Biological Journal of Microorganisms
Year 12, No.45, Spring 2023
Received: 2021-11-29
Accepted: 2022-04-03

(Research Paper)

Evaluation of Yield and Total Polysaccharide amounts of the Basidiocarp of Iranian Isolates of *Agrocybe Aegerita* and *Hypsizygus Ulmarius* Mushroom Produced on various Substrates

Sakineh Heydari Sadegh
Department of Horticulture and Landscape, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran, bheydari68@yahoo.com
Dariush Ramezan
Department of Horticulture and Landscape, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol,Iran, drhorticcul@uoz.ac.ir
Mahdi Pirnia*
Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran, pirnia@uoz.ac.ir
Mehdi Aran
Department of Horticulture and Landscape, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran, mehdiaran@gmail.com
Shirahmad Sarani
Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran, saranisistani@gmail.com

Abstract

Introduction: Seemingly worthless agricultural residues (wheat straw, olive pomace) and industrial (wood chips, sugarcane bagasse) constitute a large amount of waste that leads to environmental pollution and health hazards. Fungi, as consumers of organic matter wastes, establish a material recycling cycle and also eliminate the problems related to air pollution caused by the incineration of wastes.

Materials and Methods: The present study was conducted with a completely randomized design with three replicates in Sistan Damfarm in 2019. Experimental treatments include substrates of wood chips, wheat straw, sugarcane bagasse, sugarcane bagasse+wheat bran (90 to 10), sugarcane bagasse+olive pomace (90 to 10), wood chips+wheat bran (90 to 10), wood chips+olive pomace (90 to 10), wheat straw+olive pomace (90 to 10), wheat straw+wheat bran (90 to 10). Spawn of *H. ulmarius* and *A. aegerita* fungi were prepared and the substrates were inoculated with spawn.

*Corresponding Author

2322-5181/ © The Authors.
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses by-nc-nd/4.0/)

10.22108/BJM.2022.131681.1432

Results: In the fungus *H. ulmarius*, the highest yield (467.54 g), dry matter (50.24 g), the highest amount of total polysaccharide (12.29 mg/g dry matter) and the shortest time (14 days) required to complete the spawn run. The lowest time for precocity (26 days) was allocated to the combined substrates of wheat straw with wheat bran (90 to 10). In the fungus *A. aegerita*, the highest yield (72.81 g), dry matter (9.22 g), the highest amount of total polysaccharide (11.33 mg/g dry matter) and the shortest time (15 days) required to complete the spawn run. The lowest time for precocity (29 days) was allocated to the combined substrates of wood chip with wheat bran (90 to 10).

Discussion and Conclusion: A wheat straw substrate for *H. ulmarius* and wood chip substrate for *A. aegerita* were introduced as the best substrates.

Key words: Agricultural Wastes, Dry Matter, Medicinal Fungus, Organic Supplement, Total Polysaccharide

زیست شناسی میکروارگانیسم ها
سال دوازدهم، شماره ۴۵، بهار ۱۴۰۲ ، صفحه ۱۷-۱
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۸ – تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۱۴

مقاله پژوهشی

ارزیابی عملکرد و مقادیر پلی‌ساکارید کل بازیدیوکارپ جدایه‌های ایرانی قارچ *Agrocybe aegerita* و *Hypsizygus ulmarius* تولیدشده روی بسترهای مختلف

سکینه حیدری صادق: دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل،زابل، ایران، bheydari68@yahoo.com
داریوش رمضان: استادیار گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل،زابل، ایران، drhorticcul@uoz.ac.ir
مهدی پیرنیا*: دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل،زابل، ایران، pirnia@uoz.ac.ir
مهدی آران: استادیار گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل،زابل، ایران، mehdiaran@gmail.com
شیراحمد سارانی: استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل،زابل، ایران، saranisistani@gmail.com

چکیده

مقدمه: بقایای به ظاهر بی‌ارزش کشاورزی (کلش گندم و تفاله زیتون) و صنعتی (خرده چوب و باگاس نیشکر) حجم بزرگی از مواد زائد را تشکیل می‌دهند و به آلودگی محیط زیست منجر می‌شوند. قارچ‌ها به‌عنوان مصرف‌کنندهٔ ضایعات مواد آلی باعث برقراری چرخه بازیافت مواد می‌شوند و مشکلات مربوط به آلودگی هوا در اثر سوزاندن این ضایعات را نیز برطرف می‌کنند.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزرعه سد سیستان در سال ۱۳۹۸ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل بسترهای کشت تراشه چوب، کلش گندم، باگاس نیشکر، باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰) و کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰) بودند. اسپان قارچ‌های *H. ulmarius* و *A. aegerita* تهیه شد و بسترها با اسپان مایه‌زنی شدند.

* نویسندهٔ مسئول مکاتبات

2322-5181/ © The Authors.
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses by-nc-nd/4.0/)
10.22108/BJM.2022.131681.1432

نتایج: در قارچ *H. ulmarius* بیشترین میزان عملکرد (۴۶۷/۵۴ گرم)، وزن خشک (۵۰/۲۴ گرم) و بیشترین میزان پلی‌ساکارید کل (۱۲/۲۹ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) به اندام میوه‌ای و کمترین زمان (۱۴ روز) برای پنجه‌دوانی میسلیوم و پیش‌رسی (۲۶ روز) به بستر کشت ترکیبی کلش گندم همراه با سبوس گندم (۹۰ به ۱۰) اختصاص داشت. همچنین در قارچ *A. aegerita* بیشترین میزان عملکرد (۷۲/۸۱ گرم)، وزن خشک (۹/۲۲ گرم) و بیشترین میزان پلی‌ساکارید کل (۱۱/۳۳ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) به اندام میوه‌ای و کمترین زمان (۱۵ روز) لازم برای کامل‌شدن پنجه‌دوانی میسلیوم و پیش‌رسی (۲۹ روز) به بستر کشت ترکیبی تراشه چوب همراه با سبوس گندم (۹۰ به ۱۰) اختصاص داشت.

بحث و نتیجه‌گیری: بستر کشت کلش گندم برای قارچ *H. ulmarius* و بستر کشت تراشه چوب برای قارچ *A. aegerita* به‌عنوان بهترین بستر کشت معرفی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: ضایعات محصولات کشاورزی، ماده خشک، قارچ دارویی، مکمل آلی، پلی‌ساکارید کل

مقدمه

بستر پرورش و انتخاب محیط کشت مناسب قارچ‌ها به‌طور گسترده‌ای بر وزن تر اندام میوه‌ای (عملکرد) و ارزش دارویی (مقادیر پلی‌ساکارید کل اندام بارده بالغ) آن اثر می‌گذارد. انتخاب بستر کشت نامناسب، رشد غیرعادی میسلیوم قارچ را سبب می‌شود و مرحله رشد رویشی به خوبی انجام نمی‌شود که اغلب به کاهش وزن تر اندام میوه‌ای و کاهش عملکرد قارچ منجر می‌شود. پلی‌ساکارید موجود در قارچ‌ها خاصیت دارویی (ارزش دارویی) دارد و به شدت تأثیرگرفته از بستر کشتی است که در آن رشد کرده است. دامنه وسیعی از ضایعات لیگنوسلولزی و بقایای گیاهان می‌تواند به‌عنوان بستر کشت قارچ تعریف شود. قارچ‌ها به‌عنوان مصرف‌کننده‌های ضایعات مواد آلی (ضایعات اجباری کشاورزی و صنعتی) باعث برقراری چرخه بازیافت مواد می‌شوند و مشکلات مربوط به آلودگی هوا که در اثر سوزاندن این ضایعات ایجاد می‌شود را برطرف می‌کنند (۱).

