University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

The effect of culture media on some morphophysiological characteristics and nutritional value of (*Agaricus subrufescens*)

Razieh Khodsiani[1] | Mehrdad Jafarpour[2]✉

1. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran. E-mail: r.khodsiani@khuisf.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran. E-mail: jafarpour@khuisf.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 27 August 2022
Received in revised form
4 June 2023
Accepted 7 June 2023
Published online
20 September 2023

Keywords:
Agricultural waste
Biological efficiency
Medicinal mushroom
Mycelium
Polysaccharide

ABSTRACT

Objective: Beta-glucan is one of the components of the mushroom cell wall and the most therapeutically important polysaccharide in mushrooms. The aim of this research is to produce a specific vermicompost to improve the nutritional value and evaluate the beta-glucan content in *blazai* mushroom (*A.subrufescens*).

Methods: An experiment was conducted in form of a completely randomized design and in three replications at the mushroom research center of Islamic Azad University of Isfahan (Khorasgan) in 1399-1400. It investigated 18 combined substrates as treatments, including casing soil as control, compost and vermicompost, Echinacea vermicompost alone and in combination with casing soil with certain values of the hormone indol acetic acid. Based on the results, richer substrates including compost and vermicompost alone and in combination with casing soil led to the optimal growth of blazai mushrooms.

Results: The results of the analysis of variance showed that the highest amount of beta-glucan with the value of 72.86 mg/kg and the highest ash percentage was observed, namely the substrates with the origin of the Echinacea medicinal plant.

Conclusion: In general, for biomass production, it is better to use richer substrates, yet if the purpose of production of the essential material in the mushrooms, it is better to use substrates that are combined with Echinacea. The present research is the combination of casing soil 50 percent + compost or vermicompost 50 percent in the absorption of nutrients and the improvement of quantitative traits played a slightly better role.

Cite this article: Khodsiyani, R., & Jafarpour, M. (2023). The effect of culture media on some morphophysiological characteristics and nutritional value of (*Agaricus subrufescens*). *Journal of Crops Improvement*, 25 (3), 787-806.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.347719.2741

© The Authors.
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.347719.2741

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

شاپا الکترونیکی: ۲۳۴۵-۶۹۵۷

اثر انواع بسترهای کشت بر روی برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و ارزش غذایی قارچ دارویی بلازئی (*Agaricus subrufescens*)

راضیه خودسیانی[۱] | مهرداد جعفرپور[۲] ✉

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران. رایانامه: r.khodsiani@khuisf.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران. رایانامه: jafarpour@khuisf.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۰۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۳/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۷
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۲۹

کلیدواژه‌ها:
پلی‌ساکارید
ضایعات کشاورزی
قارچ‌های دارویی
کارایی بیولوژیکی
میسلیوم

چکیده

هدف: بتاگلوکان یکی از اجزای دیواره سلولی قارچی و از نظر درمانی مهم‌ترین پلی‌ساکارید در قارچ‌هاست. هدف از این پژوهش تولید ورمی‌کمپوست اختصاصی به‌منظور بهبود ارزش غذایی و بررسی محتوای بتاگلوکان در قارچ بلازئی (*A. subrufescens*) می‌باشد.

روش پژوهش: آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار در مرکز تحقیقات قارچ دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان) در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ انجام شد. تعداد ۱۸ بستر ترکیبی به‌عنوان تیمارهای موردبررسی در آزمایش، شامل خاک پوششی ۱۰۰ درصد به‌عنوان شاهد، کمپوست و ورمی‌کمپوست برگشتی ۱۰۰ درصد، سرخارگل و ورمی‌کمپوست سرخارگل به‌تنهایی و در ترکیب با خاک پوششی به‌همراه هورمون اکسین (ایندول‌استیک‌اسید) به نسبت‌های معین در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: براساس نتایج بسترهای غنی از عناصر معدنی از جمله کمپوست و ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ به‌تنهایی و در ترکیب با خاک پوششی منجر به رشد بهینه قارچ بلازئی شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بیش‌ترین میزان بتاگلوکان با مقدار ۷۲/۸۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و بیش‌ترین سرعت محصول دهی در بسترهایی با منشأ گیاه دارویی سرخارگل مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: در مجموع اگر مبنا تولید بیوماس باشد بهتر است از بسترهای کشت غنی‌شده و اگر مبنا تولید ماده مؤثره در قارچ باشد، بهتر است از بسترهایی که با سرخارگل ترکیب شده‌اند، استفاده شود. در پژوهش حاضر ترکیب خاک پوششی۵۰ درصد+ کمپوست و ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد در جذب عناصر غذایی و بهبود صفات کمی بهتر نقش ایفا کردند.

استناد: خودسیانی، راضیه؛ و جعفرپور، مهرداد (۱۴۰۲). اثر انواع بسترهای کشت بر روی برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و ارزش غذایی قارچ دارویی بلازئی (*Agaricus subrufescens*). *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۵ (۳)، ۷۸۷-۸۰۶. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.347719.2741

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

قارچ بلازئی حاوی مقادیر قابل‌توجهی ترکیبات فنولیکی است و زمانی که به‌طور مداوم مصرف شود باعث تقویت سیستم ایمنی بدن می شود (Rozsa *et al*., 2017). امروزه تولید قارچ و به‌ویژه قارچ‌های دارویی و استفاده از مواد ارزان‌قیمت برای تولید اسپان بسیار پراهمیت می‌باشد (Colauto *et al*., 2012). سالیانه مقادیر زیادی از ضایعات کشاورزی تولید و بدون استفاده باقی می‌ماند که با این شرایط و در دسترس‌بودن نیروی تحصیل‌کرده جویای کار در بخش کشاورزی، امکان تولید وسیع این نوع قارچ‌ها را می‌توان فراهم کرد (جعفرپور و همکاران، ۱۳۸۷). قارچ بلازئی (*Agaricus blazei*)، یکی از مهم‌ترین و گران‌ترین قارچ‌های خوراکی- دارویی جهان (Taofiq *et al*., 2019) که نام‌های دیگر آن *A. brasiliensis* و *A. subrufescens* است و در ژاپن به Himematsutake و در برزیل به Sun mushroom معروف می‌باشد (Wang *et al*., 2018; Friedmann Angeli *et al*., 2009).

۲. پیشینه پژوهش

استفاده از ترکیب‌های مختلف خاک پوششی و به‌کارگیری مخلوطی از ضایعات محصولات کشاورزی، می‌تواند اثرات مفیدتری بر رشد و تولید قارچ‌ها داشته باشد (Carneiro *et al*., 2013). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که کمپوست برگشتی قارچ از لحاظ میزان فسفر غنی می‌باشد. تعداد گل بیش‌تر در بستر کشت حاوی کمپوست برگشتی قارچ می‌تواند به‌دلیل تولید تعداد برگ بیش‌تر در این بستر کشت باشد که به‌دنبال آن فتوسنتز و در نهایت میزان گلدهی افزایش می‌یابد (Bostan *et al*., 2014). یکی از مهم‌ترین مراحل تولید قارچ مرحله خاک‌دهی با استفاده از خاک پوششی است، که در تغییر فاز رویشی رشد به فاز زایشی نقش دارد (Beyer, 2003).

بسترهای کشت مختلف (بسترهای غیرترکیبی) اثرهای متفاوتی روی رشد رویشی (گسترش هیف‌ها- Hyphae) و زایشی (تشکیل اندام‌های گره‌ای و میوه‌ای) گونه‌های مختلف قارچ‌های خوراکی- دارویی دارند (Marlina *et al*., 2015). کیفیت و نوع خاک مورداستفاده در این مرحله تأثیر بسیار مهمی در عملکرد و سایر صفات مورفولوژیک قارچ خواهد داشت (Morin *et al*., 2012). خاک پوششی که در صنایع پرورش قارچ دکمه‌ای به‌صورت استاندارد استفاده می‌شود، حدود یک‌سوم هزینه‌های تولید را به خود اختصاص می‌دهد. پسماندهای جامد در شهرها، به‌دلیل کمبود محل دفن و قوانین محیطی مشکل‌ساز است، بنابراین پژوهش‌گران به‌دنبال مدیریت دیگری هستند که از لحاظ اکولوژیکی و اقتصادی مناسب‌تر باشد (Zhang *et al*., 2020). یکی از روش‌های بسیار مؤثر در مبارزه با انباشت حجم عظیم ضایعات کشاورزی و خنثی‌نمودن اثرات نامطلوب آن‌ها، تبدیل زباله به کود کمپوست و بهره‌گیری بهینه از آن‌ها به‌عنوان کود آلی در کشاورزی است (Yadav & Garg, 2019). از این رو، تولید ورمی‌کمپوست می‌تواند چاره مناسبی برای دفع مؤثر و بهداشتی قسمت‌های آلی پسماندهای جامد باشد (Hussain & Abbasi, 2018). ورمی‌کمپوست سرشار از عناصر غذایی، آنزیم‌ها و مواد محرک رشد مختلف نظیر اکسین (IAA) و سیتوکینین است که عصاره آن نیز بسیاری از این خواص را دارد. تمام این ویژگی‌ها سبب شده که ورمی‌کمپوست و عصاره آن بتواند به‌عنوان یک ماده غذایی با ارزش در بهبود کمی و کیفی قارچ دکمه‌ای مورداستفاده قرار گیرد (Rajkhowa *et al*., 2017). سرخارگل با نام علمی *Echinacea purpurea*، در سراسر دنیا کشت و پرورش می‌یابد، مواد مؤثره ریشه و قسمت‌های هوایی گیاه سرخارگل دارای مشتقات اسیدکافئیک، آلکامید، فلاونوئید، اسانس و پلی‌استیلن می‌باشند که ضمن بروز اثرات ضدالتهابی و ضدمیکروبی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی سلولی را بهبود می‌بخشند (مانایی و همکاران، ۱۳۹۳). ارزش غذایی قارچ خوراکی بیش‌تر به مقدار و کیفیت پروتئین موجود در آن بستگی دارد. میزان پروتئین قارچ‌های خوراکی از حداقل ۹/۸-۵/۱ درصد وزن تر قارچ گزارش شده است (Kawakami *et al*., 2016).

