Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Ecology of Iranian Forests, Vol. 11, Issue 2, 2023 p: 132- 141

OPEN ACCESS

Research Paper

Biodiversity of Deadwood Beech Macrofungi in the Darabkola Educational Research Forest of Sari

Hamed Aghajani[1], Mohammad Ali Tajick Ghanbari [2] and Hamid Jalilvand[3]

1 -Assistant professor, Department of Forest Science and Engineering, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, Iran

2 -Associate professor, Department of Plant protection, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, Iran, (Corresponding author: tajick@gmail.com)

3 -Professor, Department of Forest Science and Engineering, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, Iran

Received: 12 March, 2023 Accepted: 5 June 2023

Extended Abstract

Background: Understanding the presence of fungi and recognizing the significance of biodiversity are essential for achieving sustainability goals in forest management. A comprehensive knowledge base regarding these organisms allows forest managers to develop strategies that align with ecological health and sustainability. To effectively manage forest ecosystems, it is crucial to establish clear indicators that provide adequate information on biodiversity. These indicators can help monitor changes resulting from various management activities, ensuring that the balance within these ecosystems is maintained. This study aims to identify diverse macroscopic fungi and investigate their biodiversity specifically within the context of deadwood habitats. By focusing on deadwood, which serves as a critical substrate for many fungal species, we can gain insights into the ecological roles these fungi play in forest ecosystems.

Methods: In this research, fifteen specimens of deadwood fungi were randomly selected from the Darabkola forest, a rich ecological area known for its biodiversity. Each specimen of macroscopic fungi was meticulously numbered and collected to ensure accurate identification. Following collection, the specimens were transferred to the mycology laboratory for detailed identification and analysis. The identification process involved careful examination of morphological characteristics and comparison with existing taxonomic keys. To assess the biodiversity of the fungi, several indices were employed, including the Shannon-Wiener diversity index, Simpson diversity index, richness index, and uniformity index. These indices were calculated using PAST software, a powerful tool for statistical analysis in ecological studies. By applying these metrics, we aimed to quantify the diversity and distribution of fungal species present in the deadwood, providing a clearer understanding of their ecological significance.

Results: he results of the study revealed a total of 37 species of macroscopic fungi, which were categorized into 27 genera and 16 families. Among these, Trametes versicolor, Daldinia concentrica, Trichaptum biforme, and Fomes fomentarius emerged as the most abundant species, indicating their prevalence in the deadwood habitats. Conversely, Hericium coralloides, Ganoderma resinaceum, Ganoderma adspersum, and Trametes trogii were identified as the least abundant species, highlighting the variability in fungal distribution. Additionally, the analysis showed that the families Polyporaceae, Xylariaceae, Ganodermataceae, Pleurotaceae, and Schizophyllaceae were the most abundant, contributing significantly to the overall fungal diversity in the area. In contrast, the families Pezizaceae and Hericiaceae were found to be the least represented, suggesting a lower ecological presence in this specific habitat. Most of the fungi identified were in the final stages of decomposition,

Copyright ©2023 Aghajani et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-03-20]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1402.11.22.6.4]

[DOI: 10.61186/ifej.11.22.121]

indicating their role in nutrient cycling and organic matter breakdown within the forest ecosystem. The mean diversity indices calculated during the study were as follows: the Shannon-Wiener species diversity index was determined to be 3.24, while the Simpson species diversity index was 0.95. Margalef's richness index was recorded at 6.11, and Menhinick's index was found to be 1.95. The uniformity index, which reflects the evenness of species distribution, was calculated at 0.69. Notably, the analysis of the Shannon-Wiener diversity index indicated that Trichaptum biforme and Trametes versicolor exhibited higher diversity values, each scoring 1.46, which suggests their significant ecological roles within the deadwood habitat.

Conclusion: The findings of this study underscore the importance of managing fallen deadwood habitats to enhance fungal biodiversity. Given the ecological roles that fungi play in nutrient cycling, decomposition, and overall forest health, it is recommended that forest management practices prioritize the preservation of these areas. By maintaining and protecting fallen deadwood, we can contribute to the revitalization and completion of the ecosystem cycle. Such preservation efforts not only support fungal diversity but also promote the overall health and sustainability of forest ecosystems. This study highlights the need for ongoing research and monitoring to ensure that forest management strategies are effective in maintaining biodiversity and ecological integrity. Future studies should continue to explore the relationships between deadwood, fungal diversity, and forest health, providing valuable insights for sustainable forest management practices.

