‌ها تولید می‌شوند، کمپلکس تشکیل می‌دهد (۲۰) با کمک این کلات‌ها، یون‌های  $Mn^{+3}$  پایدار شده و می‌توانند به درون موادی مانند چوب نفوذ کنند (ترکیبات لیگنوسلولزی) (۱۵). بنابراین به‌نظر می‌رسد که ایجاد شرایط محیطی مناسب و بستر کشت غنی‌شده با ترکیبات شیمیایی که حاوی عناصر کم‌مصرف و پرمصرف همانند منگنز باشند سبب می‌گردد که فعالیت این آنزیم‌ها افزایش یابد و بقایای گیاهی (مواد لیگنوسلولزی) که به‌عنوان بستر کشت قارچ صدفی استفاده شده است با سرعت بیش‌تری تجزیه گردیده و مواد غذایی آن در دسترس میسلیم

پژوهشگران (۱۳ و ۳۲) که بیان نمودند غنی‌سازی بستر کشت قارچ صدفی با مکمل‌های غذایی به‌طور گسترده‌ای تولید قارچ را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد، هم‌خوانی دارد.

قرار گیرد (۶ و ۸). بررسی‌های انجام‌شده توسط سایر پژوهشگران نشان می‌دهد که غنی‌سازی بستر کشت قارچ صدفی فلوریدا با مکمل‌های شیمیایی نیتروژن و منگنز اثرات معنی‌داری بر وزن اندام بارده بالغ قارچ دارد (۱۱). نتایج آزمایش حاضر با یافته‌های سایر

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های اثرات بستر کشت و مکمل غذایی بر مقادیر رطوبت برداشت اول و دوم اندام باردهی قارچ صدفی طلایی.

**Table 6. Comparison of means of effects of substrate and nutritional supplement on content of moisture first and second flush of fruit body golden oyster mushroom.**

رطوبت (درصد) Moisture (%)		صفات Characteristics	تیمارها Treatments
برداشت دوم Second-flush	برداشت اول First-flush		
91.61 <sup>b</sup>	94.36 <sup>ab</sup>	خاک اره Sawdust (SD)	بسترها Substrates
93.07 <sup>a</sup>	95.39 <sup>a</sup>	کلش گندم Wheat Straw (WS)	
91.56 <sup>b</sup>	93.11 <sup>b</sup>	ضایعات برگ خرما Palm Leaf Wastes (PL)	
91.67 <sup>b</sup>	95.52 <sup>a</sup>	خاک اره + کلش گندم SD + WS	
91.82 <sup>ab</sup>	95.16 <sup>a</sup>	خاک اره + برگ خرما SD + PL	
93.13 <sup>a</sup>	95.28 <sup>a</sup>	کلش گندم + برگ خرما WS+PL	
92.84 <sup>a</sup>	94.93 <sup>ab</sup>	اوره Urea	مکمل‌ها Supplements
92.67 <sup>a</sup>	95.86 <sup>a</sup>	سولفات منگنز Manganese Sulphate	
91.94 <sup>a</sup>	95.47 <sup>ab</sup>	فسفات آمونیوم Ammonium Phosphate	
90.67 <sup>b</sup>	93.54 <sup>c</sup>	میکوریزا Mycorrhiza	
92.61 <sup>a</sup>	94.23 <sup>bc</sup>	ورمی کمپوست Vermicompost	

\* در هر ستون، میانگین‌های که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.

\* Means in each column followed by the same letter (s) are not significantly different at 5% probability level.

SD: خاک اره، WS: کلش گندم، PL: ضایعات برگ خرما، SD + WS: خاک اره با کلش گندم، SD + PL: خاک اره با ضایعات برگ خرما، WS+PL: کلش گندم با ضایعات برگ خرما.

SD: Sawdust, WS: Wheat Straw, PL: Palm Leaf Wastes, SD + WS: Sawdust with Wheat Straw, SD + PL: Sawdust with Palm Leaf Wastes, WS + PL: Wheat Straw with Palm Leaf Wastes.

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل بستر کشت و مکمل غذایی بر مقادیر نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، خاکستر، پروتئین، لوواستاتین و رطوبت (برداشت سوم) قارچ صدفی طلایی.

**Table 7. Comparison of means of interaction effects of substrate and nutritional supplement on nitrogen, potassium, calcium, ash, protein, lovastatin and moisture (third-flush) of golden oyster mushroom.**