قارچ‌ها منابع غنیD–گلوکان هستند و می‌توانند α-D-glucans، β-D-glucans و α/β-D-glucans را در اندام بارده خود ذخیره کنند. اغلب هوموپلی‌ساکاریدها۱ توسط آنزیم‌های گوارش انسان هضم نمی‌شوند و به‌عنوان فیبر مورداستفاده قرار می‌گیرند و سبب تحرک روده، کاهش جذب مواد سمی و سرطان‌زا و در نهایت کاهش میزان ابتلا به سرطان می‌شوند (Val *et al*., 2015). استفاده از هورمون‌های محرک رشد می‌تواند یکی از راه‌کارهای مفید در بهبود عملکرد قارچ‌ها باشد. این ترکیبات در غلظت‌های بسیار پایین فرایندهای شیمیایی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی را در گیاهان تحت تأثیر قرار می‌دهند. ایندول‌استیک‌اسید متداول‌ترین هورمون اکسین در گیاهان است که مسئول تقسیم، توسعه و تفکیک بافت‌ها و سلول‌های گیاهی می‌باشد (Khan *et al*., 2014). این هورمون می‌تواند سبب تحریک رشد میسلیوم و افزایش رشد قارچ و بهبود عملکرد آن گردد (Patil *et al*., 2011).

هدف کلی در این پژوهش بررسی اثر بسترهای مختلف کشت بر محتوای پلی‌ساکارید در اندام باردهی قارچ بلازئی و خصوصیات رشدی قارچ ذکرشده در شرایط استفاده از ایندول‌استیک‌اسید است. مهم‌ترین شاخص بستر مورداستفاده کاربرد گیاه سرخارگل به‌عنوان اجزایی از بستر کشت و مطالعه اثر ورمی‌کمپوست سرخارگل بر خصوصیات غذایی و رشدی قارچ بلازئی بود.

۳. روش‌شناسی پژوهش

۳. ۱. مشخصات و موقعیت محل اجرای طرح

مطالعه حاضر در سال ۱۴۰۰–۱۳۹۹ در مرکز تحقیقات قارچ دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان) اجرا شد. به‌منظور مطالعه اثر ۱۸ بستر مختلف کشت (به‌عنوان تیمار؛ جدول ۱) بر خصوصیات رشدی قارچ بلازئی آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. یکسری از بسترها به‌منظور بهبود عملکرد و افزایش رشد قارچ توسط هورمون اکسین (ایندول‌استیک‌اسید) تیمار شدند بدین منظور ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر ایندول‌استیک‌اسید در ۲۰ لیتر آب مقطر حل شد و روی بسترها محلول‌پاشی شد. برخی خصوصیات بیوشیمیایی بسترهای مورداستفاده در جدول‌های (۲) و (۳) قید شده است. در پایان مرحله رشد قارچ، صفات رطوبت اندام باردهی، درصد ماده خشک، درصد کارایی زیستی، تعداد اندام باردهی، قطر کلاهک، وزن تر و خشک اندام باردهی قارچ، سرعت محصول‌دهی، خاکستر، محتوای پروتئین، میزان پلی‌ساکارید و عناصر معدنی (فسفر، سدیم، پتاسیم، نیتروژن، آهن و روی)، مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۱. تیمارهای موردبررسی

خاک پوششی ۱۰۰ درصد (شاهد)	خاک پوششی ۱۰۰ درصد+ IAA ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر
کمپوست برگشتی قارچ ۱۰۰ درصد	کمپوست برگشتی قارچ ۱۰۰ درصد+ IAA ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر
ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۱۰۰ درصد	ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۱۰۰ درصد+ IAA ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر
سرخارگل ۱۰۰ درصد	سرخارگل ۱۰۰ درصد+ IAA ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر
ورمی‌کمپوست سرخارگل ۱۰۰ درصد	ورمی‌کمپوست سرخارگل ۱۰۰ درصد+ IAA ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر
خاک پوششی ۷۰ درصد+ سرخارگل ۳۰ درصد	خاک پوششی ۷۰ درصد + سرخارگل ۳۰ درصد+ IAA ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر
ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد	ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد+ IAA ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر
خاک پوششی ۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد	خاک پوششی ۵۰ درصد+ ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد
خاک پوششی ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد	خاک پوششی ۷۰ درصد+کمپوست برگشتی قارچ ۳۰ درصد+ IAA ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر

جدول ۲. آنالیز خصوصیات بیوشیمیایی کمپوست مورداستفاده

pH	نیتروژن (درصد)	کربن (درصد)	NH_3	ASH (درصد)	نسبت کربن به نیتروژن	رطوبت نسبی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)
۷/۹۸	۲/۰۷	۳۵/۱۱	۰/۰۲	۲۹/۷۸	۱۶/۹۶	۶۷/۹۵	۱۰/۰

۱. Homopolysaccharides

جدول ۳. نتایج آنالیز خصوصیات بیوشیمیایی تیمارهای مختلف

ترکیبات	pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	کربن (درصد)	نیتروژن (درصد)	نسبت کربن به نیتروژن	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	کلسیم (درصد)
سرخارگل	۵/۸۳۶	۶/۱۳۶	۶۶۳/۳۴	۰/۵۳۳	۵/۳۳۳	۰/۰۹	۱۱۰۱/۳	۳/۷۶
ورمی‌کمپوست سرخارگل	۸/۷۵۶	۱/۶۴	۸۲۷/۵۹	۰/۴۵۶	۷/۶۶۶	۰/۰۵	۱۵۰۵/۳	۲/۹۳
کمپوست برگشتی قارچ	۶/۴۸۳	۲/۲۴۶	۱۰۸۵/۸	۰/۲۶۶	۹/۱۶۶	۰/۰۳	۰/۱۷۹۹	۱۰/۶۶
ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ	۵/۶۲	۲/۵۳۳	۱۲۳۰/۵	۰/۲۴۰	۸/۴۶۶	۰/۰۳	۰/۲۲۶۶	۱۳/۶۶

مقدار ۵ کیلوگرم اسپان قارچ بلازئی (*A. subrufescen*) با کد (TMU175) از دانشگاه تربیت مدرس تهران تحت شرایط هرباریوم (Herbarium) خریداری شد و بر روی بسترهای تهیه‌شده، عملیات اسپان‌زنی اجرا گردید.

برای تهیه کمپوست سرخارگل و ورمی‌کمپوست تخصصی سرخارگل، ۲۳ کیلوگرم سرخارگل خشک با کلیه اندام هوایی که بازارپسندی نداشت از عطاری علی‌بابا واقع در شهر اصفهان خریداری گردید. کلیه اندام هوایی با دستگاه پرس خورد گردید و طی سه هفته رطوبت دهی، فرایند تولید کمپوست سرخارگل به طول انجامید. سپس کمپوست سرخارگل حاوی ۷۵ تا ۸۰ درصد رطوبت به بسترهای حاوی کرم ایزنیا فتیدا (*Eisenia fetida*) اضافه گردید و بعد از مدت شش ماه فرایند تولید ورمی‌کمپوست سرخارگل به طول انجامید.

۳. ۲. صفات موردبررسی

۳. ۲. ۱. درصد رطوبت اندام باردهی

درصد رطوبت نمونه‌های قارچ از طریق رابطه (۱) محاسبه شد.

رابطه ۱) (وزن تر – وزن خشک / وزن تر) ×۱۰۰

۳. ۲. ۲. درصد ماده خشک

برای محاسبه درصد ماده خشک از رابطه (۲) استفاده شد (Kalberer, 1991).

رابطه ۲) درصد ماده خشک= وزن خشک نمونه / وزن تر نمونه × ۱۰۰

۳. ۲. ۳. درصد کارایی زیستی

برای محاسبه درصد کارایی زیستی از رابطه (۳) استفاده شد (Kirbag & Akyuz, 2009).

رابطه ۳) کارایی زیستی (درصد)= وزن تر کل محصول / وزن خشک بستر × ۱۰۰

۳. ۲. ۴. تعداد اندام باردهی

تعداد اندام باردهی در طول دوره برداشت برای تمامی قارچ‌ها شمارش و در پایان برای هر تیمار میانگین آن‌ها محاسبه شد.

۳. ۲. ۵. قطر کلاهک

قطر کلاهک در پایان آزمایش با استفاده از کولیس اندازه‌گیری و نتایج آن یادداشت گردید.

۳. ۲. ۶. وزن تر و خشک اندام باردهی قارچ

قارچ‌ها در بهترین مرحله تجاری‌شان (قبل از بلوغ کامل) برداشت و پس از تمیزنمودن، وزن تر آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم تعیین گردید. سپس جهت اندازه‌گیری وزن خشک، قارچ‌ها به لایه‌های نازک بریده شد و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد درون آون قرار گرفت. پس از ۴۸ ساعت دوباره وزن شد.

۳. ۲. ۷. سرعت محصول‌دهی

سرعت محصول‌دهی براساس تعداد روز بین خاک پوششی و اولین فلش محصول‌دهی به‌دست آمد (ولی‌زاده کاجی و همکاران، ۱۳۹۸).

۳. ۲. ۸. خاکستر

به‌منظور اندازه‌گیری درصد خاکستر مقدار ۵ گرم از ماده خشک قارچ دکمه‌ای به‌دقت توزین و درون بوته‌های چینی در داخل کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از گذشت هشت ساعت از کوره خارج و وزن شد. برای محاسبه درصد خاکستر از رابطه (۴) استفاده شد (Vieyra *et al*., 2009).

رابطه ۴) درصد خاکستر= وزن خاکستر/ وزن ماده خشک × ۱۰۰

۳. ۲. ۹. محتوای پروتئین

برای ارزیابی درصد پروتئین خام قارچ، ابتدا مقدار نیتروژن کل با روش کجلدال اندازه‌گیری شد و از طریق رابطه (۵)، درصد پروتئین محاسبه شد (Masamba & Kazombo-Mwale, 2010).