Keywords: Beech, Conservation biology, Ecology, Richness, Management

How to Cite This Article: Aghajani, H., Tajick Ghanbari, M. A., & Jalilvand, H. (2023). Biodiversity of Deadwood Beech Macrofungi in the Darabkola Educational Research Forest of Sari. *Ecol Iran For*, 11(2), 132-141.
https://doi.org/10.61186/ifej.11.22.121

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-03-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1402.11.22.6.4]
[DOI: 10.61186/ifej.11.22.121]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

تنوع‌زیستی قارچ‌های ماکروسکوپی خشک‌دار افتاده راش در جنگل آموزشی پژوهشی دارابکلا، ساری

حامد آقاجانی[۱]، محمدعلی تاجیک قنبری[۲] و حمید جلیلوند[۳]

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران، (نویسنده مسوول: m.tajick@gmail.com)
۳- استاد گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۱۵
صفحه: ۱۳۲ تا ۱۴۱

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: اهداف مدیریتی جنگل با داشتن دانش کافی در رابطه با حضور خشک‌دارها و اهمیت تنوع‌زیستی می‌تواند به اهداف پایداری خود دست یابد. بنابراین، به‌منظور مدیریت صحیح جنگل به شاخص‌هایی نیاز است که اطلاعات کافی را در رابطه با تنوع‌زیستی و پایش تغییرات ناشی از فعالیت‌های مدیریتی به‌دست آورد. این پژوهش با هدف شناسایی انواع قارچ‌های ماکروسکوپی و بررسی تنوع‌زیستی این قارچ‌ها بر بستر زندگی خودشان یعنی خشک‌دارها بود.

مواد و روش‌ها: تعداد ۱۵ اصله خشک‌دارراش به‌صورت تصادفی در جنگل دارابکلا انتخاب شد. تمامی قارچ‌های‌ماکروسکوپی شماره‌گذاری و جمع‌آوری شد و برای شناسایی ریخت‌شناسی به آزمایشگاه قارچ‌شناسی انتقال داده شد. تنوع‌زیستی قارچ‌ها با استفاده از شاخص تنوع شانون‌وینر، شاخص تنوع سیمپسون، شاخص غنا و یکنواختی با نرم افزار PAST محاسبه شد.

یافته‌ها: نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که ۳۷ گونه قارچ ماکروسکوپی از ۲۷ جنس و ۱۶ خانواده تشکیل شده است که قارچ‌های *Trametes versicolor*، *Daldinia concentrica*، *Trichaptum biforme* و *Fomes fomentarius* به‌ترتیب بیشترین فراوانی و قارچ‌های *Hericium coralloides*، *Ganoderma resinaceum*، *Ganoderma adspersum* و *Trametes trogii* کم‌ترین فراوانی و همچنین خانواده Polyporaceae، Xylariaceae، Ganodermataceae، Pleurotaceae و Schizophyllaceae بیشترین فراوانی و خانواده Pezizaceae و Hericiaceae کم‌ترین فراوانی را داشتند. بیشتر قارچ‌ها در مراحل پایانی تجزیه حضور داشته‌اند. نتایج نشان داد که میانگین شاخص تنوع گونه‌ای شانون‌وینر ۳/۲۴، تنوع گونه‌ای سیمپسون ۰/۹۵، شاخص غنای گونه‌ای مارگالف ۶/۱۱ و شاخص منهینیک ۱/۹۵ و یکنواختی ۰/۶۹ می‌باشد. بررسی شاخص تنوع شانون‌وینر نشان داد قارچ‌های *Trichaptum biforme* و *Trametes versicolor* با عدد ۱/۴۶ از تنوع بیشتری برخوردار بودند.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که برای مدیریت خشک‌دارهای‌افتاده به‌منظور افزایش تنوع‌زیستی‌قارچ‌ها پیشنهاد می‌شود که خشک‌دارافتاده در جنگل حفظ شوند تا به احیاء و تکمیل چرخهٔ بوم‌سازگان کمک شود.