رطوبت در برداشت سوم (درصد)	لوواستاتین (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)	پروتئین (درصد)	خاکستر (درصد)	کلسیم (درصد ماده خشک)	پتاسیم (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)	نیتروژن (درصد ماده خشک)	صفات Characteristics	تیمارها Treatments
Moisture (%)	Lovastatin (mg.100g D.M)	Protein (%)	Ash (%)	Ca (% D.M)	K (mg.100g D.M)	N (% D.M)		
Third-flush								
86.49 <sup>ab</sup>	494.9 <sup>i-l</sup>	33.07 <sup>bc</sup>	11.55 <sup>cd</sup>	3.34 <sup>d-h</sup>	599.3 <sup>lmn</sup>	7.55 <sup>bc</sup>	خاک اره Sawdust (SD)	
88.28 <sup>ab</sup>	628.7 <sup>bc</sup>	21.83 <sup>qrs</sup>	10.81 <sup>d</sup>	3.87 <sup>abc</sup>	811.2 <sup>bc</sup>	4.98 <sup>qrs</sup>	کلش گندم Wheat Straw (WS)	
87.61 <sup>ab</sup>	460.2 <sup>lm</sup>	35.47 <sup>ab</sup>	12.11 <sup>bc</sup>	2.73 <sup>ij</sup>	519.2 <sup>op</sup>	8.09 <sup>ab</sup>	ضایعات برگ خرما Palm Leaf Wastes (PL)	اوره Urea
88.2 <sup>ab</sup>	567.4 <sup>d-g</sup>	26.53 <sup>h-m</sup>	11.29 <sup>cd</sup>	3.56 <sup>c-g</sup>	677 <sup>h-k</sup>	6.05 <sup>h-m</sup>	خاک اره + کلش گندم SD + WS	
87.89 <sup>ab</sup>	526.8 <sup>f-k</sup>	28.57 <sup>d-i</sup>	11.31 <sup>cd</sup>	3.59 <sup>c-f</sup>	675.9 <sup>h-k</sup>	6.52 <sup>d-i</sup>	خاک اره + برگ خرما SD + PL	
87.64 <sup>ab</sup>	567.8 <sup>d-g</sup>	24.77 <sup>l-p</sup>	11.06 <sup>cd</sup>	3.7 <sup>cd</sup>	754.1 <sup>c-g</sup>	5.65 <sup>l-p</sup>	کلش گندم + برگ خرما WS + PL	
86.18 <sup>ab</sup>	508.2 <sup>h-l</sup>	30.13 <sup>de</sup>	11.47 <sup>cd</sup>	3.46 <sup>c-g</sup>	623.1 <sup>klm</sup>	6.88 <sup>de</sup>	خاک اره Sawdust (SD)	
90.19 <sup>a</sup>	694.9 <sup>a</sup>	19.9 <sup>rs</sup>	8.93 <sup>e</sup>	4.19 <sup>a</sup>	897.2 <sup>a</sup>	4.54 <sup>rs</sup>	کلش گندم Wheat Straw (WS)	
89.55 <sup>ab</sup>	473.7 <sup>klm</sup>	29.27 <sup>d-g</sup>	11.71 <sup>cd</sup>	3.21 <sup>fgh</sup>	546.2 <sup>nop</sup>	6.68 <sup>d-g</sup>	ضایعات برگ خرما Palm Leaf Wastes (PL)	سولفات منگنز Manganese Sulphate
88.61 <sup>ab</sup>	582.1 <sup>c-f</sup>	25.37 <sup>k-o</sup>	11.22 <sup>cd</sup>	3.61 <sup>c-f</sup>	708.5 <sup>f-j</sup>	5.79 <sup>k-o</sup>	خاک اره + کلش گندم SD + WS	
88.59 <sup>ab</sup>	542.7 <sup>e-i</sup>	27.07 <sup>f-l</sup>	11.24 <sup>cd</sup>	3.69 <sup>cd</sup>	705.9 <sup>f-j</sup>	6.18 <sup>f-l</sup>	خاک اره + برگ خرما SD + PL	
88.73 <sup>ab</sup>	582.4 <sup>c-f</sup>	23.23 <sup>opq</sup>	10.98 <sup>d</sup>	3.73 <sup>cd</sup>	768.6 <sup>c-f</sup>	5.3 <sup>opq</sup>	کلش گندم + برگ خرما WS + PL	
86.5 <sup>ab</sup>	504.8 <sup>h-l</sup>	30.97 <sup>cd</sup>	11.5 <sup>cd</sup>	3.4 <sup>d-h</sup>	617.1 <sup>klm</sup>	7.07 <sup>cd</sup>	خاک اره Sawdust (SD)	
88.94 <sup>ab</sup>	676.2 <sup>ab</sup>	19.77 <sup>s</sup>	9.27 <sup>e</sup>	4.16 <sup>ab</sup>	860.7 <sup>ab</sup>	4.51 <sup>s</sup>	کلش گندم Wheat Straw (WS)	
87.6 <sup>ab</sup>	470 <sup>klm</sup>	29.57 <sup>def</sup>	11.73 <sup>cd</sup>	3.15 <sup>gh</sup>	535.6 <sup>op</sup>	6.75 <sup>def</sup>	ضایعات برگ خرما Palm Leaf Wastes (PL)	فسفات آمونیوم Ammonium Phosphate
88.56 <sup>ab</sup>	577.1 <sup>c-g</sup>	25.87 <sup>i-n</sup>	11.24 <sup>cd</sup>	3.59 <sup>c-f</sup>	694.2 <sup>g-j</sup>	5.9 <sup>j-n</sup>	خاک اره + کلش گندم SD + WS	
87.89 <sup>ab</sup>	537.5 <sup>e-j</sup>	27.57 <sup>e-k</sup>	11.25 <sup>cd</sup>	3.64 <sup>c-f</sup>	692.7 <sup>g-j</sup>	6.29 <sup>e-k</sup>	خاک اره + برگ خرما SD + PL	
88.89 <sup>ab</sup>	579.1 <sup>c-f</sup>	23.73 <sup>n-q</sup>	11.01 <sup>cd</sup>	3.68 <sup>cd</sup>	764.8 <sup>c-f</sup>	5.41 <sup>n-q</sup>	کلش گندم + برگ خرما WS + PL	

## ادامه جدول ۷-

Continue Table 7.