رابطه ۵) درصد پروتئین خام= درصد نیتروژن کل × ۶/۲۵

۳. ۲. ۱۰. ارزیابی پلی‌ساکارید

مقدار ۲۰۰ گرم قارچ خشک‌شده در یک مخلوط‌کن خرد و به پودر نرمی تبدیل گردید. سپس جهت غیرفعال‌کردن آنزیم‌های قارچ و هم‌چنین حذف مواد رنگی، چربی و الیگوساکاریدها، پودر قارچ سه مرتبه با اتانول ۶۰ درصد با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت دو ساعت مخلوط و شست‌وشو داده شد. پس از شست‌وشو، ترکیبات قارچ به‌کمک سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه از مخلوط الکلی جداسازی و در نهایت در آون تحت خلأ خشک شد. فرایند استخراج با کمک دستگاه HPLC (مدل ۱۱۰۰، شرکت اجیلنت کشور آمریکا) با مشخصات ستون C18 (۲۵۰ میلی‌متر× ۴/۶ میکرومتر)، دمای آون ۲۵ درجه سانتی‌گراد، آشکارساز RID، جریان ۱ میلی‌لیتر در دقیقه، فاز متحرک ۱۰۰ درصد آب تهیه‌شده از مواد پایه انجام پذیرفت. در این پژوهش فرایند استخراج پلی‌ساکارید از ۲۰ گرم نمونه خشک‌شده قارچ با آب داغ (به نسبت ثابت ۱ به ۱۵)، دماهای مختلف (۵۰ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد) و زمان‌های مختلف استخراج (۱۰ تا ۳۰ دقیقه) با توجه به آزمون‌های مقدماتی صورت گرفت. از اتانول ۸۰ درصد جهت تکمیل فرایند استخراج و رسوب‌دهی پلی‌ساکارید حاصل استفاده شد. پلی‌ساکارید رسوب کرده در آون تحت خلأ به‌کمک هوای گرم با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک و توزین گردید و بازده استحصال پلی‌ساکارید به‌کمک رابطه (۶) محاسبه گردید (مزارعی و همکاران، ۱۳۹۵).

رابطه ۶) راندمان استخراج (درصد)= وزن پلی‌ساکارید حاصل/ وزن قارچ خشک اولیه× ۱۰۰

۳. ۲. ۱۱. فسفر

جهت اندازه‌گیری میزان فسفر از روش هپتامولیبدات آمونیوم استفاده شد. میزان ۰/۸ آسکوربیک‌اسید داخل ۱۵۱/۵ سی‌سی معرف A حل گردید، ۵۰۰ میکرولیتر عصاره ۰/۵ سی‌سی و ۴ سی‌سی از ترکیب اسید آسکوربیک و معرف A با ۱۰ سی‌سی آب مقطر ترکیب شد و محلول B به‌دست آمد. سپس با سمپلر ۵۰۰ میکرولیتر از عصاره برداشته شد، برای اطمینان از میزان صحیح اندازه‌گیری‌شده در مزور ریخته شد، سپس در بالن ۵۰ سی‌سی، ۴ سی‌سی محلول B ریخته شد، بعد از ۱۵ الی ۲۰ دقیقه، رنگ محلول آبی گردید. بعد از آن با آب مقطر به حجم ۵۰ سی‌سی رسانده شد. سپس از طریق دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Unico، کشور آمریکا) میزان جذب قرائت شد (عبادی و همکاران، ۱۳۹۴).

۳. ۲. ۱۲. سدیم و پتاسیم

با استفاده از فلیم‌فتومتر ارزیابی شد (عبادی و همکاران، ۱۳۹۴؛ خدابخشی و همکاران، ۱۳۹۵).

۳. ۲. ۱۳. نیتروژن

به‌منظور اندازه‌گیری میزان نیتروژن قارچ در ابتدا ۰/۲ گرم از نمونه خشک‌شده برداشته شد و سپس کاتالیزور به نسبت ۱ به ۱۰ تهیه گردید که شامل سولفات پتاسیم+ سولفات مس+ سلنیوم بود. سپس روی نمونه خشک‌شده در کاغذ صافی ریخته شد و بعد از آن داخل لوله‌های دستگاه هضم قرار داده شد. روی آن ۱۰ سی‌سی سولفوریک‌اسید غلیظ ریخته شد و به‌مدت چهار ساعت در دستگاه هضم کجلدال قرار داده شد تا رنگ نمونه‌ها سبز شود و بعد در دستگاه تقطیر کجلدال نیتروژن محبوس‌شده به‌دست آمد. سپس محتویات ارلن که از دستگاه تقطیر کجلدال به‌دست آمد با HCl ۰/۱ نرمال تیتر شد و رنگ آن از سبز به‌صورتی تغییر کرد (خدابخشی و همکاران، ۱۳۹۵).

۳. ۲. ۱۴. آهن و روی

غلظت عناصر آهن و روی در عصاره اندام باردهی قارچ بلازئی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Unico، کشور آمریکا) قرائت شد (عبادی و همکاران، ۱۳۹۴).

۳. ۳. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های حاصل از پژوهش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۳) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و به‌دلیل متفاوت‌بودن تیمارها مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن[۱] در سطح احتمال ۵ درصد انجام و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

۴. یافته‌های پژوهش

۴. ۱. درصد وزن تر و خشک

براساس نتایج تجزیه واریانس، میزان متوسط وزن تر و خشک قارچ در تیمارهای مختلف بستر کشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

---

۱. Duncan

جدول ۴. جدول تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی صفات مختلف در بعد از کشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر	وزن خشک	رطوبت	ماده خشک	کارایی زیستی	خاکستر	سرعت محصول‌دهی
تیمار	۱۴	۳/۴۸**	۳۶۸۹۴۵**	۰/۲۶۸ns	۰/۴۳۲ns	۰/۰۰۰۰۲۰ns	۳/۶۲۲**	۲۰۴/۲۳**
خطا	۳۰	۱۸۵۲۰۳/۰	۴۸۳۲/۰	۴/۸۳۳	۱/۳۰۵	۰/۰۱۴۳۴	۱/۰۳۱	۱۳/۱۴
ضریب تغییرات (درصد)	–	۲/۴۷	۴/۲۳	۲/۵۷	۶/۲۸	۳/۶	۳/۷۲	۶/۴۹

** و ns: معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌داری

با توجه به مقایسه میانگین‌ها، تیمار خاک پوششی۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد با مقدار عددی ۷۲۶۲/۴ گرم بیش‌ترین درصد وزن تر قارچ‌های پرورش یافته را به خود اختصاص داد. قارچ‌های پرورش‌یافته در تیمار ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ+ ایندول‌استیک‌اسید کم‌ترین وزن تر را دارا بودند (جدول ۵). درصد وزن خشک نیز در تیمار خاک پوششی+ کمپوست برگشتی قارچ به میزان ۱۱۰۶/۲ درصد افزایش و در تیمار ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ+ ایندول‌استیک‌اسید به میزان ۸۵/۵ درصد کاهش یافت (جدول ۵).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف خاک پوششی بر برخی خصوصیات قارچ تکمه‌ای بلازئی

نوع بستر کشت	وزن تر	وزن خشک	خاکستر	سرعت محصول‌دهی
	گرم		درصد	تعداد روز
خاک پوششی	۵۱۸۷/۳ c	۷۴۸/۹ c	۷/۱۰b-f	۳۲/۰Cd
خاک پوششی+ سرخارگل	۲۰۲۳/۰ e	۲۹۲/۰۵ e	۶/۹۰ c-f	۳۹/۰ cd
خاک پوششی۷۰ درصد+ سرخارگل۳۰ درصد+ IAA	۳۷۹۶/۹ d	۵۴۸/۱ d	۷/۸۳ a-d	۲۹/۰ d
خاک پوششی۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد	۶۵۶۷/۹ b	۹۴۸/۲ b	۷/۵۰a-e	۴۰/۳ bcd
ورمی‌کمپوست۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد	۹۰۰/۱ f	۱۲۹/۹ f	۸/۵۸ab	۴۵/۰a
ورمی‌کمپوست۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد+ IAA	۱۰۷۹/۳ f	۱۵۵/۸۲ f	۸/۶۶a	۴۵/۶a
ورمی‌کمپوست سرخارگل	۹۲۴/۲ f	۱۳۳/۴ f	۸/۰۳ abc	۴۵/۰ a
سرخارگل	۶۰۴/۰۶ f	۸۷/۲ f	۷/۴۳ad	۴۴/۶ab
خاک پوششی+ IAA	۴۱۵۲/۴ d	۵۹۹/۵ d	۵/۸۳def	۳۲/۰ cd
کمپوست برگشتی قارچ	۱۰۱۵/۶ f	۱۴۶/۶ f	۸/۵۶ abc	۳۲/۰ cd
کمپوست برگشتی قارچ+ IAA	۵۷۶۱/۳bc	۸۳۱/۷ bc	۵/۹۳ def	۳۲/۰ cd
ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ+ IAA	۵۹۴/۴ f	۸۵/۵ f	۶/۸۶ b-f	۳۲/۰ cd
خاک پوششی۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد	۷۶۶۲/۴ a	۱۱۰۶/۲ a	۵/۵۰ f	۳۲/۰ cd
خاک پوششی۵۰ درصد+ ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد	۶۲۴۷/۹ b	۹۰۱/۹ b	۵/۷۳ef	۴۵/۰ a
خاک پوششی۷۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۳۰ درصد+ IAA	۸۶۷/۹ f	۱۲۵/۲ f	۷/۴۰b-f	۳۴/۰ cd

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

۴. ۲. درصد رطوبت، ماده خشک و کارایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تأثیر تیمارهای مختلف بستر کاشت بر درصد رطوبت، درصد ماده خشک و نیز درصد کارایی قارچ معنی‌دار نشد (جدول ۴).

۴. ۳. درصد خاکستر

نتایج تجزیه واریانس بیانگر این بود که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از نظر درصد خاکستر قارچ در سطح یک درصد معنی‌دار وجود دارد (جدول ۴). براساس مقایسه میانگین‌ها بیش‌ترین درصد خاکستر در تیمار ورمی‌کمپوست ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید با مقدار عددی ۸/۶۶ درصد و کم‌ترین درصد خاکستر در تیمار خاک پوششی ۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد محاسبه گردید (جدول ۵).

۴. ۴. سرعت محصول‌دهی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر تیمارهای خاک پوششی (بستر کشت) بر سرعت محصول‌دهی قارچ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). در تیمار ورمی‌کمپوست سرخارگل بیش‌ترین سرعت محصول‌دهی و کم‌ترین سرعت محصول‌دهی در تیمار خاک پوششی ۷۰ درصد+ سرخارگل ۳۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید مشاهده شد (جدول ۵).

۴. ۵. درصد پروتئین خام و نیتروژن

براساس نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای خاک پوششی بر درصد پروتئین خام و نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶).

