Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

*Journal of Plant Production Research*

**Print ISSN: 2322-2050**
**Online ISSN: 2322-2778**

# Production of *Ganoderma resinaceum* Boud. on agricultural wastes and evaluation of total polysaccharide and yield

**Mahboubeh Poodineh[1], Behnaz Yousefshahi[2], Dariush Ramezan[*3], Mahdi Aran[4], Abdul Rahman Rahimian Boogar[5], Mahmoud Tavakoli[6]**

1. M.Sc. Graduate, Dept. of Horticulture Science and Green Space, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran. E-mail: mahboubehpoodineh@gmail.com
2. Ph.D. Student, Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: behnazyousefshahi@gmail.com
3. Corresponding Author, Assistant Prof. in Horticulture Science, Dept. of Horticulture Science and Green Space, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran. E-mail: drhorticul@uoz.ac.ir
4. Assistant Prof. in Horticulture Science, Dept. of Horticulture Science and Green Space, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran. E-mail: mehdiaran@uoz.ac.ir
5. Assistant Prof. in Horticulture Science, Dept. of Horticulture Science and Green Space, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran. E-mail: a.rahimian@uoz.ac.ir
6. Assistant Prof., Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran. E-mail: mtavakoli@uoz.ac.ir

**Article Info**

**Article type:**
Full Length Research Paper

**Article history:**
Received: 09.23.2022
Revised: 10.04.2022
Accepted: 10.08.2022

**Keywords**:
Combined substrates,
Fruit body,
Organic supplement,
Spawn run

**ABSTRACT**

**Background and Objectives:** One of the important strategies for using agricultural waste is to use the biological capacity of medicinal fungi. Agricultural wastes are produced in most parts of Iran as a result of agricultural, horticultural and forestry activities. Every year, thousands of tons of waste materials are burned or thrown away, which leads to environmental pollution and health hazards. The aim of this research is to investigate different substrates (various wastes of agricultural and industrial products) for the cultivation of *G. resinaseum*. By choosing the right substrate and checking the balanced ratio of carbon to nitrogen in the substrates, it is possible to improve the desired quantitative (performance) and qualitative (nutritional value) traits in *G. resinaceum*.

**Materials and Methods:** This study was performed in a completely randomized design with 3 replications with Iranian isolate of *G. resinaseum* in 2020. After collecting the mushroom from the forest, the pure culture of the sterilized basidiocarp was carried out, and then the spawn of the Iranian *G. resinaceum* was produced. Experimental treatments include 7 types of substrates including 1. Poplar sawdust + Rice bran (90+10) 2. Poplar sawdust + Soybean meal (90+10) 3. Poplar sawdust + Wheat straw (60+40) 4. Poplar sawdust + Rice straw (60+40) 5. Poplar sawdust + Date palm sawdust (70+30) 6. Poplar sawdust + Banana tree waste (70+30) 7. Poplar sawdust (100).

**Results:** The results of this study showed that the highest yield (210.06 g / 2000 g substrate), total dry matter (95.35 g / 2000 g substrate), total polysaccharide (15.95 mg / g dry matter) and Biological efficiency (10.5 persent) of *G. resinaseum* belongs to the combination of wood chips with rice bran. And the highest amount of total nitrogen of fruiting body (3.67 mg/100 g dry matter) and the protein (22.93 mg/100 g dry matter) is related to the substrate of wood chips with soybean meal. Also, the shortest time for spawn running (28.66 days), pinhead formation (41 days) and precocity (65 days) were recorded for wood chip substrate with rice bran.

**Conclusion:** Adding organic supplements is one of the appropriate methods to modify the substrate and reduce the ratio of carbon to nitrogen. according to the results of this study, it is recommended to add rice bran supplement, soybean meal and use of wheat straw, rice straw, date palm wastes and banana tree wastes to the wood chip.

Cite this article: Poodineh, Mahboubeh, Yousefshahi, Behnaz, Ramezan, Dariush, Aran, Mahdi, Rahimian Boogar, Abdul Rahman, Tavakoli, Mahmoud. 2023. Production of *Ganoderma resinaceum* Boud. on agricultural wastes and evaluation of total polysaccharide and yield. *Journal of Plant Production Research*, 30 (2), 139-162.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JOPP.2022.20608.2964
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۵۰
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۷۸

# تولید قارچ دارویی *Ganoderma resinaceum* Boud. روی ضایعات کشاورزی و بررسی پلی‌ساکارید کل و عملکرد

**محبوبه پودینه[۱]، بهناز یوسف شاهی[۲]، داریوش رمضان*[۳]، مهدی آران[۴]، عبدالرحمن رحیمیان بوگر[۵]، محمود توکلی[۶]**

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه: mahboubehpoodineh@gmail.com

۲. دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: behnazyousefshahi@gmail.com

۳. نویسنده مسئول، استادیار علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه: drhorticul@uoz.ac.ir

۴. استادیار علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه: mehdiaran@uoz.ac.ir

۵. استادیار علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه: a.rahimian@uoz.ac

۶. استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه: mtavakoli@uoz.ac.ir

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله:**
مقاله کامل علمی- پژوهشی

**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۱/۰۷/۰۱
**تاریخ ویرایش:** ۱۴۰۱/۰۷/۱۲
**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۷/۱۶

**واژه‌های کلیدی:**
اندام میوه‌ای،
بسترهای کشت ترکیبی،
پنجه‌دوانی،
مکمل آلی

**چکیده**

**سابقه و هدف:** یکی از راهکارهای مهم برای استفاده از پسماندهای کشاورزی استفاده از ظرفیت بیولوژیکی موجود در قارچ‌هایی دارویی می‌باشد. ضایعات کشاورزی در اکثر نقاط ایران در اثر فعالیت‌های زراعی، باغبانی و جنگل‌داری تولید می‌شوند. هر ساله هزاران تن مواد زائد سوزانده و یا دور ریخته می‌شوند که این عمل خود منجر به آلودگی زیست‌محیطی و مخاطرات بهداشتی می‌شود. هدف از انجام این پژوهش بررسی بسترهای مختلف (ضایعات مختلف محصولات کشاورزی و صنعتی) برای کشت قارچ *G. resinaceum* می‌باشد. با انتخاب صحیح بستر کشت و بررسی نسبت متعادل کربن به نیتروژن در بستر کشت می‌توان صفات کمی (عملکرد) و کیفی (ارزش غذایی) مورد نظر در قارچ *G. resinaceum* را بهبود بخشید.

**مواد و روش‌ها:** این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار با جدایه ایرانی قارچ *G. resinaceum* در سال ۱۳۹۹ انجام شد. بعد از جمع‌آوری قارچ از جنگل، کشت خالص قارچ از بازیدیوکارپ استریل شده انجام شد و سپس اسپان قارچ *G. resinaceum* نژاد ایرانی تولید شد. تیمارهای آزمایش شامل ۷ نوع بسترهای کشت ۱. تراشه چوب درخت صنوبر + سبوس برنج (۹۰ + ۱۰) ۲. تراشه چوب درخت صنوبر + کنجاله سویا (۹۰ + ۱۰) ۳. تراشه

چوب درخت صنوبر + کاه و کلش گندم (۶۰ + ۴۰) ۴. تراشه چوب درخت صنوبر + کاه و کلش برنج (۶۰ + ۴۰) ۵. تراشه چوب درخت صنوبر + ضایعات تراشه چوب درخت خرما (۷۰ + ۳۰) ۶. تراشه چوب درخت صنوبر + ضایعات درخت موز (۷۰ + ۳۰) ۷. تراشه چوب درخت صنوبر (۱۰۰) می‌باشند.

**یافته‌ها:** نتایج این پژوهش نشان داد بیش‌ترین میزان عملکرد (۲۱۰/۰۶ گرم بر ۲۰۰۰ گرم بستر)، ماده خشک کل (۹۵/۳۵ گرم بر ۲۰۰۰ گرم بستر)، پلی‌ساکارید کل (۱۵/۹۵ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک) و کارایی بیولوژیکی (۱۰/۵ درصد) قارچ *G. resinaceum* به بستر کشت ترکیبی تراشه چوب همراه با سبوس برنج اختصاص داشت. و بیش‌ترین میزان نیتروژن کل اندام میوه‌ای قارچ (۳/۶۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) و پروتئین اندام میوه‌ای قارچ (۲۲/۹۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) مربوط به بستر کشت تراشه چوب با کنجاله سویا می‌باشد. هم‌چنین کم‌ترین زمان برای مرحله پنجه‌دوانی (۲۸/۶۶ روز)، تشکیل اندام گره‌ای (۴۱ روز) و پیش‌رسی اندام میوه‌ای (۶۵ روز) برای بستر تراشه چوب با سبوس برنج ثبت شد.

**نتیجه‌گیری:** یکی از روش‌های مناسب برای اصلاح بسترهای کشت و کاهش نسبت کرین به نیتروژن، افزودن مکمل‌های آلی می‌باشد. با توجه به نتایج این پژوهش افزودن مکمل‌های آلی مانند سبوس برنج، کنجاله سویا و استفاده از ضایعات کلش گندم، کلش برنج، ضایعات نخل خرما و ضایعات درخت موز به بستر کشت تراشه چوب توصیه می‌شود.