رطوبت در برداشت سوم (درصد) Moisture (%) Third-flush	لوواستاتین (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) Lovastatin (mg.100g D.M)	پروتئین (درصد) Protein (%)	خاکستر (درصد) Ash (%)	کلسیم (درصد ماده خشک) Ca (% D.M)	پتاسیم (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) K (mg.100g D.M)	نیتروژن (درصد ماده خشک) N (% D.M)	صفات Characteristics	تیمارها Treatments
85.38 <sup>b</sup>	474.2 <sup>klm</sup>	33.03 <sup>bc</sup>	11.66 <sup>cd</sup>	3.26 <sup>e-h</sup>	561.4 <sup>m-p</sup>	7.54 <sup>bc</sup>	خاک اره Sawdust (SD)	میکوریزا Mycorrhiza
87.58 <sup>ab</sup>	586.7 <sup>cde</sup>	22.3 <sup>pqr</sup>	11.17 <sup>cd</sup>	3.78 <sup>bcd</sup>	780.2 <sup>cde</sup>	5.09 <sup>pqr</sup>	کلش گندم Wheat Straw (WS)	
78.4 <sup>c</sup>	318 <sup>n</sup>	35.97 <sup>a</sup>	13.06 <sup>a</sup>	2.17 <sup>k</sup>	348.8 <sup>q</sup>	8.21 <sup>a</sup>	ضایعات برگ خرما Palm Leaf Wastes (PL)	
86.61 <sup>ab</sup>	547 <sup>e-i</sup>	26.77 <sup>g-m</sup>	11.4 <sup>cd</sup>	3.45 <sup>c-g</sup>	643.1 <sup>ijkl</sup>	6.11 <sup>g-m</sup>	خاک اره + کلش گندم SD + WS	
86.3 <sup>ab</sup>	508.8 <sup>h-l</sup>	28.73 <sup>d-h</sup>	11.41 <sup>cd</sup>	3.51 <sup>c-g</sup>	641.6 <sup>ijkl</sup>	6.56 <sup>d-h</sup>	خاک اره + برگ خرما SD + PL	
86.64 <sup>ab</sup>	547.4 <sup>e-i</sup>	24.8 <sup>l-p</sup>	11.17 <sup>cd</sup>	3.64 <sup>e-f</sup>	719.9 <sup>e-i</sup>	5.66 <sup>l-p</sup>	کلش گندم + برگ خرما WS + PL	
85.79 <sup>b</sup>	484.1 <sup>ijkl</sup>	33.2 <sup>bc</sup>	11.61 <sup>cd</sup>	3 <sup>hi</sup>	577.8 <sup>mno</sup>	7.58 <sup>bc</sup>	خاک اره Sawdust (SD)	ورمی‌کمپوست Vermicompost
87.34 <sup>ab</sup>	621 <sup>cd</sup>	20 <sup>rs</sup>	10.94 <sup>d</sup>	3.86 <sup>abc</sup>	797 <sup>cd</sup>	4.56 <sup>rs</sup>	کلش گندم Wheat Straw (WS)	
87.56 <sup>ab</sup>	426.3 <sup>m</sup>	33.63 <sup>ab</sup>	12.87 <sup>ab</sup>	2.43 <sup>jk</sup>	503.4 <sup>p</sup>	7.68 <sup>ab</sup>	ضایعات برگ خرما Palm Leaf Wastes (PL)	
88.02 <sup>ab</sup>	556.9 <sup>e-h</sup>	26.03 <sup>l-n</sup>	11.36 <sup>cd</sup>	3.55 <sup>c-g</sup>	659.9 <sup>i-l</sup>	5.94 <sup>i-n</sup>	خاک اره + کلش گندم SD + WS	
87.86 <sup>ab</sup>	518.5 <sup>g-k</sup>	28.07 <sup>e-j</sup>	11.36 <sup>cd</sup>	3.58 <sup>e-f</sup>	659.6 <sup>i-l</sup>	6.41 <sup>e-j</sup>	خاک اره + برگ خرما SD + PL	
86.91 <sup>ab</sup>	557.2 <sup>e-h</sup>	24.23 <sup>m-q</sup>	11.11 <sup>cd</sup>	3.7 <sup>cd</sup>	737.3 <sup>d-h</sup>	5.53 <sup>m-q</sup>	کلش گندم + برگ خرما WS + PL	

\* در هر ستون، میانگین‌های که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.

\* Means in each column followed by the same letter (s) are not significantly different at 5% probability level.

SD: خاک اره، WS: کلش گندم، PL: ضایعات برگ خرما، SD + WS: خاک اره با کلش گندم، SD + PL: خاک اره با ضایعات برگ خرما، WS+PL: کلش گندم با ضایعات برگ خرما.