جدول ۶. جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف خاک پوششی بر میزان جذب عناصر در قارچ تکمه‌ای بلازئی

منابع تغییرات	درجه آزادی	پروتئین خام	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	سدیم
تیمار	۱۴	۸۴۱/۴۰**	۲۱/۴۸۰**	۲۰۹۸۱۹**	۳/۳۹**	۶۲۳۷/۶۳**
خطا	۳۰	۲۴/۵۱	۰/۶۲	۹۷۵/۰	۷۲۱۶۳۹۸/۰	۰/۰۳۱
ضریب تغییرات (درصد)	–	۶/۴۸	۶/۴۴	۲/۴۸	۷/۰۹	۳/۱۶

**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمار خاک پوششی ۵۰ درصد+ ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد، دارای بیش‌ترین درصد پروتئین خام (۹۸/۴ درصد) و تیمار ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ+ ایندول‌استیک‌اسید دارای کم‌ترین درصد پروتئین خام بود. کاربرد خاک پوششی ۵۰ درصد+ ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد باعث افزایش میزان نیتروژن قارچ با مقدار عددی ۱۵/۷۷ درصد شده است. کم‌ترین درصد نیتروژن در تیمار ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ+ایندول‌استیک‌اسید محاسبه گردید (جدول ۷).

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف خاک پوششی بر میزان جذب عناصر در قارچ تکمه‌ای بلازئی

نوع بستر کشت	پروتئین خام	نیتروژن	فسفر (P)	پتاسیم (K)	سدیم (Na)
	درصد		میلی‌گرم درکیلوگرم وزن خشک		
خاک پوششی	۹۴/۱ab	۱۵/۰۶۶ab	۱۳۹۶/۹f	۳۰۰۰۰/۰ a	۲۰۹/۹bcd
خاک پوششی+ سرخارگل	۸۴/۱ cd	۱۳/۴۶۳cd	۱۴۳۳/۰۴ef	۲۳۵۰۰/۰ d	۲۶۵/۶ a-d
خاک پوششی ۷۰ درصد+ سرخارگل ۳۰ درصد+ IAA	۹۱/۱abc	۱۴/۵۸ abc	۱۱۸۰/۱ g	۲۵۳۳۳/۳c	۳۲۴/۴۱a-d
خاک پوششی ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد	۸۶/۶ c	۱۳/۸۶cd	۱۰۲۱/۱i	۱۸۰۰۰/۰f	۲۶۵/۶ a-d
ورمی‌کمپوست ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد	۸۲/۵de	۱۳/۲۰de	۱۰۳۵/۹i	۲۸۰۰۰/۰b	۳۷۳/۹ abc
ورمی‌کمپوست ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست‌سرخارگل ۳۰ درصد+ IAA	۹۰/۱bc	۱۴/۴۲bc	۱۰۳۵/۶ i	۱۶۵۰۰/۰g	۲۶۰/۹a-d
ورمی‌کمپوست سرخارگل	۸۴/۴cd	۱۳/۵۱ c	۰۲۱۳۱۵abc	۲۶۱۶۶/۶ab	۲۷۸/۱ d
سرخارگل	۵۱/۷g	۸/۲۷g	۱۴۵۴/۷de	۲۲۰۰۰/۰de	۲۹۳/۴abc
خاک پوششی+ IAA	۶۴/۱ f	۱۰/۲۶f	۱۴۸۶/۰۳cd	۲۷۵۰۰/۰b	۲۷۴/۹abc
کمپوست برگشتی قارچ	۷۶/۴ef	۱۲/۲۲ ef	۱۴۸۶/۰۳cd	۲۲۵۰۰/۰ de	۲۹۱/۹ ab
کمپوست برگشتی قارچ+ IAA	۶۸/۴f	۱۱/۰۶f	۱۲۶۹/۲g	۲۱۸۳۳/۳e	۲۹۵/۰۲ab
ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ+ اکسین	۴۶/۶ g	۷/۴۶ g	۱۵۲۸/۹c	۲۵۱۶۶/۶c	۱۹۱/۳ cd
خاک پوششی ۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد	۷۲/۳ ef	۱۱/۵۷ef	۱۰۵۰/۰۹ h	۱۸۵۰۰/۰ f	۲۲۲/۳bcd
خاک پوششی ۵۰ درصد+ ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد	۹۸/۴ a	۱۵/۷۷a	۱۶۲۸/۱b	۲۳۰۰۰/۰ab	۱۸۳/۶ cd
خاک پوششی ۷۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۳۰ درصد+ IAA	۵۴/۶g	۸/۷۵ g	۱۸۹۵/۴ a	۲۶۸۳۳/۳bc	۳۵۰/۷ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

۴. ۶. میزان فسفر و پتاسیم

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تأثیر کاربرد تیمارهای مختلف خاک پوششی (بستر کاشت) بر میزان فسفر و پتاسیم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). براساس مقایسه میانگین‌ها بیش‌ترین فسفر (۱۸۹۵/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار خاک پوششی ۷۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۳۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید محاسبه شد و کم‌ترین میزان فسفر در تیمار خاک پوششی ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد حاصل گردید. کاربرد ورمی‌کمپوست ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد بالاترین میزان پتاسیم (۲۸۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را در قارچ‌ها تجمع داد. در بستر ورمی‌کمپوست ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید کم‌ترین میزان پتاسیم اندازه‌گیری شد (جدول ۷).

۴. ۷. میزان سدیم

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمارهای بستر کشت در سطح احتمال یک درصد بر غلظت سدیم قارچ معنی‌دار بود (جدول ۶). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان سدیم در بستر ورمی‌کمپوست ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد با مقدار ۳۷۳/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کم‌ترین میزان سدیم در بستر خاک پوششی ۵۰ درصد+ ورمی‌کمپوست برگشتی۵۰ درصد محاسبه شد (جدول ۷).

۴. ۸. میزان روی و آهن

براساس نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف خاک پوششی بر میزان روی (Zn) و آهن قارچ بلازئی، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۸).

جدول ۸. جدول تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی صفات مختلف در بعد از کشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	روی	آهن	بتاگلوکان	تعداد قارچ	قطر کلاهک
تیمار	۱۴	۱۶۳۵۸/۸**	۰/۴۶۸**	۷۷۳/۷۵**	۳۷۴۹/۰۸**	۶۰/۵۵۹**
خطا	۳۰	۲۹۳/۵	۰/۰۳۱	۲۱/۷۴	۵۲/۶۴	۴/۵۳۶
ضریب تغییرات (درصد)	–	۶/۱۵	۶/۴۹	۹/۵۰	۷/۳۲	۳/۸۰

**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد.

تیمار خاک پوششی ۵۰ درصد+ ورمی‌کمپوست برگشتی ۵۰ درصد با مقدار ۳۹۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم دارای بیش‌ترین میزان روی بود. تیمار کمپوست برگشتی قارچ با مقدار ۱۴۰۱/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم دارای بیش‌ترین میزان آهن بوده و تیمار ورمی‌کمپوست برگشتی ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید دارای کم‌ترین میزان آهن بود (جدول ۹).

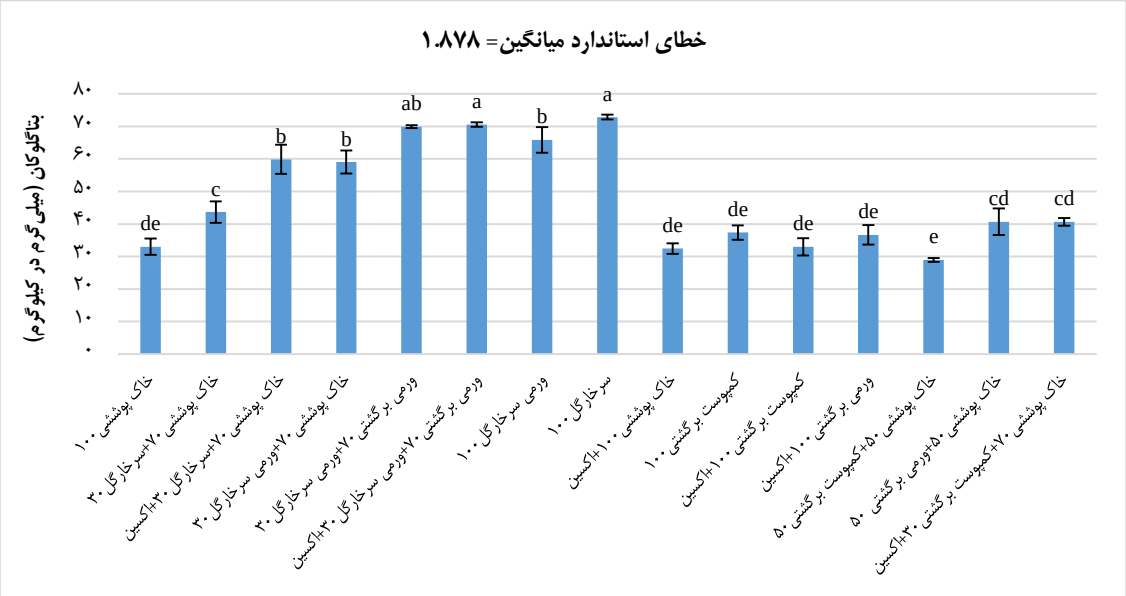
۴. ۹. میزان بتا گلوکان

با توجه به نتایج تجزیه واریانس تیمار بسترهای مختلف کشت بر میزان پلی‌ساکارید بتاگلوکان در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۸). براساس مقایسه میانگین‌ها تیمار سرخارگل با مقدار ۷۲/۸۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم دارای بیش‌ترین میزان بتا گلوکان بوده و کم‌ترین میزان بتا گلوکان مربوط به تیمار خاک پوششی ۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد بود (شکل ۱).