واژه‌های کلیدی: بوم‌شناسی، زیست‌شناسی حفاظت، راش، غنا، مدیریت

مقدمه

تنوع‌زیستی یعنی گوناگونی بین موجودات‌زنده مختلف بوم‌سازگان و مجموعه‌های بوم‌شناختی که شامل انواع موجودات زنده و در سه سطح درون‌گونه‌ای، بین‌گونه‌ای و بوم‌سازگان را شامل می‌شود. در حقیقت تنوع‌زیستی را تنوع حیات در کلیه شکل‌های آن (گیاهان، قارچ‌ها، باکتری‌ها و ...) و در همه سطوح زیستی یعنی تنوع در سطح ژن، گونه و بوم‌سازگان تعریف می‌کنند (Ejtehadi et al., 2009). جنگل همانند موجودات‌زنده در برابر هر عملی از خود عکس‌العمل نشان می‌دهد. اگر واکنش وارد بر آن مثبت باشد سیر تکاملی و غنی‌شدن را در پیش می‌گیرد، اما اگر تاثیر وارد بر آن منفی باشد سیر قهقرایی را در پیش می‌گیرد. شناخت این واکنش‌ها در تصمیم‌گیری برای مدیریت‌جنگل حائز اهمیت است به‌طوری که بدون توجه به آن ممکن است اهداف موردنظر محقق نشود (Kialashaki & Shaabani, 2010). مناطق حفاظت‌شده با عملکرد مطلوب سهم قابل‌توجهی در حفظ تنوع‌زیستی در گستره جنگل‌های هیرکانی ایران دارند (Jafari et al., 2022). هدف اصلی از مدیریت‌منابع‌طبیعی حفاظت از تنوع‌زیستی در بوم‌سازگان‌های طبیعی است. رویشگاهی که تنوع بیشتری دارد، پایداری‌اکولوژیکی و حاصل‌خیزی بیشتری خواهد داشت و یک اکوسیستم‌پایدار و پویا خواهد بود (Smith & Wilson, 1996). یکی از اهداف مهم حفاظت‌بوم‌سازگان، حفاظت از تنوع‌زیستی قارچ‌ها می‌باشد (Aghajani et al., 2018) که نشان می‌دهد حفاظت از تنوع‌گونه‌ای تضمین‌کننده حفاظت از ارزش‌های‌اکولوژیکی‌اکوسیستم خواهد بود (Ghanbari et al., 2022). در حال حاضر در کشور ایران ۴۵۰۰ گونه از ۱۱۹۴ جنس، ۳۶۶ تیره، ۱۱۶ راسته، ۳۸ رده و ۱۳ شاخه از قارچ‌ها و شبه قارچ‌ها گزارش شده است. از این تعداد، ۴۲۷۱ گونه از ۱۱۵۰ جنس، ۳۵۳ تیره، ۱۰۷ راسته، ۳۴ رده و ۱۰ شاخه، متعلق به سلسله قارچ‌های‌حقیقی می‌باشند (Bakhshi et al., 2022) که نزدیک به ۸۰۰ گونه شامل قارچ‌ماکروسکوپی می‌باشند که با چشم غیرمسلح قابل رویت هستند (Aghajani et al., 2020) و نقش مهمی در سلامت و پویایی بوم‌سازگان‌های جنگل دارند. قارچ‌هایی که بر روی چوب زیست می‌کنند را قارچ‌های‌ماکروسکوپی چوب‌زی (Wood macrofungi) می‌گویند. حال آن قارچ‌هایی که بر روی چوب زیست می‌کنند، ولی الزاماً عامل پوسیدگی نیستند، جزو آن‌دسته از قارچ‌هایی هستند که از چوب به‌عنوان یک زیستگاه (Wood-inhabiting fungi) استفاده می‌کنند و در نهایت قارچ‌های ماکروسکوپی‌عامل‌پوسیدگی‌چوب (Wood decay macrofungi) به‌دسته‌ای از قارچ‌ها اطلاق می‌گردد که به‌دلیل در اختیار داشتن سازوکارهای شیمیایی و فعالیت‌های آنزیمی ویژه، قادر به تجزیه ترکیبات مختلف شیمیایی در چوب شده و در نهایت موجب پوسیدگی می‌گردند (Aghajani et al.,

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-03-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1402.11.22.6.4]
[DOI: 10.61186/ifej.11.22.121]

