

بررسی اثرات بستر کاشت و مکمل‌های غذایی بر برخی از صفات رویشی و زایشی قارچ صدفی سالمون (*Pleurotus djamor*)

عباسعلی کیماسی^۱، داریوش رمضان^{۲*}، مهدی آران^۲، رضا باقری^۳ و عباس نصیری دهسرخ^۴
۱، ۲، ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و مربی، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۴. دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱/۱۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۳)

چکیده

در این پژوهش از بسترهای کشت خاکاره، کلش گندم، ضایعات برگ خرما، ترکیب خاکاره با کلش گندم (به نسبت مساوی)، ترکیب خاکاره با ضایعات برگ خرما (به نسبت مساوی)، ترکیب کلش گندم با ضایعات برگ خرما (به نسبت مساوی) و همچنین مکمل‌های شیمیایی اوره (۱۰ گرم در لیتر به‌ازای هر کیلوگرم بستر کشت، بر اساس وزن تر)، سولفات منگنز (۷ میکروگرم در کیلوگرم براساس ماده خشک بستر کشت)، فسفات آمونیوم (۱۵ گرم در لیتر به‌ازای هر کیلوگرم بستر کشت، براساس وزن تر) و مکمل‌های زیستی مایکوریزا (یک میلی‌لیتر ماده تلقیح قارچ *Glomus mosseae* به‌ازای هر کیلوگرم اسپاون قارچ سالمون) و ورمی کمپوست (۶ درصد وزن تر بستر کشت) به‌صورت فاکتوریل (دو فاکتور بستر کشت و مکمل) بر پایه طرح پایه کاملاً تصادفی، با سه تکرار استفاده گردید. نتایج نشان داد که بیشترین میزان نیتروژن اندام بارده بالغ قارچ، به بستر کشت ضایعات برگ خرما اختصاص داشت. همچنین مقادیر لوواستاتین اندام بارده بالغ قارچ در بستر کلش گندم غنی‌شده با سولفات منگنز و بستر ضایعات برگ خرما غنی‌شده با قارچ مایکوریزا به‌ترتیب ۶۰۰ و ۲۱۹/۲۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک قارچ بود. نتایج نشان داد که ماده خشک قارچ‌های چین سوم حاصل از ۶ بسترکشت غیر ترکیبی و ترکیبی در مقایسه با قارچ‌های چین اول و دوم بیشتر بود. همچنین بیشترین (۱۲/۲۰ روز) و کمترین (۷/۸۰ روز) زمان برای کامل‌شدن رشد رویشی میسلیم به‌ترتیب به بسترهای کشت غیر ترکیبی ضایعات برگ خرما و کلش گندم اختصاص داشت. نتایج مربوط به عملکرد کل اندام میوه‌ای نشان داد که بیشترین (۱۴۹۹ گرم) و کمترین (۹۰۴/۸۰ گرم) وزن اندام میوه‌ای به‌ترتیب به بستر کشت کلش گندم و بستر کشت ضایعات برگ خرما اختصاص داشت. همچنین بیشترین (۱۳۱۲ گرم) وزن تر اندام بالغ میوه‌ای (عملکرد) به مکمل شیمیایی سولفات منگنز اختصاص داشت و نیز تفاوت معنی‌داری بین این مکمل با سه مکمل غذایی دیگر از نظر عملکرد در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت؛ بنابراین ترکیب کلش گندم و سولفات منگنز بستر کشت مناسبی جهت تولید قارچ صدفی سالمون توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اسپان ران، ضایعات کشاورزی، سوبسترا، غنی‌سازی، میسلیم.

Investigating the effects of substrate and nutritional supplements on some vegetative and reproductive characteristics of salmon oyster mushroom (*Pleurotus djamor*)

Abbasali Kimasi¹, Dariush Ramezan^{2*}, Mehdi Aran², Reza Bagheri³ and Abbas Nasiri Dehsorkhi⁴
1, 2, 3. M. Sc. Student, Assistant Professor and Instructor, Department of Horticulture and Landscape, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
4. Ph. D. Candidate, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
(Received: Apr. 3, 2018 - Accepted: Jun. 24, 2018)

ABSTRACT

In this research, substrates consisting of sawdust, wheat straw, date palm leaf wastes, the combination of sawdust with wheat straw (in equal ratio), the combination of sawdust with date palm leaf wastes (in equal ratio), the combination of wheat straw with date palm leaf wastes (in equal ratio) as well as chemical supplements of urea (10g in liter per kg of substrate based on fresh weight of substrate), manganese sulfate (7μg.kg based on dry matter substrate), ammonium phosphate (15g in liter per kilogram of substrate, based on fresh weight of substrate) and bio additive supplements of mycorrhiza (one milliliter of *Glomus mosseae* inoculum per kg of salmon oyster mushroom spawn) and vermicompost (6% fresh weight of substrate) in the form of factorial experiment (two factors of substrate and supplement) based on a completely randomized design with three replications were used. The results showed that highest nitrogen content of adult fruit body was allocated to date palm leaf wastes substrate. Also, the amount of lovastatin in adult fruit body was in substrate wheat straw enriched with manganese sulfate and substrate date palm leaf wastes enriched with mycorrhizal was recorded 600 and 219.22 mg.100g dry weights, respectively. Also, the results showed that the dry matter of oyster mushroom from third-flush in six substrates (combined and non-combined) was higher than the first and second-flush oyster mushroom. The highest (12.20 days) and the lowest (7.80 days) time to complete the vegetative growth of mycelium were allocated to non-combined substrates of date palm leaf wastes and wheat straw, respectively. The results of total yield showed that the highest (1499.00g) and lowest (904.88g) fruit body weight were allocated to wheat straw substrate and date palm leaf wastes substrate, respectively. Also, the highest (1312.00g) fresh weight of the adult fruit body (yield) is devoted to supplementation of manganese sulfate, and there was also a significant difference between this supplement with three other nutritional supplements in terms of yield at probability level of 5%. Therefore, the combination of wheat straw and manganese sulfate as a suitable substrate for the production of salmon oyster mushroom is recommended.

Keywords: Agricultural wates, enrichment, mycelium, spawn running, substrate.

* Corresponding author E-mail: dar2653@gmail.com

مقدمه

فعالیت‌های تولیدی زراعی، باغبانی و جنگلداری منجر به تولید و انباشت حجم بزرگی از مواد زاید می‌شود. ضایعات اجباری و بقایای به ظاهر کم‌ارزش کشاورزی (کلش گندم، ضایعات برگ خرما و ...) و ضایعات صنایع چوب (خاکاره و ...) در اکثر نقاط ایران به‌وفور تولید می‌گردد و کشاورزان برای رهایی از مشکلات انباشت بقایای کشاورزی، هر ساله هزاران تن مواد زاید را سوزانده و یا دور می‌ریزند که عدم استفاده مناسب و به‌موقع از این منابع عظیم، منجر به از بین رفتن آنها شده و آلودگی محیط زیست را به‌همراه دارد (Azizi, 1997). یکی از راهکارهای مهم برای استفاده بهینه از پسماندهای کشاورزی، استفاده از ظرفیت بیولوژیکی موجود در قارچ‌های صدفی می‌باشد، به‌طوری‌که با توجه به وجود آنزیم‌های تجزیه‌کننده ترکیبات پیچیده لیگنوسلولوزی، می‌توان از ضایعات اجباری، بستری (محیط کشت) برای تولید قارچ استفاده کرد (Azizi, 1997; Rezaian & Pourian Far, 2018). علاوه بر این، در حال حاضر، یکی از مهمترین مشکلات اساسی در تولید قارچ‌های خوراکی-دارویی در کشور، عدم بومی‌سازی دانش فنی پرورش با استفاده از فرمولاسیون‌های بومی و با صرفه اقتصادی برای تهیه بستر کشت می‌باشد. توانایی تولید و تبدیل مواد بستری به محصول در قارچ‌های خوراکی به محیط کشت میسلیم قارچ بستگی دارد (Asef, 2016)؛ بنابراین از مهمترین مراحل بومی‌سازی تولید قارچ‌های صدفی، توجه به ترکیب مناسب بستر کشت مصنوعی (غنی‌سازی محیط کشت) و نحوه فرآوری آن می‌باشد (Rezaian & Pourian Far, 2018) که نقش عمده ای در موفقیت تولید اندام باردهی بالغ (اندام میوه‌ای، بازیدیوکارب) خواهد داشت (Royse et al., 1991; Smith et al., 2002).