جدول ۹. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف خاک پوششی بر برخی خصوصیات قارچ تکمه‌ای بلازئی

نوع بستر کشت	روی (Zn)	آهن (Fe)	تعداد قارچ	قطر کلاهک
	میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک		–	میلی متر
خاک پوششی	۲۳۰/۳۳f	۷۴۹/۶ab	۸۱/۶ bc	۶۶/۳۶۳ a
خاک پوششی+ سرخارگل	۲۴۵/۰ ef	۱۹۸/۳ c	۲۷/۳ e	۵۶/۴۵۳ de
خاک پوششی ۷۰ درصد+ سرخارگل۳۰درصد+ IAA	۳۱۸/۰b	۱۳۹/۰ d	۵۱/۳d	۵۷/۰۶cde
خاک پوششی ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد	۳۷۶/۰ a	۷۹۲/۶ab	۸۲/۶ b	۵۴/۰۸ fgh
ورمی‌کمپوست ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد	۲۰۵/۰g	۶۹۹/۰ ab	۱۲/۳f	۵۵/۴۰def
ورمی‌کمپوست ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست‌سرخارگل ۳۰ درصد+ IAA	۲۷۵/۳de	۱۱۴/۰ d	۱۴/۳f	۵۶/۳۲cde
ورمی‌کمپوست سرخارگل	۲۸۸/۰c	۱۱۸/۰ d	۱۱/۰f	۵۶/۵۰cde
سرخارگل	۲۵۹/۳ef	۱۷۰/۶cd	۶/۶ f	۵۹/۳ bc
خاک پوششی+ IAA	۱۹۶/۳g	۲۱۳/۶ b	۶۴/۳ c	۵۴/۸۹ efg
کمپوست برگشتی قارچ	۳۴۳/۳b	۱۴۰۱/۳a	۱۶/۳f	۴۹/۰۴h
کمپوست برگشتی قارچ+ IAA	۳۸۹/۰a	۱۳۵/۳d	۸۵/۰ab	۶۱/۵۰b
ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ+ IAA	۱۹۱/۰g	۸۳۰/۰ ab	۱۰/۰f	۵۸/۰۲bcd
خاک پوششی۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد	۱۸۰/۶g	۱۲۲۸/۰ a	۱۱۸/۳a	۵۱/۳۱gh
خاک پوششی ۵۰ درصد+ ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد	۳۹۰/۳a	۸۸۵/۶ab	۸۶/۰ab	۵۱/۸۷gh
خاک پوششی ۷۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ۳۰ درصد+ IAA	۲۸۷/۶cd	۶۷۳/۶ab	۱۴/۰f	۵۲/۰۳fgh

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۱. مقایسه میانگین‌های تغییرات میزان بتاگلوکان در بین تیمارهای موردبررسی.
میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال یک درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

۴. ۱۰. تعداد قارچ بلازئی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تأثیر تیمارهای مختلف خاک پوششی بر تعداد ته‌سنجاقی قارچ بلازئی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۸). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها در تیمار خاک پوششی۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ۵۰ درصد بیش‌ترین تعداد قارچ (با مقدار ۱۱۸/۳ عدد) تولید شد (جدول ۹). بهبود ساختمان بستر کشت موجب رشد بهتر و بیش‌تر قارچ گردید.

۴. ۱۱. قطر کلاهک قارچ بلازئی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف خاک پوششی بر قطر کلاهک قارچ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۸). بیش‌ترین قطر کلاهک در تیمار کمپوست برگشتی قارچ+ ایندول‌استیک‌اسید با میانگین ۶۱/۵۰ میلی‌متر به‌دست آمد. تیمار کمپوست برگشتی قارچ کم‌ترین قطر کلاهک را به خود اختصاص داد (جدول ۹).

۵. بحث

در این آزمایش از تیمارهای سرخارگل ۱۰۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید، ورمی‌کمپوست سرخارگل ۱۰۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید و ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۱۰۰ درصد، هیچ‌گونه محصولی برداشت نشد، بنابراین این تیمارها حذف و تجزیه داده‌ها با سایر تیمارهای باقی‌مانده انجام شد. به‌نظر می‌رسد در تیمارهای سرخارگل ۱۰۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید، ورمی‌کمپوست سرخارگل ۱۰۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید و ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۱۰۰ درصد، ظرفیت بالای نگهداری آب، مانع ورود اکسیژن و خروج دی‌اکسیدکربن از کمپوست و در نهایت مانع از رشد میسیلیوم‌های قارچ در خاک پوششی شد. به‌عبارت دیگر، به علت جذب بالای آب توسط گیاه سرخارگل و ورمی‌کمپوست، میسیلیوم‌های قارچ دچار خفگی شدند (ذکایی و همکاران، ۱۳۸۹). عدم تولید قارچ در برخی از بسترها می‌تواند ناشی از ساختار فیزیکی نامناسب این بسترها و عدم توانایی قارچ دکمه‌ای در استفاده از این بسترها باشد. هم‌چنین ازآنجایی‌که قارچ دکمه‌ای موجودی هتروتروف می‌باشد و برای تغذیه نیاز به مواد آلی دارد، پایین یا بالابودن میزان کربن آلی در تیمارهای اشاره‌شده نسبت به سایر تیمارها، نیز می‌تواند دلیلی دیگر بر عدم تولید قارچ در این بستر باشد.

در بستر کشت خاک پوششی ۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد وزن تر قارچ افزایش یافت، استفاده از کمپوست برگشتی قارچ در بستر کشت به نوعی غنی‌سازی بستر مورداستفاده را فراهم نمود. در این تیمار که از ظرفیت نگهداری آب بیش‌تر از حد متعارف را دارا بود، تعداد قارچ بیش‌تر بوده و به‌طور طبیعی رطوبت و تعریق در محیط بیش‌تر شد. بین میزان تولید هورمون IAA و وزن تر قارچ همبستگی معنی‌دار و مثبتی وجود دارد. ایندول‌استیک‌اسید ممکن است عامل تأثیرگذاری بر روی عملکرد قارچ باشد اگرچه نمی‌توان نقش جنس بستر کشت و منشأ آن را از نظر دور داشت (لطفی و همکاران، ۱۳۹۷). بالابودن وزن خشک در تیمار خاک پوششی ۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد ممکن است به‌دلیل مواد محرک رشد موجود در کمپوست باشد که باعث می‌شود ماده خشک قارچ افزایش یابد. پایین بودن وزن خشک در تیمار ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ+ ایندول‌استیک‌اسید احتمالاً به‌دلیل پایین‌بودن میزان نیتروژن خاک باشد که با کاهش آن، ماده‌سازی کاهش و وزن خشک کم می‌شود (الفتی و رسولی، ۱۳۹۵). در تیمار خاک پوششی+ کمپوست برگشتی قارچ درصد وزن تر بالا بود، درصد وزن تر با درصد خاکستر رابطه معکوسی داشت. احتمالاً علت کاهش میزان خاکستر قارچ در بستر خاک پوششی ۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد افزایش جذب آب و در نتیجه کاهش وزن ماده خشک در واحد سطح و حجم باشد. بسترهای غنی‌شده با مکمل‌های غذایی نسبت به بسترهای فاقد مکمل (شاهد) ماده خشک بیش‌تری داشتند. در پژوهشی، قارچ‌های تولیدی در بستر ورمی‌کمپوست بیش‌ترین میزان پروتئین و محتوای خاکستر را داشتند (Picornell-Buendia *et al*., 2016). در این مطالعه، مقدار خاکستر با افزایش غلظت مکمل‌های غذایی در یک راستا نبود و این نشان داد که سطوح مکمل تأثیر منفی و یا مثبت بر روی خاکستر قارچ نگذاشته است که با یافته‌های ماکنالی و همکاران (۱۳۹۳) همسو بوده است.

تیمار ورمی‌کمپوست سرخارگل بیش‌ترین سرعت محصول‌دهی و کم‌ترین سرعت محصول‌دهی در تیمار خاک پوششی ۷۰ درصد+ سرخارگل ۳۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید مشاهده شد. تفاوت در طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی

و سرعت محصول‌دهی در بین تیمارهای مختلف، به ترکیبات شیمیایی سوبسترا و مکمل غذایی افزوده شده، قابل‌استفاده‌بودن ترکیبات شیمیایی و سطح آزادسازی مواد غذایی سوبسترا و مکمل غذایی (Salmones *et al*., 2005; Royse *et al*., 2004) و خصوصیات فیزیکی سوبسترای مورد استفاده مربوط می‌شود (Zhang *et al*., 2002). ورمی‌کمپوست سرخارگل به‌دلیل شباهت ساختاری و دارا بودن متابولیت‌های ثانویه و نیز ظرفیت نگهداری رطوبت بالا موجب افزایش سرعت محصول‌دهی گردید.

تیمار خاک پوششی ۵۰ درصد+ ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد بیش‌ترین درصد پروتئین خام قارچ را به خود اختصاص دادکه با همه تیمارهای موردمطالعه اختلاف معنی‌داری داشت. افزودن خاک پوششی در بسترهای حاوی ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ احتمالاً نوعی غنی‌سازی محسوب‌شده و علاوه بر بهبود بستر کشت، موجب سرعت جذب عناصر غذایی توسط قارچ بلازئی و در نتیجه بهبود رشد آن می‌گردد. اثر نوع بستر، بر درصد پروتئین خام معنی‌دار بود (ملایی و همکاران، ۱۳۹۰) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. قارچ‌ها دارای مقادیر بالایی از پروتئین هستند که میزان آن نیز تحت تأثیر نوع بستر کشت قرار می‌گیرد (Kalmis & Sargin, 2004). کاربرد خاک پوششی ۵۰ درصد+ ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد باعث افزایش میزان نیتروژن قارچ گردید. در این مطالعه استفاده از ورمی‌کمپوست برگشتی در ترکیب خاک پوششی به‌دلیل داشتن نیتروژن بالا و ترکیب پروتئین حاصل از اجساد و بقایای کرم خاکی سبب افزایش مقدار پروتئین خام قارچ گردید (حسینی و همکاران، ۱۳۹۶). در نتیجه افزایش نیتروژن و پروتئین خام قارچ در اثر محلول‌دهی عصاره ورمی‌کمپوست را می‌توان به بالابودن نیتروژن قابل استفاده عصاره ورمی‌کمپوست نسبت داد که در بهبود کمیت و کیفیت قارچ خوراکی نقش به‌سزایی دارد. نیتروژن در گیاهان عالی عامل رشد رویشی محسوب می‌شود، گیاهان با جذب نیتروژن خاک و یا تثبیت نیتروژن بیوسفر رشد خود را بهینه می‌سازند. نیتروژن در ماده‌سازی گیاهی نقش اساسی دارد (Wange *et al*., 2010). بالابودن مقادیر نیتروژن در بستر خاک پوششی و کمپوست قارچ و تجزیه‌پذیری بهتر آن در مقایسه با سایر بسترها، سبب می‌گردد تا هیف‌های قارچ، مواد غذایی (عناصر معدنی) بیش‌تری را از محیط کشت به اندام بارده انتقال دهند (کیماسی و همکاران، ۱۳۹۸).

بیش‌ترین میزان فسفر در تیمار خاک پوششی ۷۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۳۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید محاسبه شد و کم‌ترین میزان فسفر در تیمار خاک پوششی ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد حاصل گردید. هم‌چنین کاربرد ورمی‌کمپوست ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد بالاترین میزان پتاسیم را در قارچ‌ها تجمع داد.