Agrocybe aegerita نام قارچ خوراکی است و بوی مطبوع و جذب‌کننده دارد. روی بقایای درختان برگ‌ریز محصول بسیار خوبی تولید می‌کند. قطر کلاهک آن حدود ۳ تا ۱۰ سانتی‌متر است. رنگ زرد مایل به خاکستری یا قهوه‌ای مایل به خاکستری دارد و در پایان به رنگ قهوه‌ای شکلاتی درمی‌آید. این قارچ را می‌توان در روزهای پس از باران روی تنه‌های درختان قدیمی برگ‌ریزی همچون افرا، سپیدار، انجیر و سایر درختان خزان‌دار یافت (۲). *Hypsizygus ulmarius* (قارچ صدفی نارون) یک قارچ پر بازده است که با فناوری تجاری کشت می‌شود. این قارچ به‌دلیل تکنولوژی تولید ساده و کم‌هزینه و کارایی بیولوژیکی بالا به‌طور گسترده‌ای در آسیا و اروپا و سراسر جهان کشت می‌شود. این قارچ همانند سایر قارچ‌های صدفی خوراکی است و علاوه بر جنبه تازه‌خوری و ...، ترکیبات پلی‌ساکاریدی با خاصیت دارویی دارد (۳).

به‌منظور دستیابی به حداکثر رشد و عملکرد تطابق دقیق نوع قارچ با بستر کشت از اهمیت زیادی برخوردار است؛ به‌طوری که وزن تر اندام میوه‌ای و مقادیر پلی‌ساکارید آن از محیط کشتی تأثیر می‌گیرد که در آن

رشد کرده است. با توجه به نسبت بالای کربن به نیتروژن ضایعات کشاورزی و جنگلی، لیگنین بالا و همچنین تجزیه‌ناپذیری کامل ترکیبات سلولزی، میسلیوم قارچ توانایی دریافت کامل مواد غذایی موجود در بستر کشت را ندارد؛ بنابراین؛ برای تعدیل نسبت کربن به نیتروژن و نیز افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده (مترشحه از میسلیوم قارچ) سلولز، همی‌سلولز و لیگنین و افزایش بازده تبدیل زیستی از بسترهای ترکیبی و مکمل‌های آلی (سبوس گندم و تفاله زیتون) استفاده می‌شود. هدف از انجام این پژوهش استفاده از ترکیبات لیگنوسلولزی مختلف به‌عنوان بستر کشت مناسب برای تولید قارچ‌های *H. ulmarius* و *A. aegerita* است.

مواد و روش‌ها

تیمارهای آزمایش: در این پژوهش به‌منظور بررسی بسترهای کشت مختلف و بررسی ارزش دارویی و وزن تر اندام بارده بالغ جدایه‌های ایرانی دو قارچ *H. ulmarius* و *A. aegerita* آزمایشی به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزرعه سد سیستان در سال ۱۳۹۸ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل S1: کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S2: کلش گندم (۱۰۰)، S3: کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S4: تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S5: تراشه چوب (۱۰۰)، S6: تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S7: باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S8: باگاس نیشکر (۱۰۰)، S9: باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰) بود.

تهیه استوک قارچ: قارچ *A. aegerita* آزمایش‌شده، از جنگل‌های منطقه شصت کلاته در استان گلستان در کشور ایران در فصل پاییز ۱۳۹۸ جمع‌آوری شد. کشت بافت از بخش‌هایی از اندام میوه‌ای قارچ در محیط کشت PDA انجام شد. استوک قارچ *H. ulmarius* در شرایط استریل از شرکت قارچ ایران زمین، تهیه و برای تهیه اسپان استفاده شد.

آماده‌سازی اسپان: ابتدا دانه‌های گندم (بذر گندم آبی و غیردیم) جوشانده شد تا حدی که دانه‌ها فقط نرم شوند و به آن نیم درصد آهک اضافه و داخل کیسه‌های پلی‌پروپیلنی ریخته شد. با استفاده از دستگاه اتوکلاو به مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱ اتمسفر استریل شدند. مایه‌زنی با استفاده از استوک قارچ در شرایط استریل انجام شد. پس از حدود ۲۳ روز در دمای ۱ ± ۲۶ درجه سانتی‌گراد، میسلیوم قارچ در نقاط مختلف بذور گندم آشکار شدند و اسپان برای مایه‌زنی بستر کشت آماده شد (۴، ۵، ۶).

آماده‌سازی بستر کشت، استریل‌کردن و مایه‌زنی: پس از ترکیب ضایعات کشاورزی و صنعتی با نسبت‌های مدنظر، تهیه بستر کشت و آماده‌سازی تیمارهای ترکیبی و غیرترکیبی، رطوبت بستر کشت در محدوده ۵۶ درصد تنظیم شد (۷). ۳۰۰۰ گرم از بستر کشت، در کیسه‌های پلی‌پروپیلنی (وزن هر کیسه سه کیلوگرم) ریخته شد و با استفاده از دستگاه اتوکلاو به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱ اتمسفر استریل شد (۸، ۹). پس از کاهش دمای بستر اتوکلاوشده، مایه‌زنی بستر کشت به نسبت ۴ درصد با اسپان قارچ (میسلیوم رشدکرده روی بذور گندم) در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد انجام شد. به بسترهای بالا ۱/۵ درصد آهک و سنگ گچ (وزنی) برای تنظیم درجه اسیدیته اضافه شد (۱۰).

پنجه‌دوانی میسلیوم، تشکیل اندام گره‌ای و اندام بارده بالغ: در اتاقک رشد تاریک با دی‌اکسید کربن بالا (غلظت بیشتر از ۱۶۰۰ پی‌پی‌ام) و دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد رشد رویشی میسلیوم قارچ و تشکیل هیف‌ها در بستر کشت انجام شد. پس از کامل‌شدن مرحله پنجه‌دوانی (مرحله رشد رویشی میسلیوم قارچ و سفیدشدن

کامل بسترها)، شرایط برای باردهی و تولید اندام گره‌ای (مرحله رشد زایشی) شامل دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد، دی‌اکسید کربن با غلظت ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام، روشنایی ۵۰۰-۳۰۰ لوکس و رطوبت نسبی ۹۲ درصد تأمین شد (۱۱).

دوره کلونیزاسیون بستر کشت و زمان پیش‌رسی اندام بارده: رشد هیف‌های قارچ در محیط کشت براساس روز ثبت شد. همچنین بعد از کامل‌شدن مرحله رشد رویشی میسلیوم در بستر کشت، زمان تشکیل اندام میوه‌ای قارچ (پیش‌رسی) براساس روز محاسبه شد.

عملکرد اندام میوه‌ای: وزن تر (عملکرد قارچ در هر کیسه) قارچ‌های *H. ulmarius* و *A. aegerita* با استفاده از ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد (عملکرد قارچ در هر کیسه به‌صورت گرم بیان می‌شود).