**استناد**: پودینه، محبوبه، یوسف شاهی، بهناز، رمضان، داریوش، آران، مهدی، رحیمیان بوگر، عبدالرحمن، توکلی، محمود (۱۴۰۲). تولید قارچ دارویی *Ganoderma resinaceum* Boud. روی ضایعات کشاورزی و بررسی پلی‌ساکارید کل و عملکرد. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۳۰ (۲)، ۱۶۲-۱۳۹.
DOI: 10.22069/JOPP.2022.20608.2964

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

## مقدمه

یکی از مهم‌ترین مشکلات اساسی در تولید قارچ‌های دارویی، نبود محیط کشت مناسب برای تولید اندام میوه‌ای قارچ می‌باشد. به طوری‌که این محیط کشت علاوه بر قابل دسترس بودن، هزینه‌های مالی کم‌تری را برای تولیدکننده ایجاد نماید. ضایعات اجباری و بقایای به ظاهر کم‌ارزش کشاورزی (ضایعات صنایع روغن‌گیری زیتون، ضایعات برگ نخل خرما)، صنعتی (خرده‌چوب یا تراشه چوب) در اکثر نقاط ایران در اثر فعالیت‌های زراعی، باغبانی و جنگل‌داری همه ساله منجر به تولید و انباشت حجم بزرگی از مواد زائد می‌شود و هر ساله هزاران تن مواد زائد سوزانده و یا دور ریخته می‌شوند که این عمل خود منجر به آلودگی زیست‌محیطی و مخاطرات بهداشتی می‌شود (۱). ضایعات کشاورزی و جنگلی دارای مقادیر زیاد لیگنین و نسبت بالای کربن به نیتروژن بوده، بنابراین جهت تعدیل نسبت کربن به نیتروژن و نیز افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده سلولز، همی‌سلولز و لیگنین و افزایش راندمان زیستی، افزودن مکمل‌های آلی به بستر کشت تراشه چوب توصیه می‌گردد (۲). قارچ دارویی *Ganoderma resinaceum* Boud. متعلق به شاخه Basidiomycota و راسته Polyporales می‌باشد. قارچ‌های این تیره دارای منافذ بسیار ریز زیر کلاهک خود هستند که این منافذ دارای اسپورهای تولیدمثلی هستند. کلاهک چوبی یا چرمی است. آن‌ها در طی زمان چوب را تجزیه می‌کنند. یک قارچ انگلی هستند که به صورت ساپروتروفیک تغذیه می‌کنند و زیستگاه آن‌ها روی گیاهان چوبی پهن‌برگ در مناطق گرم‌تر اروپا می‌باشد (۳). علاوه بر این، معمولاً به‌عنوان ترکیبات دارویی برای تنظیم سیستم ایمنی، افزایش قند خون و بیماری‌های کبدی در طب سنتی آسیایی (۴) و در برخی از مناطق آفریقای غربی (۵) استفاده می‌شود. یکی اثرات مهم و دارویی عصاره بسیاری از قارچ‌ها، توانایی آن‌ها در تقویت سیستم ایمنی بدن انسان می‌باشد. به طوری‌که در اثر مصرف ترکیبات دارویی موجود در قارچ‌ها از جمله پلی‌ساکارید، سیستم دفاعی بدن تقویت شده و می‌تواند در برابر بسیاری از بیماری ها مقاومت داشته باشد (۶). تاکنون مهم‌ترین ساختار ضد سرطانی که از اندام میوه‌ای یا میسلیوم‌های کشت شده قارچ‌ها استخراج شده، ترکیبات پلی‌ساکاریدی بوده است. پژوهش‌هایی که بر روی پلی‌ساکاریدها انجام شده مشخص کرده است که دارای فعالیت بیولوژیکی هستند و نیز دارای ویژگی‌های ضدتوموری نیز می‌باشند (۷ و ۸). هم‌چنین ترکیبات پلی‌ساکاریدی موجود در اندام میوه‌ای قارچ، اثرات ضد باکتریایی قوی علیه *Helicobacter pylori* دارد، که این باکتری، عامل مهم در ایجاد بیماری‌های معده از جمله زخم معده می‌باشد (۹).

این گونه در سال ۱۸۸۹ توسط بودیر (۱۰) کشف شد. این گونه دارای پراکنش کم و بیش گسترده در جهان می‌باشد و از مناطق استوایی به سمت قسمت مناطق معتدل جنوبی گسترش پیدا کرده است. نمونه‌های اروپایی معمولاً توسط بافت ضخیم، نرم و کم‌رنگ به راحتی شناخته می‌شوند. با این‌حال، برخی از صفات بازیدیوکارپ *G. resinaceum* ممکن است بسیار شبیه به *G. lucidum* باشد. اما از نظر بازیدیوسپورها متفاوت هستند (۱۱ و ۱۲). *G. resinaceum* معمولاً بر روی گونه‌های درختی خزان‌دار رشد می‌کند اما بیش‌تر بر روی درخت بلوط دیده می‌شود. معمولاً بر روی تنه‌های زنده درختان به صورت انگلی و در ارتفاع حدود یک تا دو متر از سطح زمین رشد می‌کند (۱۳). بسیاری از پژوهش‌گران سعی کرده‌اند برای به‌دست آوردن پلی‌ساکاریدها، قارچ را در محیط‌های مصنوعی جامد برای تشکیل اندام میوه‌ای پرورش دهند (۱۴ و ۱۵). با این‌حال، این روش‌ها کارا نبود،

زیرا ترکیبات جایگزین فعال زیستی از گروهی به گروه دیگر متفاوت هستند. در نتیجه، توجه به استفاده از بسترهای کشت مختلف برای تولید زیست‌توده میسلیوم و پلی‌ساکاریدهای فعال زیستی مورد توجه قرار گرفت (۱۶، ۱۷ و ۱۸). بسیاری از پژوهش‌گران در پژوهش‌های خود شرایط مناسب برای بستر کشت *Ganoderma lucidum* و تولید زیست‌توده میسیلیومی و اگزوپلی‌ساکاریدهای (EPS) آن‌ها را بررسی کرده‌اند (۱۹). با این‌حال هیچ گزارشی در مورد توصیف شرایط بسترهای کشت *G. resinaceum* وجود ندارد. با وجود این‌که انتظار می‌رود که قارچ *G. resinaceum* فعالیت‌های بیولوژیکی مشابه *G. lucidum* داشته باشد (۲۰). با توجه به این‌که تاکنون در کشور مطالعه‌ای برای بررسی محیط‌های کشت *G. resinaceum* انجام نگرفته است و با توجه به ضایعات موجود کشاورزی، بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی بسترهای مختلف (محیط کشت، ضایعات مختلف محصولات کشاورزی و صنعتی) برای کشت این قارچ و بررسی رابطه بین بستر کشت و مقادیر ترکیبات پلی‌ساکاریدی اندام میوه‌ای جدایه ایرانی قارچ دارویی *G. resinaceum* و هم‌چنین عملکرد این قارچ دارویی می‌باشد. در واقع با انتخاب صحیح محیط کشت و بررسی نسبت متعادل کربن به نیتروژن در سوبسترا می‌توان صفات کمی (عملکرد) و کیفی (ارزش غذایی) موردنظر در قارچ *G. resinaceum* را بهتر کرد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش با استفاده از جدایه ایرانی قارچ *G. resinaceum* در دانشگاه زابل در سال ۱۳۹۹ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل بسترهای کشت قارچ *G. resinaceum* مطابق با جدول ۱ انتخاب گردید.

**جدول ۱- ترکیب اجزای بسترهای کشت قارچ گانودرما رزیناسئوم.**

**Table 1. Composition of *Ganoderma resinaceum* substrates.**

| Code | Substrate components | Percentage of each component (%) |
|---|---|---|
| S1 | سبوس برنج + تراشه چوب درخت صنوبر<br>Poplar sawdust + Rice bran | 90 + 10 |
| S2 | کنجاله سویا + تراشه چوب درخت صنوبر<br>Poplar sawdust + Soybean meal | 90 + 10 |
| S3 | کاه و کلش گندم + تراشه چوب درخت صنوبر<br>Poplar sawdust + Wheat straw | 60 + 40 |
| S4 | کاه و کلش برنج + تراشه چوب درخت صنوبر<br>Poplar sawdust + Rice straw | 60 + 40 |
| S5 | ضایعات تراشه چوب درخت خرما + تراشه چوب درخت صنوبر<br>Poplar sawdust + Date palm sawdust | 70 + 30 |
| S6 | ضایعات درخت موز + تراشه چوب درخت صنوبر<br>Poplar sawdust + Banana tree waste | 70 + 30 |
| S7 | تراشه چوب درخت صنوبر<br>Poplar sawdust | 100 |

**تهیه استوک قارچ:** بازیدیوکارپ جدایه ایرانی قارچ *G. resinaceum* مورد آزمایش از جنگل‌های منطقه شصت‌کلاته در استان گلستان در کشور ایران جمع‌آوری شد و به آزمایشگاه منتقل گردید (شکل ۱). ابتدا بافت قارچ مزبور با استفاده از اتانول ۹۹ درصد به‌صورت سطحی ضدعفونی گردید. بازیدیوکارپ قارچ را از وسط به دو قسمت تقسیم کرده و از وسط آن از بافت زنده به وسیله تیغ جراحی با تیغه نمره ۲۴ یک تکه کوچک برداشته و در کنار شعله روی محیط کشت PDA (Potato Dextrose Agar) قرار داده (۲۱ و ۲۲) و دور پتری را پارافیلم پیچیده و داخل انکوباتور در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت (شکل ۲). بعد از ۶ روز میسیلیوم‌های سفید *G. resinaceum* در محیط کشت شروع به رشد می‌کند.