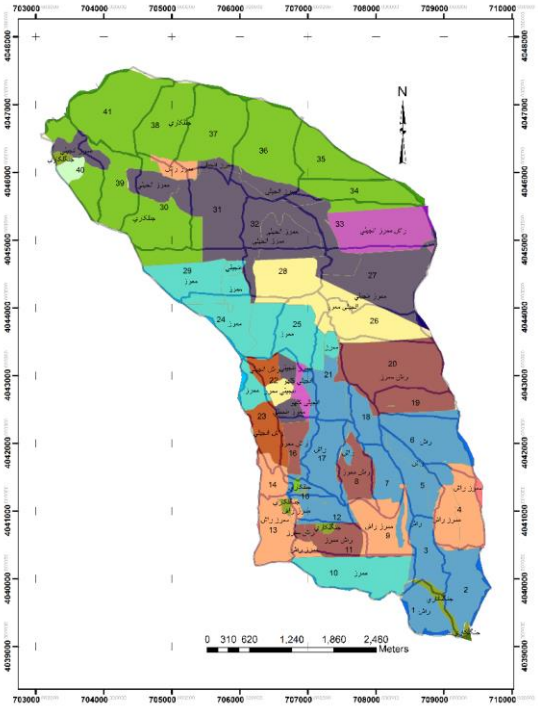
2016). وجود قارچ‌ها در بوم‌سازگان‌های جنگلی، با تیپ‌بندی جنگل و عوامل‌محیطی و فیزیوگرافی مانند درصد شیب، جهت دامنه و ارتفاع‌از سطح دریا (Aghajani et al., 2013)، درجه پوسیدگی خشک‌دار، ریزاقلیمی توده، سلامت درخت (Aghajani et al., 2014)، مدیریت‌جنگل (Aghajani et al., 2016) و شیمی‌خاک (Aghajani et al., 2019) ارتباط معنی‌داری دارد. میزان خشک‌دار در یک جنگل بستگی به رویشگاه، مرحله تکاملی (توالی)، حجم‌سرپا و تنوع‌گونه‌های درختی دارد (Marvie Mohadjer, 2011) و شیوه‌های مدیریت جنگل بر فلور قارچ تأثیر می‌گذارند و ممکن است باعث کاهش فراوانی و تنوع قارچ‌های چوب‌زی شوند (Stokland & Larsson, 2011; Aghajani et al., 2016). در بین اشکال مختلف خشک‌دارها، خشک‌دارهای افتاده بیشترین غنای گونه‌های قارچ‌های چوب‌زی را به‌خود اختصاص می‌دهند که علت آن داشتن سطح وسیع برای کلنیزه کردن قارچ‌ها و حجم زیاد درختان در حال پوسیدن و ناهمگنی پوسیدگی در بخش‌های مختلف است که میزبان گونه‌های‌متفاوتی از قارچ‌ها می‌شود (Heilmann-Clausen & Christensen, 2003). با بررسی حجم خشک‌دارها، تنوع گونه‌های‌قارچ در جنگل‌های مدیریت‌شده کمتر از جنگل‌های مدیریت‌نشده است (Abrego & Salcedo et al., 2013). در جنگل‌های تحت مدیریت، باتوجه به‌میزان دست‌خوردگی و نیز سابقه مدیریتی‌جنگل‌ها، مقادیر متفاوتی از خشک‌دارها به‌شکل‌های مختلف دیده می‌شوند که امروزه وجود خشک‌دارها در جنگل‌های مدیریت‌شده می‌تواند نقش مثبتی در پراکنش قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی داشته باشد. حضور خشک‌دارها در اکوسیستم‌های‌جنگلی به‌عنوان یک خرد زیستگاه و منبع غذایی برای سایر گونه‌های قارچی و ارگانیسم‌های دیگری که بر روی چوب زیست می‌کنند محسوب می‌شود (Harmon *et al.,* 1986). فرایند پوسیدگی چوب کمک به چرخه کربن و نیتروژن می‌کند و شرایط را برای زیستگاه سایر ارگانیسم‌ها نیز فراهم می‌کند و در نهایت تبدیل به بخشی از خاک‌جنگل می‌شود (Juutilainen et al., 2014). O'hanlon و Harrington (2012) در جنگل‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ ایرلند به مطالعه تنوع‌زیستی و اکولوژی قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که غنا قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی در جنگل‌های طبیعی بلوط و ون بیشتر از جنگل مصنوعی کاج و پیسهآ می‌باشند. تنوع گونه‌های قارچ در جنگل‌های مدیریت‌شده کمتر از جنگل‌های مدیریت‌نشده است، چون حجم خشک‌دار نیز در جنگل‌های مدیریت‌نشده بیشتر است (Arbego & Saledo, 2013). Persiani et al (2015) به بررسی ساختار توده و میزان‌خشک‌دار و تاثیر آن در تنوع زیستی قارچ‌های چوب‌زی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که حجم درختان سرپا و زنده، نوع پوشش‌گیاهی، ارتفاع از سطح دریا در الگوی پراکنش اندام بارده قارچ نقش دارند. همچنین حجم خشک‌دار و درجه پوسیدگی نقش مهمی در