پلی‌ساکارید کل اندام میوه‌ای: برای تهیه عصاره آبی، درون بالن به ۱۵ گرم پودر آسیاب‌شده از اندام میوه‌ای قارچ‌های *H. ulmarius* و *A. aegerita* مقداری آب مقطر اضافه شد. بالن‌ها در حمام روغن قرار گرفتند و عصاره‌گیری به روش جوشانیدن به‌صورت تقطیر تکراری به مدت پنج ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. سپس با عبور عصاره از کاغذ صافی، ناخالصی آن جدا شد. عصاره فیلترشده به روش تبخیر آهسته حلال در شرایط خلأ، غلیظ و سپس عصاره خشک‌شده به‌صورت پودر آماده شد. برای تعیین مقادیر پلی‌ساکاریدهای کل از روش فنل – سولفوریک‌اسید استفاده شد (۱۲). بدین صورت که ۱ میلی‌گرم گلوکز به‌عنوان قند برای رسم منحنی استاندارد در ۱ میلی‌لیتر آب مقطر، حل و محلول ۱۰۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر گلوکز تهیه شد. سپس غلظت‌های مختلف گلوکز از ۲۰ تا ۹۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر تهیه شدند و ۵۰ میکرولیتر از غلظت‌های ساخته‌شده (۹۰۰-۲۰) از گلوکز درون چاهک‌های دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Jenway ساخت کشور انگلستان) ریخته و ۱۵۰ میکرولیتر اسید سولفوریک غلیظ به هریک از چاهک‌ها اضافه شد. بلافاصله ۳۰ میکرولیتر از فنل ۵۰ درصد درون چاهک‌ها اضافه شد و پلیت‌ها به مدت چهار دقیقه در حمام آب ۹۰ درجه سانتی‌گراد غوطه‌ور شدند (۱۳). پس از کاهش دمای نمونه‌ها، جذب هریک از غلظت‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۹۰ نانومتر، خوانده و منحنی استاندارد گلوکز رسم شد. بعد از رسم منحنی کالیبراسیون، به ۱ میلی‌گرم از پودر قارچ (عصاره آبی)، ۱ میلی‌لیتر آب مقطر، اضافه و محلول ۱۰۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر تهیه شد. سپس غلظت‌های ۸۰، ۱۵۰، ۲۵۰، ۳۵۰، ۵۵۰ و ۷۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر از غلظت ۱۰۰۰ تهیه و محلول‌های ساخته‌شده به چاهک‌های پلیت اضافه شدند. پس از افزودن ترکیبات مدنظر، رنگ محلول موجود در چاهک‌ها به زرد تا نارنجی تبدیل شد. سپس جذب نمونه‌ها در ۴۹۰ نانومتر خوانده شد و با استفاده از منحنی استاندارد گلوکز، غلظت نهایی پلی‌ساکارید کل به‌صورت میلی‌گرم در گرم از پودر عصاره آبی قارچ طبق رابطه ۱ (معادله مربوط به منحنی استاندارد گلوکز) محاسبه شد.

رابطه ۱ عرض از مبدأ $Y=bx\pm$

b=شیب خط (مقدار ثابت و مشخص)

x= مقادیر غلظت پلی‌ساکارید نمونه برحسب میلی‌گرم در گرم وزن خشک است)

y=عدد مربوط به جذب نمونه مجهول

تجزیه داده‌ها: داده‌های این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹ آنالیز شدند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام شد.

نتایج

وزن تر کل اندام میوه‌ای، ماده خشک کل، زمان کامل‌شدن پنجه‌دوانی، زمان پیش‌رسی و پلی‌ساکارید کل قارچ *H. ulmarius*: با توجه به جدول ۱، بستر کشت تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر مقادیر وزن تر کل اندام میوه‌ای، ماده خشک کل، زمان کامل‌شدن پنجه‌دوانی، زمان پیش‌رسی و پلی‌ساکارید کل قارچ *H. ulmarius* دارد.

وزن تر کل اندام میوه‌ای، ماده خشک کل، زمان کامل‌شدن پنجه‌دوانی، زمان پیش‌رسی و پلی‌ساکارید کل قارچ *A. aegerita*: با توجه به جدول ۲، بستر کشت تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر مقادیر وزن تر کل اندام میوه‌ای، ماده خشک کل، زمان کامل‌شدن پنجه‌دوانی، زمان پیش‌رسی و پلی‌ساکارید کل قارچ *A. aegerita* دارد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثرات بستر کشت بر وزن تر کل، ماده خشک کل، زمان کامل‌شدن پنجه‌دوانی، زمان پیش‌رسی و پلی‌ساکارید کل قارچ *H. ulmarius*

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن تر (گرم بر ۳۰۰۰ گرم بستر کشت)	ماده خشک کل (گرم بر ۳۰۰۰ گرم بستر کشت)	زمان کامل‌شدن پنجه‌دوانی (روز)	زمان پیش‌رسی (روز)	پلی‌ساکارید کل (میلی‌گرم بر گرم ماده خشک)
بستر کشت	۸	۲۵۴۷۱/۹۶**	۳۶۶/۵۱**	۱۶/۰۶**	۴۶/۵۶**	۸/۱۲**
خطای کل	۱۸	۶۹۰/۹۹	۵/۱۶	۴/۰۰	۵/۶۲	۰/۴۹
ضریب تغییرات CV (٪)	-	۷/۳۸	۵/۹۹	۱۰/۸۶	۷/۳۹	۶/۹۲

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

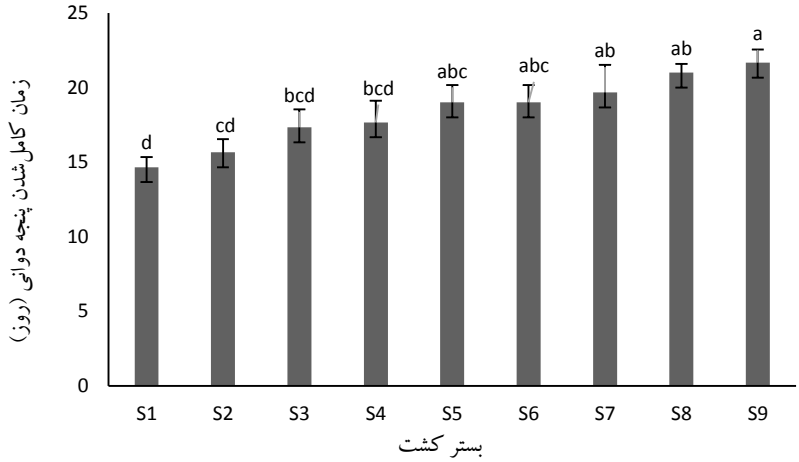
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثرات بستر کشت بر وزن تر کل، ماده خشک کل، زمان کامل‌شدن پنجه‌دوانی، زمان پیش‌رسی و پلی‌ساکارید کل قارچ *A. aegerita*

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن تر (گرم بر ۳۰۰۰ گرم بستر کشت)	ماده خشک کل (گرم بر ۳۰۰۰ گرم بستر کشت)	زمان کامل‌شدن پنجه‌دوانی (روز)	زمان پیش‌رسی (روز)	پلی‌ساکارید کل (میلی‌گرم بر گرم ماده خشک)
بستر کشت	۸	۲۳۴/۲۷**	۱۳/۹۷**	۱۶/۵۹**	۳۶/۱۲**	۴/۹۷**
خطای کل	۱۸	۲۵/۰۰	۰/۴۸	۳/۲۹	۴/۱۱	۰/۴۰
ضریب تغییرات CV (٪)	-	۷/۸۵	۱۰/۰۸	۹/۶۴	۵/۷۸	۶/۴۳