اکسین نقش تعیین‌کننده بر قطر کلاهک و میزان فسفر خاک داشت، به‌نحوی‌که بستر کشت کمپوست برگشتی قارچ کم‌ترین قطر کلاهک را داشت، اما وقتی با اکسین ترکیب شد قطر کلاهک افزایش یافت در نتیجه ایندول‌استیک‌اسید تأثیر مثبت بر قطر کلاهک داشت. نوع خاک پوششی نقش تعیین‌کننده در میزان فسفر بستر تولید شده داشت (حسینی و همکاران، ۱۳۹۶). در طول فرایند کمپوست‌سازی، کمپوست برگشتی قارچ عنصرهای غذایی را جذب و در بخش‌های آلی خود ذخیره می‌کند، بنابراین مواد غذایی به‌آسانی کمپوست‌های تازه و پسماندهای آلی آبشویی نمی‌شوند. کمپوست برگشتی قارچ نزدیک به ۶۰ درصد وزن خود آب جذب می‌کند و در حدود ۶۵ درصد ماده خشک آن را مواد آلی تشکیل می‌دهد (Phan & Sabaratnam, 2012). کاربرد مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست بدون درنظرگرفتن ایندول‌استیک‌اسید، باعث افزایش پتاسیم قارچ می‌شود. این یافته نشان داد که افزودن ایندول‌استیک‌اسید به تیمار ورمی‌کمپوست برگشتی+ ورمی‌کمپوست سرخارگل، میزان پتاسیم را کاهش داد و ایندول‌استیک‌اسید نقش بازدارنده را ایفا کرد. در این آزمایش مشاهده شد که قارچ‌های رشدیافته در تیمارهای مختلف خاک پوششی از لحاظ مقدار پتاسیم اختلاف معنی‌داری داشتند و

می‌توان نتیجه گرفت نوع خاک پوششی استفاده‌شده در این آزمایش تأثیر قابل‌توجهی بر جذب میزان عناصر غذایی در قارچ بلازئی دارد. در این پژوهش افزایش فسفر و پتاسیم با هم در یک راستا بودند. قارچ‌های رشدیافته در تیمارهای مختلف خاک پوششی از لحاظ مقدار سدیم اختلاف معنی‌داری داشتند که می‌توان نتیجه گرفت نوع خاک پوششی استفاده‌شده تأثیر قابل‌توجهی بر جذب میزان عناصر غذایی در قارچ بلازئی دارد. در بررسی انجام‌شده بر روی بسترهای مختلف (کاه سویا، کاه برنج، کاه گندم، ترکیب کاه سویا و کاه برنج، ترکیب کاه سویا و کاه برنج، کاه برنج و کاه گندم)، بالاترین میزان سدیم در قارچ‌هایی به‌دست آمد که از بستر کاه گندم بودند و پایین‌ترین غلظت در قارچ‌هایی حاصل شد که از بستر کاه گندم به‌همراه سویا بودند (Patill *et al*., 2008). به‌نظر می‌رسد کاهش سدیم به‌دلیل افزایش روی اتفاق می‌افتد.

تیمار خاک پوششی ۵۰ درصد+ ورمی‌کمپوست برگشتی ۵۰ درصد دارای بیش‌ترین میزان روی بود. تیمار کمپوست برگشتی قارچ دارای بیش‌ترین میزان آهن بوده و تیمار ورمی‌کمپوست برگشتی ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید دارای کم‌ترین میزان آهن بود. افزایش فعالیت برخی از آنزیم‌های مترشحه از هیف‌های گونه‌های مختلفی از قارچ صدفی در اثر غنی‌سازی بستر کشت با برخی از عناصر همانند آهن، روی و منگنز گزارش شده است (Stajic *et al*., 2006) که این افزایش فعالیت به نقش این عناصر به‌عنوان کوفاکتور در ساختمان این آنزیم‌ها نسبت داده می‌شود. با توجه به غنی‌بودن ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ از عنصر روی، کاربرد ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ باعث افزایش روی قارچ می‌شود. افزودن ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ به خاک پوششی نه‌تنها فراهمی عنصرهای غذایی موردنیاز گیاه را افزایش می‌دهد بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب رشد، افزایش میزان پروتئین خام (پروتئین محلول کل) را فراهم کرد. میانگین غلظت روی در محصول قارچ بلازئی، خاک و کمپوست به‌ترتیب ۲۴/۰۷۲، ۲۴/۲۲۹ و ۱۱۹/۰۳۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (چراغی و همکاران، ۱۳۹۱). بسترهای با منشأ قارچ میزان عناصر غذایی بیش‌تری را در خود تجمع داده بودند. بسترهای با منشأ سرخارگل با توجه به مصرف عناصر غذایی در طی دوره رشد، عناصر غذایی جذب‌شده توسط ریشه را مصرف نموده و مقادیر کم‌تری را در بافت خود ذخیره کردند و در این مرحله (پرورش قارچ) نتوانستند به‌طور مؤثر عناصر غذایی را در اختیار قارچ بلازئی قرار دهند. میزان عنصر آهن تحت تأثیر نوع بستر کشت بوده و حداکثر مقدار آن در قارچ به‌دست‌آمده از بستر خاک کمپوست برگشتی قارچ بود (عبادی و همکاران، ۱۳۹۴) که با نتایج حاصل از این پژوهش همسو است.

براساس مقایسه میانگین‌ها تیمار سرخارگل دارای بیش‌ترین میزان بتا گلوکان بوده و کم‌ترین میزان بتا گلوکان مربوط به تیمار خاک پوششی ۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد بود. بتاگلوکان از ترکیبات بسیار ارزشمند در ساختار دیواره سلولی قارچ بلازئی است که میزان آن تحت تأثیر بسترهای کشت تغییر می‌کند. در گیاه سرخارگل میزان بتاگلوکان بیش از سایر تیمارهای کشت بود که احتمالاً به‌علت ساختار ترکیبات ماده مؤثره درون بافت‌های گیاه سرخارگل (گلیکوزیدها) بوده باشد. میزان بتاگلوکان در قارچ در تیمار خاک پوششی۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد کم‌ترین مقدار را نشان داد که این یافته با کاهش روی و خاکستر در این تیمار همراه بود. محتوای بتاگلوکان در قارچ به گونه، محیط رشد و بلوغ قارچ (Miro´nczuk-Chodakowska & Witkowska, 2020) و شرایط رشد، نوع بستر و سویه میسلیوم مورداستفاده بستگی دارد (Park *et al*., 2015; Ryu *et al*., 2009).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها در تیمار خاک پوششی۵۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۵۰ درصد بیش‌ترین تعداد قارچ تولید شد. بهبود ساختمان بستر کشت موجب رشد بهتر و بیش‌تر قارچ گردید. در این پژوهش، احتمالاً پس از افزودن ورمی‌کمپوست سرخارگل به ورمی‌کمپوست ساختار فیزیکوشیمیایی بستر ارتقایافته و اسپان بیش‌تری توانایی رشد

در بستر مورداشاره را یافتند. وجود عناصر معدنی بیش‌تر در ورمی‌کمپوست، سبب کاهش تعداد آگاریکوس بلازئی در تیمار شد. در این مطالعه در تیمارهای ورمی‌کمپوست ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد، ورمی‌کمپوست ۷۰ درصد+ ورمی‌کمپوست سرخارگل ۳۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید، ورمی‌کمپوست سرخارگل، سرخارگل، کمپوست برگشتی قارچ، ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ+ ایندول‌استیک‌اسید، خاک پوششی ۷۰ درصد+ کمپوست برگشتی قارچ ۳۰ درصد+ ایندول‌استیک‌اسید، رشد میسلیوم بسیار ضعیف بود و بسیاری از آغازه‌های قارچ در لابه‌لای خاک پوششی مردند (ذکایی و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج مشابهی نیز در مطالعات پژوهش‌گران دیگر (الفتی و رسولی، ۱۳۹۵؛ ذکایی و همکاران، ۱۳۸۹) درباره تأثیر استفاده از نسبت‌های بالای ورمی‌کمپوست در خاک پوششی گزارش شد.

بیش‌ترین قطر کلاهک قارچ در تیمار کمپوست برگشتی قارچ+ ایندول‌استیک‌اسید به‌دست آمد. تیمار کمپوست برگشتی قارچ کم‌ترین قطر کلاهک را به خود اختصاص داد. براساس نتایج به‌دست‌آمده، قطر کلاهک تحت تأثیر نوع بستر کشت قرار گرفت (عبادی و همکاران، ۱۳۹۴) که می‌توان دلیل آن را تهویه مطلوب نسبت به تیمار شاهد دانست. کامل‌شدن مرحله رشد رویشی در تیمارهای مختلف، به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محیط کشت (اجزای تشکیل‌دهنده بستر کشت)، مکمل غذایی افزوده‌شده، توانایی میسلیوم قارچ (گونه‌های مختلف جنس پلوروتوس) در استفاده از ترکیبات شیمیایی و نحوه آزادسازی مواد غذایی مرتبط است (Mandeel *et al*., 2005). افزایش بتاگلوکان در قارچ، منجر به افزایش قطر پایه کلاهک شد (کاوه و همکاران، ۱۳۹۶). هرچه تعداد قارچ در بستر کشت کم‌تر باشد، به‌طور آشکار میزان دریافت مواد غذایی و آب جذب‌شده بیش‌تر و رقابت کم‌تر می‌شود، لذا قطر کلاهک بزرگ‌تر می‌شود (Ratnoo & Doshi, 2012). هم‌چنین تأثیر هورمون‌های محرک رشد به‌ویژه ایندول‌استیک‌اسید بر تحریک رشد میسلیوم (Guo *et al*., 2009)، قطر کلاهک (Alam *et al*., 2007) و پروتئین قارچ (Rupak *et al*., 2005) گزارش شد، این هورمون از طریق تحریک طویل شدگی و تمایز سلولی باعث افزایش رشد قارچ می‌گردد.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر خاک‌های پوششی مختلف روی خصوصیات کمی، کیفی و برسی محتوای پلی‌ساکارید در اندام باردهی قارچ بلازئی صورت گرفت. خاک پوششی+ ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ در صفات کیفی قارچ مانند درصد نیتروژن، پتاسیم و میزان آهن بهتر از صفات کمی نسبت به سایر خاک‌های پوششی عمل نموده است. علت این امر شاید pH پایین در میان خاک‌های پوششی بود که موجب بهبود کیفیت قارچ شده است. بنابراین اگر پرورش قارچ از نظر کیفی مدنظر باشد می‌توان توجه خاصی نسبت به این نوع خاک پوششی در مقایسه با سایر بسترها داشت. در فاکتورهای میزان وزن تر و خشک قارچ و تعداد قارچ استفاده از خاک پوششی به‌همراه کمپوست برگشتی قارچ، موجب حصول بهترین نتیجه نسبت به سایر خاک‌های پوششی شد. بیش‌ترین میزان قطر کلاهک در مقایسه با تیمار شاهد در تیمار کمپوست برگشتی قارچ به‌همراه ایندول‌استیک‌اسید به‌دست آمد. نظر به این‌که بتاگلوکان از ترکیبات بسیار ارزشمند قارچی است، در این مطالعه بیش‌ترین میزان بتاگلوکان، در تیمار سرخارگل مشاهده شد؛ در این راستا، استفاده از خاک پوششی سرخارگل توصیه می‌شود. بنابراین با توجه به نتایج حاصله و افزایش روزافزون تقاضا برای غذا و انواع قارچ‌ها، می‌توان نتیجه گرفت استفاده از پسماندهای آلی از جمله ورمی‌کمپوست برگشتی قارچ و یا ضایعات انواع گیاهان (از جمله گیاهان دارویی) با غلظت‌های مناسب به‌عنوان بستر کشت قارچ می‌تواند در کاهش هزینه تولید این محصول مؤثر بوده و راه‌کار مناسبی برای تأمین غذای سالم برای مردم جهان باشد.