**شکل ۱- قارچ *G. resinaceum* جدایه ایرانی (نمونه‌برداری‌شده از جنگل شصت‌کلاته در استان گلستان، ایران).**

**Fig. 1. Iranian isolate *Ganoderma resinaceum* (sampled from Shast-Kalateh Forest, Golestan province, Iran).**

**شکل ۲- کشت بافت جدایه ایرانی قارچ *G. resinaceum* روی محیط کشت PDA.**

**Fig. 2. Tissue culture of Iranian isolates of *Ganoderma resinaseum* on PDA medium.**

**آماده‌سازی اسپان:** ابتدا بذور گندم (بذر گندم آبی و غیر دیم) تا حدی که دانه‌ها فقط نرم شوند، جوشانده شده و سپس به آن نیم درصد آهک اضافه گردید. با استفاده از دستگاه اتوکلاو به مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱ اتمسفر استریل شدند. کیسه‌های پلی پروپیلنی حاوی بذور گندم استریل شده در محفظه سربسته با استفاده از استوک قارچ (کشت خالص از جدایه ایرانی قارچ *G. resinaceum* که در محیط کشت PDA در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شده بود) در کنار شعله گاز، عمل تلقیح با برداشتن دیسک‌های میسلیومی به قطر نیم سانتی‌متر انجام شد. پس از حدود ۲۳ روز در دمای ۱ ± ۲۶ درجه سانتی‌گراد، میسلیوم جدایه ایرانی قارچ *G. resinaceum* در قسمت‌های مختلف بذور گندم آشکار شد و اسپان برای تلقیح بستر کشت آماده گردید (۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۴). پس از ترکیب شدن مواد متشکله بستر کشت و آماده‌سازی تیمارهای ترکیبی و غیرترکیبی، رطوبت بستر در محدوده ۵۶ درصد تنظیم شد (۲۵). ۲۰۰۰ گرم از بستر کشت، در کیسه‌های پلی‌پروپیلنی ریخته شد. جهت تنظیم درجه اسیدیته بستر کشت به بسترهای فوق یک و نیم درصد (وزنی) آهک و سنگ گچ اضافه گردید (۲۶). و با استفاده از دستگاه اتوکلاو به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱ اتمسفر استریل شد (۲۷ و ۲۸). تلقیح بستر کشت به نسبت ۴ درصد با بذور (میسلیوم رشد کرده روی بذور گندم) جدایه ایرانی قارچ *G. resinaceum* پس از کاهش دمای محیط کشت (کاهش دمای بستر اتوکلاو شده) در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد انجام شد. رشد رویشی میسلیوم جدایه ایرانی قارچ *G. resinaceum* و تشکیل هیف‌ها در بستر کشت در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد (۲۹) در اتاقک رشد در شرایط تاریکی با دی‌اکسیدکربن بالا (غلظت بیش‌تر از ۱۶۰۰ پی پی ام) انجام شد. پس از کامل شدن مرحله پنجه‌دوانی (مرحله رشد رویشی) میسلیوم قارچ (سفید شدن کامل بسترها)، شرایط برای باردهی و تولید اندام گره‌ای (مرحله رشد زایشی) شامل دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد، دی‌اکسیدکربن با غلظت ۱۵۰۰ پی پی ام، روشنایی ۵۰۰-۳۰۰ لوکس (۳۰) و رطوبت نسبی ۹۲ درصد، تأمین گردید (۳۱). زمان برداشت قارچ *G. resinaceum* هنگامی در نظر گرفته شد که شروع اسپورزایی قارچ مشاهده گردید. نمونه‌ها بلافاصله در کیسه‌های پلاستیکی دارای برچسب قرار گرفته، و پس از آن جهت اندازه‌گیری صفات به آزمایشگاه منتقل شدند.

**صفات اندازه‌گیری شده:** تعداد روزهایی که در این مدت میسلیوم قارچ *G. resinaceum* سطح بستر کشت را پوشانده، محاسبه شد و بعد از به اتمام رسیدن رشد رویشی زمان پین‌دهی و نیز زمان تشکیل اندام بارده بالغ قارچ یادداشت گردید (۲۴). وزن تر (عملکرد) اندام بارده بالغ قارچ بعد از بالغ شدن (شکل ۳) با چاقوی تیز از بخش اتصال پایه به بستر کشت برداشت شده و با استفاده از ترازوی دیجیتالی وزن تر بازیدیوکارپ قارچ اندازه‌گیری شد (۲۲ و ۲۴). برای تعیین مقادیر پلی‌ساکاریدهای اندام بارده بالغ از روش فنل- سولفوریک اسید استفاده شد (۳۲). جذب هر یک از نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Jenway ساخت کشور انگلستان) در طول موج ۴۹۰ نانومتر قرائت شد. جهت اندازه‌گیری نیتروژن کل از دستگاه کجلدال (مدل V50 از شرکت Gerhardt) جهت تعیین پروتئین اندام میوه‌ای از ضریب ۶/۲۵ (تبدیل نیتروژن به پروتئین) استفاده شد (۳۳).

برای محاسبه میزان محصول تولیدی از بسترهای مختلف و مقایسه آن‌ها از درصد کارآیی بیولوژیکی استفاده می‌شود که از رابطه ۱ زیر محاسبه گردید (۳۴):

$$\text{راندمان بیولوژیکی} = \left(\frac{\text{وزن تر اندام میوه ای برداشت شده}}{\text{وزن خشک بستر استفاده شده}}\right) \times 100 \quad (۱)$$

**تجزیه داده‌ها:** داده‌های این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹ و به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

**شکل ۳- قارچ گانودرما رزیناسئوم تولید شده در دانشگاه زابل.**

**Fig. 3. Production of medicinal mushroom *Ganoderma resinaceum* at Zabol University.**

## نتایج و بحث

با توجه به جدول ۲، مقادیر کربن، نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن اجزای تشکیل‌دهنده بسترهای کشت (درصد وزن خشک)، EC و pH بستر اندازه‌گیری و محاسبه شد. با توجه به جدول ۳، بستر کشت از نظر آماری تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر مقادیر وزن تر کل اندام میوه‌ای، ماده خشک کل، زمان کامل شدن پنجه‌دوانی، زمان شروع تشکیل اندام گره‌ای، زمان پیش‌رسی، پلی‌ساکارید کل، نیتروژن کل، پروتئین و کارایی بولوژیکی قارچ *G. resinaceum* داشت.

**جدول ۲- مقادیر کربن، نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن، EC و pH اجزای تشکیل‌دهنده بسترهای کشت (درصد وزن خشک).**

**Table 2. Carbon, Nitrogen, Carbon to Nitrogen ratio, EC and pH of substrate components (dry weight percentage).**

| EC (ds/m) | pH | نسبت کربن به نیتروژن Carbon to Nitrogen ratio | Nitrogen (%) | Carbon (%) | بستر کشت Substrates |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.327 | 5.99 | 40.14 | 1.49 | 59.82 | S1 |
| 1.635 | 6.1 | 16.22 | 3.27 | 52.70 | S2 |
| 1.727 | 5.82 | 66.20 | 0.84 | 55.61 | S3 |
| 1.421 | 6.12 | 68.39 | 0.79 | 54.03 | S4 |
| 1.385 | 5.92 | 59.43 | 0.86 | 51.11 | S5 |
| 1.489 | 6.01 | 91.05 | 0.59 | 53.72 | S6 |
| 1.542 | 5.73 | 120.59 | 0.49 | 59.09 | S7 |

* The coding of substrates is shown in Table 1

**جدول ۳- تجزیه واریانس اثرات بستر کشت بر عملکرد کل اندام میوه‌ای، ماده خشک کل، زمان کامل شدن پنجه‌دوانی، زمان تشکیل اندام گره‌ای، زمان پیش‌رسی، پلی‌ساکارید کل، نیتروژن کل، پروتئین و بازدهی بیولوژیکی قارچ *G. resinaceum*.**

**Table 3. Analysis of variance effects of substrate on Fruiting bodies yield, Total dry matter, Spawn Running Times, Pinhead Pormation Times, Precocity Times and Total polysaccharide of *Ganoderma resinaceum*.**

| | | میانگین مربعات Means of Square | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| منابع تغییرات Sources of variation | درجه آزادی d.f. | عملکرد اندام میوه‌ای Fruiting bodies yield (gr per 2000 gr substrate) | ماده خشک کل Total Dry Matter (gr per 2000 gr substrate) | زمان کامل شدن پنجه‌دوانی Spawn Running Times (day) | زمان شروع پین‌دهی Pinhead Formation Times (day) | زمان پیش‌رسی Precocity Times (day) | پلی‌ساکارید کل Total polysaccharide (mg/g D.M) |
| بستر کشت Substrate | 6 | 4489.48** | 700.86** | 66.82** | 52.19** | 71.53** | 9.78** |
| خطا error | 14 | 11.74 | 25.79 | 4.42 | 3.33 | 2.52 | 1.05 |
| ضریب تغییرات (درصد) C.V (%) | - | 7.03 | 6.82 | 5.8 | 4.03 | 2.23 | 7.73 |

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

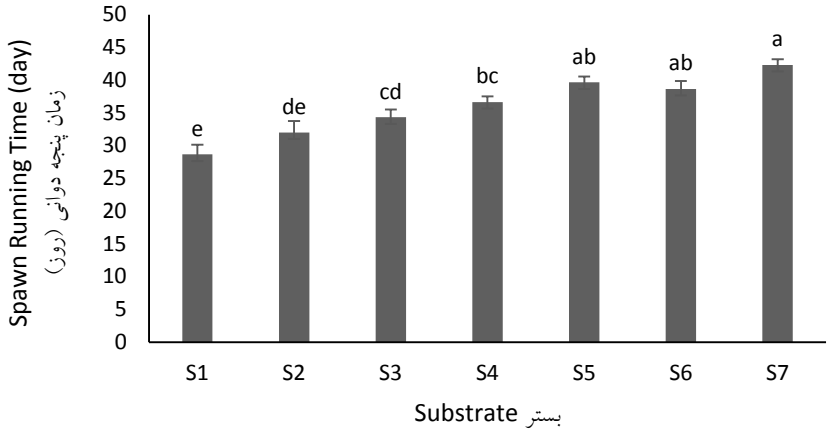
ns, * and ** Non-significant and significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

**ادامه جدول ۳-**

**Continue Table 3.**

| | | میانگین مربعات Means of Square | | |
|---|---|---|---|---|
| منابع تغییرات Sources of variation | درجه آزادی d.f. | نیتروژن کل Total N (mg/100gr DM) | پروتئین Protein (mg/100gr DM) | راندمان بیولوژیکی Biological efficiency (%) |
| بستر کشت Substrate | 6 | 2.6689** | 104.2564** | 11.2237** |
| خطا error | 14 | 0.0429 | 1.6767 | 0.2793 |
| ضریب تغییرات (درصد) C.V (%) | - | 10.28 | 10.28 | 7.03 |