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

صفات رویشی و زایشی قارچ‌های *H. ulmarius* و *A. aegerita*

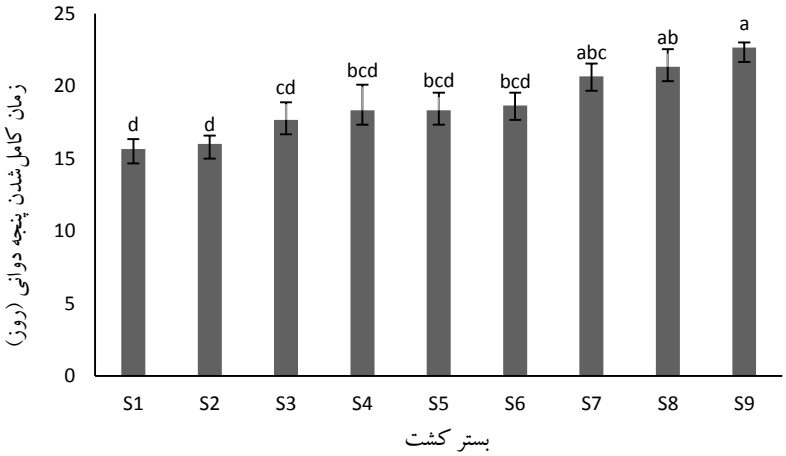
زمان کامل‌شدن پنجه دوانی میسلیوم: با توجه به شکل ۱، بیشترین (۲۱ روز) و کمترین (۱۴ روز) زمان لازم برای کامل‌شدن مرحله پنجه‌دوانی میسلیوم قارچ *H. ulmarius* به‌ترتیب به بستر کشت ترکیبی S9 (باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) و S1 (بستر کشت ترکیبی کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) اختصاص دارد. بسترهای کشت S3 (کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) و S4 (تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) ازنظر صفت کامل‌شدن مرحله پنجه‌دوانی میسلیوم قارچ *H. ulmarius* با هم اختلاف معنی‌داری ندارند و در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. بسترهای کشت S5 (تراشه چوب (۱۰۰)) و S6 (تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) نیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد ازنظر صفت زمان کامل‌شدن مرحله پنجه‌دوانی در قارچ *H. ulmarius* ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. بسترهای کشت S7 (باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S8 (باگاس نیشکر (۱۰۰)) نیز با هم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند و در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر زمان کامل‌شدن پنجه‌دوانی (روز) قارچ *H. ulmarius*. مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.S1: کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S2: کلش گندم (۱۰۰)، S3: کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S4: تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S5: تراشه چوب (۱۰۰)، S6: تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S7: باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S8: باگاس نیشکر (۱۰۰)، S9: باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)

با توجه به شکل ۲، بیشترین (۲۲ روز) و کمترین (۱۵ روز) زمان لازم برای کامل‌شدن مرحله پنجه‌دوانی میسلیوم قارچ *A. aegerita* به‌ترتیب به بستر کشت ترکیبی S9 (باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) و S1 (بستر کشت ترکیبی کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) اختصاص دارد. بسترهای کشت S1 (کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S2 (تراشه چوب (۱۰۰)) نیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد ازنظر صفت زمان کامل‌شدن مرحله پنجه‌دوانی در قارچ *A. aegerita* ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. بسترهای کشت S4 (تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰))، S5 (تراشه چوب (۱۰۰)) و

S6 (تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) نیز با هم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.

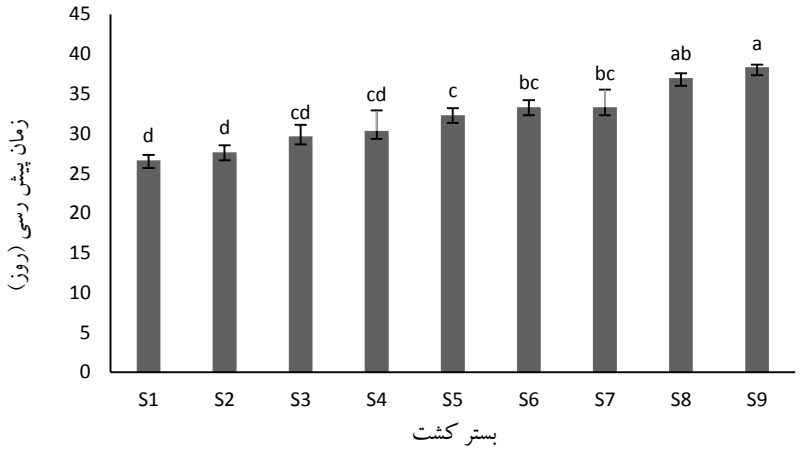


شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر زمان کامل‌شدن پنجه‌دوانی (روز) قارچ *A. aegerita*. مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند. S1: کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S2: کلش گندم (۱۰۰)، S3: کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S4: تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S5: تراشه چوب (۱۰۰)، S6: تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S7: باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S8: باگاس نیشکر (۱۰۰)، S9: باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)

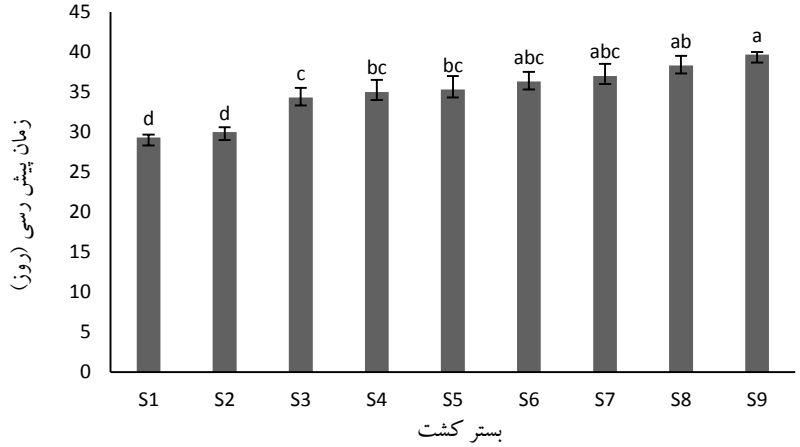
زمان پیش‌رسی: با توجه به شکل ۳، بیشترین (۳۸ روز) و کمترین (۲۶ روز) زمان لازم برای پیش‌رسی اندام میوه‌ای قارچ *H. ulmarius* به‌ترتیب به بستر کشت S9 (باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) و S1 (بستر کشت کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) اختصاص دارد. بسترهای کشت S1 (کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S2 (کلش گندم (۱۰۰)) نیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد ازنظر صفت زمان پیش‌رسی در قارچ *H. ulmarius* ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. بسترهای کشت S3 (کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) و S4 (تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) نیز با هم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.

با توجه به شکل ۴، بیشترین (۳۹ روز) و کمترین (۲۹ روز) زمان لازم برای پیش‌رسی اندام میوه‌ای قارچ *A. aegerita* به‌ترتیب به بستر کشت S9 (باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) و S1 (کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) اختصاص دارد (شکل ۴). بسترهای کشت S1 (کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰))، S2 (کلش گندم (۱۰۰)) نیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد ازنظر صفت زمان پیش‌رسی در قارچ *A. aegerita* ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. بسترهای کشت S4 (تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S5 (تراشه چوب (۱۰۰)) نیز با هم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. بسترهای کشت S6 (تراشه چوب

+ تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) و S7 (باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) نیز با هم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند و بنابراین ازنظر صفت پیش‌رسی در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر زمان پیش‌رسی (روز) قارچ *H. ulmarius*. مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.S1: کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S2: کلش گندم (۱۰۰)، S3: کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S4: تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S5: تراشه چوب (۱۰۰)، S6: تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S7: باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S8: باگاس نیشکر (۱۰۰)، S9: باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)