نتایج بررسی پژوهشگران نشان داد که زمان کامل‌شدن رشد رویشی میسلیم (اسپان ران) و برداشت محصول قارچ‌های ارینجی و اوستراتوس پرورش‌یافته روی بستر کشت خاکاره، سریع‌تر از بستر کشت ضایعات ساقه پنبه و پسماندهای صنایع کاغذ بود (Salman-Naem et al., 2014). بررسی‌های

مختلف نشان داده است که ترکیب خاکاره با سیوس غلات، محیط کشت مناسبی برای پرورش قارچ هریسیوم (خوراکی-دارویی) می‌باشد (Royse, 1996; Stamets, 2000; Zheng et al., 2002; Wang, 2002; Oei, 2003). نتایج آزمایشی نشان داد که ترکیب خاکاره و ساقه‌های گیاه ناپیر^۱ (به نسبت ۷۰ به ۳۰ درصد وزنی) محیط کشت مناسبی برای رشد رویشی قارچ اورریکولاریا پلی‌تریکا (دارویی) می‌باشد، به‌طوری‌که رشد رویشی میسلیم در مدت زمان ۳۲ روز کامل گردید، همچنین بیشترین بازده بیولوژیکی اندام بارده بالغ قارچ (۱۴۸/۱۲ درصد) به بستر کشت ترکیبی خاکاره با ضایعات حاصل از ساقه‌های گیاه ارزن جویباری (به نسبت ۴۰ به ۶۰) اختصاص داشت (Chih-Hung et al., 2016). در تحقیقی مشخص گردید که ضایعات حاصل از محصولات کشاورزی مختلف شامل غلاف لوبیای معمولی، ساقه‌های بلال و ذرت، بستر کشت مناسبی جهت رشد رویشی میسلیم قارچ گانودرما می‌باشد (Bernabé-González et al., 2015). نتایج حاصل از پژوهشی نشان داده است که در بین تیمارهای مورد بررسی، بیشترین میزان ترکیب پلی‌ساکاریدی بتاگلوکان (۲۳۴ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک اندام بارده بالغ) قارچ گانودرما لوسیدیوم به بستر کشت حاصل از بقایای سوبا اختصاص دارد (Atoji-Henrique et al., 2017).

در پژوهشی افزایش فعالیت آنزیم‌های لیگنیولیتیک، تجزیه بیشتر لیگنین و به تبع آن افزایش سرعت رشد میسلیم در محیط‌های کشت غنی‌شده با عناصر کم مصرف و پرمصرف گزارش شده است (Curvetto et al., 2002)؛ بنابراین با توجه به نقش عناصر کم مصرف به‌عنوان کوفاکتور آنزیم‌های تجزیه‌کننده بقایای گیاهی (Curvetto et al., 2002; Weil et al., 2006) به‌نظر می‌رسد که غنی‌سازی بستر کشت با ترکیباتی که حاوی عناصر کم‌مصرف (Stajic et al., 2006) می‌باشند بتواند با افزایش فعالیت آنزیم‌های موجود، عملکرد قارچ صدفی را افزایش دهند. Figlas et al. (2007) منگنز را عنصری مؤثر در

1. *Pennisetum purpureum*

همچنین مکمل‌های شیمیایی اوره (۱۰ گرم در لیتر به‌ازای هر کیلوگرم بستر کشت، بر اساس وزن تر)، سولفات‌منگنز (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. مشخصات فیزیکی و شیمیایی بسترهای کشت در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است (AOAC, 1990). همچنین جهت تنظیم درجه اسیدیته بستر کشت به بسترهای فوق، نیم درصد آهک و نیم درصد سنگ گچ (w/w) اضافه شد (Royse, 1996). پس از مخلوط‌شدن مواد متشکله بستر (به‌جز مکمل‌های غذایی)، رطوبت بستر به ۷۵ درصد رسانده شد. پس از خروج آب اضافه، ۵۰۰۰ گرم از مخلوط محیط کشت (بر اساس وزن تر بستر کشت)، به‌مدت ۴۵ دقیقه در آب‌جوش استریل شدند. تلقیح بستر کشت به نسبت ۲/۵ درصد با بذور^۱ (هیف رشدکرده روی بذور گندم) قارچ صدفی صورتی (سالمون) پس از سرد شدن بسترها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد.

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)

Characteristics substrates	C (%)	N (%)	C/N
SD	38.00	0.48	79.16
WS	34.00	0.71	47.88
PL	36.11	0.41	88.07
SD+WS	35.51	0.55	64.56
SD+ PL	34.72	0.40	86.80
WS+PL	35.22	0.59	59.64

SD: خاکاره، WS: کلش گندم، PL: ضایعات برگ خرما، SD+WS:

خاکاره با کلش گندم، SD+PL: خاکاره 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.

1. Spawn

افزایش برخی از پارامترهای رویشی و زایشی قارچ هریسیوم معرفی کردند. بررسی غنی‌سازی ترکیبی سطوح مختلفی از نیتروژن (۰، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵ و ۰/۶ درصد)، فسفر (۰/۳ درصد) و پتاسیم (۰/۳ درصد) همراه با بستر کشت (کلش برنج) قارچ صدفی اوستراتوس مشخص کرد که بیشترین سرعت رشد میسلیوم (۰/۷۳ سانتی‌متر در روز)، بیشترین تعداد سرسبجاقی‌ها (۷۳/۶۷)، بیشترین وزن تک‌میوه (۴/۵۶ گرم)، بیشترین بازده بیولوژیکی (۱۵۶/۳۲ درصد) به بستر کلش برنج غنی‌شده با ۰/۵ درصد نیتروژن، ۰/۳ درصد فسفر و پتاسیم اختصاص داشت (Rahman et al., 2013).

تاکنون پژوهشی در زمینه فرمولاسیون مناسب محیط کشت قارچ صدفی سالمون در کشور ایران انجام نشده است؛ بنابراین با توجه به قیمت نسبتاً مناسب ضایعات مختلف محصولات کشاورزی، ضروری می‌باشد تا اثرات غنی‌سازی ترکیبات لیگنوسلولزی (ضایعات مختلف محصولات کشاورزی و صنعتی) با مکمل‌های شیمیایی و زیستی بر برخی از ویژگی‌های رویشی و زایشی قارچ صدفی سالمون مورد بررسی قرار گیرد تا محیط کشت مناسب برای پرورش تجاری قارچ توصیه گردد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل دو عاملی (فاکتور اول بستر کشت شامل بسترهای غیر ترکیبی و ترکیبی ۶ بستر کشت) و فاکتور دوم مکمل‌های غذایی شامل مکمل شیمیایی (اوره، سولفات‌منگنز، فسفات آمونیوم) و زیستی (مایکوریزا و ورمی‌کمپوست) بر پایه طرح کاملاً تصادفی، با ۳ تکرار در سالن خصوصی شهر افسس استان اصفهان در سال ۱۳۹۶ انجام شد.

آماده‌سازی محیط کشت و مایه‌زنی

در این پژوهش از بسترهای کشت (جدول ۱) خاکاره، کلش گندم، ضایعات برگ خرما، ترکیب خاکاره و کلش گندم (به نسبت مساوی)، ترکیب خاکاره و ضایعات برگ خرما (به نسبت مساوی)، ترکیب کلش گندم و ضایعات برگ خرما (به نسبت مساوی) و

جدول ۲. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ورمی‌کمپوست

Table 2. Some physical and chemical properties of vermicompost

pH	EC (ds.m)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Ca (%)	Fe (Mg.kg)	Zn (Mg.kg)	Cu (Mg.kg)	OC (%)	Pb (Mg.kg)
7.51	3.19	2.61	2.69	0.76	5.60	11526	249.95	42.44	30.75	15.58

استفاده گردید (Mostofi & Najafi, 2005; Hejazi *et al.*, 2007). برای تعیین میزان پروتئین از ضریب تبدیل ۴/۳۸ (تبدیل نیتروژن اندام میوه‌ای به پروتئین کل) استفاده شد (Ralph & Kurzman, 1997; Bonatti *et al.*, 2004). همچنین به منظور اندازه‌گیری مقادیر لوواستاتین، ۳۰۰۰ میلی‌گرم از پودر اندام میوه‌ای (نمونه خشک) با ۳۰ میلی‌لیتر استون‌نیتریل در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در ۲۰g سانتریفیوژ شد. محلول تصفیه‌شده به دستگاه HPLC (ساخت شرکت آمریکایی واترز) تزریق گردید و مقادیر لوواستاتین بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک قارچ گزارش گردید (Yang *et al.*, 2004).

صفات رویشی و زایشی

مدت زمان (روز) جهت توسعه میسلیم (سفیدشدن ۷۰ درصد بستر کشت) قارچ در بستر کشت، محاسبه گردید همچنین بعد از به اتمام رسیدن رشد رویشی (اسپان ران)، زمان شروع تشکیل اندام گره‌ای (سر سنجاقی‌ها) و همچنین تشکیل بازیدیوکارب قارچ (پیش‌رسی) بر اساس روز محاسبه شد (زمان لازم از بذرنی محاسبه گردید) (Mottaghi, 2006). عملکرد (وزن تر بر حسب گرم) اندام بارده بالغ با استفاده از ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد.

تجزیه داده‌ها

داده‌های این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شد.

نتایج

با توجه به داده‌های جدول تجزیه واریانس، بسترهای کشت از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، پروتئین،

رشد رویشی و تشکیل بازیدیوکارب

اسپان قارچ صدفی صورتی (میسلیم رشد کرده روی بذور گندم) از شرکت قارچ آرین تهران تهیه گردید. رشد رویشی میسلیم قارچ در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در اتاقک رشد (سالن تولید قارچ) تاریک با دی‌اکسیدکربن بالا (غلظت بیشتر از ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام) انجام شد. پس از کامل شدن مرحله رشد رویشی میسلیم قارچ (سفیدشدن بسترها)، شرایط برای باردهی و تولید اندام گره‌ای شامل دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، دی‌اکسیدکربن با غلظت کمتر از ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام، رطوبت نسبی ۹۰ درصد فراهم گردید. همچنین 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؛ بدین صورت که ۱۲ ساعت روشنایی در روز و ۱۲ ساعت روشنایی در شب تأمین گردید (Mohammadi Goltapeh & Pourjam, 1994; Chang & Miles, 2004).