با مقایسه میانگین تیمارها مشخص شد که بیش‌ترین زمان لازم برای کامل شدن مرحله پنجه‌دوانی میسلیوم قارچ (۴۲/۳۳ روز) و کم‌ترین آن (۲۸/۶۶ روز) به‌ترتیب به بستر کشت غیرترکیبی S7 (تراشه چوب (خاک اره)) و S1 (بستر کشت ترکیبی تراشه چوب همراه با سبوس برنج (۹۰ به ۱۰)) اختصاص داشت (شکل ۴). بر این اساس می‌توان افزایش سرعت پنجه‌دوانی میسلیوم قارچ *G. resinaceum* را با مقادیر نیتروژن بستر کشت مرتبط دانست. زمان پنجه‌دوانی مسیلیوم قارچ به صورت متفاوتی تحت‌تأثیر نوع نژاد و بستر کشت قرار می‌گیرد. مقادیر نیتروژن و نیز محتوای عناصر ماکرو و میکرو در بستر کشت تعیین‌کننده رشد میسلیوم قارچ می‌باشد (۳۵). گزارش شده است که بستر کشت خاک اره دارای کم‌ترین مقدار نیتروژن و پروتئین می باشد (۳۶). پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که قارچ انوکی بسترهایی با نسبت کربن به نیتروژن پایین را با سرعت بیش‌تری در مقایسه با بسترهایی با نسبت کربن به نیتروژن بالا، مورد تجزیه قرار می دهد (۲۷). یکی از روش‌های مهم برای افزایش عملکرد اندام باره قارچ اضافه کردن ترکیات غذایی مختلف بر پایه نیتروژن، مانند دانه ارزن، نخود، چاودار و ذرت در بستر کشت قارچ‌های دارویی می‌باشد (۳۷). در بین بسترهای کشت خاک اره، کلش گندم و کلش برنج که با سبوس گندم غنی شده بود، بستر ترکیبی خاک اره و سبوس گندم محیط کشت مناسبی از لحاظ زمان پنجه‌دوانی و عملکرد برای قارچ یال شیر معرفی گردید (۳۸). که نتایج این پژوهش را تأیید می‌کند. گزارش شده است که پودر سویا مکمل مناسبی برای پرورش قارچ هریسیوم گونه آمریکایی است (۳۹). از هفت بستر کشت مختلف که شامل ترکیب خاک اره بلوط همراه با سبوس گندم (۸:۲)، ترکیب خاک اره بلوط به‌علاوه تفاله پنبه‌دانه (۹:۱)، ترکیب خاک اره بلوط به‌علاوه تفاله پنبه دانه (۸:۲)، ترکیب خاک اره بلوط همراه با تفاله پنبه دانه (۷:۳)، ترکیب خاک اره بلوط با تفاله زیتون (۹:۱)، ترکیب خاک اره بلوط با تفاله زیتون (۸:۲)، ترکیب خاک اره بلوط با تفاله زیتون (۷:۳)، جهت پرورش قارچ هریسیوم گونه آمریکایی استفاده شد. زمان کامل شدن پنجه‌دوانی قارچ هریسیوم گونه آمریکائی از ۲۶/۶ تا ۳۳/۳ روز طول کشید (۴۰). که نتایج این پژوهش را تأیید می‌کند. هم‌چنین در پژوهش دیگری زمان کامل شدن پنجه‌دوانی قارچ یال شیر ۳۷ تا ۴۶ روز گزارش شد است (۳۸). در آزمایشی مشخص شده است که زمان کامل شدن رشد رویشی میسلیوم قارچ اوستراتوس بر روی بستر کشتی که دارای ۸۰ درصد کلش برنج (نسبت کربن به ازت: ۴۹/۱۹ درصد) و ۸۰ درصد کلش گندم (نسبت کربن به ازت: ۶۴/۶۳ درصد) بود سریع‌تر از بستر کشت شامل ۸۰ درصد تفاله پنبه‌دانه (نسبت کربن به ازت: ۳۴/۸۷ درصد) بود. یعنی با افزایش کربن بستر کشت پنجه‌دوانی در زمان کوتاه‌تری انجام شده است (۴۱).



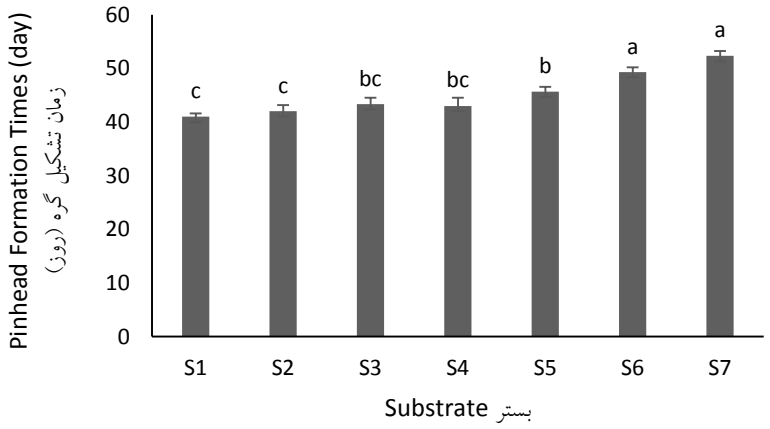

**شکل ۴- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر زمان کامل شدن پنجه‌دوانی (روز) قارچ *G. resinaceum*.**

**Fig. 4. Comparison of the mean effects of substrate on Spawn Running Time (day) of *Ganoderma resinaceum*.**

*** مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۵ ندارند. کدگذاری بسترها در جدول ۱ نمایش داده شده است**

*** Values (means) within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at P≤0.05 according to Duncan's test. The coding of substrates is shown in Table 1**

با توجه به شکل ۵، بیش‌ترین زمان لازم برای تشکیل اندام گره‌ای قارچ (۵۲/۳۳ روز) و کم‌ترین (۴۱ روز) به ترتیب به بستر S1 (بستر کشت ترکیبی تراشه چوب همراه با سبوس برنج (۹۰ به ۱۰)) و بستر کشت غیر ترکیبی S7 (تراشه چوب (خاک اره)) اختصاص داشت (شکل ۵). با توجه به کامل شدن مرحله پنجه‌دوانی در کم‌ترین زمان در بستر کشت S1 (بستر کشت ترکیبی تراشه چوب همراه با سبوس برنج (۹۰ به ۱۰)، شروع تشکیل اندام گره‌ای نیز در کم‌ترین زمان (۴۱ روز) انجام شد. و هم‌چنین مدت زمان طولانی‌تر مرحله پنجه‌دوانی میسلیوم در بستر کشت غیرترکیبی تراشه چوب، شروع تشکیل اندام گره‌ای نیز در این بستر در مدت زمان طولانی‌تری انجام شد (۵۲/۳۳ روز). در پژوهشی که از بسترهای کشت متنوع مانند باگاس نیشکر، کلش گندم، ساقه ذرت و خاک اره جهت پرورش قارچ صدفی استفاده شده بود مشخص شد که با افزایش نسبت کربن به نیتروژن شرایط مطلوب برای رشد رویشی میسلیوم قارچ فراهم می‌گردد در حالی‌که در بسترهایی که نسبت کربن به نیتروژن کاهش یافته بود تشکیل اندام‌های گره‌ای در زمان کم‌تری ایجاد شده است (۴۲).



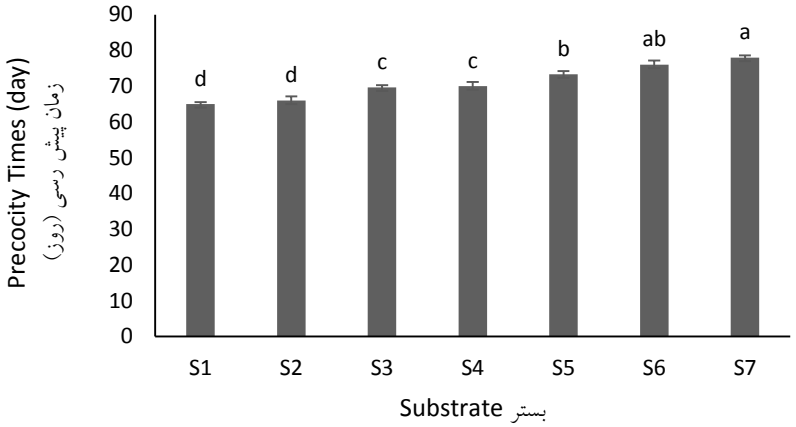

**شکل ۵- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر زمان تشکیل اندام گره‌ای (روز) قارچ *G. resinaceum*.**

**Fig. 5. Comparison of the mean effects of substrate on Pinhead Formation Times (day) of *Ganoderma resinaceum*.**

*** مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۵ ندارند. کدگذاری بسترها در جدول ۱ نمایش داده شده است**

*** Values (means) within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at P≤0.05 according to Duncan's test. The coding of substrates is shown in Table 1**

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین (۷۸ روز) و کم‌ترین (۶۵ روز) زمان لازم برای پیش رسی اندام میوه‌ای قارچ *G. resinaceum* به ترتیب به بستر کشت غیرترکیبی S7 (تراشه چوب (خاک اره)) و S1 (بستر کشت ترکیبی تراشه چوب همراه با سبوس برنج (۹۰ به ۱۰)) اختصاص داشت (شکل ۶). در آزمایشی که توسط Atila (۲۰۱۹) انجام شد تغییرات تجزیه بعضی از ضایعات مختلف کشاورزی هم‌چون کلش نخود، ساقه ذرت، کلش یونجه، بقایای ضایعات آفتابگردان، چوب بلوط (کنترل) در مراحل پنجه‌دوانی و میوه‌دهی قارچ شیتاکه بررسی شد. قارچ شیتاکه در طول مرحله پنجه‌دوانی همی‌سلولز را مصرف می‌کند در حالی‌که سلولز و لیگنین را در طول مرحله تشکیل اندام گره‌ای و میوه‌دهی مصرف کرده است. بنابراین قارچ شیتاکه تمایل زیادی برای رشد در روی بسترهای که دارای مقادیر متوسطی از نیتروژن، همی‌سلولز و لیگنین و هم‌چنین نسبت سلولز به لیگنین پایین‌تری دارند، می‌باشد. در قارچ شیتاکه با افزایش مقادیر نیتروژن بستر کشت پنجه‌دوانی سریع‌تر انجام می‌شود (۴۳). در پژوهشی دیگر مشخص شد که زمان برداشت اولین قارچ یا زمان پیش رسی قارچ تحت‌تأثیر بستر کشت قرار می‌گیرد (۴۴). با بررسی رشد و میوه‌دهی قارچ صدفی بر روی بستر کشت کلش برنج و تراشه چوب، مشخص گردید که میوه‌دهی بر روی بستر کشت کلش برنج سریع‌تر انجام شد (۴۵). نیتروژن بستر کشت اثرات متقابلی با کربن و هم‌چنین با نسبت کربن به نیتروژن آن دارد. از جمله فرآیندهای مهم مانند تجزیه ترکیبات لیگنوسلولزی با نسبت کربن به نیتروژن بستر کشت در ارتباط می‌باشد. مشخص شده است که نسبت کربن به نیتروژن ۳۰، شرایط مناسبی برای میوه‌دهی قارچ انوکی می‌باشد (۲۷). در این پژوهش نیز نسبت کربن به نیتروژن ۴۰/۱۴ مربوط به بستر S1 (بستر کشت ترکیبی تراشه چوب همراه با سبوس برنج (۹۰ به ۱۰)) می‌باشد که بیانگر این موضع است. هم در طول دوره میوه‌دهی قارچ افزایش اکسیژن و کاهش مقادیر دی اکسید کربن می‌باشد (۴۶).