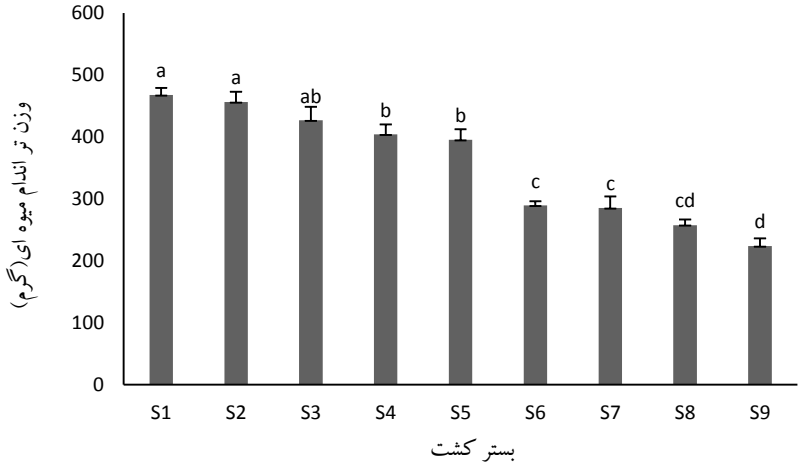


شکل ۴- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر زمان پیش‌رسی (روز) قارچ *A. aegerita*. مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند. .S1: کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S2: کلش گندم (۱۰۰)، S3: کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S4: تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S5: تراشه چوب (۱۰۰)، S6: تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S7: باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S8: باگاس نیشکر (۱۰۰)، S9: باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)

صفات فیزیولوژیکی و شیمیایی اندام میوه‌ای قارچ

وزن تر کل اندام بارده (عملکرد): با توجه به شکل ۵، بیشترین (۴۶۷/۵۴ گرم) و کمترین (۲۲۳/۴۷ گرم) مقادیر وزن تر کل اندام میوه‌ای قارچ *H. ulmarius* به‌ترتیب به بستر کشت S1 (کلش گندم + سبوس گندم

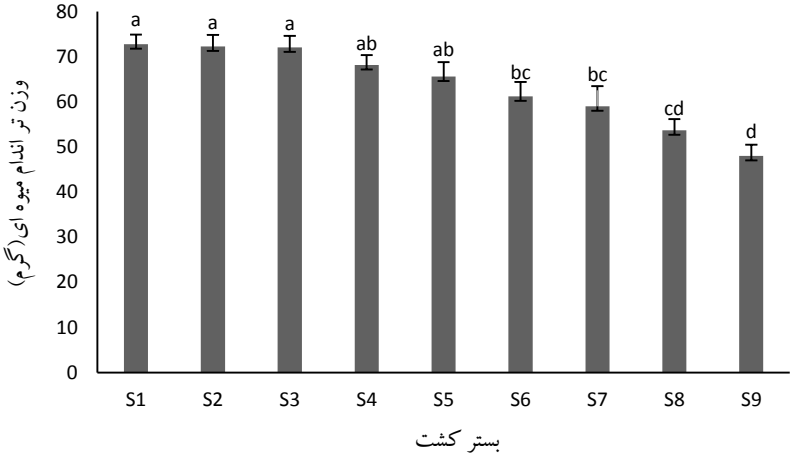
(۹۰ به ۱۰)) و S9 (باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) مربوط است. بسترهای کشت S1 (کلش گندم + سبوس گندم(۹۰ به ۱۰)) و S2 (کلش گندم (۱۰۰)) نیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد ازنظر صفت وزن تر اندام میوه‌ای در قارچ *H. ulmarius* ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. بسترهای کشت S4 (تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S5 (تراشه چوب (۱۰۰)) نیز با هم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. بسترهای کشت S6 (تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) و S7 (باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) نیز ازنظر صفت وزن تر اندام میوه‌ای در قارچ *H. ulmarius* در یک گروه آماری قرار می‌گیرند و با هم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.



شکل ۵- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر وزن تر اندام میوه‌ای (گرم) قارچ *H. ulmarius*.مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.S1: کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S2: کلش گندم (۱۰۰)، S3: کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S4: تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S5: تراشه چوب (۱۰۰)، S6: تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S7: باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S8: باگاس نیشکر (۱۰۰)، S9: باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)

با توجه به شکل ۶، بیشترین (۷۲/۸۱ گرم) و کمترین (۴۸ گرم) مقادیر وزن تر کل اندام میوه‌ای قارچ *A. aegerita* به‌ترتیب به بستر کشت S1 (کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S9 (باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) اختصاص دارد. بسترهای کشت S1 (کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰))، S2 (کلش گندم (۱۰۰)) و S3 (کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) نیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد ازنظر صفت وزن تر اندام میوه‌ای در قارچ *A. aegerita* ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. بسترهای کشت S4 (تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S5 (تراشه چوب (۱۰۰)) نیز ازنظر صفت وزن تر اندام میوه‌ای در قارچ *A. aegerita* در یک گروه آماری قرار می‌گیرند و با هم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند. بسترهای کشت S6 (تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به

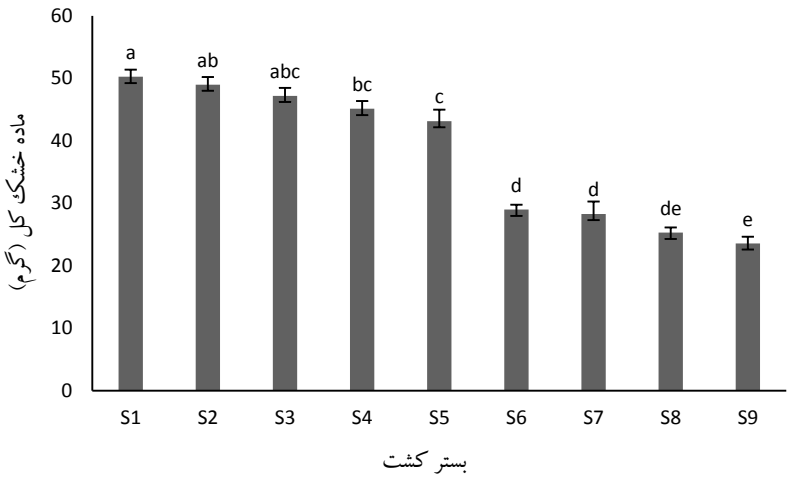
۱۰)) و S7 (باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) نیز در یک گروه آماری قرار دارند و اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.



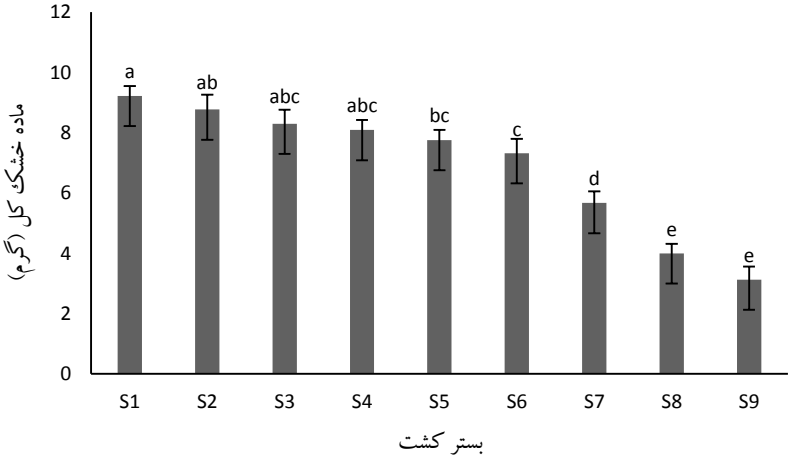
شکل ۶- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر وزن تر اندام میوه‌ای (گرم) قارچ *A. aegerita*. مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.S1 : کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S2: کلش گندم (۱۰۰)، S3: کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S4: تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S5: تراشه چوب (۱۰۰)، S6: تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S7: باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S8: باگاس نیشکر (۱۰۰)، S9: باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)

ماده خشک کل: با توجه به شکل ۷، بیشترین (۵۰/۲۴ گرم) و کمترین (۲۳/۵۷ گرم) مقادیر ماده خشک کل اندام میوه‌ای قارچ *H. ulmarius* به‌ترتیب به بستر کشت S1 (کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S9 (باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) مربوط است. بسترهای کشت S2 (کلش گندم (۱۰۰)) و S3 (کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) نیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد ازنظر صفت ماده خشک کل در قارچ *H. ulmarius* ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. بسترهای کشت S6 (تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) و S7 (باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) نیز در یک گروه آماری قرار دارند و اختلاف معنی‌داری با هم ازنظر صفت ماده خشک کل ندارند.