۷. تشکر و قدردانی

از همسر بزرگوارم جناب آقای مهندس مجتبی معروفی برای مساعدت‌های همه جانبه ایشان در این پروژه، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

الفتی، جمالعلی و رسولی، فاتح (۱۳۹۵). کاربرد خاک پوششی با ورمی‌کمپوست شسته‌شده بر راندمان بیولوژیکی قارچ صدفی. *تحقیقات کشاورزی ایران*، ۳۵ (۱)، ۹۵-۹۹.

جعفرپور، مهرداد؛ پورسعید، ناصر؛ جلالی‌زند، علیرضا؛ گل‌پرور، احمد رضا و بهداد، مریم (۱۳۸۷). بررسی اثر برخی از ضایعات صنایع تبدیلی کشاورزی و مکمل‌های غذایی بر پاره‌ای خصوصیات رشد قارچ خوراکی صدفی *Pleurotus florida*. *مجله پژوهش در علوم کشاورزی*، ۴ (۲)، ۱۸۸-۲۰۳.

چراغی، مهرداد؛ مردوخ روحانی، ندا و لرستانی، بهاره (۱۳۹۱). بررسی میزان غلظت عناصر سنگین در کمپوست، خاک پوششی و قارچ‌های خوراکی دکمه‌ای گلخانه‌های استان کردستان. *بهداشت مواد غذایی*، ۲ ((۸)۴)، ۸۱-۹۶.

حسینی، سید حسن؛ رفیعی‌الحسینی، محمد و برزگر، رحیم (۱۳۹۶). آثار جایگزینی ورمی‌کمپوست و پرلیت با پیت به‌عنوان خاک پوششی بر رشد و عملکرد قارچ دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*). *به‌زراعی کشاورزی*، ۱۹(۴)، ۸۳۷-۸۵۲.

خدابخشی، عباس؛ سدهی، مرتضی و شاکری، کبری (۱۳۹۵). تعیین برخی فلزات سنگین در قارچ‌های خوراکی در شهر شهرکرد. *مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد*، ۱۸ (۱)، ۵۴-۶۲.

ذکایی، محمود؛ بازیار، سحر و خانه باد، محمد (۱۳۸۹). تکنولوژی پیشرفته تولید خاک پوششی با استفاده از ورمی‌کمپوست برای پرورش قارچ خوراکی (*Agaricus bisporus* L.). نشریه فیزیولوژی و تکوین جانوری (علوم زیستی). ۴ ((۱۲)۱)، ۱۹-۲۶.

عبادی، علی؛ علیخانی، حسینعلی؛ یخچالی، باقر و آریانپور، حسام (۱۳۹۴). ارزیابی پسماندهای آلی مختلف برای کشت قارچ دکمه‌ای و تأثیر آن‌ها بر عملکرد و جذب عناصر غذایی. *نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار*، ۵ (۱)، ۲۴۳-۲۵۲.

کاوه، منا؛ پهلوانلو، ابوالفضل و سرابی جماب، محبوبه (۱۳۹۶). قارچ‌ها منابع باارزش بتاگلوکان‌های زیست فعال. *مجله ایمنی زیستی*، ۱۰ (۳)، ۶۵-۴۵.

کیماسی، عباسعلی؛ رمضان، داریوش؛ آران، مهدی و باقری، رضا (۱۳۹۸). بررسی بهینه‌سازی ترکیب‌های مختلف محیط کشت بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی قارچ صدفی طلایی (*Pleurotus citrinopileatus*). *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۲۶ (۲)، ۱۷۳-۱۹۳.

لطفی، مجتبی؛ فارسی، محمد؛ میرشمسی‌کاخکی، امین و جانپور، جواد (۱۳۹۷). بررسی تأثیر جدایه‌های باکتری *Pseudomonas putida* بر عملکرد قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید (*Agaricus bisporus*). نشریه *علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۳۲(۲)، ۲۸۶-۲۷۳.

ماکنالی، فرشته؛ کاشی، عبدالکریم و حکمتی، جمشید (۱۳۹۳). بررسی اثر بستر کشت و مکمل‌های غذایی روی ارزش غذایی قارچ صدفی فلوریدا. *مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی*. ۶ (۱)، ۹۱-۹۸.

مانایی، آزاده؛ وزیران، مهدی و سعید نیا، سودابه (۱۳۹۳). فارماکولوژی، فیتوشیمی و روش‌های تجزیه و تحلیل سرخارگل (*Echinacea purpurea*). بررسی های فارماکوژنوزی، ۹ (۱۷)، ۶۳-۷۲.

مزارعی، فرزاد؛ جوینده، حسین؛ حجتی، محمد و نوشاد، محمد (۱۳۹۵). بهینه سازی استخراج پلی‌ساکاریدهای برگ کبر

(*Capparis spinose* L.) و پتانسیل آنتی‌اکسیدانی، آنتی‌میکروبیالی فعال. *نشریه جامع ماکروملکول‌های بیولوژیکی*، ۹۵، ۲۲۴-۲۳۱.

ملایی، فوزیه و بشارتی، حسین (۱۳۹۰). بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) بر خواص کیفی و کمی قارچ دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) در بسترهای مختلف حاصل از ضایعاتی صنعتی و کشاورزی. *فصلنامه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)*، ۲۵ (۴)، ۳۷۳-۳۸۴.

ولی‌زاده‌کاجی، بابک؛ عباسی‌فر، احمد رضا؛ احسنی‌ایروانی، مریم و حسین‌آباد، محمد (۱۳۹۸). بررسی تأثیر محلول‌پاشی عصاره ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد قارچ دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*). *فن‌آوری تولیدات گیاهی (پژوهش کشاورزی)*، ۱۹ (۱)، ۳۶-۲۹.

References

Alam, N., Amin, S. M., & Sarker, N. C. (2007). Efficacy of five different growth regulators on the yield and yield contributing attributes of *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fr.) Kummer. *Bangladesh Journal of Mushroom*, *1*, 51-55.

Beyer, D. M. (2003). *Basic procedures for Agaricus mushroom growing*. Chester: Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension Publisher.

Bostan, N., Sajid, M., Rabi, F., & Munir, M. (2014). Effects of Growing Media and Irrigation Interval on Flower Production of *Amaryllis* (*Amaryllis Belladonna*). *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, *4*(6), 38-44.

Carneiro, A. A. J., Ferreira, I. C. F. R., Dueñas, M., Barros, L., Da Silva, R., & Gomes, E. (2013). Chemical composition and antioxidant activity of dried powder formulations of *Agaricus blazei* and *Lentinus edodes*. *Food Chemistry*, *138*, 2168-2173. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.12.036.

Cheraghi, M., Lorestani, B., & Mardokh rohani, N. (2012). Evaluation of heavy metal concentration in compost, soil cover and button mushroom in Kurdistan greenhouses. *Food Hygiene*, *2*(4 (8)), 81-96. (In Persian).

Colauto, N. B., Da Eira, A. F., & Linde, G. A. (2012). Cryopreservation of *Agaricus blazei* in liquid nitrogen using DMSO as cryoprotectant. *Bioscience Journal*, *28*, 1034-1037.

Ebadi, A., Alikhani, H. A., Yakhchali, M. B., & Aryanfar, H. (2013). Evaluation of different organic wastes for cultivation for bottom mushroom and their effect on yield and nutrient intake. *Journal of Soil Management & Sustainable Producation*, *5*(1), 243-252. (In Persian).

Friedmann Angeli, J. P. V., Ribeiro, L. R., Bellini, M. F., & Mantovani, M. S. (2009). β-Glucan extracted from the medicinal mushroom *Agaricus blazei* prevents the genotoxic effects of benzo[a]pyrene in the human hepatoma cell line HepG2. *Archives of Toxicology*, *83*, 81-86. https://doi.org/10.1007/s00204-008-0319-5.

Guo, X., Zou, X., & Sun, M. (2009). Effects of phytohormones on mycelial growth and exopolysaccharide biosynthesis of medicinal mushroom *Pellinus linteus*. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, *32*, 701-707. https://doi.org/10.1007/s00449-009-0326-9

Hosseini S. H., Rafieiolhossaini, M., & Barzegar, R. (2017). Effects of the replacing vermicompost and perlite instead of peat as casing soil ongrowth and yield of mushroom (*Agaricus bisporus*). *Journal of crops improvement (Journal of agriculture)*, *19*(4), 837-852. https://doi.org/10.22059/jci.2018.220952.1583. (In Persi an).

Hussain, N., & Abbasi, S. A. (2018). Efficacy of the vermicomposts of different organic wastes as "clean" fertilizers: State-of-the-art. *Sustainability*, *10*(4), 1205. https://doi.org/10.3390/su10041205.

Jafarpour, M., Poursaeid, N., Jalali Zand, A., Golparvar, A. R., & Behdad, M. (2009). Effect of some of the wastes of agricultural conversion industries and food supplements on some of

the specifications of the edible mushroom (*Pleurotus florida*). *Journal of Research in Agricultural Science*, *4*(2), 188-203. (In Persian).