SD: Sawdust, WS: Wheat Straw, PL: Palm Leaf Wastes, SD + WS: Sawdust with Wheat Straw, SD + PL: Sawdust with Palm Leaf Wastes, WS + PL: Wheat Straw with Palm Leaf Wastes.

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل بستر کشت و مکمل غذایی بر اسپان ران (رشد رویشی میسلیم)، تشکیل اندام گره‌ای، میوه‌ای و عملکرد قارچ صدفی طلائی.

**Table 8. Comparison of means of interaction effects of substrate and nutritional supplement on spawn run (mycelium vegetative growth), pinhead formation, fruit body formation and of golden oyster mushroom.**

عملکرد (گرم) Yield (g)			تشکیل اندام گره‌ای (روز) Pinhead formation (days)	اسپان ران (روز) Spawn run (days)	صفات Characteristics	تیمارها Treatments
برداشت سوم Third-flush	برداشت دوم Second-flush	برداشت اول First-flush				
393.6 <sup>m</sup>	370.6 <sup>h</sup>	213.8 <sup>figh</sup>	19.3 <sup>bc</sup>	14.3 <sup>ab</sup>	خاک اره Sawdust (SD)	
1143 <sup>b</sup>	475.9 <sup>bcd</sup>	257.1 <sup>b</sup>	16.3 <sup>ghi</sup>	11.3 <sup>gh</sup>	کلش گندم Wheat Straw (WS)	
379.1 <sup>m</sup>	344.6 <sup>h</sup>	213.7 <sup>figh</sup>	19 <sup>bcd</sup>	14 <sup>abc</sup>	ضایعات برگ خرما Palm Leaf Wastes (PL)	اوره Urea
641 <sup>h</sup>	421.8 <sup>fg</sup>	228.5 <sup>c-g</sup>	17.3 <sup>c-h</sup>	12.3 <sup>d-g</sup>	خاک اره + کلش گندم SD + WS	
656.7 <sup>gh</sup>	421.5 <sup>fg</sup>	228.3 <sup>c-g</sup>	17.6 <sup>d-g</sup>	12.6 <sup>def</sup>	خاک اره + برگ خرما SD + PL	
907.7 <sup>d</sup>	460.5 <sup>b-c</sup>	241.8 <sup>b-c</sup>	16.6 <sup>fi</sup>	11.6 <sup>fgh</sup>	کلش گندم + برگ خرما WS + PL	
522 <sup>jk</sup>	407.5 <sup>g</sup>	219 <sup>efg</sup>	17 <sup>e-i</sup>	13.3 <sup>bcd</sup>	خاک اره Sawdust (SD)	
1240 <sup>a</sup>	538.4 <sup>a</sup>	299.8 <sup>a</sup>	15 <sup>j</sup>	9 <sup>i</sup>	کلش گندم Wheat Straw (WS)	
474.2 <sup>kl</sup>	368.3 <sup>h</sup>	218.7 <sup>efg</sup>	19 <sup>bcd</sup>	14 <sup>abc</sup>	ضایعات برگ خرما Palm Leaf Wastes (PL)	سولفات منگنز Manganese Sulphate
757.5 <sup>ef</sup>	451.2 <sup>def</sup>	233.6 <sup>c-f</sup>	17 <sup>e-i</sup>	12 <sup>e-h</sup>	خاک اره + کلش گندم SD + WS	
723.2 <sup>efg</sup>	443.6 <sup>d-g</sup>	233.6 <sup>c-f</sup>	17.3 <sup>c-h</sup>	12.3 <sup>d-g</sup>	خاک اره + برگ خرما SD + PL	
1020 <sup>c</sup>	490.4 <sup>bc</sup>	247.1 <sup>bcd</sup>	16 <sup>hij</sup>	11 <sup>h</sup>	کلش گندم + برگ خرما WS + PL	
4271 <sup>m</sup>	370.3 <sup>h</sup>	218.5 <sup>efg</sup>	18.3 <sup>cde</sup>	14.3 <sup>ab</sup>	خاک اره Sawdust (SD)	
1234 <sup>a</sup>	531.8 <sup>a</sup>	305.6 <sup>a</sup>	15.6 <sup>ij</sup>	9.3 <sup>i</sup>	کلش گندم Wheat Straw (WS)	
378.8 <sup>m</sup>	355 <sup>h</sup>	218.5 <sup>efg</sup>	19 <sup>bcd</sup>	14 <sup>abc</sup>	ضایعات برگ خرما Palm Leaf Wastes (PL)	فسفات آمونیوم Ammonium Phosphate
657 <sup>gh</sup>	432 <sup>efg</sup>	233.2 <sup>c-f</sup>	17.3 <sup>c-h</sup>	12.3 <sup>d-g</sup>	خاک اره + کلش گندم SD + WS	
689.5 <sup>fgh</sup>	431.7 <sup>efg</sup>	233.2 <sup>c-f</sup>	17.3 <sup>c-h</sup>	12.3 <sup>d-g</sup>	خاک اره + برگ خرما SD + PL	
924.6 <sup>d</sup>	460.7 <sup>b-c</sup>	247 <sup>bcd</sup>	16.3 <sup>ghi</sup>	11.3 <sup>gh</sup>	کلش گندم + برگ خرما WS + PL	



## ادامه جدول ۸-

Continue Table 8.