با توجه به شکل ۸، بیشترین (۹/۲۲ گرم) و کمترین (۳/۱۳ گرم) مقادیر ماده خشک کل اندام میوه‌ای قارچ *A. aegerita* به‌ترتیب به بستر کشت S1 (کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S9 (باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) اختصاص دارد. بسترهای کشت S3 (کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰))، S4 (تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S5 (تراشه چوب (۱۰۰)) نیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد ازنظر صفت ماده خشک کل اندام میوه‌ای در قارچ *A. aegerita* ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. همچنین بسترهای کشت S8 (باگاس نیشکر (۱۰۰)) و S9 (باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) در یک گروه آماری قرار دارند و اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر ماده خشک کل (گرم) قارچ *H. ulmarius*. مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.S1: کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S2: کلش گندم (۱۰۰)، S3: کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S4: تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S5: تراشه چوب (۱۰۰)، S6: تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S7: باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S8: باگاس نیشکر (۱۰۰)، S9: باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)

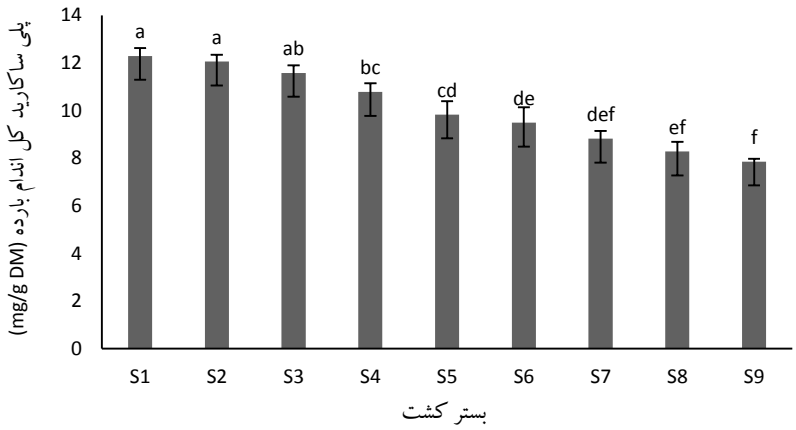


شکل ۸- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر ماده خشک کل (گرم) قارچ *A. aegerita*. مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند. .S1: کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S2: کلش گندم (۱۰۰)، S3: کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S4: تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S5: تراشه چوب (۱۰۰)، S6: تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S7: باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S8: باگاس نیشکر (۱۰۰)، S9: باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)

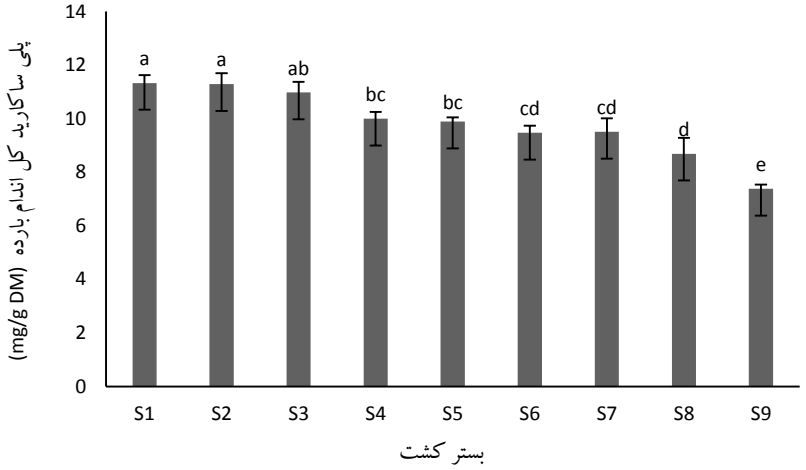
پلی‌ساکارید کل: با توجه به شکل ۹، نتایج داده‌های حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهند بیشترین (۱۲/۲۹ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) و کمترین (۷/۸۶ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) مقادیر پلی‌ساکارید کل اندام میوه‌ای قارچ *H. ulmarius* به‌ترتیب به بستر کشت S1 (کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S9

(باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) اختصاص دارد. بسترهای کشت S1 (کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S2 (کلش گندم (۱۰۰)) نیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد ازنظر صفت پلی‌ساکارید کل اندام میوه‌ای در قارچ *H. ulmarius* ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. همچنین بسترهای کشت S7 (باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S8 (باگاس نیشکر (۱۰۰)) در یک گروه آماری قرار دارند و اختلاف معنی‌داری با هم ازنظر صفت پلی‌ساکارید کل ندارند.

با توجه به شکل ۱۰، نتایج داده‌های حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهند بیشترین (۱۱/۳۳ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) و کمترین (۷/۳۸ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) مقادیر پلی‌ساکارید کل اندام میوه‌ای قارچ *A. aegerita* به‌ترتیب به بستر کشت S1 (کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S9 (باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) اختصاص دارد. بسترهای کشت S1 (کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰))، S2 (کلش گندم (۱۰۰)) و S3 (کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) نیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد ازنظر صفت پلی‌ساکارید کل اندام میوه‌ای در قارچ *A. aegerita* ندارند و این بسترها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. همچنین بسترهای کشت S4 (تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) و S5 (تراشه چوب (۱۰۰)) در یک گروه آماری قرار دارند و اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. بسترهای کشت S6 (تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)) و S7 (باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)) نیز در یک گروه آماری قرار دارند و ازنظر صفت پلی‌ساکارید کل اندام بارده با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۹- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر پلی‌ساکارید کل (میلی‌گرم بر گرم ماده خشک) قارچ *H. ulmarius*. مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.S1: کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S2: کلش گندم (۱۰۰)، S3: کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S4: تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S5: تراشه چوب (۱۰۰)، S6: تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S7: باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S8: باگاس نیشکر (۱۰۰)، S9: باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر پلی‌ساکارید کل (میلی‌گرم بر گرم ماده خشک) قارچ *A. aegerita*. مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند. .S1: کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S2: کلش گندم (۱۰۰)، S3: کلش گندم + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S4: تراشه چوب + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S5: تراشه چوب (۱۰۰)، S6: تراشه چوب + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)، S7: باگاس نیشکر + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰)، S8: باگاس نیشکر (۱۰۰)، S9: باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰)