تنوع‌زیستی قارچ‌های چوب‌زی دارد. Aghajani et al (2018) به تنوع زیستی قارچ‌های چوب‌زی در جنگل‌های هیرکانی شمال ایران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که فراوانی قارچ دارویی *Ganoderma luidum* و *Fomes fomentarius* بیشتر از بقیه قارچ‌های چوب‌زی، بر روی درختان بلندمازو و ممرز بوده و شاخص تنوع زیستی شانون‌وینر برای گونه بلندمازو بیشتر از ممرز بوده و غالب قارچ‌های شناسایی شده از نوع پوسیدگی سفید بوده است. Pasanen et al (2018) به مطالعه قارچ‌های چوب‌زی برروی خشک‌دارهای کاج‌جنگلی (*Pinus sylvestris*) پرداختند و به این نتیجه رسیدند که خشک‌دار در جنگل و باقی گذاشتن آنها بستری برای زندگی قارچ‌های چوب‌زی به‌خصوص قارچ‌های پلی‌پور (Polyporacea) لیست قرمز می‌شود. با توجه به ماده ۶ برنامه بهینه پایش، حفظ، بهره‌برداری و مدیریت جنگل‌های کشور را در سال ۱۳۹۶ که به‌منظور حفاظت از جنگل‌های شمال کشور تصویب شد اشاره به برداشت درختان آسیب‌دیده (شامل شکسته، افتاده، ریشه‌کن و آفت‌زده) می‌کند که برداشت خشک‌دار تأثیر منفی بر تنوع زیستی قارچ‌ها و در ادامه کاهش سلامت جنگل خواهد داشت (Sagheb Talebi, 2017). جنگل‌های شمال ایران با داشتن مساحتی ۱/۹ میلیون هکتار (Marvie Mohadjer, 2011) و داشتن ۳۲۳۴ گونه گیاهی (Akhani et al., 2010) تنوع‌زیستی بالایی دارد که نشان از اهمیت این جنگل‌های کهن‌رست می‌باشد که در لیست سایت‌های میراث جهانی یونسکو قرار دارد و تنوع‌زیستی این جنگل‌ها به‌دلیل گسترش توسعه‌های انسانی مورد تهدید قرار گرفته است. مهم‌ترین گونه جنگل شمال ایران گونه راش شرقی (*Fagus orientalis* Lipsky.) است که در شمال ایران به‌طور طبیعی گسترش دارد. هدف از این پژوهش بررسی تنوع زیستی قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی برروی خشک‌دارهای افتاده راش در جنگل آموزشی پژوهشی داربکلا ساری می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در جنگل‌های مازندران و سری یک دارابکلا در حوزه آبخیز ۷۴ اداره کل منابع طبیعی شهرستان ساری که دارای مختصات طول جغرافیایی ″۰۹ ′۲۷ °۵۳ تا ″۱۹ ′۳۳ °۵۳ شرقی و عرض جغرافیایی ″۷۴ ′۴۶ °۳۶ تا ″۵۷ ′۵۵ °۳۶ می‌باشد. محدوده ارتفاعی مورد مطالعه بین ۶۲۰ تا ۸۲۰ متر ارتفاع از سطح دریا واقع شده است و متوسط بارش‌سالیانه آن ۷۰۰ تا ۷۵۰ میلی‌متر می‌باشد. جهت عمومی شیب در جنگل‌های دارابکلا، شمالی و شمال غربی است. میزان متوسط شیب در منطقه مورد مطالعه ۱۰ درصد است. درجه حرارت در فصول مختلف سال متغیر بوده و در روزهای گرم ماه‌های تیر و مرداد حداکثر مطلق درجه حرارت به ۳۲ درجه سلسیوس و در روزهای سرد ماه‌های دی و بهمن به ۰ تا ۳ درجه سلسیوس می‌رسد. پوشش گیاهی غالب منطقه مورد مطالعه عمدتاً درختان راش می‌باشد (Anonymous, 2008) (شکل ۱).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-03-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1402.11.22.6.4]
[DOI: 10.61186/ifej.11.22.121]