صفات اندازه‌گیری‌شده

عناصر معدنی بازیدیوکارب

به منظور اندازه‌گیری عناصر معدنی، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و آسیاب‌شده و پس از تهیه خاکستر با روش هضم توسط اسید کلریدریک (به مدت پنج ساعت) عصاره آنها تهیه گردید (Emami, 1996). جهت اندازه‌گیری نیتروژن کل از دستگاه کج‌لدال دیجیتالی و نیز برای اندازه‌گیری مقادیر پتاسیم از دستگاه فلیم‌فتومتر استفاده شد. همچنین مقادیر کلسیم توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید (Emami, 1996).

صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

جهت تعیین درصد رطوبت و ماده خشک اندام بارده بالغ از تفاوت بین وزن اولیه و وزن ثانویه با استفاده از آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت،

عملکرد اندام میوه‌ای در برداشت اول، دوم، سوم و عملکرد کل قارچ صدفی صورتی داشت. همین‌طور مکمل‌هایی غذایی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر ماده خشک برداشت‌های اول، دوم و سوم و رطوبت برداشت‌های اول، دوم و سوم داشت. نتایج مربوط به اثرات متقابل بستر کشت و مکمل غذایی نشان داد که از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر پتاسیم، کلسیم، پروتئین، لوواستاتین، عملکرد قارچ در برداشت‌های اول و دوم داشت و در مابقی صفات مورد بررسی تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول‌های ۳، ۴ و ۵).

لوواستاتین، ماده خشک قارچ در برداشت اول، رطوبت در برداشت اول، پنجه‌دوانی، تشکیل اندام گره‌ای و میوه‌ای، عملکرد اندام میوه‌ای در برداشت اول، دوم، سوم و عملکرد کل قارچ صدفی صورتی داشت. همچنین بسترهای کشت از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر ماده خشک قارچ در برداشت‌های دوم، سوم و رطوبت قارچ در برداشت‌های دوم و سوم داشت. همچنین مکمل‌های غذایی از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، پروتئین، لوواستاتین، پنجه‌دوانی، تشکیل اندام گره‌ای و میوه‌ای،

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس برای محتوای نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، پروتئین، لوواستاتین و ماده خشک اندام باردهی قارچ صدفی سالمون

Table 3. Analysis of variance for the contents of nitrogen, potassium, calcium, protein, lovastatin and dry matter of fruit body salmoneo oyster mushroom

Sources of variation	df	Mean squares							
		N	K	Ca	Protein	Lovastatin	Dry matter		
							First-flush	Second-flush	Third-flush
Substrate	5	8.81**	171397.21**	1.738**	169.19**	150840.93**	17.89**	21.69*	15.52*
Supplement	4	0.95**	20008.61**	0.34**	18.25**	10200.25**	9.76*	21.49*	16.50*
Substrate × Supplement	20	0.10 ^{ns}	1343.49 [†]	0.06*	1.98*	491.03 [†]	3.12 ^{ns}	3.72 ^{ns}	1.47 ^{ns}
Experimental error	60	0.05	651.33	0.03	1.13	272.23	3.65	8.90	5.40
C.V. (%)		4.13	4.51	7.80	4.14	4.30	30.05	34.74	20.20

ns, *, **: Non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس برای مقادیر رطوبت، زمان پنجه‌دوانی، شروع تشکیل اندام گره‌ای و برداشت اندام باردهی قارچ صدفی سالمون

Table 4. Analysis of variance for the content of moisture, spawn run, pinhead formation of salmoneo oyster mushroom

S.O.V	df	Mean squares					
		Moisture			Spawn run	Pinhead formation	Fruit body formation
		First-flush	Second-flush	Third-flush			
Substrate	5	17.89**	21.69*	15.52*	40.81**	28.02**	33.54**
Supplement	4	9.76*	21.49*	16.50*	7.21**	9.15**	10.69**
Substrate × Supplement	20	3.12 ^{ns}	3.72 ^{ns}	1.47 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.14 ^{ns}
Experimental error	60	3.65	8.90	5.40	0.63	0.64	0.81
C.V. (%)		2.04	3.27	2.63	7.64	5.40	4.50

ns, *, **: Non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس برای عملکرد اندام باردهی قارچ صدفی سالمون

Table 5. Analysis of variance for the yield of fruit body of salmoneo oyster mushroom

S.O.V	df	Mean squares			
		Yield			Total yield
		First-flush	Second-flush	Third-flush	
Substrate	5	248743.91**	41125.41**	17882.05**	3317859.98**
Supplement	4	49360.43**	7630.20**	10498.65**	128866.21**
Substrate × Supplement	20	10853.65 [†]	624.37*	60.06 ^{ns}	12653.98 ^{ns}
Experimental error	60	6210.78	335.74	276.77	9768.32
C.V. (%)		12.92	4.86	7.75	8.23

ns, *, **: Non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

ماده خشک، رطوبت، پروتئین و لوواستاتین اندام میوه‌ای قارچ صدفی سالمون

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد ماده خشک قارچ‌های چین سوم بیشتر از قارچ‌های چین اول و دوم بود (جدول ۶). همان‌طوری که داده‌های جدول ۶ نشان می‌دهد از نظر درصد ماده خشک، قارچ‌های چین اول، تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد بین بستر کشت غیرترکیبی خاکاره و بستر کشت غیرترکیبی ضایعات برگ خرما وجود ندارد و هر دو در یک گروه آماری قرار دارند. همچنین مقادیر ماده خشک قارچ‌های چین سوم بستر کشت ضایعات برگ خرما ۱۲/۶۱ درصد بود. ماده خشک قارچ‌های چین سوم بستر ترکیبی کلش گندم با ضایعات برگ خرما (به نسبت مساوی)، ۱۰/۲۱ درصد ثبت شد. داده‌های مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که از لحاظ مقادیر ماده خشک اندام میوه‌ای قارچ‌های چین سوم، بین مکمل‌هایی غذایی، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود نداشت و در یک کلاس آماری قرار داشتند (جدول ۶). با توجه به جدول ۶، مقادیر رطوبت اندام بارده بالغ برداشت‌شده (چین اول) از بستر کشت غیرترکیبی کلش گندم، ۹۵/۰۲ درصد ثبت گردید. همچنین مقادیر رطوبت قارچ‌های چین اول در بسترهای کشتی که دارای مکمل سولفات‌منگنز بودند، ۹۴/۳۱ درصد ثبت گردید. با توجه به داده‌های جدول ۶، درصد رطوبت قارچ‌های چین سوم از چین‌های اول و دوم کمتر بود. مقادیر رطوبت اندام بارده بالغ چین سوم پرورش‌یافته روی بستر کشت غیرترکیبی کلش گندم و بستر کشت ترکیبی کلش گندم با ضایعات برگ خرما به ترتیب ۸۹/۷۳ و ۸۹/۷۹ درصد بود و هر دو از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد در یک گروه قرار داشتند و تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین مقادیر رطوبت اندام میوه‌ای قارچ صدفی سالمون (برداشت سوم) پرورش‌یافته با مکمل شیمیایی سولفات‌منگنز ۸۹/۷۰ بود. با توجه به داده‌های شکل ۳، مقادیر پروتئین اندام میوه‌ای قارچ بستر غیرترکیبی ضایعات برگ خرما غنی‌شده با قارچ

نیتروژن، پتاسیم و کلسیم اندام میوه‌ای قارچ صدفی سالمون

همان‌طوری که داده‌های جدول ۶ نشان می‌دهد بیشترین میزان نیتروژن (۷/۰۰ درصد) اندام بارده بالغ قارچ به بستر کشت ضایعات برگ خرما اختصاص دارد؛ همچنین قارچ‌های پرورش‌یافته روی بستر کشت خاکاره از نظر مقادیر نیتروژن اندام باره بالغ در رتبه دوم (۶/۴۱ درصد) قرار دارند. همچنین تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد بین این دو بستر کشت از نظر مقادیر نیتروژن وجود داشت به‌طوری‌که در دو کلاس جداگانه‌ای قرار گرفتند. در بین مکمل‌هایی غذایی، بیشترین مقادیر نیتروژن (۶/۱۷ درصد) اندام میوه‌ای به مایکوریزا مربوط است و بین این تیمار با سایر تیمارها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد از نظر مقادیر نیتروژن اندام بارده بالغ وجود داشت (جدول ۶).

با توجه به شکل ۱، مقادیر پتاسیم اندام بارده بالغ قارچ در بستر کلش گندم غنی‌شده با سولفات‌منگنز، ۸۱۱/۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک است. همچنین در بستر کشت ضایعات برگ خرما که با مکمل زیستی مایکوریزا غنی‌شده بود، ۳۰۳/۹۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک ثبت شد. همچنین تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد از نظر مقادیر پتاسیم اندام بارده بالغ قارچ صدفی صورتی بین این دو تیمار وجود داشت؛ به‌طوری‌که بستر کلش گندم غنی‌شده با سولفات‌منگنز و بستر ضایعات برگ خرما غنی‌شده با قارچ مایکوریزا در دو کلاس جداگانه‌ای قرار دارند (شکل ۱). همچنین مقادیر کلسیم اندام بارده بالغ قارچ صدفی سالمون (شکل ۲) در بستر کلش گندم غنی‌شده با سولفات‌منگنز، ۳/۳۰ درصد می‌باشد و نیز در بستر غیرترکیبی ضایعات برگ خرما غنی‌شده با قارچ مایکوریزا کمترین (۱/۵۰ درصد) مقدار ثبت گردید؛ همین‌طور از لحاظ آماری، تفاوت معنی‌داری بین این دو تیمار در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت به‌طوری‌که از لحاظ آماری به دو گروه جداگانه‌ای تعلق دارند.