بحث و نتیجه‌گیری

ضایعات آلی مانند سلولز، همی‌سلولز و لیگنین توسط قارچ‌های خوراکی رده بازیدیومیست‌ها استفاده می‌شود و پس از تجزیه باقیمانده مواد برای تغذیه دام یا به‌عنوان کود آلی برای محصولات زراعی دیگر به کار می‌روند؛ ازاین‌رو استفاده از ضایعات آلی مختلف به‌عنوان بستر کشت قارچ خوراکی علاوه بر تأمین غذای مردم جهان می‌تواند راه‌حل مناسبی برای استفاده از ضایعات آلی باشد و تأثیر چشمگیری بر تولید غذا و حل مشکل ضایعات آلی غیرخوراکی داشته باشد. غنی‌سازی بستر پرورش قارچ‌های صدفی با مکمل‌های غذایی به‌طور معنی‌داری بر تولید قارچ تأثیر می‌گذارد (۱۳). نتایج پژوهشی نشان می‌دهند سریع‌ترین زمان برای پنجه‌دوانی میسلیوم قارچ فلوریدا به بستر ترکیبی برگ موز و کلش گندم (به نسبت مساوی) اختصاص دارد (۱۴). با توجه به نتایج این پژوهش بیشترین و کمترین زمان لازم برای کامل‌شدن مرحله پنجه‌دوانی میسلیوم قارچ *H. ulmarius* به‌ترتیب به بستر کشت ترکیبی باگاس نیشکر + تفاله زیتون و کلش گندم + سبوس گندم اختصاص داشت. در تحقیقی در ارتباط با سرعت پنجه‌دوانی میسلیوم قارچ *Pleurotus ostreatus* مشخص شد رشد رویشی قارچ روی بسترهای کلش گندم و کلش برنج بیشتر از ضایعات پوست دانه پنبه است و سریع‌ترین زمان برای پنجه‌دوانی در بستر کشت کلش گندم انجام شد که با نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق نیز مطابقت دارد (۱۵). نتایج پژوهشی دیگر نشان دادند زمان کامل‌شدن رشد رویشی میسلیوم و پیش‌رسی قارچ‌های *Pleurotus eryngii* و *Pleurotus ostreatus* پرورش‌یافته روی بستر کشت خاک‌اره، سریع‌تر از بستر کشت ضایعات ساقه پنبه و پسماندهای صنایع کاغذ است (۱۶).

با توجه به نتایج تحقیق حاضر، بیشترین و کمترین زمان لازم برای کامل‌شدن مرحله پنجه‌دوانی میسلیوم قارچ *A. aegerita* به‌ترتیب به بستر کشت باگاس نیشکر + تفاله زیتون و بستر کشت تراشه چوب + سبوس گندم اختصاص داشت. در قارچ *H. ulmarius*، زمان پیش‌رسی این قارچ نیز کمتر از بقیه تیمارها بود. همچنین، با توجه به سرعت رشد رویشی کمتر میسلیوم قارچ در بستر کشت باگاس نیشکر همراه با تفاله زیتون، ورود به فاز زایشی در این تیمار به زمان بیشتری نیاز داشت.

بیشترین ماده خشک کل اندام میوه‌ای در قارچ *H. ulmarius* مربوط به بستر کشت کلش گندم همراه با سبوس گندم است. با توجه به داده‌های حاصل از مقایسه میانگین بین تیمارها در بین مکمل‌های آلی استفاده‌شده برای کشت قارچ *H. ulmarius* به نظر می‌رسد سبوس گندم نسبت به تفاله زیتون نقش مؤثرتری در بستر کشت دارد که این موضوع به‌دلیل مقادیر فنل بالای تفاله زیتون است. گزارش شده است غنی‌سازی بستر کشت ترکیبی تراشه چوب صنوبر با سبوس گندم سبب افزایش مقادیر ماده خشک کل اندام میوه‌ای قارچ *Ganoderma lucidum* شده است (۱۷). همچنین بیشترین ماده خشک کل اندام میوه‌ای در قارچ *A. aegerita* مربوط به بستر کشت تراشه چوب همراه با سبوس گندم است. در قارچ *A. aegerita* نیز سبوس گندم به‌عنوان مکمل آلی نقش مؤثرتری نسبت به تفاله زیتون داشت. در کل با توجه به داده‌های حاصل از مقایسه میانگین برای هر دو قارچ *H. ulmarius* و *A. aegerita* مشخص شد سبوس گندم به‌عنوان مکمل آلی نقش مؤثرتری نسب به تفاله زیتون در بستر کشت داشته است. نتایج داده‌های حاصل از نمودار مقایسه میانگین‌ها نشان دادند بیشترین پلی‌ساکارید کل اندام میوه‌ای در قارچ *H. ulmarius* مربوط به بستر کشت کلش گندم همراه با سبوس گندم است. همچنین بیشترین پلی‌ساکارید کل اندام میوه‌ای در قارچ *A. aegerita* مربوط به بستر کشت تراشه چوب همراه با سبوس گندم است. با توجه به ماهیت و ترکیبات بستر کشت به نظر می‌رسد افزایش ماده خشک کل و تولید بیشتر مقادیر پلی‌ساکارید کل قارچ‌های تولیدشده روی بسترهای کشت مذکور را می‌توان به وجود ترکیبات نیتروژن‌دار آلی در بستر کشت مرتبط دانست؛ به‌طوری‌که سبوس گندم مکمل آلی مناسبی برای غنی‌سازی کلش گندم و تراشه چوب هستند.

در پژوهشی دیگر مشخص شد بیشترین مقدار پلی‌ساکارید کل (۱۴/۳۵ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک) قارچ *Ganoderma applanatum* مربوط به بستر کشت ترکیبی تراشه چوب بلوط با سبوس گندم است. وجود ارزش غذایی بالای سبوس گندم و سبوس برنج، بستر کشت مناسبی برای افزایش کمیت و کیفیت قارچ مذکور فراهم می‌کند (۱۸). پژوهش مشابه دربارهٔ قارچ *Ganoderma lucidum* نشان داد بیشترین (۲۱/۱۱ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) و کمترین (۵/۴۸ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) مقادیر پلی‌ساکارید کل اندام میوه‌ای به‌ترتیب به بستر کشت ترکیبی تراشه چوب صنوبر با سبوس گندم (۷۰ به ۳۰) غنی‌شده با مکمل سولفات منگنز و بستر کشت ترکیبی برگ نخل خرما با ضایعات صنایع روغن‌گیری زیتون (۶۰ به ۴۰) غنی‌شده با مکمل نانو منگنز اکسید مربوط است (۱۹).

دربارهٔ بستر کشت، بیشترین (۴۶۷/۵۴ گرم) و کمترین (۲۲۳/۴۷ گرم) مقادیر عملکرد قارچ *H. ulmarius* به‌ترتیب به بستر کشت کلش گندم + سبوس گندم (۹۰ به ۱۰) و باگاس نیشکر + تفاله زیتون (۹۰ به

۱۰) مربوط است. در پژوهشی که از بسترهای مختلف شامل باگاس نیشکر، کلش گندم، ساقه ذرت و خاک‌اره برای پرورش قارچ *Pleurotus ostreatus* استفاده شده بود مشخص شد با افزایش نسبت کربن به نیتروژن شرایط بهینه برای رشد رویشی میسلیوم قارچ فراهم می‌شود. نتایج پژوهشی نشان دادند اختلاف در مقادیر عملکرد به‌دلیل نیتروژن پایین در بستر کشت خاک‌اره یکی از دلایل اصلی در کاهش عملکرد قارچ‌های تولیدشده روی این بستر کشت در مقایسه با سایر بسترها است؛ بنابراین، کاهش نسبت کربن به نیتروژن بستر باعث افزایش عملکرد شده است (۲۰).

ضایعات کشاورزی و صنعتی غنی از سلولز، بستر کشت مناسبی برای پرورش قارچ‌های صدفی هستند (۲۱). عملکرد و کیفیت قارچ‌های *Pleurotus* تولیدشده روی بستر کشت ضایعات آلی کاهش می‌یابد که نسبت کربن به نیتروژن بالایی دارند (۲۲). در بسترهای کشت با مقادیر لیگنین و فنل بالا، فعالیت آنزیم سلولاز کاهش می‌یابد؛ در صورتی که با کاهش مقادیر لیگنین، فعالیت آنزیم‌ها و عملکرد قارچ افزایش می‌یابد (۲۳). در پژوهشی در ارتباط با قارچ صدفی سالمون مشخص شد وزن تر اندام میوه‌ای چین اول در بستر کلش گندم غنی‌شده با سولفات منگنز بیشترین مقدار (۱۰۲۲ گرم) بود و بیشترین و کمترین عملکرد اندام میوه‌ای به‌ترتیب به بستر کشت کلش گندم و ضایعات برگ خرما اختصاص داشت. همچنین وزن تر اندام میوه‌ای تولیدشده روی بستر خاک‌اره غنی‌شده با مایکوریزا در مقایسه با سایر تیمارها کمتر بود. به نظر می‌رسد با توجه به نسبت کربن به نیتروژن نسبتاً بالای خاک‌اره و ضایعات برگ خرما، میسلیوم قارچ توانایی تجزیه و جذب کامل مواد غذایی موجود در این دو بستر کشت را در مقایسه با بستر کشت کلش گندم ندارد که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت دارد (۲۴).