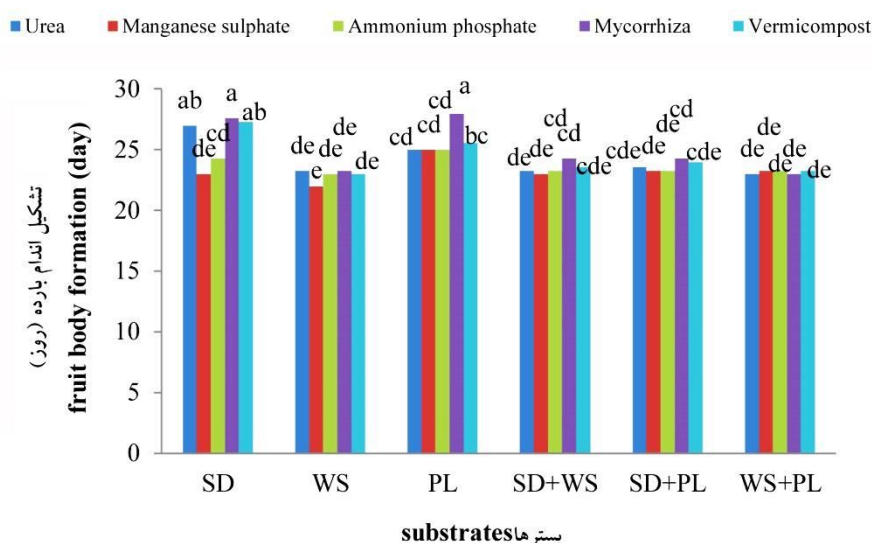
عملکرد (گرم) Yield (g)			تشکیل اندام گره‌ای (روز) Pinhead formation (days)	اسپان ران (روز) Spawn run (days)	صفات Characteristics	تیمارها Treatments
برداشت سوم Third-flush	برداشت دوم Second-flush	برداشت اول First-flush				
348.3 <sup>m</sup>	369.7 <sup>h</sup>	208.5 <sup>gh</sup>	21 <sup>a</sup>	14.6 <sup>a</sup>	خاک اره Sawdust (SD)	میکوریزا Mycorrhiza
1023 <sup>c</sup>	491.4 <sup>b</sup>	251.8 <sup>bc</sup>	17.3 <sup>eh</sup>	12 <sup>eh</sup>	کلش گندم Wheat Straw (WS)	
351.9 <sup>m</sup>	268.5 <sup>j</sup>	192.8 <sup>h</sup>	22 <sup>a</sup>	14.6 <sup>a</sup>	ضایعات برگ خرما Palm Leaf Wastes (PL)	
524 <sup>jk</sup>	410.2 <sup>g</sup>	223.6 <sup>d-g</sup>	18.3 <sup>cde</sup>	13.3 <sup>bcd</sup>	خاک اره + کلش گندم SD + WS	
494.9 <sup>kl</sup>	409.8 <sup>g</sup>	223.3 <sup>d-g</sup>	18.3 <sup>cde</sup>	13.3 <sup>bcd</sup>	خاک اره + برگ خرما SD + PL	
773.6 <sup>e</sup>	452.9 <sup>c-f</sup>	236.8 <sup>b-f</sup>	17 <sup>e-i</sup>	12 <sup>eh</sup>	کلش گندم + برگ خرما WS + PL	
380.3 <sup>m</sup>	370.2 <sup>h</sup>	213.7 <sup>fgh</sup>	19.3 <sup>bc</sup>	14.3 <sup>ab</sup>	خاک اره Sawdust (SD)	ورمی کمپوست Vermicompost
1074 <sup>c</sup>	475.5 <sup>bcd</sup>	256.9 <sup>b</sup>	16.6 <sup>fi</sup>	11.6 <sup>fgh</sup>	کلش گندم Wheat Straw (WS)	
378.8 <sup>m</sup>	304.9 <sup>i</sup>	213.6 <sup>fgh</sup>	19.6 <sup>b</sup>	14 <sup>abc</sup>	ضایعات برگ خرما Palm Leaf Wastes (PL)	
624.5 <sup>hi</sup>	420.3 <sup>fg</sup>	228.3 <sup>c-g</sup>	18.3 <sup>cde</sup>	13 <sup>cde</sup>	خاک اره + کلش گندم SD + WS	
560.2 <sup>ij</sup>	420.2 <sup>fg</sup>	228.3 <sup>c-g</sup>	18 <sup>c-f</sup>	13 <sup>cde</sup>	خاک اره + برگ خرما SD + PL	
890.8 <sup>d</sup>	460.2 <sup>b-c</sup>	241.8 <sup>b-c</sup>	17 <sup>e-i</sup>	12 <sup>eh</sup>	کلش گندم + برگ خرما WS + PL	

\* در هر ستون، میانگین‌های که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.

\* Means in each column followed by the same letter (s) are not significantly different at 5% probability level.