بستر کشت کلش گندم غنی شده با سولفات منگنز و بستر کشت ضایعات برگ خرما غنی شده با قارچ میکوریزا، به ترتیب ۶۰۰ و ۲۱۹/۲۰ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک قارچ ثبت شد و تفاوت معنی داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد بین این دو تیمار از نظر مقادیر لوواستاتین اندام بارده بالغ قارچ وجود داشت و هر دو از لحاظ آماری به دو گروه جداگانه ای تعلق داشتند (شکل ۴).

میکوریزا، ۳۴/۹۷ درصد ثبت گردید؛ در حالی که در بستر غیر ترکیبی کلش گندم غنی شده با مکمل شیمیایی سولفات منگنز، ۲۰/۴۳ درصد ثبت گردید. همچنین تفاوت معنی داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد بین این دو تیمار از نظر مقادیر پروتئین اندام میوه ای قارچ وجود داشت و هر دو در دو کلاس جداگانه ای قرار دارند. همچنین مقادیر لوواستاتین اندام بارده بالغ قارچ صدفی سالمون در

جدول ۶. مقایسه میانگین های اثرات بستر کشت و مکمل غذایی بر مقادیر نیتروژن، ماده خشک و رطوبت اندام باردهی قارچ صدفی سالمون

Table 6. Comparison of means for the effects of substrate and nutritional supplement on content of nitrogen, dry matter and moisture of fruit body of salmoneo oyster mushroom

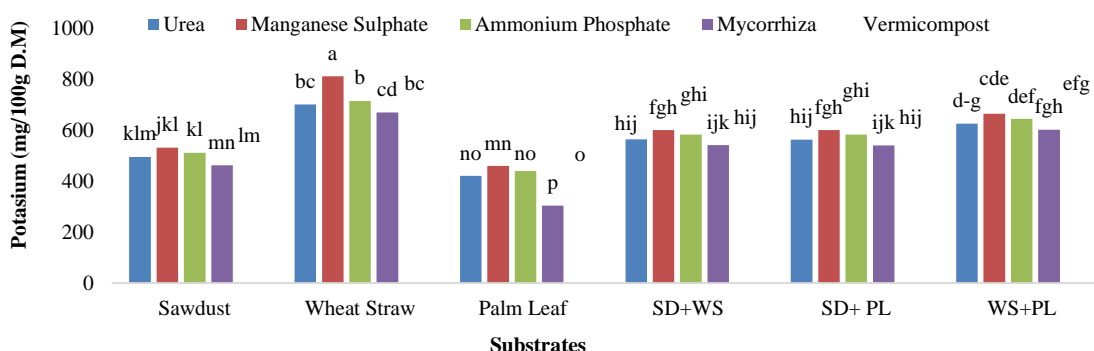
Treatments	Characteristics	N (% D.M)	Dry matter (%)			Moisture (%)		
			First-flush	Second-flush	Third-flush	First-flush	Second-flush	Third-flush
Substrates	SD	6.41b	6.97a	8.99ab	12.04ab	93.03b	91.00ab	87.96ab
	WS	4.98e	4.98b	7.14b	10.27b	95.02a	92.85a	89.73a
	PL	7.00a	7.75a	10.28a	12.61a	92.25b	89.72b	87.39b
	SD+WS	5.65d	6.26ab	8.88ab	11.91ab	93.73ab	91.11ab	88.09ab
	SD+ PL	5.99c	6.98a	9.00ab	12.05ab	93.02b	90.99ab	87.95ab
	WS+PL	5.15e	5.19b	7.22b	10.21b	94.80a	92.77a	89.79a
Supplements	Urea	5.99b	6.35ab	8.10b	11.17b	93.64ab	91.80a	88.83a
	Manganese Sulphate	5.59d	5.69b	8.00b	11.03b	94.31a	91.90a	89.70a
	Ammonium Phosphate	5.71cd	5.98b	8.00b	10.99b	94.02a	91.90a	89.01a
	Mycorrhiza	6.17a	7.60a	10.50a	13.22a	92.40b	89.40b	86.78b
	Vermicompost	5.86bc	6.15b	8.10b	11.17b	93.84a	91.80a	88.83a

* در هر ستون، میانگین هایی که حرف های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی دار هستند.

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.

Urea: اوره، Manganese Sulphate: سولفات منگنز، Ammonium Phosphate: فسفات آمونیوم، Mycorrhiza: قارچ *Glomus mosseae*، Vermicompost: ورمی کمپوست.

* Means in each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% probability level.
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 محتوای پتاسیم اندام باردهی قارچ صدفی سالمون

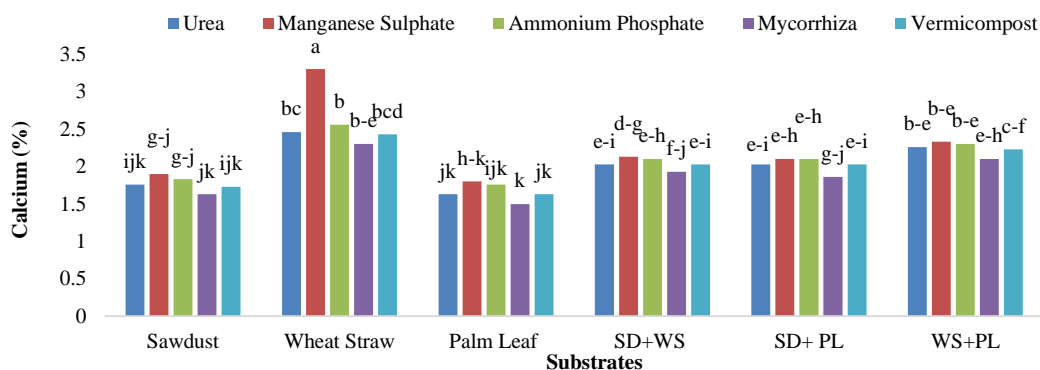
SD: خاک اره، WS: کلش گندم، PL: ضایعات برگ خرما، SD+WS: خاک اره با کلش گندم، SD+PL: خاک اره با ضایعات برگ خرما، WS+PL: کلش گندم با ضایعات برگ خرما.

* در هر ستون، میانگین هایی که حرف های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی دار هستند.

Figure 1. Mean comparison of interaction effect of substrate and nutritional supplement on potassium content of fruit body of salmoneo oyster mushroom

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.

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



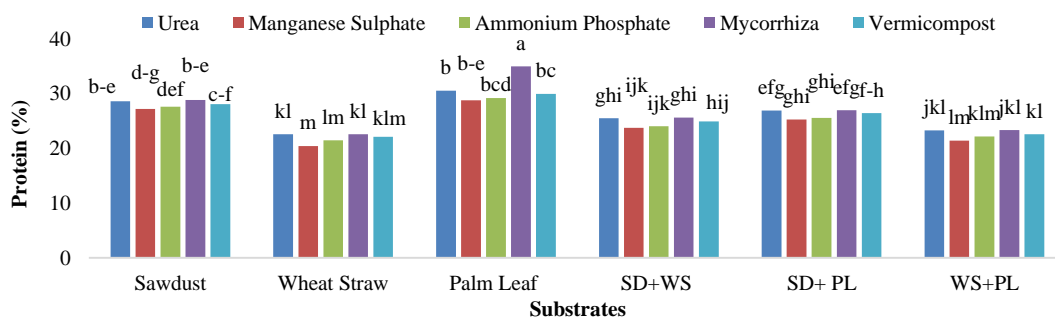
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل بستر کشت و مکمل غذایی بر محتوای کلسیم (درصد ماده خشک) اندام باردهی قارچ صدفی سالمون SD: خاک اره، WS: کلش گندم، PL: ضایعات برگ خرما، SD+WS: خاک اره با کلش گندم، SD+PL: خاک اره با ضایعات برگ خرما، WS+PL: کلش گندم با ضایعات برگ خرما.

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

Figure 2. Mean comparison of interaction effect of substrate and nutritional supplement on calcium (%D.M) content of fruit body of salmoneo oyster mushroom

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.