**شکل ۶- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر زمان پیش رسی (روز) قارچ *G. resinaceum*.**

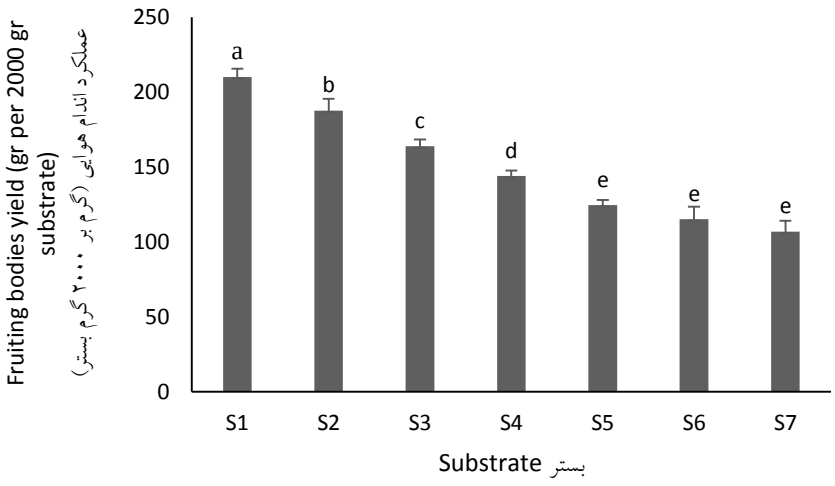
**Fig. 6. Comparison of the mean effects of substrate on Precocity Times (day) of *Ganoderma resinaceum*.**

*** مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۵ ندارند. کدگذاری بسترها در جدول ۱ نمایش داده شده است**

*** Values (means) within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at P≤0.05 according to Duncan's test. The coding of substrates is shown in Table 1**

**صفات فیزیولوژیکی و شیمیایی اندام میوه‌ای قارچ:**
از نظر مقادیر عملکرد کل اندام میوه‌ای قارچ، بیش‌ترین (۲۱۰/۰۶ گرم بر ۲۰۰۰ گرم بستر کشت) و کم‌ترین (۱۰۶/۸۳ گرم بر ۲۰۰۰ گرم بستر کشت) به‌ترتیب به بستر کشت S1 (تراشه چوب + سبوس برنج (۹۰ به ۱۰)) و S7 (بستر غیرترکیبی تراشه چوب (خاک اره)) اختصاص داشت (شکل ۷). افزودن مکمل‌های آلی مختلف بر پایه نیتروژن، از جمله سبوس گندم، نخود، چاودار و ذرت در بستر کشت قارچ‌های دارویی از روش‌های مؤثر و کارا برای افزایش عملکرد اندام بارده بالغ قارچ‌های دارویی می‌باشد که توسط پژوهش‌گران نیز به اثبات رسیده است (۳۷ و ۴۷). در پژوهشی که برای تولید قارچ گانودرما لوسیدوم بر روی چهار بستر کشت تراشه چوب درخت انبه، صنوبر و شیشم (*Dalbergia sissoo*)، با اضافه کردن سه مکمل سبوس گندم، سبوس برنج و آرد ذرت، مشخص گردید که بستر کشت چوب انبه، عملکردی ۱ تا ۵ برابر بیش‌تر از بستر کشت صنوبر دارد. در نهایت نتیجه گرفتند که افزودن ۲۰ درصد سبوس گندم به عنوان مکمل آلی به بستر کشت تراشه چوب انبه، بهترین مکمل از لحاظ افزایش عملکرد تشخیص می‌باشد (۴۸). نتایج پژوهشی دیگر (۴۹) نشان داد که از بین ۵ بستر کشت مختلف قارچ *G. lucidum* که شامل تراشه چوب درخت کائوچو، الیاف دسته میوه درخت نخل روغنی، الیاف مزوکارپ میوه نخل روغنی، ترکیب الیاف دسته میوه درخت نخل روغنی و تراشه چوب درخت کائوچو (به نسبت مساوی) و ترکیب الیاف مزوکارپ میوه نخل روغنی و تراشه چوب درخت کائوچو (به نسبت مساوی) بودند، بیش‌ترین عملکرد مربوط به بستر کشت ترکیبی الیاف دسته میوه درخت نخل روغنی و تراشه چوب درخت کائوچو (به نسبت مساوی) می‌باشد. به‌طوری‌که ۵۴/۳۷ گرم قارچ تازه به ازای هر ۵۰۰ گرم بستر کشت قارچ حاصل شد. در این آزمایش الیاف دسته میوه درخت نخل روغنی، الیاف مزوکارپ میوه و خاک اره درخت کائوچو حاوی ۰/۶۲، ۰/۶۱ و ۰/۳۷ درصد نیتروژن داشتند. در واقع عملکرد بالای بستر کشت ترکیبی الیاف دسته میوه درخت نخل

روغنی با خاک اره را در مقایسه با بستر کشت غیرترکیبی خاک اره درخت کائوچو را می‌توان به مقادیر بالای نیتروژن بستر کشت ارتباط داد. گزارش شده است که در بسترهای کشت حاوی ضایعات آلی که نسبت کربن به نیتروژن پایینی دارند عملکرد و کیفیت قارچ‌های پلوروتوس تولید شده بر روی آن‌ها بالا می‌باشد (۵۰). گونه‌های مختلف از قارچ‌ها جهت رسیدن به رشد مطلوب و تولید عملکرد بیش‌تر در کوتاه‌ترین زمان، نیازمند دستیابی به مقادیر بهینه‌ای از نسبت کربن به نیتروژن بستر کشت می‌باشند. حداقل و حداکثر نسبت کربن به نیتروژن بستر کشت بین ۲۵ تا ۵۵ می‌باشد. اما برای قارچ شیتاکه نسبت بهینه کربن به نیتروژن بین ۳۰ تا ۳۵ می‌باشد (۲۲). در پژوهشی که توسط Hoa و همکاران (۲۰۱۵) انجام شد مشخص گردید که با افزایش نسبت کربن به نیتروژن شرایط بهینه برای رشد رویشی میسلیوم قارچ فراهم می‌گردد. نتایج نشان داد که اختلاف در مقادیر عملکرد در قارچ مورد بررسی به علت تفاوت‌های موجود در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستر کشت از جمله نسبت سلولز به لیگنین و عناصر معدنی، هدایت الکتریکی، درجه اسیدیته و به ویژه نسبت کربن به نیتروژن مربوط است. مقادیر نیتروژن پایین در بستر کشت خاک اره یکی از دلایل اصلی در کاهش عملکرد و راندمان بیولوژیکی پایین قارچ‌های تولید شده بر روی این بستر کشت در مقایسه با سایر بسترها است (۴۲). که نتایج این پژوهش را تأیید می‌کند. در این پژوهش نیز کاهش عملکرد در بستر S7 (بستر غیرترکیبی تراشه چوب (خاک اره) مشاهده گردید که به دلیل نسبت بالای کربن به نیتروژن در این بستر می‌باشد. اما با افزودن مکمل‌های آلی مانند سبوس برنج در بستر کشت S1 (تراشه چوب + سبوس برنج (۹۰ به ۱۰) مقادیر عملکرد افزایش یافت. هم‌چنین افزودن مکمل‌های آلی به بسترهای کشت تراشه چوب صنوبر باعث افزایش راندمان بیولوژیکی گردید.



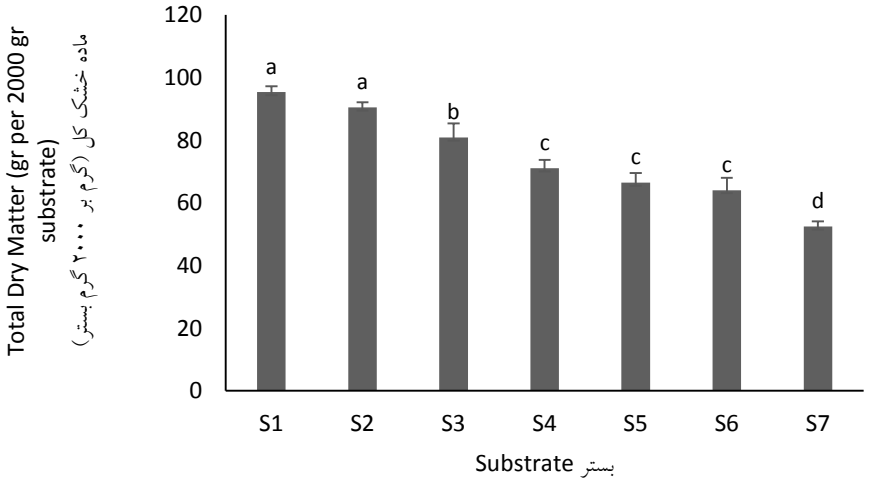

**شکل ۷- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر عملکرد اندام میوه‌ای (گرم بر ۲۰۰۰ گرم بستر کشت) قارچ *G. resinaceum*.**

**Fig. 7. Comparison of the mean effects of substrate on Fruiting bodies yield (gr per 2000 gr substrate) of *Ganoderma resinaceum*.**

*** مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۵ ندارند. کدگذاری بسترها در جدول ۱ نمایش داده شده است**

*** Values (means) within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at P≤0.05 according to Duncan's test. The coding of substrates is shown in Table 1**

بیش‌ترین (۹۵/۳۵ گرم بر ۲۰۰۰ گرم بستر کشت) و کم‌ترین (۵۲/۴۶ گرم بر ۲۰۰۰ گرم بستر کشت) مقادیر ماده خشک کل اندام میوه‌ای قارچ *G. resinaceum* به ترتیب به بستر کشت S1 (تراشه چوب+ سبوس برنج (۹۰ به ۱۰)) و S7 (بستر غیرترکیبی تراشه چوب (خاک اره)) اختصاص داشت (شکل ۸). بیش‌ترین ماده خشک کل اندام میوه‌ای در قارچ مورد بررسی مربوط به بستر کشت ترکیبی تراشه چوب درخت با مکمل آلی سبوس برنج (۹۰ به ۱۰) بود. در بین مکمل‌ها سبوس برنج به‌نظر می‌رسد نقش مؤثری در بستر کشت دارند. به‌طوری‌که گزارش شده است که اضافه کردن سبوس گندم به بستر کشت تراشه چوب صنوبر باعث افزایش مقادیر ماده خشک کل اندام میوه‌ای قارچ گانودرما لوسیدوم شده است (۵۱). در پژوهشی دیگر مشخص شد که اندام‌های میوه‌ای قارچ گانودرما آپلاناتوم بر روی بسترهای کشت تراشه چوب درخت اکالیپتوس رشد کرده بودند مقدار ماده خشک کل اندام میوه‌ای آن‌ها از بقیه کم‌تر بود. و بیش‌ترین مقدار ماده خشک کل اندام میوه‌ای مربوط به بستر کشت ترکیبی تراشه چوب بلوط با مکمل سبوس گندم بود (۵۲). که نتایج این پژوهش را تأیید می‌کند.