SD: خاک اره، WS: کلش گندم، PL: ضایعات برگ خرما، SD + WS: خاک اره با کلش گندم، SD + PL: خاک اره با ضایعات برگ خرما، WS+PL: کلش گندم با ضایعات برگ خرما.

SD: Sawdust, WS: Wheat Straw, PL: Palm Leaf Wastes, SD + WS: Sawdust with Wheat Straw, SD + PL: Sawdust with Palm Leaf Wastes, WS + PL: Wheat Straw with Palm Leaf Wastes.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل بستر کشت و مکمل غذایی بر تشکیل اندام باردهی (روز) قارچ صدفی طلائی.

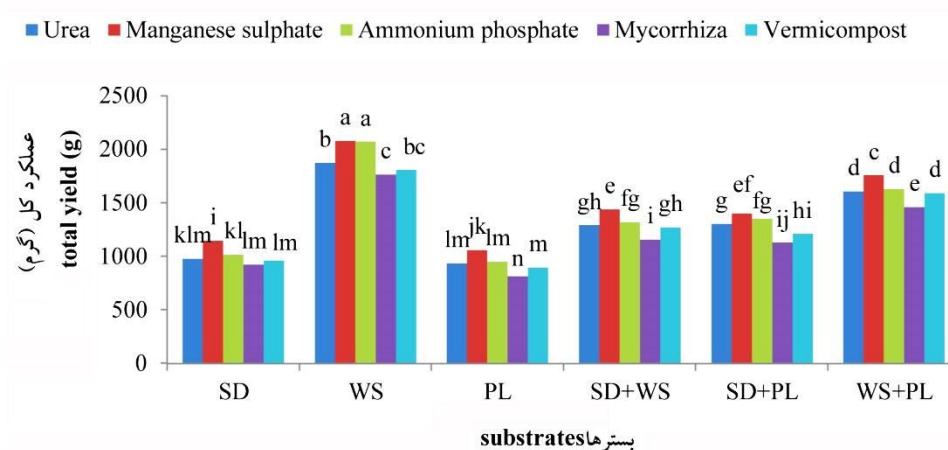
Fig. 1. Mean comparison of interaction effect of substrate and nutritional supplement on fruit body formation (days) of golden oyster mushroom.

SD: خاک اره، WS: کلش گندم، PL: ضایعات برگ خرما، SD + WS: خاک اره با کلش گندم، SD + PL: خاک اره با ضایعات برگ خرما، WS + PL: کلش گندم با ضایعات برگ خرما.

SD: Sawdust, WS: Wheat Straw, PL: Palm Leaf Wastes, SD + WS: Sawdust with Wheat Straw, SD + PL: Sawdust with Palm Leaf Wastes, WS + PL: Wheat Straw with Palm Leaf Wastes.

\* در هر ستون، میانگین‌های که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.

\* Means in each column followed by the same letter (s) are not significantly different at 5% probability level.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل بستر کشت و مکمل غذایی بر عملکرد کل اندام باردهی قارچ صدفی طلائی.

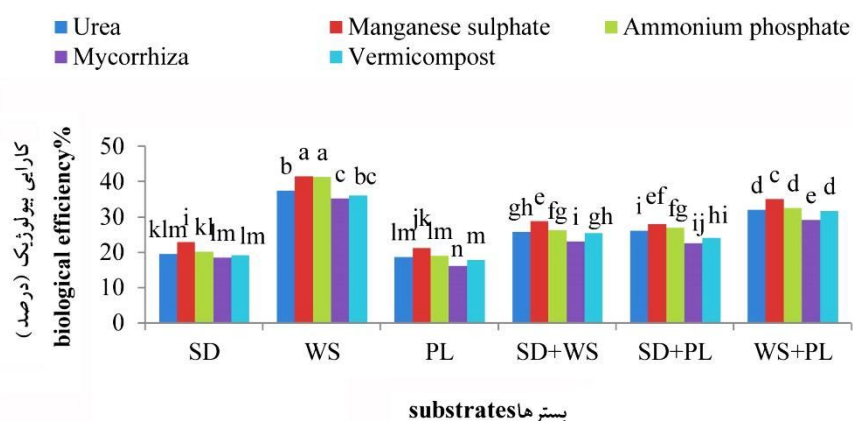
Fig. 2. Mean comparison of interaction effect of substrate and nutritional supplement on total yield of fruit body golden oyster mushroom.

SD: خاک اره، WS: کلش گندم، PL: ضایعات برگ خرما، SD + WS: خاک اره با کلش گندم، SD + PL: خاک اره با ضایعات برگ خرما، WS + PL: کلش گندم با ضایعات برگ خرما.

SD: Sawdust, WS: Wheat Straw, PL: Palm Leaf Wastes, SD + WS: Sawdust with Wheat Straw, SD + PL: Sawdust with Palm Leaf Wastes, WS + PL: Wheat Straw with Palm Leaf Wastes.

\* در هر ستون، میانگین‌های که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.

\* Means in each column followed by the same letter (s) are not significantly different at 5% probability level.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل بستر کشت و مکمل غذایی بر کارایی بیولوژیکی قارچ صدفی طلائی.

Fig. 3. Mean comparison of interaction effect of substrate and nutritional supplement on biological efficiency of golden oyster mushroom.