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



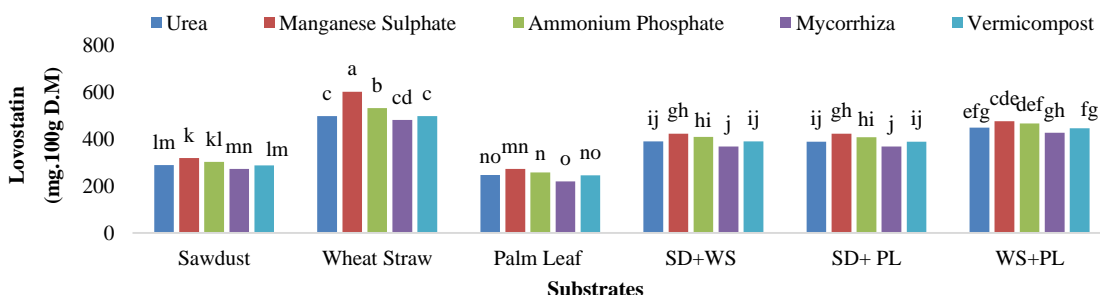
شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل بستر کشت و مکمل غذایی بر محتوای پروتئین اندام باردهی قارچ صدفی سالمون SD: خاک اره، WS: کلش گندم، PL: ضایعات برگ خرما، SD+WS: خاک اره با کلش گندم، SD+PL: خاک اره با ضایعات برگ خرما، WS+PL: کلش گندم با ضایعات برگ خرما.

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

Figure 3. Mean comparison of interaction effect of substrate and nutritional supplement on protein content of fruit body of salmoneo oyster mushroom

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.

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



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل بستر کشت و مکمل غذایی بر مقادیر لوواستاتین اندام باردهی قارچ صدفی سالمون 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.

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

Figure 4. Mean comparison of interaction effect of substrate and nutritional supplement on lovostatin content of fruit body of salmoneo oyster mushroom

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.

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

ضایعات برگ خرما و خاکاره اختصاص داشت که به ترتیب ۲۱/۵۳ و ۲۱/۴۰ روز طول کشید (جدول ۷). همچنین تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد بین این دو بستر از نظر زمان تشکیل اندام میوه‌ای وجود نداشت و هر دو در یک کلاس آماری قرار دارند. با توجه به داده‌های جدول ۷، زمان تشکیل اندام میوه‌ای در بستر حاوی مکمل زیستی مایکوریزا، ۲۱/۱۷ روز طول کشید در صورتی‌که زمان تشکیل اندام میوه‌ای در بسترهای غنی‌شده با مکمل شیمیایی سولفات‌منگنز، ۱۹/۱۱ روز طول کشید؛ بنابراین اندام میوه‌ای در بسترهای غنی‌شده با مکمل سولفات‌منگنز در زمان کمتری تشکیل گردید.

عملکرد اندام میوه‌ای قارچ صدفی سالمون

با توجه به شکل‌های ۵ و ۶، وزن تر اندام میوه‌ای چین اول بستر کشت کلش گندم غنی‌شده با سولفات‌منگنز و بستر کشت ضایعات برگ خرما غنی‌شده با مایکوریزا به ترتیب ۱۰۲۲/۰۰ و ۱۹۲/۲۰ گرم ثبت گردید. همچنین از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد از نظر وزن تر اندام میوه‌ای چین اول بین این دو تیمار وجود داشت به طوری‌که به دو گروه جداگانه‌ای تعلق دارند. همچنین کمترین (۳۰۰/۷۰ گرم) وزن تر اندام میوه‌ای چین دوم به بستر کشت خاکاره غنی‌شده با قارچ مایکوریزا اختصاص دارد. نتایج مربوط به عملکرد کل (وزن تر) اندام میوه‌ای قارچ صدفی سالمون نشان می‌دهد (جدول ۷) بیشترین و کمترین وزن اندام میوه‌ای به ترتیب به بستر کشت غیر ترکیبی کلش گندم (۱۴۹۹/۰۰ گرم) و بستر کشت غیر ترکیبی ضایعات برگ خرما (۹۰۴/۸۰ گرم) اختصاص داشت. همچنین بین دو بستر ترکیبی خاکاره با کلش گندم (۱۲۰۷/۰۰ گرم) و خاکاره با ضایعات برگ خرما (۱۱۷۹/۰۰ گرم) از لحاظ عملکرد کل اندام بارده بالغ تفاوت معنی‌داری از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد وجود ندارد و هر دو در یک گروه آماری قرار دارند. همچنین بیشترین عملکرد کل اندام بارده بالغ (۱۳۱۲/۰۰ گرم) به مکمل سولفات‌منگنز اختصاص داشت، به طوری‌که تفاوت معنی‌داری بین این مکمل با سه مکمل دیگر از نظر عملکرد در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد (جدول ۷).

رشد رویشی میسلیم، تشکیل اندام گره‌ای و میوه‌ای (پیش‌رسی) قارچ صدفی سالمون

نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷) نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین زمان برای کامل‌شدن رشد رویشی میسلیم (اسپان ران، سفیدشدن بستر کشت) قارچ صدفی سالمون به ترتیب به بسترهای کشت غیر ترکیبی ضایعات برگ خرما (۱۲/۲ روز) و کلش گندم (۷/۸۰ روز) اختصاص داشت. همچنین تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد بین بستر کشت غیر ترکیبی خاکاره و ضایعات برگ خرما و نیز بسترهای کشت ترکیبی خاکاره با کلش گندم و خاکاره با ضایعات برگ خرما از نظر زمان کامل‌شدن اسپان ران وجود نداشت. مدت زمان جهت کامل‌شدن رشد رویشی میسلیم قارچ در بسترهای غنی‌شده با مکمل شیمیایی سولفات‌منگنز، ۹/۶۱ روز بود؛ همچنین کامل‌شدن اسپان ران در بسترهای غنی‌شده با مکمل زیستی مایکوریزا، ۱۱/۳۳ روز طول کشید. داده‌های حاصل از جدول ۷ نشان می‌دهد که شروع تشکیل اندام گره‌ای (پین هدها، سرسنجاقی‌ها، اندام‌های گره‌ای) در بستر غیر ترکیبی ضایعات برگ خرما، ۱۶/۳۳ روز طول کشید. همچنین شروع تشکیل اندام گره‌ای در بستر غیر ترکیبی کلش گندم، ۱۲/۹۳ روز طول کشید. همچنین از لحاظ زمان تشکیل اندام گره‌ای تفاوت معنی‌داری از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد بین دو بستر کشت غیر ترکیبی خاکاره و ضایعات برگ خرما وجود نداشت (جدول ۷). با توجه به نوع مکمل غذایی، ۱۵/۹۴ روز جهت تشکیل اندام گره‌ای در بسترهایی که مکمل مایکوریزا داشت، طول کشید. همچنین مدت زمان جهت کامل‌شدن مرحله رشد رویشی میسلیم در بسترهای غنی‌شده با مکمل سولفات‌منگنز، ۱۴/۰۶ روز بود. نتایج مربوط به تشکیل اندام بارده بالغ (پیش‌رسی) نشان داد که اولین قارچ‌های برداشت‌شده به بستر کشت غیر ترکیبی کلش گندم اختصاص دارد (۱۷/۶۷ روز) (جدول ۷). بنابراین در بین بسترهای کشت، کلش گندم پیش‌رس‌ترین اندام میوه‌ای را در مقایسه با سایر بسترها تولید کرد. همچنین دیررس‌ترین اندام میوه‌ای تولیدشده به بسترهای غیر ترکیبی

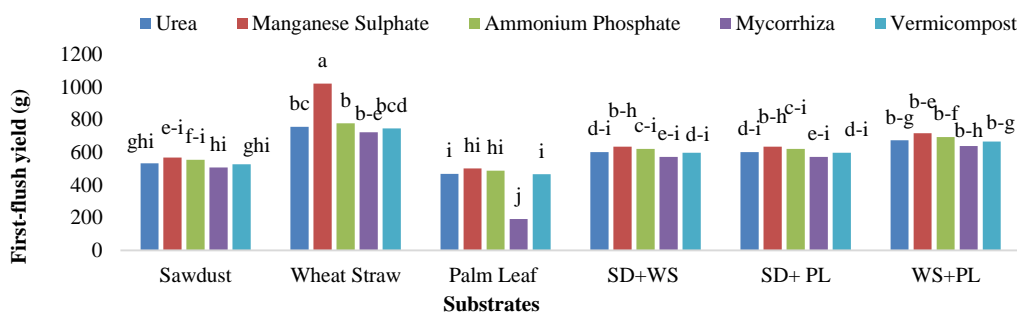
جدول ۷. مقایسه میانگین‌های اثرات بستر کشت و مکمل غذایی بر زمان پنجه-دوانی، تشکیل اندام گره‌ای، اندام میوه‌ای و عملکرد قارچ صدفی سالمون

Table 7. Comparison of means for the effects of substrate and nutritional supplement on spawn run, pinhead formation, fruit body formation and yield of fruit body of salmon oyster mushroom

Treatments	Characteristics	Spawn run (days)	Pinhead formation (days)	Fruit body formation (days)	Yield (g)	
					Third-flush	Total yield
Substrates	SD	12.00a	16.20a	21.40a	194.40d	1060.00d
	WS	7.80d	12.93e	17.67d	246.60a	1499.00a
	PL	12.20a	16.33a	21.53a	156.90e	904.80e
	SD+WS	10.47b	14.73c	19.93b	232.50b	1207.00c
	SD+ PL	10.60b	15.33b	20.53b	212.60c	1179.00c
	WS+PL	9.40c	13.67d	18.93c	244.20ab	1356.00b
Supplements	Urea	10.56b	15.06b	20.17b	214.30b	1198.00b
	Manganese Sulphate	9.61c	14.06d	19.11c	226.90a	1312.00a
	Ammonium Phosphate	10.11bc	14.44cd	19.56bc	222.20ab	1233.00b
	Mycorrhiza	11.33a	15.94a	21.17a	195.30c	1078.00c
	Vermicompost	10.44b	14.83bc	20.00b	214.00b	1184.00b