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه در جنگل‌های داربکلا مازندران
Fig 1. The studied area in Darabkola forests, Mazandaran

روش کار

روش نمونه‌برداری و نحوه جمع‌آوری قارچ‌های ماکروسکوپی

در رویشگاه مورد مطالعه (شکل ۲)، بعد از انجام جنگل گردشی‌های مقدماتی در راشستان‌های جنگل دارابکلا ساری، به‌طور تصادفی از ۱۵ خشک‌دار افتاده به فاصله ۲۰۰ متر از یکدیگر نمونه‌برداری به‌عمل آمد. به‌منظور جمع‌آوری نمونه قارچ‌های‌ماکروسکوپی‌چوب‌زی در هر مورد به‌دنبال مشاهده نمونه قارچی، هرنمونه به‌شکل سالم، کامل و مناسب برای شناسایی براساس خصوصیات ریخت‌شناسی برداشت شد.

طبقه‌بندی درجه پوسیدگی

بر اساس فراوانی قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی بدین صورت انجام گردید که پوسیدگی درجه ۱: پوست و چوب درخت قابل تشخیص و رنگ تقریبا طبیعی است و گاهی اوقات جوانه‌ی رشد یک سال اخیر دیده می‌شود. این درجه درواقع شروع فعالیت قارچ‌های چوب‌زی است.

پوسیدگی درجه ۲: پوسیدگی درون‌چوب قابل تشخیص است و در بعضی موارد پوست درخت دیده می‌شود و فراوانی و فعالیت قارچ‌های چوب‌زی به‌سرعت افزایش می‌یابد.

پوسیدگی درجه ۳: پوست درخت و درون‌چوب به‌طور کامل توسط قارچ ماکروسکوپی چوب‌زی تجزیه شده است و چوب حالت نرمی به‌خود می‌گیرد.

پوسیدگی درجه ۴: درون چوب و پوست کاملاً توسط قارچ تجزیه شده و در برخی موارد درخت کاملاً به هوموس تبدیل شده (تبدیل مواد آلی به مواد معدنی) و زادآوری اغلب مستقر شده است و به‌آسانی با ضربه به‌حالت پودری درمی‌آید (Aghajani et al., 2014)

شکل ۲- خشک‌دار افتاده در جنگل دارابکلا مازندران
Fig 2. Fallen deadwood in Darabkola forest, Mazandaran

مشخصات آزمایشگاهی قارچ‌های ماکروسکوپی

برخی مشخصات قارچ‌ها که فاقد ثبات لازم بود و با گذشت زمان به‌تدریج تغییر می‌کنند شامل ویژگی‌های رنگ، شکل، اندازه و تزئینات سطحی کلاهک، پایه، تیغه‌ها یادداشت شد. نمونه‌های قارچی جمع‌آوری شده پس از انتقال به آزمایشگاه به‌منظور حذف آلودگی‌های قارچی، حشره‌ای و کنه‌ای به‌مدت

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-03-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1402.11.22.6.4]
[DOI: 10.61186/ifej.11.22.121]