Kalberer, P. P. (1990). Water relations of the mushroom culture (*Agaricus bisporus*): Influence on the crop yield and on dry matter content of the fruit bodies. *Mushroom Sciences*, *13*, 269-274. https://doi.org/10.1016/0304-4238(90)90108-Q.

Kalmis, E., & Sargin, S. (2004). Cultivation of two *Pleurotus* species on wheat straw substrate containing olive mill waste water. *International Biodeterioration & Biodegradation*, *53*, 43-47. https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2003.08.002.

Kaveh, M., Pahlavanlu, A., & Sarabi Jamab, M. (2018). Fungies, valuable sources of bioactive β-glucans. *Journal of Biosafety*, *10*(3), 45-65. (In Persian).

Khan, A. L., Waqas, M., Kang, S. M., Al-Harrasi, A., Hussain, J., Al-Rawahi, A., Al-Khiziri, S., Ullah, I., Ali, L., Young Jung, H., & Lee, I. J. (2014). Bacterial endophyte *Sphingomonas* sp. LK11 produces gibberellins and IAA and promotes tomato plant growth. *Journal of Microbiology*, *52*, 689-695. https://doi.org/10.1007/s12275-014-4002-7.

Khodabakhshi, A., Sedehi, M., & Shakeri, K. (2016). Determination of heavy metals in edible mushrooms consumed in Shahrekord. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*, *18*(1), 54-62. (In Persian).

Kimasi, A., Dariush, R., Aran, M., Bagheri, R., & Nasiri-Dehsorkhi, A. (2019). Investigating the effects of substrate and nutritional supplements on some vegetative and reproductive characteristics of salmon oyster mushroom (*Pleurotus djamor*). *Iranian Journal of Horticultural Science*, *50*(3), 571-585. https://doi.org/10.22059/ijhs.2018.254934.1430. (In Persian).

Kirbag, S., & Akyuz, M. (2009). Evaluation of agricultural wastes for the cultivation of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. var. *ferulae Lanzi*. *African Journal of Biotechnolog*, *7*, 3660-3664. https://doi.org/10.5897/AJB08.583

Lotfi M., Farsi M., Mirshamsi Kakhki A., & Janpoor J. (2018). Influence of pseudomonas putida isolateson the yield of edible white button mushroom agaricusbisporus. *Journal of horticulture science (Agricultural sciences and technology*, *32*(2), 272-286. https://doi.org/10.22067/jhorts4.v32i2.62530. (In Persian).

Makenali, F., Kashi, A. K., & Hekmati, J. (2013). Investigating the effect of culture medium and nutritional supplements on nutritional value of Florida oyster mushroom. *Innovation magazine in food science and technology*, *6*(1), 91-98. (In Persian).

Manayi, A., Vazirian, M., & Saeidnia, S. (2015). *Echinacea purpurea*: Pharmacology, phytochemistry and analysis methods. *Pharmacognosy Reviews*, *9*(17), 63-72. https://doi.org/10.4103/0973-7847.156353. (In Persian).

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. https://doi.org/10.1007/s11274-004-3494-4.

Marlina, L., Sukotjo, S., & Marsudi, S. (2015). Potential of oil palm empty fruit bunch (EFB) as media for oyster mushroom, Pleurotus ostreatus cultivation. *Procedia Chemistry*, *16*, 427-431. https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.12.074.

Masamba, K. G., & Kazombo-Mwale, R. (2010). Determination and comparison of nutrient and mineral contents between cultivated and indigenous edible mushrooms in Central Malawi. *African Journal of Food Science and Technology*, *4*, 176-179.

Mazarei, F., Jooyandeh, H., Hojjati, M., & Noshad, M. (2017). Polysaccharide of caper (*Capparis spinose* L.) Leaf: Extraction, optimization, antioxidant potential and antimicrobial activity. *International Journal of Biological Macromolecules*, *95*, 231-224. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.11.049. (In Persian).

Miro ´nczuk-Chodakowska, I., & Witkowska, A. (2020). Evaluation of Polish wild mushrooms as beta-Glucan Sources. *International Journal of Environmental Research and Public*

Health, *17*, 7299. https://doi.org/10.3390/ijerph17197299.

Mollaie, F., & Besharati, H. (2011). Effect of plant growth promoting bacteria (PGPR) on the qualitative and quantitative properties of button mushroom (*Agaricus bisporus*) in various substrates of industrial and agricultural waste. *Journal of Soil (Soil Science and Water)*, *25*(4), 384-373. https://doi.org/10.22092/ijsr.2012.126519. (In Persian).

Morin, E., Kohler, A., Baker, A. R., Foulongne-Oriol, M., Lombard, V., Nagye, L. G., Ohm, R. A., Atyshakuliyeva, P., Brun, A., & Aerts, A. L. (2012). Genome sequence of the button mushroom *Agaricus bisporus* reveals mechanisms governing adaptation to a humicrich ecological niche. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*, 17501-17506. https://doi.org/10.1073/pnas.1206847109.

Olfati, J. A. & Rasouli, F. (2016). Casing with leached vermicompost improve oyster mushroom biological efficiency. *Iran Agricultural Research*, *35*(1), 95-99. (In Persian).

Park, J. M., Radhakrishnan, R., Kang, S. M., & Lee, I. J. (2015). IAA producing *Enterobacter* sp. I-3 as a potent bio-herbicide candidate for weed control: a special reference with lettuce growth inhibition. *Indian Journal of Microbiology*, *55*, 207-212. https://doi.org/10.1007/s12088-015-0515-y.

Patil, N. B., Gajbhiye, M., Ahiwale, S. S., Gunjal, A. B., & Kapadnis, B. P. (2011). Optimization of Indole-3-acetic acid (IAA) production by *Acetobacter diazotrophicus* L1 isolated from Sugarcane. *International Journal of Environmental Science*, *2*, 295-302.

Patill, S. S., Kadam, R. M., Shinde, S. L., & Deshmukh, S. A. (2008). Effect of different substrate on productivity and proximate composition of *P. florida*. *International Journal of Plant Sciences*, *3*, 151-153. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162016005000008.

Rajkhowa, D. J., Sarma, A. K., Mahanta, K., Saikia, U. S., & Krishnappa, R. (2017). Effect of vermicompost on greengram productivity and soil health under hilly ecosystem of North East India. *Journal of Environmental Biology*, *38*, 15-19. https://doi.org/10.22438/jeb/38/1/MS-114.

Ratnoo, R., & Doshi, A. (2012). Evaluation of different casing materials and cacing in *Agaricus bisporus* cultivation. *International Journal of Plant Protection*, *5*, 136-140.

Royse, D. J., Rhodes, T. W., Ohga, S., & Sanchez, J. E. (2004). Yield, mushroom size and time to production of *Pleurotus cornucopiae* (*Oyster mushroom*) grown on switch grass substrate spawned and supplemented at various rates. *Bioresource Technology*, *91*(1), 85-91. https://doi.org/10.1016/s0960-8524(03)00151-2.

Rupak, M., Chatterjee, S., Chatterjee, P., & Guha, A. K. (2005). Enhancement of biomass production of edible mushroom Pleurotus sajor-caju grown in whey by plant growth hormones. *Process Biochemistry*, *40*, 1241-1244. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2004.05.006.

Ryu, J., Kim, M. K., Im, C. H., & Shin, P. (2009). Development of cultivation media for extending the shelf life and improving yield of king oyster mushrooms (*Pleurotus eryngii*). *Scientia Horticulturae*, *193*, 121-126. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.07.005.

Salmones, D., Mata, G., & Waliszewski, K. N. (2005). Comparative culturing of *Pleurotus* spp. on coffee pulp and wheat straw: biomass production and substrate biodegradation. *Bioresource Technology*, *96*, 537-544. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.06.019.

Stajic, 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. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, *128*, 87-96. https://doi.org/10.1385/abab.128.1.087.

Taofiq, O., Rodrigues, F., Barros, L., Peralta, R. M., Barreiro, M. F., Isabel, C. F., Ferreira, R., Beatriz, M., & Oliveira, P. P. (2019). *Agaricus blazei* Murrill from Brazil: an ingredient for nutraceutical and cosmeceutical applications. *Food & Function*, *10*, 565-572. https://doi.org/10.1039/C8FO02461H.

Val, CH., Brant, F., & Miranda, A. S. (2015). Effect of mushroom *Agaricus blazei* on immune response and development of experimental *cerebral malaria*. *Malaria Journal*, *14*, 311.

https://doi.org/10.1186/s12936-015-0832-y.

Valizade Kaji, B., Abbasifar, A., Ahsani-Irvani, M., & Hossein Abad, M. (2018). Investigating the effect of foliar spraying of vermicompost extract on growth indicators of button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Plant Production Technology*, *19*(1), 36-29. https://sid.ir/paper/405727. (In Persian).

Vieyra, F. E., Palazzi, V. I., Pinto, M. S., & Borsarelli, C. D. (2009). Combined UV-Vis absorbance and fluorescence properties of extracted humic substances-like for characterization of composting evolution of domestic solid wastes. *Geoderma*, *151*, 61-67. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2009.03.006.

Wang, H. T., Yang, L. C., Yu, H. C., Chen, M. L., Wang, H. J., & Lu, T. J. (2018). Characteristics of fucose-containing polysaccharides from submerged fermentation of *Agaricus blazei* murill. *Journal of Food and Drug Analysis*, *26*, 678-687. https://doi.org/10.1016/j.jfda.2017.07.006.

Wange, Q., Li, B. B., Li, H., & Han, J. R. (2010). Yield, dry matter and polysaccharides content of the mushroom *Agaricus blazei* produced on asparagus straw substrate. *Scientia Horticulturae*, *125*, 16-18. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.02.022.

Yadav, A., & Garg, V. K. (2019). Biotransformation of bakery industry sludge into valuable product using vermicomposting. *Bioresource Technology*, *274*, 512-517. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.12.023.

Zakaei, M., Bazyar, S., & Khanehbad, M. (2011). Post technology casing soil with use of the vermicompost in mushroom (*Agaricus bisporus* (L.) Sing) cultivation. *Journal of Biology Science*, *4*(1(12)), 19-26. (In Persian).

Zhang, H., Li, J., Zhang, Y., & Huang, K. (2020). Quality of vermicompost and microbial community diversity affected by the contrasting temperature during vermicomposting of dewatered sludge. *International Journal of Environmental Research*, *Public Health*, *17*, 1748. https://doi.org/10.3390/ijerph17051748.

Zhang, R., Li, X., & Fadel, J. G. (2002). Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw. *Bioresource Technology*, *82*(3), 277-284. https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00188-2.