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

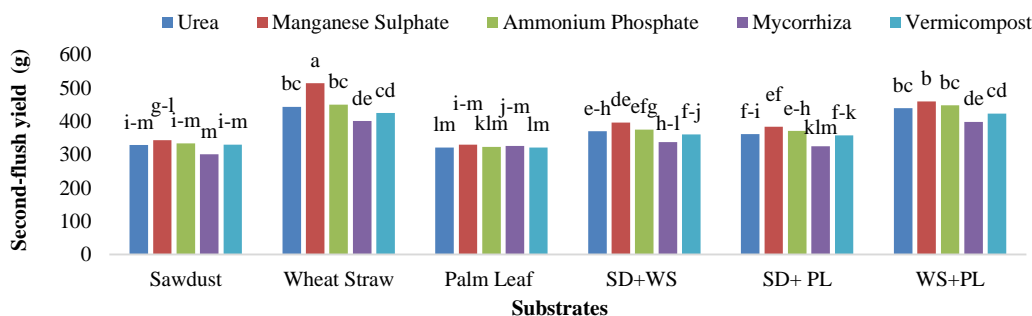
Urea: اوره، Manganese Sulphate: سولفات منگنز، Ammonium Phosphate: فسفات آمونیوم، Mycorrhiza: قارچ *Glomus mosseae*، Vermicompost: ورمی کمپوست.
* Means in each column followed by the same letter (s) are not significantly different at 5% probability level.
SD: Sawdust, WS: Wheat Straw, PL: Palm Leaf Wastes, SD+WS: Sawdust with Wheat Straw, SD+ PL: Sawdust with Palm Leaf Wastes, WS+PL: Wheat Straw with Palm Leaf Wastes.



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل بستر کشت و مکمل غذایی بر وزن اندام باردهی قارچ صدفی سالمون در چین اول: 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.

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.
Figure 5. Mean comparison of interaction effect of substrate and nutritional supplement on first-flush yield of fruit body of salmon oyster mushroom
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.

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



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل بستر کشت و مکمل غذایی بر وزن اندام باردهی قارچ صدفی سالمون در چین دوم: 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.

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.
Figure 6. Mean comparison of interaction effect of substrate and nutritional supplement on second-flush yield of fruit body of salmon oyster mushroom
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.

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



شکل ۷. مراحل تشکیل اندام بالغ قارچ صدفی سالمون

Figure 7. Formation stages of adult organ of salmoneo oyster mushroom

نتایج را می‌توان با توجه به مقادیر نیتروژن (جدول ۱، ۰/۴۱ درصد) موجود در ضایعات برگ خرما توجه کرد، به طوری که با افزایش نسبت کربن به نیتروژن بستر کشت، رشد و توسعه میسلیوم قارچ کاهش می‌یابد و سطح کمتری از بستر کشت توسط هیف پوشیده می‌گردد؛ بنابراین تجزیه و استفاده بهینه از مواد غذایی موجود در بستر کشت به طور کامل انجام نمی‌گیرد. همچنین به نظر می‌رسد که با توجه به لیگنین بالای خاکاره (Azizi, 1997)، تجزیه پذیری آن در مقایسه با سایر بسترها دشوارتر باشد.

با توجه به کاهش میزان رطوبت بستر کشت در چین‌های سوم (مشاهده عینی، داده‌ها ثبت نشده است)، افزایش ماده خشک و کاهش رطوبت اندام میوه ای قارچ‌های تولیدی در چین سوم را می‌توان توجه نمود. در واقع به نظر می‌رسد که با کاهش مقادیر آب موجود در بستر کشت و همچنین ضعیف شدن میسلیوم (کاهش مواد غذایی بستر کشت در چین سوم) در انتهای دوره برداشت، از درصد رطوبت قارچ‌های تولیدی در چین سوم کاسته شده است. همچنین با توجه به مقادیر رطوبت (۹۵/۰۲ درصد) اندام بارده بالغ برداشت‌شده (چین اول) از بستر کشت غیرترکیبی کلش گندم، به نظر می‌رسد که در بین بسترهای کشت مورد بررسی، کلش گندم توانایی بالاتری در نگهداری رطوبت و همچنین رشد و توسعه بیشتر میسلیوم و به تبع آن انتقال آب به اندام بارده قارچ را دارد. بنابراین کلش گندم با حفظ بیشتر آب موجود، سبب تقویت رشد رویشی و انتقال آب به اندام میوه‌ای قارچ شده است. مقادیر بالای رطوبت (۹۴/۳۱

بحث

در این پژوهش مقادیر نیتروژن اندام بارده بالغ قارچ‌های پرورش‌یافته روی بستر کشت ضایعات برگ خرما بیشتر از سایر بسترهای کشت بود. گزارش‌های مختلفی از مقادیر متفاوت نیتروژن اندام بارده گونه‌های مختلفی از قارچ صدفی تحت بسترهای مختلف گزارش شده است، به طوری که Ancona- Mendez *et al.* (2005) نشان دادند که مقادیر نیتروژن اندام میوه‌ای قارچ صدفی روی کلش ذرت بیشتر از نیتروژن قارچ‌های پرورش‌یافته روی بستر کلش کدو تنبل (ضایعات حاصل از ساقه و برگ‌های گیاه کدو تنبل بعد از برداشت میوه) می‌باشد.

به نظر می‌رسد دلایل مختلفی مبنی بر توجیه محتوای بیشتر پتاسیم و کلسیم اندام میوه‌ای قارچ‌های پرورش‌یافته بر روی بستر کشت کلش گندم غنی‌شده با سولفات منگنز مطرح باشد. فعالیت میسلیوم (زمان سفید شدن بستر کشت) قارچ صدفی سالمون در بستر کشت کلش گندم بیشتر از سایر بسترهای مورد بررسی بوده است همچنین به نظر می‌رسد که سولفات منگنز اثرات تحریک‌کننده‌ای در افزایش فعالیت آنزیم‌های ترشح‌شده از میسلیوم قارچ داشته است به طوری که افزایش فعالیت آنزیم‌های مترشح‌شده، سبب تجزیه بیشتر بستر کشت‌شده و میسلیوم عناصر غذایی بیشتری را جذب و به اندام میوه‌ای انتقال داده است (Elhami *et al.*, 2008). همچنین مقادیر عناصر پتاسیم و کلسیم قارچ‌های پرورش‌یافته بر بستر کشت ضایعات برگ خرما غنی‌شده با قارچ مایکوریزا کمترین مقدار بود که این

گندم (جدول ۱) تعادل مناسب‌تری بین کربن و نیتروژن در مقایسه با سایر بسترها برقرار است؛ بنابراین هیف قارچ تحت شرایط محیطی مناسب‌تری رشد می‌کند. گزارش شده است که با افزایش نسبت کربن به نیتروژن، رشد و توسعه میسلیوم قارچ کاهش می‌یابد (Curvetto *et al.*, 2002). همچنین با توجه به مقادیر نیتروژن (جدول ۱) بسترهای کشت غیر ترکیبی خاکاره و ضایعات برگ خرما، تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد بین این دو بستر کشت از نظر زمان کامل‌شدن اسپان ران وجود ندارد. بررسی‌ها نشان داده‌اند که رشد رویشی میسلیوم قارچ صدفی در بسترهای کلش گندم و کلش برنج بیشتر از ضایعات پوست دانه پنبه بوده است (Yang *et al.*, 2013).

در این پژوهش اسپان ران قارچ در بستر کشت غنی‌شده با مکمل سولفات‌منگنز در کمترین زمان (۹/۶۱ روز) انجام شد. در تحقیقی مشخص شده است که غنی‌سازی بستر کشت قارچ صدفی با برخی از عناصر از جمله آهن، روی و منگنز، فعالیت برخی از آنزیم‌های ترشح‌شده از میسلیوم قارچ را افزایش داده است (Stajic *et al.*, 2006) که به‌نظر می‌رسد برخی از این عناصر نقش کوفاکتور را در آنزیم‌ها بر عهده دارند. شدت بهره‌برداری میسلیوم از محیط کشت، سبب ضعیف‌شدن و از دست‌رفتن مواد غذایی مورد نیاز قارچ می‌شود. همچنین مشخص شده است که سرعت رشد میسلیوم با فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده سلولز، لیگنین، نشاسته و پروتئین در ارتباط است. آنزیم‌های موجود در قارچ‌ها، دیواره سلولی مواد گیاهی (محیط کشت) را تجزیه می‌کنند و ترکیبات موجود را به‌صورت محلول و قابل جذب توسط میسلیوم در می‌آورند (Mottaghi, 2006; Quds-Valid, 2010) بنابراین شرایط محیطی مناسب (عناصر غذایی سوپسترا) سبب می‌گردد که مواد لیگنوسلولزی بستر با سرعت بیشتری تجزیه گردیده و مواد غذایی آن در دسترس هیف قارچ قرار گیرد (Azizi, 1997; Yang *et al.*, 2013) به‌طوری‌که میسلیوم سریعتر بر بستر کشت غالب می‌گردد. تسریع در رشد رویشی میسلیوم (بستر کشت کلش گندم)، سبب تشکیل زودتر اندام زایشی (۱۲/۹۳ روز) در این بستر شد؛ بنابراین اندام بارده بالغ

درصد) قارچ‌های چین اول بسترهای کشت غنی‌شده با سولفات‌منگنز را می‌توان به نقش منگنز در افزایش فعالیت آنزیم‌های میسلیوم قارچ ارتباط داد (Elhami *et al.*, 2008) که با فعالیت بیشتر، آب زیادتری جذب اندام میوه‌ای می‌گردد.