**شکل ۸- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر ماده خشک کل (گرم بر ۲۰۰۰ گرم بستر کشت) قارچ *G. resinaceum*.**

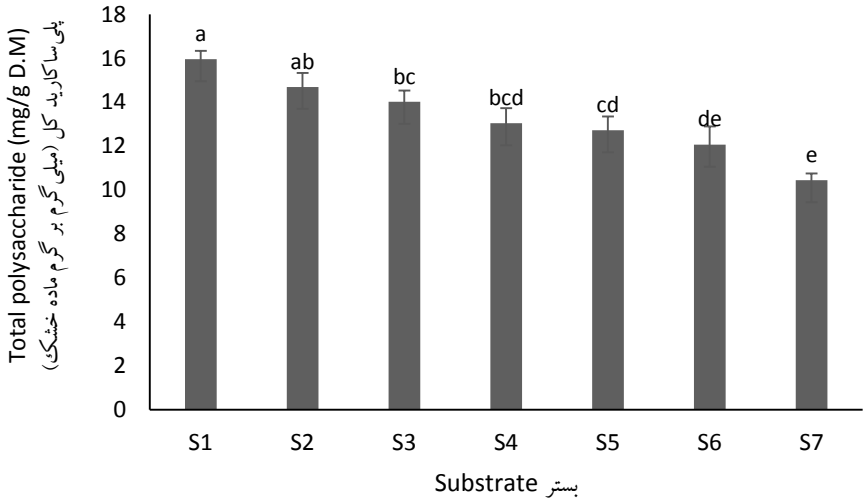
**Fig. 8. Comparison of the mean effects of substrate on Total Dry Matter (gr per 2000gr substrate) of *Ganoderma resinaceum*.**

*** مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۵ ندارند. کدگذاری بسترها در جدول ۱ نمایش داده شده است**

*** Values (means) within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at P≤0.05 according to Duncan's test. The coding of substrates is shown in Table 1**

نتایج داده‌های حاصل از مقایسه میانگین‌ها در میزان پلی‌ساکارید کل اندام میوه‌ای قارچ نشان داد که بیش‌ترین (۱۵/۹۵ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) و کم‌ترین (۱۰/۴۴ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) مقادیر آن به ترتیب به بستر کشت S1 (تراشه چوب+ سبوس برنج (۹۰ به ۱۰)) و S7 (بستر غیرترکیبی تراشه چوب (خاک اره)) اختصاص داشت (شکل ۹). با توجه به ماهیت بستر کشت به‌نظر می‌رسد که افزایش مقادیر

پلی‌ساکارید کل قارچ‌های تولیدشده بر روی بسترهای کشت ترکیبی تراشه چوب با سبوس برنج را می‌توان به وجود ترکیبات نیتروژنه آلی در محیط کشت ارتباط داد. در پژوهشی که بر روی بسترهای مختلف قارچ گانودرما آپلاناتوم انجام شد مشخص گردید که مکمل‌های آلی سبوس گندم و سبوس برنج برای غنی‌سازی تراشه چوب بلوط بسیار مناسب می‌باشند. وجود ارزش غذایی بالای سبوس گندم و سبوس برنج باعث به وجود آمدن بستر کشت مناسب برای افزایش کمیت و کیفیت قارچ گانودرما آپلاناتوم می‌گردد (۵۲).



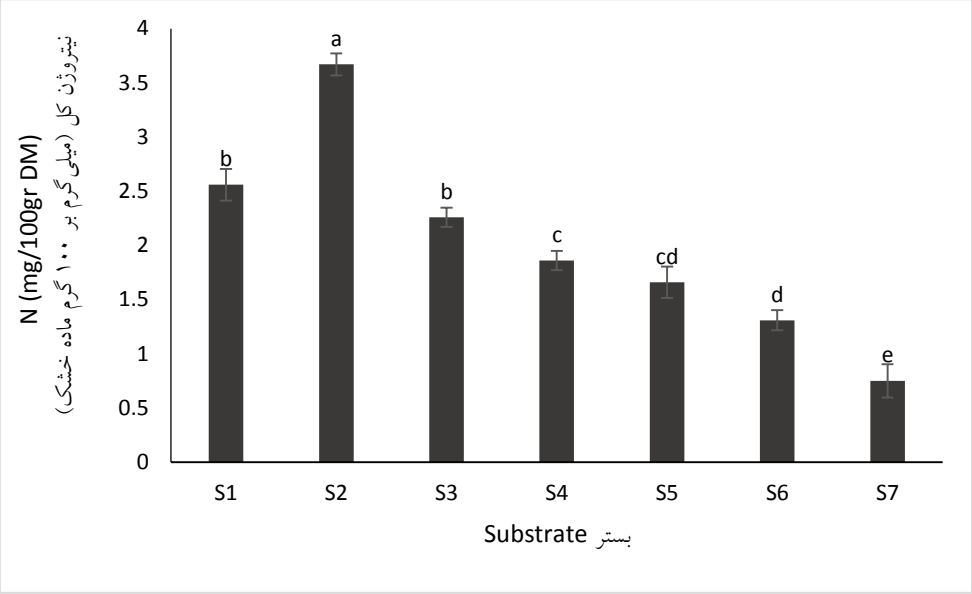

**شکل ۹- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر پلی‌ساکارید کل (میلی‌گرم بر گرم ماده خشک) قارچ *G. resinaceum*.**

**Fig. 9. Comparison of the mean effects of substrate on Total polysaccharide (mg/g D.M) of *Ganoderma resinaceum*.**

*** مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۵ ندارند. کدگذاری بسترها در جدول ۱ نمایش داده شده است**

*** Values (means) within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at P≤0.05 according to Duncan's test. The coding of substrates is shown in Table 1**

نتایج داده‌های حاصل از مقایسه میانگین‌ها در میزان نیتروژن کل اندام میوه‌ای قارچ نشان داد که بیش‌ترین (۳/۶۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) و کم‌ترین (۰/۷۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) مقادیر آن به ترتیب به بستر کشت S2 (تراشه چوب+ کنجاله سویا (۹۰ به ۱۰)) و S7 (بستر غیرترکیبی تراشه چوب) اختصاص داشت (شکل ۱۰). گزارش شده است که رابطه مثبتی بین نسبت کربن به نیتروژن بستر کشت و رشد میسلیوم قارچ وجود دارد (۵۳). وجود مکمل‌های آلی با مقادیر نیتروژن بالا (سبوس گندم) در مقایسه با سایر بسترهای کشت ترکیبی و غیرترکیبی را می‌توان دلیل افزایش مقادیر نیتروژن اندام میوه‌ای قارچ‌های تولید شده بر روی بسترهای کشت دانست (۵۴). با توجه به جدول ۲ مقدار نیتروژن در بستر S2 (تراشه چوب+ کنجاله سویا) ۳/۲۷ درصد اندازه‌گیری‌شده که نسبت C/N را در این بستر به ۱۶/۲۲ کاهش داده است. مقدار نیتروژن بیش‌تر در اندام میوه‌ای قارچ کشت شده در بستر S2 احتمالاً مربوط به مقدار نیتروژن بیش‌تر در بستر کشت می‌باشد.




**شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر نیتروژن کل (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم ماده خشک) قارچ *G. resinaceum*.**

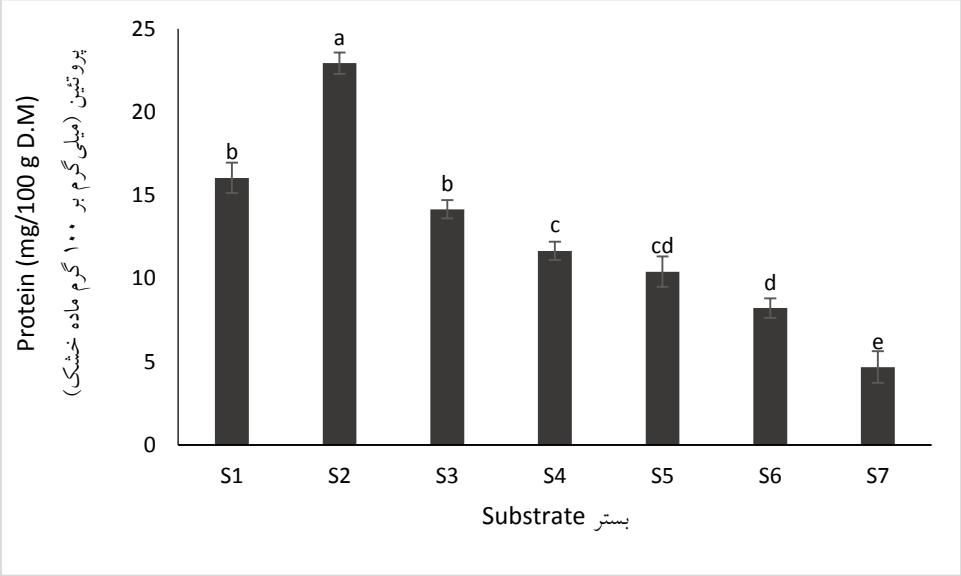
**Fig. 10. Comparison of the mean effects of substrate on Total Nitrogen (mg/100 g D.M) of *Ganoderma resinaceum*.**

*** مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۵ ندارند.**

**کدگذاری بسترها در جدول ۱ نمایش داده شده است**

*** Values (means) within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at P≤0.05 according to Duncan's test. The coding of substrates is shown in Table 1**

نتایج داده‌های حاصل از مقایسه میانگین‌ها در میزان پروتئین اندام میوه‌ای قارچ نشان داد که بیش‌ترین (۲۲/۹۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) و کم‌ترین (۴/۶۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) مقادیر آن به ترتیب به بستر کشت S2 (تراشه چوب+ کنجاله سویا (۹۰ به ۱۰)) و S7 (بستر غیرترکیبی تراشه چوب) اختصاص داشت (شکل ۱۱). گزارش شده است که محتوای پروتئین قارچ‌ها شدیداً تحت‌تأثیر طبیعت بستر، مقادیر مواد غذایی بستر کشت، نژاد قارچ، مرحله نمو و عمر پس از برداشت آن قرار می‌گیرد (۵۵). گزارش شده است که بستر کشت خاک اره دارای کم‌ترین مقدار نیتروژن و پروتئین می‌باشد (۳۶). که تأییدکننده نتایج این پژوهش می‌باشد. در بستر کشت S7 (بستر غیرترکیبی تراشه چوب) به دلیل کم بودن نیتروژن بستر کشت و نسبت C/N بالا کم‌ترین مقدار پروتئین اندام بارده قارچ ثبت شد. در پژوهشی که توسط (۵۶) انجام شد به این نتیجه رسیدند که پروتئین بالای اندام بارده بالغ قارچ رابطه مستقیمی با مقادیر پروتئین بستر کشت دارد. که در بستر S2 به دلیل وجود مقادیر کنجاله سویا نیتروژن بستر کشت بالاتر از بقیه بسترها و ۳/۲۷ درصد اندازه‌گیری شد (جدول ۲).