SD: خاک اره، WS: کلش گندم، PL: ضایعات برگ خرما، SD + WS: خاک اره با کلش گندم، SD + PL: خاک اره با ضایعات برگ خرما، WS + PL: کلش گندم با ضایعات برگ خرما.

SD: Sawdust, WS: Wheat Straw, PL: Palm Leaf Wastes, SD + WS: Sawdust with Wheat Straw, SD + PL: Sawdust with Palm Leaf Wastes, WS + PL: Wheat Straw with Palm Leaf Wastes.

\* در هر ستون، میانگین‌های که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.

\* Means in each column followed by the same letter (s) are not significantly different at 5% probability level.



شکل ۴- مراحل تشکیل اندام بالغ قارچ صدفی طلائی.

Fig. 4. Formation stages of adult organ of golden oyster mushroom.

جبران‌کننده کمبود ناشی از مواد غذایی موجود در این بسترها باشد. در این پژوهش، از بین بسترهای ترکیبی و غیرترکیبی مختلف که مورد غنی‌سازی قرار گرفت وزن و کیفیت اندام بارده بالغ قارچ‌های تولیدشده از بستر کشت کلش گندم غنی‌شده با مکمل شیمیایی سولفات منگنز (۷ میکروگرم در کیلوگرم بر اساس ماده خشک بستر کشت) در مقایسه با سایر تیمارها از لحاظ آماری برتر بود.

### نتیجه‌گیری کلی

آزمایش انجام‌شده نشان داد که اضافه کردن مکمل‌های غذایی مختلف به بقایای به نسبت ارزان قیمت مواد لیگنوسلولزی مختلف که حاصل ضایعات محصولات مختلف کشاورزی و صنعتی می‌باشند و ارزش غذایی نسبتاً پایینی دارند سبب می‌شود تا عملکرد و ارزش غذایی و دارویی قارچ صدفی طلائی تولید شده در این بسترها را تحت‌تأثیر قرار بدهد و

## منابع

1. Ancona-Mendez, L., Sandoval-Castro, C.A., Casso, R.B. and Capetillo Leal, C.A. 2005. Effect of substrate and harvest on the amino acid profile of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). J. Food Com. Anal. 18: 447-450.
2. AOAC. 1990. Association of Official Analytical Communities. Official Method of Analysis. 18<sup>th</sup> ed, Washington DC: USA.
3. Asef, M.A. 2016. Iranian Medicinal Fungi. Iranology Publication. 160p.
4. Azizi, U. 1997. Utilization of Agricultural wastes for Production of Oyster Mushroom and Livestock Feed. Agricultural Education Publishing. Karaj. 48p. (In Persian)
5. Bonatti, M., Karnopp, P., Soares, H.M. and Furlan, S.A. 2004. Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. J. Food. Chem. 88: 425-428.
6. Chang, S.T. and Miles, P.G. 2004. Mushrooms Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. 477p.
7. Chen, S.Y., Ho, K.J., Hsieh, Y.J., Wang, L.T. and Mau, J.L. 2012. Contents of lovastatin, g-aminobutyric acid and ergothioneine in mushroom fruiting bodies and mycelia. LWT-Food Sci. Technol. 47: 274-278.
8. Cunha-Zied, D. and Pardo-Giménez, A. 2017. Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications. 592p.
9. Curvetto, N.R., Figlas, D., Devalis, R. and Delmastro, S. 2002. Growth and productivity of different *Pleurotus ostreatus* strains on sunflower seed hulls supplemented with N-NH<sup>4+</sup> and/or Mn. Bioresour. Technol. 84: 171-176.
10. Dias-Nunes, M., Rodrigues da-Luz, J.M., Albino-Paes, S., Oliveira-Ribeiro, J.J., de Cássia Soares da Silva, M. and Megumi-Kasuya, M.C. 2012. Nitrogen supplementation on the productivity and the chemical composition of oyster mushroom. JFR. 1: 2. 113-119.
11. Elhami, B., Alemzadeh-Ansari, N. and Sedighie-Dehcordie, F. 2008. Effect of Substrate Type, Different Levels of Nitrogen and Manganese on Growth and Development of Oyster Mushroom (*Pleurotus florida*). Dyn. Biochem. Process Biotech. Mol. Biol. 2: 1. 34-37.
12. Emami, A. 1996. Plant decomposition methods. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Soil and Water Research Institute. (In Persian)
13. Girmay, Z., Gorems, W., Birhanu, G. and Zewdie, S. 2016. Growth and yield performance of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Fr.) Kumm (oyster mushroom) on different substrates. AMB Express. 6: 1. 87.
14. Gold, M.H., Wariishi, H. and Valli, K. 1989. Extracellular peroxidases involved in lignin degradation by the white-rot basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. In: J.R. Whitaker and P.E. Sonnet (eds) 10-Biocatalysis in Agricultural Biotechnology, Vol. ACS Symp. Ser. No. 389, The American Chemical Society, Washington, DC. Pp: 128-140.
15. Hatakka, A. 2001. Biodegradation of lignin. Wiley- VCH, Germany.
16. Hejazi, A., Shahrudi, M. and Ardforush, M. 2007. Index method of plant analiyes (7<sup>th</sup> ed.). (pp. 197-234.) (In Persian)
17. Hoa, H., Wang, C.L. and Wang, C.H. 2015. The effects of different substrates on the growth, yield and nutritional composition of two oystermushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*). Mycobiol. 43: 4. 423-434.
18. Jafarpour, M., Poursaeid, N., Jalali Zand, A., Golparvar, A.R. and Behdad, M. 2009. Effect of some of the wastes of agricultural conversion industries and food supplements on some of the specifications of the edible mushroom (*Pleurotus florida*). J. Res. Agric. Sci. 4: 2. 188-203.
19. Jafarpour, M. and Eghbalsaeed, S. 2012. High protein complementation with high fiber substrates for oyster mushroom cultures. AJB. 11: 14. 3284-3289.
20. Makela, M., Galkin, S., Hatakka, A. and Lundell, T. 2002. Production of organic acids and oxalate decarboxylase in lignin-degrading white rot fungi. Enzyme Microb Technol. 30: 542-549.