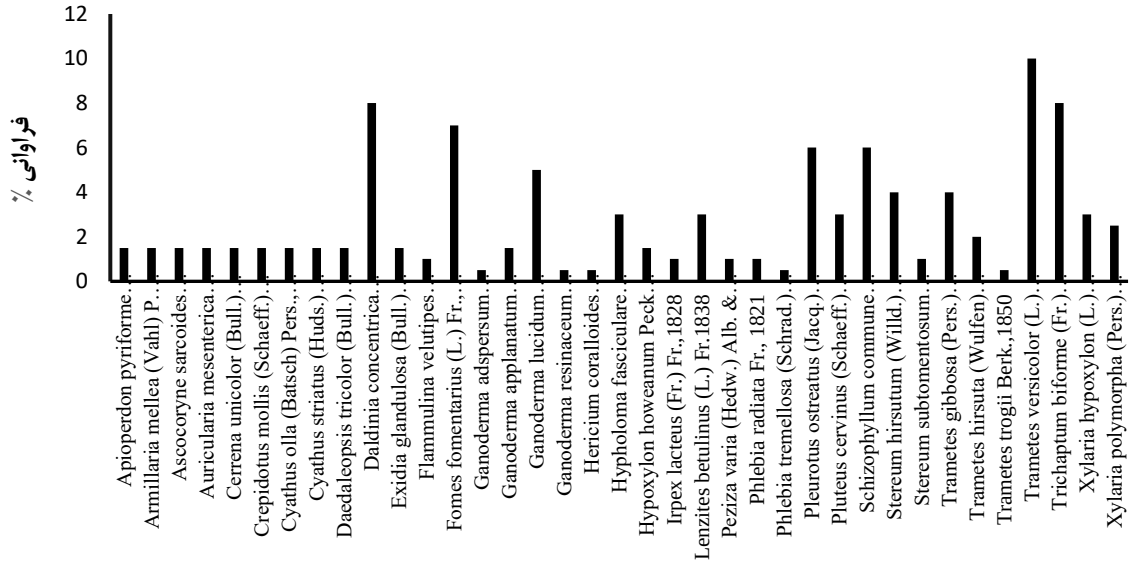
حداقل دو هفته در فریزر ۲۰- نگهداری شدند. کلیه نمونه‌های جمع‌آوری شده، در آزمایشگاه قارچ‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مورد مطالعات میکروسکوپی و ماکروسکوپی قرار گرفتند. به‌منظور اندازه‌گیری اندام‌های میکروسکوپی از هرکدام از این اندام‌ها ۲۰ عدد با استفاده از میکروسکوپ دارای عدسی مدرج اندازه‌گیری شد. در نهایت به‌منظور تشخیص آرایه‌های مختلف قارچی، با در نظر گرفتن هر دو ویژگی ماکروسکوپی و میکروسکوپی و با استفاده از منابع مختلف Eriksson and Ryvarden (1975), Gilbertson and Ryvarden (1986), Ryvarden (1991), Ryvarden and Gilbertson (1993) و Kirk et al., 2001 شناسایی انجام شد.

آنالیز آماری

جهت مقایسه تنوع‌زیستی قارچ‌ها از شاخص تنوع سیمپسون، شانون‌وینر و برای مقایسه غنای گونه‌ای از شاخص‌های مارگالف و منهینیک استفاده شد. در این مطالعه جهت تجزیه تحلیل داده‌ها، نرم‌افزار PAST مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های مربوط به تنوع گونه‌ای وارد نرم‌افزار Spss16 شد و نرمال‌بودن کلیه داده‌ها با استفاده از آزمون آماری کولموگروف- اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت و با در نظر گرفتن فرمول‌های مربوطه، شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی محاسبه شد.