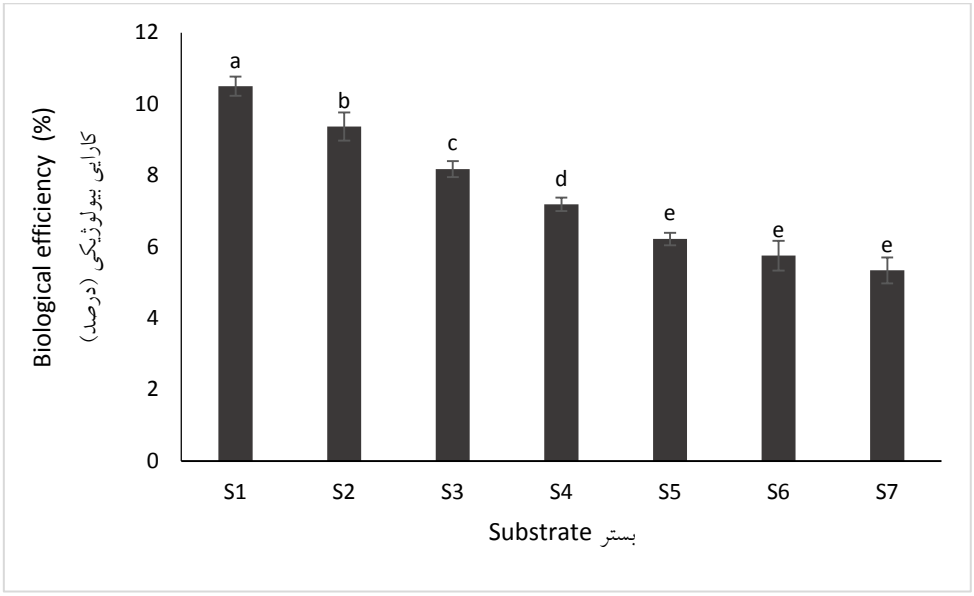

**شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر پروتئین (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم ماده خشک) قارچ *G. resinaceum*.**

**Fig. 11. Comparison of the mean effects of substrate on Protein (mg/100 g D.M) of *Ganoderma resinaceum*.**

*** مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۵ ندارند. کدگذاری بسترها در جدول ۱ نمایش داده شده است**

*** Values (means) within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at P≤0.05 according to Duncan's test. The coding of substrates is shown in Table 1**

نتایج داده‌های حاصل از مقایسه میانگین‌ها در کارایی بیولوژیکی نشان داد که بیش‌ترین (۱۰/۵ درصد) و کم‌ترین (۵/۳۴ درصد) مقادیر آن به ترتیب به بستر کشت S1 (تراشه چوب+ سبوس برنج (۹۰ به ۱۰)) و S7 (بستر غیرترکیبی تراشه چوب) اختصاص داشت (شکل ۱۲). در پژوهشی در هند کارایی بیولوژیکی قارچ گانودرما لوسیدم پرورش‌یافته روی تراشه چوب را بین ۴ تا ۱۳ درصد گزارش کرد (۵۷). که نتایج این پژوهش را تأیید می‌نماید. گزارش شده است که کارایی بیولوژیکی قارچ گانودرما لوسیدم پرورش یافته بر روی تراشه چوب ممرز و صنوبر به ترتیب ۱۲/۸۹ و ۱۸/۶۸ درصد می‌باشد (۵۸). بستر کشت به‌طور مستقیم بر رشد، عملکرد، کیفیت اندام بارده و کارایی بیولوژیکی قارچ تأثیرگذار است (۵۹). مقادیر نیتروژن پایین در بستر کشت خاک اره یکی از دلایل اصلی در کاهش عملکرد و راندمان بیولوژیکی پایین قارچ‌های تولید شده بر روی این بستر کشت در مقایسه با سایر بسترها است (۴۲). که دلیل پایین بودن کارایی بیولوژیکی در بستر کشت S7 (بستر غیرترکیبی تراشه چوب) احتمالاً به دلیل پایین بودن مقادیر نیتروژن و بالا بودن نسبت C/N این بستر می‌باشد (جدول ۲).




**شکل ۱۲- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت بر کارایی بیولوژیکی (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم ماده خشک) قارچ *G. resinaceum*.**

**Fig. 12. Comparison of the mean effects of substrate on Biological efficiency (%) of *Ganoderma resinaceum*.**

*** مقادیر (میانگین‌ها) با استفاده از آزمون دانکن در هر ستون با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح P≤۰/۰۵ ندارند. کدگذاری بسترها در جدول ۱ نمایش داده شده است**

*** Values (means) within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at P≤0.05 according to Duncan's test. The coding of substrates is shown in Table 1**

## نتیجه‌گیری کلی

استفاده از بسترهای کشت ترکیبی و مکمل‌های آلی باعث بهبود صفات قارچ *G. resinaceum* گردید. به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان عملکرد، وزن خشک اندام میوه‌ای قارچ *G. resinaceum* و کارایی بیولوژیکی به بستر کشت ترکیبی تراشه چوب همراه با سبوس برنج (۹۰ به ۱۰) اختصاص داشت. بیش‌ترین مقادیر نیتروژن کل و پروتئین اندام میوه‌ای قارچ به بستر کشت تراشه چوب با کنجاله سویا اختصاص داشت. هم‌چنین بیش‌ترین میزان پلی‌ساکارید کل هم مربوط به بستر کشت ترکیبی تراشه چوب با سبوس برنج بود. کم‌ترین زمان لازم برای کامل شدن مرحله پنجه‌دوانی میسلیوم، تشکیل اندام گره‌ای و لازم برای پیش‌رسی اندام میوه‌ای قارچ *G. resinaceum* به بستر کشت ترکیبی تراشه چوب همراه با سبوس برنج اختصاص داشت. بنابراین با توجه به این‌که قارچ *G. resinaceum* جهت رشد مطلوب خود روی بستر کشت نیازمند به مقادیر بهینه‌ای از نسبت کربن به نیتروژن می‌باشد یکی از روش‌های مناسب برای اصلاح بسترهای کشت و کاهش نسبت کرین به نیتروژن، افزودن مکمل‌های آلی می‌باشد. با توجه به نتایج این پژوهش افزودن مکمل سبوس برنج، کنجاله سویا و استفاده از ضایعات کلش گندم، کلش برنج، ضایعات نخل خرما و درخت موز به بستر کشت تراشه چوب توصیه می‌شود.

## منابع


1. Azizi, A., Shamalo, T. R. & Sreekantiah, K. R. (1990). Cultivation of *Pleurotus sajor-caju* on certain agro-industrial wastes and utilization of the residues for cellulase and D-xylanase production. *Mush J. Tropic*. 10, 21-26.
2. Sarhadi, H., Ramezan, D., Zarabi, M., Pirnia, M., Nasiri Dehsorkhi, A. & Yousefshahi, B. (2021). Evaluation of physical and chemical properties of substrate components in the production process of Shiitake mushroom (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler). *J. Plant Pro Res*. 28 (3), 131-146.
3. Kotlaba, F. (1997). Common polypores (Polyporales) collected on uncommon hosts. Czech Mycology.
4. Chen, X. Q., Chen, L. X., Zhao, J., Tang, Y. P. & Li, S. P. (2017). Nortriterpenoids from the fruiting bodies of the mushroom *Ganoderma resinaceum*. *Molecul*. 22 (7), 1073.
5. Oyetayo, O. V. (2011). Medicinal uses of mushrooms in Nigeria: towards full and sustainable exploitation. *Afr. J. Tradit. Complement Altern. Med.* 8, 3.
6. Cassileth, B. R. (2000). Complementary therapies: the American experience. Support Care Cancer. 8 (1), 16-23.
7. Moradali, M. F., Mostafavi, H., Ghods, S. H. & Hedjaroude, G. A. (2007). Immunomodulating and anticancer agents in the realm of macromycetes fungi (macrofungi). *Int. J. Immunopharmacol*. 7, 701-24.
8. Mojadadi, Sh., Ebtekar, M. & Mohammad Hassan, Z. (2006). Immunomodulatory activity of *G. lucidum* polysaccharide extract delayed type hypersensitivity. *Int. J. Med. Mushroom.* 8 (1), 1-5.
9. Zhu, Y., Chen, Y., Li, Q., Zhao, T., Zhang, M. & Feng, W. (2014). Preparation, characterization, and anti-Helicobacter pylori activity of $Bi^{3+}$-*Hericium erinaceus* polysaccharide complex. *Carbohydr. Polym*. 110, 231-237.
10. Patouillard, N. T. (1889). Le genre *Ganoderma*. Bull. Société mycologique de France. 5, 64-80.
11. Beck, T., Gáperová, S., Gaper, J., Náplavová, K., Sebesta, M., Kisková, J. & Pristas, P. (2020). Genetic (non)-homogeneity of the bracket fungi of the genus *Ganoderma* (Basidiomycota) in central europe. *Mycosphere*, 11 (1), 225-238.
12. Steyaert, R. L. (1972). Species of *Ganoderma* and related genera mainly of the Bogor and Leiden Herbaria. Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi. 7 (1), 55-118.
13. Kreisel, H. (1961). Die phytopathogenen grobpilze deutschlands. VEB G. Fischer verlag, Jena.
14. Bae, J. T., Sinha, J., Park, J. P., Song, C. H. & Yun, J. W. (2000). Optimization of submerged culture conditions for exo-biopolymer production by *Paecilomyces japonica*, *J. Microbiol. Biotechnol*. 10 (4), 482-487.
15. Bhargava, S., Nandakumar, M. P., Roy, A., Wenger, K. S. & Marten, M. R. (2003). Pulsed feeding during fed-batch fungal fermentation leads to reduced viscosity without detrimentally affecting protein expression. *Biotechnol. Bioeng.* 81 (3), 341-347.
16. Park, J. P., Kim, S. W., Hwang, H. J. & Yun, J. W. (2001). Optimization of submerged culture conditions for the mycelial growth and exo-biopolymer production by *Cordyceps militaris*. *Lett. Appl. Microbiol.* 33 (1), 76-81.
17. Lee, K. M., Lee, S. Y. & Lee, H. Y. (1999). Bistage control of pH for improving exopolysaccharide production from mycelia of *Ganoderma lucidum* in an air-lift fermentor. *J. Biosci. Bioeng.* 88 (6), 646-650.
18. Kawagoe, M., Kawakami, K., Nakamura, Y., Naoe, K., Miki, K. & Noda, H. (1999). Submerged culture of Tricholoma matsutake mycelium in bubble column fermentors. *J. Biosci. Bioeng.* 87 (1), 116-118.
19. Wagner, R., Mitchell, D. A., Lanzi Sassaki, G., Lopes de Almeida Amazonas, M. A. & Berovič, M. (2003). Current techniques for the cultivation of *Ganoderma lucidum* for the production of biomass, ganoderic acid and polysaccharides. *Food Technol. Biotechnol.* 41 (4), 371-382.