بیشترین (۷۲/۸۱ گرم) و کمترین (۴۸ گرم) مقادیر عملکرد قارچ *A. aegerita* به‌ترتیب به بستر کشت تراشه چوب با سبوس گندم (۹۰ به ۱۰) و باگاس نیشکر با تفاله زیتون (۹۰ به ۱۰) اختصاص داشت. در آزمایشی قارچ *A. aegerita* روی بستر کشت کاه گندم، پوسته کاکائو، کاه گندم همراه با پوسته کاکائو (۱۷ درصد)، ضایعات مرکبات، ضایعات هویج و تفاله چای سیاه کشت شد. این قارچ روی کاه گندم بیشترین بازده را در تولید اندام بارده با راندمان بیولوژیکی ۳۶ درصد با افزودن تفاله چای سیاه نشان داد (۲۵). در پژوهش دیگر کشت *A. aegerita* در شش بستر لیگنوسلولزی شامل کاه گندم، کاه برنج، خاک‌اره، ساقه ذرت، لپه ذرت و چوب پنبه انجام شد. ۲۰ درصد سبوس گندم همراه با خاک‌اره بالاترین عملکرد (به‌طور متوسط ۵۱ کیلوگرم) را ایجاد می‌کند؛ اما ازنظر اقتصادی استفاده از خاک‌اره درختان مناسب و قابل دستیابی نیست (۲۶).

References

(1) Mane VP, Patil SS, Syed AA, Baig MMV. Bioconversion of low quality lignocellulosic agricultural waste into edible protein by *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. *Journal of Zhejiang University of Science*. 2007; 8 (10): 745-751.

(2) Diyabalanage T, Mulabagal V, Mills G, DeWitt DL. Nair MG. Health-beneficial qualities of the edible mushroom, *Agrocybe aegerita*. *Food Chemistry*. 2008; 108 (1): 97-102.

(3) Mohammadi Goltapeh E, Pourjam E. *Principles of growing edible mushrooms*. Tehran: Publications of Tarbiat Modarres University; 1994.

(4) Kumari R. In-vitro propagation of *Ganoderma Lucidum* – A medicinal mushroom in different culture medium. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. 2017; 2 (4): 294-297.

(5) Zied DC, Pardo-Giménez A. *Edible and Medicinal Mushrooms. Technology and Applications*; 2017.

(6) Motaghi H. *Technology, cultivation and production of edible mushrooms Lentinus (Shiitake)*. Andishe Farda Publications; 2005.

(7) Royse D, Sanchez JE. Ground wheat straw as a substitute for portions of oak wood chips used in shiitake (*Lentinula edodes*) substrate formulae. *Bioresource Technology*. 2007; 98 (11): 2137-2141.

(8) Harith N, Abdullah N, Sabaratnam V. Cultivation of *Flammulina velutipes* mushroom using various agro-residues as a fruiting substrate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira–PAB.* 2014; 49: 181-188.

(9) Xie C, Gong W, Yan L, Zhu Z, Hu Z, Peng Y. Biodegradation of ramie stalk by *Flammulina velutipes*: mushroom production and substrate utilization. *AMB Express*. 2017; 7: 171.

(10) Rezaeian Sh, Pourianfar HR. *Principles and bases of production of medicinal mushrooms with a practical view in Iran*. Mashhad: Publications of Jahad Daneshgahi of Mashhad; 2017.

(11) Imtiaj A, Jayasinghe C, Lee GW, Shim MJ, Rho HS, Lee HS. Vegetative growth of four strains of *Hericium erinaceus* collected from different habitats. *Mycobiology*. 2008; 36 (2): 88-92.

(12) Tatsuya M, Akio M, Norimasa I, Tokifumi M, Shin-Ichiro N, Yuan CL. Carbohydrate analysis by a phenol–sulfuric acid method in microplate format. *Analytical Biochemistry*. 2005; 339 (1): 69-72.

(13) Shashirekha MN, Rajarathnam S, Bano Z. Effects of supplementing rice straw growth substrate with cotton seeds on the analytical characteristics of the mushroom, *Pleurotus florida* (Block and Tsao). *Journal Food chemistry*. 2005; 92: 255-259.

(14) Mondal SR, Rehana MJ, Noman MS, Adhikary SK. Comparative study on growth and yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus florida*) on different substrates. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*. 2010; 8 (2): 213-220.

(15) Yang W, Guo F, Wan Z. Yield and size of oyster mushroom grown on rice/wheat straw basal substrate supplemented with cotton seed hull. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2013; 20: 333-338.

(16) Salman Naeem M, Asif Ali M, Sajid A, Sardar H, Liaqat R, Shafiq M. Growth and yield performance of oyster mushroom on different substrates. *Mycopath.* 2014; 12 (1): 9-15.

(17) Staji M, Persky L, Hadar Y, Friesem D, Duletić-Laušević S, Wasser P, Nevo E. Effect of copper and manganese ions on activities of laccase and peroxidases in three *Pleurotus* species grown on agricultural wastes. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 2006; 128: 87-96.

(18) Esmaeelzehi MA, Soluki M, Yusofshahi B, Ramezan D, Pirnia M, Zarabi MM. The use of agricultural wastes to produce Iranian isolate of *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. and evaluation its performance and some pharmacological properties. *Journal of Plant Production*. 2021; 28 (4): In press.

(19) Kurd-Anjaraki S, Ramezan D, Ramezani S, Samzadeh-Kermani A, Pirnia M, Yousef Shahi B. Potential of waste reduction of agro-biomasses through Reishi medicinal mushroom (*Ganoderma lucidum*) production using different substrates and techniques *Acta Ecologica Sinica*. 2021; In press.

(20) Hoa HT, Wang C, Wang CH. The Effects of Different Substrates on the Growth, Yield, and Nutritional Composition of Two Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*) *Mycobiology*. 2015; 43 (4): 423-434.

(21) Quimio TH. Introducing: *Pleurotus flabellatus* for your dinner table. *Mushroom Journal*. 1978; 69: 282-283.

(22) Mintesnot B, Ayalew A, Kebede A. Evaluation of biomass of some invasive weed species as substrate for oyster mushroom (*Pleurotus* spp.) cultivation. *Pakistan Journal of Biological Science*. 2014; 17: 213-219.

(23) Sivaprakasam K. Studies on oyster mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) Fr. [Dissertation]. Coimbatore: Tamil Nadu Agricultural University; 1980.

(24) Keymasi A, Ramezan D, Aran M, Bagheri R. Investigating the optimization of different substrate on some quantitative and qualitative atributies of golden oyster mushroom (*Pleurotus citrinopileatus*). *Journal of Plant Production.* 2019; 26 (2): 173-193.

(25) Kleofa V, Sommer L, Fraatz MA, Zorn H, Rühl M. Fruiting body production and aroma profile analysis of *Agrocybe aegerita* cultivated on different substrates. *Natural Resources.* 2014.

(26) Sood B, Kapoor Sh. Assessing the potential of lignocellulosic agro-wastes for high yield of *Agrocybe aegerita* (Brig.) Singer under Punjab climatic conditions. *International Journal of Science and Nature*. 2016; 7 (1): 104-111.