21. Mandeel, Q., Al-Laith, A. and Mohamed, S.A. 2005. Cultivation of oyster mushrooms (*Pleurotus spp.*) on various lignocellulosic wastes. World J. Microbiol. Biotechnol. 21: 601-607.
22. Mapanao, K.M., Abella, E.A., Aquino, D.L. and Kalaw Sofronio, P. 2016. Use of effective microorganisms on enhancing the mycelial growth of *Pleurotus florida* on unsterilized rice straw J. Biol. Eng. Res. Rev. 3: 1. 30-36.
23. Mohammadi Goltapeh, A. and Pourjam, A. 1994. Principles of Edible Mushroom Cultivation. Tarbiat Modares University Press. Tehran. 556p. (In Persian)
24. Mostofi, Y. and Najafi, F. 2005. Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture (Translation). Tehran University Press. 85p. (In Persian)
25. Mottaghi, H. 2006. Oyster Mushroom and other Edible Mushroom, Technology and Producing. Andisheh Farda Publications. 328p. (In Persian)
26. Quds-Valid, A. 2010. Planting and Cultivating Edible and Medicinal Fungi (Jun-Cao technology). Iranian Agricultural Science Publishing. 217p.
27. Rahman, M.H., Ahmed, K.U., Roy, T.S., Mandal, M.S.H. and Alam, M.R. 2013. Effect of chemical fertilizer supplements with rice straw on the growth and yield of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). IJAT. 9: 2. 47-51.
28. Ralph, H. and Kurzman, J.r. 1997. Nutrition from mushrooms, understanding and reconciling available data. Mycosci. 38: 247-253.
29. Richard, T. 2002. The science and engineering of composting. <http://www.cfe.cornell>.
30. Royse, D.J. 1996. Specialty mushrooms. Progress in new crops. In: Proceedings of the Third National Symposium; Indianapolis, Indiana, USA. Alexandria: ASHS Press.
31. Salman-Naeem, M., Asif Ali, M., Sajid, A., Sardar, H., Liaqat, R. and Shafiq, M. 2014. Growth and yield performance of oyster mushroom on different substrates. Mycopath. 12: 1. 9-15.
32. Shashirekha, M.N., Rajarathnam, S. and Bano, Z. 2005. Effects of supplementing rice straw growth substrate with cotton seeds on the analytical characteristics of the mushroom, *Pleurotus florida* (Block and Tsao). J. Food Chem. 92: 255-259.
33. Stajic, M., Persky, L., Hadar, Y., Friesem, D., Duletić-Laušević, S., Wasser, P. and Nevo, E. 2006. Effect of copper and manganese ions on activities of laccase and peroxidases in three *Pleurotus* species grown on agricultural wastes. Appl Biochem Biotechnol. 128: 87-96.
34. Tajeddin, B. 1994. The effect of enrichment substrate of *Pleurotus sajor-kaju* and determination of quantitative and qualitative properties. Master's Degree in Food Industries, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University. Tehran. 107p. (In Persian)
35. Vetayasupom, S. 2004. Effective microorganisms for enhancing *pleurotus ostreatus* (Fr.) Kummer production. J. Biol. Sci. 4: 6. 706-710.
36. Weil, D.A., Beelman, R.B. and Beyer, D.M. 2006. Manganese and other micronutrient additions to improve yield of *Agaricus bisporus*. Bioresour. Technol. 97: 1012-1017.
37. Yang, J.H., Tseng, Y.H., Chang, H.L., Lee, Y.L. and Mau, J.L. 2004. Storage stability of monascus adlay. Food Chem. 90: 303-309.
38. Yang, W., Guo, F. and Wan, Z. 2013. Yield and size of oyster mushroom grown on rice/wheat straw basal substrate supplemented with cotton seed hull. Saudi J. Biol. Sci. 20: 333-338.
39. Zheng, J.G., Chen, J.C., Yang, J., Zheng, K.B., Ye, X.F. and Huang, Q.L. 2002. Studies on growing edible fungi on improved straw from a dual use rice cultivar. Agr. Sci. China. 1: 8. 871-877.