20.Kim, H. M., Paik, S. Y., Ra, K. S., Koo, K. B., Yun, J. W. & Choi, J. W. (2006). Enhanced production of exopolysaccharides by fed-batch culture of *Ganoderma resinaceum* DG-6556. *J. Microbiol*. 44 (2), 233-242.

21.Kumari, R. (2017). In-vitro propagation of *Ganoderma Lucidum* – A medicinal mushroom in different culture medium. *Int. J. Innov. Sci. Technol.* 2 (4), 294-297.

22.Zied, D. C. & Pardo-Giménez, A. (2017). Edible and Medicinal Mushrooms. Technology and Applications. John Wiley & Sons.

23.Mottaghi, H. (2005). Medicinal mushrooms (edible). Sepidan Publications. [In Persian]

24.Mohammadi-Goltapeh, A. & Pourjam, A. (1994). Principles of edible mushroom cultivation. Tarbiat Modares University Press. Tehran. [In Persian]

25.Royse, D. & Sanchez, J. E. (2007). Ground wheat straw as a substitute for portions of oak wood chips used in shiitake (*Lentinula edodes*) substrate formulae. *Bioresour. Technol.* 98 (11), 2137-2141.

26.Rezaeian, S. H. & Pourianfar, H. R. (2017). Principles and bases of production of medicinal mushrooms in Iran. Publications University of Mashhad. [In Persian]

27.Xie, C., Gong, W., Yan, L., Zhu, Z., Hu, Z. & Peng, Y. (2017). Biodegradation of ramie stalk by *Flammulina velutipes*: mushroom production and substrate utilization. *AMB Express.* 7 (1), 1-8.

28.Harith, N., Abdullah, N. & Sabaratnam, V. (2014). Cultivation of *Flammulina velutipes* mushroom using various agro-residues as a fruiting substrate. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 49, 181-188.

29.Imtiaj, A., Jayasinghe, C., Lee, G. W., Shim, M. J., Rho, H. S. & Lee, H. S. (2008). Vegetative growth of four strains of *Hericium erinaceus* collected from different habitats. *Mycobiology*. 36 (2), 88-92.

30.Sokól, S., Golak-Siwulska, I., Sobieralski, K., Siwulski, M. & Górka, K. (2015). Biology, cultivation, and medicinal functions of the mushroom *Hericium erinaceum*. *Acta Mycol*. 50 (2), 1-18.

31.Chang, S. T. & Miles, P. G. (2004). Mushrooms Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. CRC press.

32.DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28 (3), 350-356.

33.Emami, A. (1996). Methods of plant analysis. Research, Education and Agricultural Promotion Organization. Soil and Water Research Institute. 2, 982. 128. [In Persian]

34.Curvetto, N. R., Figlas, D., Devalis, R. & Delmastro, S. (2002). Growth and productivity of different Pleurotus ostreatus strains on sunflower seed hulls supplemented with $N\text{-}NH^{+4}$ and/or Mn. *Bioresour. Technol.* 84, 171-176.

35.Adenipekun, C. O. & Gbolagade, J. S. (2006). Nutritional requirements of *Pleurotus florida* (Mont.) Singer, a Nigerian mushroom, *Pak J. Nutr*. 5 (6), 597-600.

36.Hassan, F. R. H., Medany, G. M. & Hussein, S. A. (2010). Cultivation of the king oyster mushroom (*Plerrotus eryngii*) in Egypt. *Aust. J. Basic Appl*. 4, 99-105.

37.Gurung, O. K., Budathoki, U. & Parajuli, G. (2012). Effect of different substrates on the production of *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) Karst, Our Nature. 10 (1), 191-198.

38.Hassan, F. R. H. (2007). Cultivation of the monkey head mushroom (*Hericium erinaceus*) in Egypt. *Res. J. Appl. Sci*. 3, 1229-1233.

39.Ko, H. G., Park, H. G., Park, S. H., Choi, C. W., Kim, S. H. & Park, W. M. (2005). Compara-tive study of mycelial growth and basidiomata formation in seven different species of the edible mushroom genus *Hericium*. *Bioresour. Technol.* 96 (13), 1439-1444.

40.Atila, F., Tüzel, Y., Faz Cano, A. & Fernandez, J. A. (2016). Effect of different lignocellulosic wastes on *Hericium americanum* yield and nutritional characteristics, *J. Sci. Food Agric*. 97 (2), 606-612.

41. Yang, X. M. (2000). Cultivation of edible mushroom. Beijing: China Agriculture Press.
42. Hoa, H. T., Wang, C. & Wang, C. H. (2015). The effects of different substrates on the growth, yield, and nutritional composition of two oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*). *Mycobiology*. 43 (4), 423-434.
43. Atila, F. (2019). Compositional changes in lignocellulosic content of some agro-wastes during the production cycle of shiitake mushroom, *Sci. Hort.* 245, 263-268.
44. Bugarski, D., Gvozdenovic, D., Takac, A. & Cervenski, J. (1994). Yield and yield components of different strains of oyster mushroom. *Savremena Poljoprivreda.* 42, 314-8.
45. Sherief, A., El-Tanash, A. & Temraz, A. (2010). Lignocellulolytic enzymes and substrate utilization during growth and fruiting of *Pleurotus ostreatus* on some solid wastes. *J. Environ. Sci. Technol.* 3 (1), 18-34.
46. Bellettini, M. B., Fiorda, F. A., Maieves, H. A., Teixeira, G. L., Ávila, S., Hornung, P. S., Júnior, A. M. & Ribani, R.H. 2019. Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi J. Biol. Sci*. 26 (4), 633-646.
47. Park, Y. J., Know, O. C., Son, E. S., Yoon, D. E., Han, W., Yoo, Y. B. & Lee, C. S. (2012). Taxonomy of *Ganoderma lucidum* from Korea based on rDNA and partial β-tubulin gene sequence analysis. *Mycobiology*. 40 (1), 71-75.
48. Mehta, S., Jandaik, S. & Gupta, D. (2014). Effect of cost-effective substrates on growth cycle and yield of Lingzhi or Reishi medicinal mushroom, *Ganoderma lucidum* (Higher Basidiomycetes) from northwestern Himalaya (India). *Int. J. Med. Mushrooms.* 16 (6), 585-591.
49. Sudheer, S., Alzorqi, I., Ali, A., Guat Cheng, P., Siddiqui, Y. & Manickam, S. (2018). Determination of the biological efficiency and antioxidant potential of Lingzhi or Reishi Medicinal Mushroom, *Ganoderma lucidum* (Agaricomycetes), cultivated using different agro-wastes in Malaysia. *Int. J. Med. Mushrooms.* 20 (1), 89-100.
50. Mintesnot, B., Ayalew, A. & Kebede, A. (2014). Evaluation of biomass of some invasive weed species as substrate for oyster mushroom (*Pleurotus* spp.) cultivation. *Pak. J. Biol. Sci.* 17 (2), 213-9.
51. Stajić, M., Persky, L., Hadar, Y., Friesem, D., Duletić-Laušević, S., Wasser, P. & Nevo, E. (2006). Effect of copper and manganese ions on activities of laccase and peroxidases in three *Pleurotus* species grown on agricultural wastes. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 128, 87-96.
52. Esmaeil Zehi, M. A. (2021). Investigation of precocity, yield and some pharmacological properties of Iranian strain of Ganoderma applanatum grown on different substrates, Master thesis, Zabol University. [In Persian]
53. Alborés, S., Pianzzola, M. J., Soubes, M. & Cerdeiras, M. P. (2006). Biodegradation of agroindustrial wastes by *Pleurotus* spp. for its use as ruminant feed. *Elec. J. Biotechnol.* 9 (3), 15-20.
54. Esmaeil Zehi, M., Solouki, M., Yousefshahi, B., Ramezan, D., Pirnia, M. & Zarabi, M. (2022). 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 Research*, 29 (1), 85-109.
55. Gowthwal, R., Gupta, A., Kumar, A., Sharma, S. & Alappat, B.J. (2012). Feasibility of dairy waste water (DWW) and distillery spent wash (DSW) effluents in increasing the yield potential of Pleurotus flabellatus (PF 1832) and Pleurotus sajor-caju (PS 1610) on bagasse. *Biotech*. 2, 249-257.
56. Khan, M. D. A., Tania, M., Aminm, S. M. R., Alam, N. & Uddin, M. D. N. (2008). An investigation on the nutritional composition of mushroom (*Pleurotus florida*,) cultivated on different substrates. *Bangladesh J. Mushroom*. 2 (2), 17-23.

57.Veena, S. S. & Pandey, M. (2011). Paddy Straw as a substrate for the cultivation of lingzhi or reishi medicinal mushroom, *Ganoderma lucidum* (W. Curt.: Fr.) P. Karst. In India, *Int. J. Med. Mushroom.* 13 (4), 397-400.

58.Azizi, M., Tavana, M., Farsi, M. & Oroojalian, F. (2012). Yield performance of Lingzi or Reishi medical mushroom, *Ganoderma lucidum* (W. Cart.: Fr.) P. Karst. (higher Basidiomycetes), using different waste materials as substrates. *Int. J. Med. Mushroom.* 14 (5), 521-527.

59.Lin, Q., Long, L., Wu, L., Zhang, F., Wu, S., Zhang, W. & Sun, X. (2017). Evaluation of different agricultural wastes for the production of fruiting bodies and bioactive compounds by medicinal mushroom Cordyceps militaris, *J. Sci. Food Agric.* 97, 3476-3480.