گزارش‌های مختلفی در مورد مقادیر مختلف پروتئین قارچ‌های صدفی پرورش‌یافته روی بسترهای گوناگون وجود دارد. Azizi (1997) گزارش نمود که قارچ‌های پرورش‌یافته روی بستر کشت باگاس نیشکر، پروتئین بیشتری در مقایسه با قارچ‌های پرورش‌یافته روی بستر کشت کلش گندم دارد. مقادیر لوواستاتین اندام بارده بالغ قارچ صدفی سالمون در بستر کلش گندم غنی‌شده با سولفات‌منگنز و بستر ضایعات برگ خرما غنی‌شده با قارچ مایکوریزا به‌ترتیب ۶۰۰ و ۲۱۹/۲۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک قارچ ثبت گردید. با توجه به نقش تأثیرگذار بستر کشت بر افزایش کیفیت قارچ‌های تولیدی، مقادیر بالای ترکیب دارویی (لوواستاتین) قارچ‌های تولیدشده بر بستر کلش گندم را می‌توان به ماهیت و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کلش گندم ارتباط داد (جدول ۱)، به‌طوری‌که علاوه بر ماهیت تجزیه‌پذیری بیشتر، به‌کارگیری مکمل شیمیایی سولفات‌منگنز سبب افزایش سرعت تجزیه ساختار لیگنوسلولزی (لیگنین، سلولز و همی‌سلولز) بستر کشت (کلش گندم) می‌گردد به‌طوری‌که تجزیه‌پذیری و هوموسی‌شدن مواد آلی افزایش می‌یابد و نسبت کربن به نیتروژن تعدیل‌شده و مواد غذایی به‌راحتی در اختیار میسلیوم قارچ قرار می‌گیرد و میسلیوم مواد غذایی بیشتری را به اندام بارده انتقال می‌دهد که می‌تواند عاملی مهم در افزایش مقادیر ترکیب دارویی لوواستاتین اندام بارده قارچ باشد. نتایج این پژوهش با آزمایشی که مشخص گردید که غنی‌سازی بستر کشت کلش برنج با نیتروژن (اوره)، ترکیب دارویی (بتاگلوکان) قارچ صدفی را افزایش داد (Dias-Nunes *et al.*, 2012)، همخوانی ندارد.

رشد رویشی میسلیوم قارچ در بستر کشت غیر ترکیبی کلش گندم در کمترین زمان (۷/۸۰ روز) کامل شد. با توجه به نسبت کربن به نیتروژن کلش

افزایش راندمان تبدیل زیستی از بسترهای ترکیبی و مکمل‌های شیمیایی استفاده می‌گردد به طوری که ارزش غذایی ضعیف برخی از این مواد را با استفاده ترکیبی (بسترهای ترکیبی) از آنها یا افزودن مکمل بهبود داد (Mottaghi, 2006)، که در این بین، مکمل شیمیایی سولفات‌منگنز نقش مؤثرتری در مقایسه با سایر مکمل‌های غذایی ایفا نمود که با نتایج Elhami *et al.* (2008) همخوانی دارد. همچنین کلش گندم در مقایسه با خاکاره و ضایعات برگ خرما توانایی بالاتری در جذب و نگهداری آب از خود نشان داده است؛ بنابراین تأمین رطوبت میسلیم در این بستر به سهولت انجام می‌گیرد و قارچ‌های تولیدی از وزن تر بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار می‌باشند. همچنین برخی از آنزیم‌های ترشحی از میسلیم، آنزیم‌های القایی می‌باشند که در حضور سوبسترای مناسب، تولید آنها چندین برابر افزایش می‌یابد. منگنز پراکسیدازها گروهی از آنزیم‌های برون‌سلولی تجزیه‌کننده لیگنین می‌باشند که با استفاده از آب‌اکسیژنه کاتیون منگنز (Mn^{+2}) را اکسید می‌کند و کاتیون اکسیدشده (Mn^{+3}) برای اکسیدنمودن گروهی از ترکیبات آلی از جمله ترکیبات موجود در لیگنین استفاده می‌شود (Gold *et al.*, 1989). کاتیون منگنز Mn^{+3} ایجادشده، بسیار فعال است و با کلات‌کردن اسیدهای آلی مانند اکسالات یا مالات که به‌وسیله قارچ‌ها تولید می‌شوند، کمپلکس تشکیل می‌دهد (Makela *et al.*, 2002) با کمک این کلات‌ها، یون‌های Mn^{+3} پایدار شده و می‌توانند به درون موادی مانند چوب نفوذ کنند (ترکیبات لیگنوسلولزی) بنابراین قارچ‌های پوسیدگی سفید (گونه‌های جنس پلورتوس) می‌توانند لیگنین را با سرعت بیشتری نسبت به میکروارگانیزم‌های دیگر، تجزیه کنند (Hatakka, 2001). بنابراین شرایط محیطی مناسب (سولفات‌منگنز) جهت فعالیت این آنزیم‌ها سبب می‌گردد که مواد لیگنوسلولزی بستر کشت با سرعت بیشتری تجزیه گردیده و مواد غذایی آن در دسترس میسلیم قرار گیرد (Chang & Miles, 2004; Cunha-Zied & Pardo-Giménez, 2017). بنابراین قارچ‌های تولیدی روی این بسترهای غنی‌شده با مکمل‌های غذایی،

در زمان کمتری در مقایسه با سایر بسترها تشکیل گردید. همچنین با توجه به ماهیت ترکیبات لیگنوسلولزی (جدول ۱) دیررس‌ترین اندام میوه‌ای تولیدشده به بسترهای غیرترکیبی ضایعات برگ خرما و خاکاره اختصاص داشت. تفاوت در رشد رویشی در تیمارهای مختلف، به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سوبسترا، مکمل غذایی افزوده‌شده، قابلیت استفاده از ترکیبات شیمیایی و سطح آزادسازی مواد غذایی مرتبط است (Richard, 2002; Mandeel *et al.*, 2005).

وزن تر اندام میوه‌ای چین اول (۱۰۲۲ گرم) در بستر کلش گندم غنی‌شده با سولفات‌منگنز بیشترین مقدار بود. با توجه به داده‌های این پژوهش، اضافه‌نمودن مکمل زیستی مایکوریزا نقشی در افزایش عملکرد قارچ نداشت؛ به طوری که کمترین عملکرد چین اول (۱۹۲/۲۰ گرم) به بستر ضایعات برگ خرما غنی‌شده با مایکوریزا، اختصاص داشت. بیشترین و کمترین عملکرد اندام میوه‌ای قارچ صدفی سالمون به ترتیب به بستر کشت کلش گندم و ضایعات برگ خرما اختصاص داشت. همچنین وزن تر اندام میوه‌ای تولیدشده بر روی بستر خاکاره غنی‌شده با مایکوریزا در مقایسه با سایر تیمارها کمتر بود، به نظر می‌رسد که با توجه به نسبت کربن به نیتروژن نسبتاً بالای خاکاره و ضایعات برگ خرما (جدول ۱)، میسلیم قارچ توانایی تجزیه و جذب کامل مواد غذایی موجود در این دو بستر کشت را در مقایسه با بستر کشت کلش گندم ندارد؛ از طرفی با توجه به نتایج این پژوهش، به نظر می‌رسد که مکمل زیستی قارچ مایکوریزا نقش چندانی در همزیستی با میسلیم و کمک در جذب و انتقال مواد غذایی به اندام میوه‌ای قارچ ندارد.

علاوه بر موارد اشاره‌شده، با توجه به مقادیر نسبتاً بالای کربن به نیتروژن ضایعات مختلف محصولات کشاورزی، لیگنین بالا و همچنین عدم تجزیه پذیری کامل ترکیبات سلولزی، میسلیم قارچ توانایی دریافت کامل مواد غذایی موجود در محیط کشت (خاکاره و ضایعات برگ خرما) را ندارد، لذا جهت تعدیل نسبت کربن به نیتروژن و همچنین افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده سلولز، لیگنین (Stajic *et al.*, 2006) و

خشک بستر کشت) در مقایسه با سایر بسترهای کشت خاکاره، ضایعات برگ خرما، ترکیب خاکاره و کلش گندم (به نسبت مساوی)، ترکیب خاکاره و ضایعات برگ خرما (به نسبت مساوی) و ترکیب کلش گندم و ضایعات برگ خرما (به نسبت مساوی)، اثرات معنی‌داری بر ارزش دارویی و عملکرد قارچ صدفی سالمون داشت؛ بنابراین ترکیب سولفات‌منگنز (۷ میکروگرم در کیلوگرم بر اساس ماده خشک بستر کشت) و کلش گندم را می‌توان بستر مناسبی جهت تولید تجاری قارچ صدفی صورتی توصیه نمود.

سپاسگزاری

تحقیق حاضر، با حمایت مالی تحت پژوهانه به شماره UOZ-GR-9618-92 توسط دانشگاه زابل اجرا گردیده است. از دانشگاه زابل به‌خاطر حمایت مالی جهت انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

سنگین‌تر (عملکرد بیشتر) از سایر تیمارها می‌باشند. همچنین با توجه به کاهش عناصر غذایی بستر کشت، به‌ویژه در چین‌های دوم و به‌ویژه سوم، غنی‌سازی بستر کشت همراه با مکمل‌های غذایی نقش عمده‌ای در تأمین رشد میسلیم و تولید اندام بارده‌ای قارچ در انتهای دوره رشد (چین سوم) را دارد، به‌طوری‌که مقادیر عملکرد چین سوم قارچ در بسترهای غنی‌شده، کاهش کمتری در مقایسه با بسترهای غنی‌نشده دارد.

نتیجه‌گیری کلی

پژوهش حاضر نشان داد که غنی‌سازی بستر کشت قارچ (ضایعات مختلف محصولات کشاورزی) با مکمل‌هایی غذایی، اثرات معنی‌داری بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی قارچ صدفی سالمون دارد. در این آزمایش، غنی‌سازی بستر کشت کلش گندم با مکمل شیمیایی سولفات‌منگنز (۷ میکروگرم در کیلوگرم بر اساس ماده

REFERENCES

1. AOAC. (1990). *Association of Official Analytical Communities. Official Method of Analysis*. 18th ed, Washington DC: USA.
2. Ancona-Mendez, L., Sandoval-Castro, C. A., Casso, R. B. & Capetillo Leal, C. A. (2005). Effect of substrate and harvest on the amino acid profile of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of Food Composition and Analysis*. 18:447-450.
3. Asef, M.A. (2016). *Iranian Medicinal Fungi. Iranology Publication*. 160 pages.
4. Atoji-Henrique, K., Sampaio-Henrique, D., Siqueira-Glória, L., Mazaro, M., Casagrande, S. M. & Casagrande, M. (2017). Influence of substrate composition on beta-glucans production and growth of *Ganoderma lucidum*. *Journal of Agricultural Science*, 9(5), 190-199.
5. Azizi, U. (1997). *Utilization of Agricultural Wastes for Production of Oyster Mushroom and Livestock Feed*. Agricultural Education Publishing. Karaj. 48 pages. (in Farsi)
6. Bernabé-González T., Cayetano-Catarino, M., Bernabé-Villanueva, G., Romero-Flores, A., Ángel-Ríos, M. D. & Pérez-Salgado, J. (2015). Cultivation of *Ganoderma lucidum* on agricultural by-products in Mexico. *Ganoderma lucidum* cultivated in Mexico. *Micologia Aplicada Internacional*, 27(2), 25-30.
7. Bonatti, M., Karnopp, P., Soares, H. M. & Furlan, S. A. (2004). Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. *Journal Food Chemistry*, 88, 425-428.
8. Chang, S.T. & Miles, P.G. (2004). *Mushrooms Cultivation: Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. CRC press. 477 pages.
9. Chih-Hung, L., Chiu-The, W., Pei-Luen, L. & Yun-Chen, K. (2016). Biological efficiency and nutritional value of the culinary-medicinal mushroom *Auricularia* cultivated on a sawdust basal substrate supplement with different proportions of grass plants. *Saudi Journal of Biological Sciences*.
10. Cunha-Zied, D. & Pardo-Giménez, A. (2017). *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*. John Wiley & Sons. 592 pages.
11. Curvetto, N.R., Figlas, D., Devalis, R. & Delmastro, S. (2002). Growth and productivity of different *Pleurotus ostreatus* strains on sunflower seed hulls supplemented with N-NH⁴⁺ and/or Mn. *Bioresource Technology*, 84, 171-176.
12. Dias-Nunes, M., Rodrigues da-Luz, J. M., Albino-Paes, S., Oliveira-Ribeiro, J. J., de Cássia Soares da Silva, M. & Megumi-Kasuya, M.C. (2012). Nitrogen supplementation on the productivity and the chemical composition of oyster mushroom. *Journal of Food Research*, 1(2), 113-119.

13. Elhami, B., Alemzadeh-Ansari, N. & Sedighie-Dehcordie, F. (2008). Effect of substrate type, different levels of nitrogen and manganese on growth and development of oyster mushroom (*Pleurotus florida*). *Dynamic Biochemistry, Process Biotechnology and Molecular Biology*, 2(1), 34-37.
14. Emami, A. (1996). *Plant Decomposition Methods*. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Soil and Water Research Institute. (in Farsi)
15. Figlas, D., Matute, R. G. & Curvetto, N. (2007). Cultivation of culinary-medicinal lion's mane mushroom *Hericium erinaceus* (Bull.: Fr.) Pers. (*Aphyllophor omycetideae*) on substrate containing sunflower seed hulls. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 9(1), 67-73.
16. Gold, M. H., Wariishi, H. & 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.
17. Hatakka, A. (2001). *Biodegradation of Lignin*. Wiley- VCH, Germany.
18. Hejazi, A., Shahrudi, M. & Ardforush, M. (2007). *Index Method of Plant Analyses*. (7th ed.). (pp.197-234). (in Farsi)
19. Makela, M., Galkin, S., Hatakka, A. & Lundell, T. (2002). Production of organic acids and oxalate decarboxylase in lignin-degrading white rot fungi. *Enzyme and Microbial Technology*, 30, 542-549.
20. Mandeel, Q., Al-Laith, A. & Mohamed, S. A. (2005). Cultivation of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) on various lignocellulosic wastes. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 21, 601-607.
21. Mohammadi Goltapeh, A. & Pourjam, A. (1994). *Principles of Edible Mushroom Cultivation*. Tarbiat Modares University Press. Tehran. 556 pages. (in Farsi)
22. Mostofi, Y. & Najafi, F. (2005). *Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture* (Translation). Tehran University Press. Page 85. (in Farsi)
23. Mottaghi, H. (2006). *Oyster Mushroom and Other Edible Mushroom, Technology and Producing*. Andisheh Farda Publications. 328 p.
24. Oei, P. (2003). *Mushroom Cultivation, Appropriate Technology for Mushroom Growers*. Leiden: Backhuys Publishers.
25. Quds-Valid, A. (2010). *Planting and Cultivating Edible and Medicinal Fungi (Jun-Cao technology)*. Iranian Agricultural Science Publishing. 217 p.
26. Rahman, M. H., Ahmed, K. U., Roy, T. S., Mandal, M. S. H. & Alam, M. R. (2013). Effect of chemical fertilizer supplements with rice straw on the growth and yield of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *International Journal of Sustainable Agricultural Technology*, 9(2), 47-51.
27. Ralph, H. & Kurzman, J. R. (1997). Nutrition from mushrooms, understanding and reconciling available data. *Mycoscience*, 38, 247-253.
28. Rezaian, Sh. & Pourian Far, H. R. (2018). *Principles of Production of Medicinal Fungi with an Applied Look in Iran*. Publications of Jahade University of Mashhad. 120 p.
29. Richard, T. (2002). The science and engineering of composting. <http://www.cfe.cornell>.
30. Royse, D. J., Fales, S. L. & Karunanandaa, K. (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.
31. Royse, D. J. (1996). Specialty mushrooms. Progress in new crops. In: Proceedings of the Third National Symposium; Indianapolis, Indiana, USA. Alexandria: ASHS Press.
32. Salman-Naeem, M., Asif Ali, M., Sajid, A., Sardar, H., Liaqat, R. & Shafiq, M. (2014). Growth and yield performance of oyster mushroom on different substrates. *Mycopath*, 12(1), 9-15.
33. Smith, J.E., Rowan, N.J. & Sullivan, R. (2002). Medicinal Mushrooms: Their therapeutic properties and current medical usage with special emphasis on cancer treatments. 268 p.
34. Stamets, P. (2000). *Growing Gourmet and Medical Mushrooms*. 774 p.
35. Stajić, M., Persky, L., Hadar, Y., Friesem, D., Duletić-Laušević, S., Wasser, P. & Nevo, E. (2006). Effect of copper and manganese ions on activities of laccase and peroxidases in three *Pleurotus* species grown on agricultural wastes. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 128, 87-96.
36. Wang, H. (2002). The cultivation of *Hericium erinaceus* in the bottle. *Edible Fungi of China*, 21(3), 22.
37. Weil, D. A., Beelman, R. B. & Beyer, D. M. (2006). Manganese and other micronutrient additions to improve yield of *Agaricus bisporus*. *Bioresourcetechnology*, 97, 1012-1017.
38. Yang, W., Guo, F. & Wan, Z. (2013). Yield and size of oyster mushroom grown on rice/wheat straw basal substrate supplemented with cotton seed hull. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 20, 333-338.
39. Yang, J. H., Tseng, Y.H., Chang, H. L., Lee, Y. L. & Mau, J. L. (2004). Storage stability of monascus adlay. *Food Chemistry*, 90, 303-309.
40. Zheng, J. G., Chen, J. C., Yang, J., Zheng, K. B., Ye, X. F. & Huang, Q. L. (2002). Studies on growing edible fungi on improved straw from a dual use rice cultivar. *Agricultural Sciences in China*, 1(8), 871-877.