نتایج و بحث

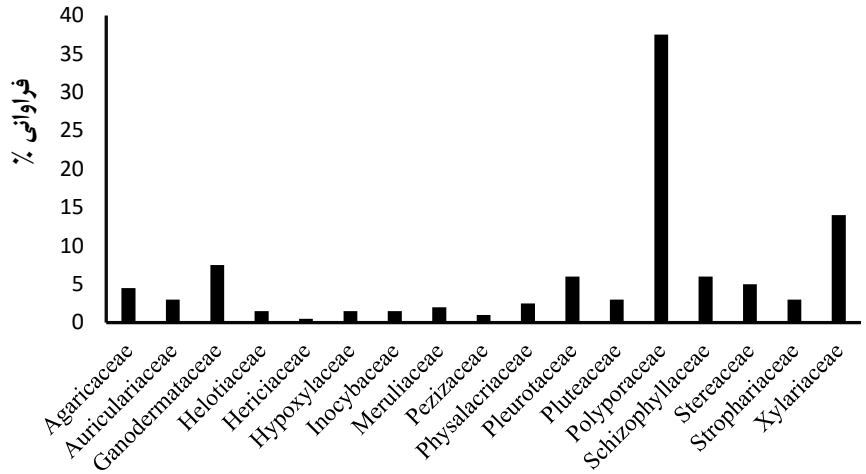
نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که ۳۷ گونه قارچ ماکروسکوپی از ۲۷ جنس و ۱۶ خانواده تشکیل شده است که قارچ‌های *Trametes versicolor*، *Daldinia concentrica*، *Trichaptum biforme* و *Fomes fomentarius* به‌ترتیب بیشترین فراوانی و گونه‌های *Hericium coralloides*، *Ganoderma resinaceum*، *Ganoderma adspersum* و *Trametes trogii* کم‌ترین فراوانی را داشتند (شکل ۱). Abyavi et al (2017) در راشستان‌های جنگل نوشهر اقدام به شناسایی قارچ ماکروسکوپی کردند که قارچ‌های *Trametes*، *Trichaptum* و *Fomes* بیشترین فراوانی را داشتند که نتایج این پژوهش با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. Bari Et al (2021) در جنگل علمداره ساری به این نتیجه رسیدند که فراوانی *Trametes* و *Fomes* بیشتر از بقیه قارچ‌ها بود. در پژوهش رنجبر و همکاران (Ranjbar et al., 2022) نیز قارچ *Trametes* بیشترین فراوانی را در جنگل اسالم گیلان داشته است.



شکل ۳- گونه‌های قارچی شناسایی شده بر روی خشکه‌دار افتاده راش
Fig 3. The identified fungal species found on fallen deadwood beech

از ۳۷ گونه قارچ ماکروسکوپی شناسایی شده نتایج نشان داد که خانواده Polyporaceae، Xylariaceae، Ganodermataceae، Pleurotaceae و Schizophyllacea بیشترین فراوانی و خانواده Pezizaceae و Hericiaceae کم‌ترین فراوانی را داشته‌اند (شکل ۳). در پژوهش آرمادهان و همکاران (Armadhan et al., 2023) که به بررسی تنوع‌زیستی قارچ‌های ماکروسکوپی جنگل اندونزی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ۳۴ گونه از ۲۲ جنس و ۱۸ خانواده شناسایی کردند که خانواده Polyporaceae جزو بیشترین فراوانی بوده است و با نتایج ما همخوانی دارد. در پژوهش رنجبر و همکاران (Ranjbar et al., 2022) در جنگل گیلان به بررسی تنوع و فراوانی قارچ‌های ماکروسکوپی جنگل اسالم گیلان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که خانواده Polyporaceae بیشترین فراوانی را داشت که با نتایج این بررسی هم‌خوانی دارد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-03-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1402.11.22.6.4]
[DOI: 10.61186/ifej.11.22.121]



شکل ۴- خانواده قارچ‌های شناسایی شده بر روی خشک‌دار افتاده راش
Fig 4. The identified families of fungi found on fallen deadwood trees.

درجه پوسیدگی بر اساس فراوانی قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی نشان داد که بیشتر قارچ‌ها در درجه پوسیدگی ۳ زیست می‌کردند که جدول ۱ توزیع قارچ‌ها در درجات مختلف پوسیدگی خشک‌دارها بر اساس شاخص را نشان می‌دهد. در تحقیق آقاجانی و همکاران (Aghajani et al., 2016) به این نتیجه رسیدند که تنوع‌زیستی قارچ‌های چوب‌زی در مراحل پایانی تجزیه بیشتر از مراحل اولیه تجزیه است که مشابه با تحقیق حاضر است که در بین اشکال مختلف خشک‌دارها، خشک‌دارهای افتاده بیشترین غنای گونه‌های قارچ‌های چوب‌زی را به‌خود اختصاص می‌دهند. علت آن داشتن سطح وسیع برای کلنیزه شدن قارچ‌ها و حجم زیاد درختان در حال پوسیدن و ناهمگنی پوسیدگی در بخش‌های مختلف است که میزبان گونه‌های متفاوتی از قارچ‌ها می‌شود (Heilmann-Clausen & Christensen, 2003).

جدول ۱- ارتباط درجه پوسیدگی خشک‌دار افتاده راش با شاخص‌ها
Table 1. Correlation between the degree of fallen dead beech and the indices

شاخص‌ها Indices	درجه پوسیدگی ۱ decay stage 1	درجه پوسیدگی ۲ decay stage 2	درجه پوسیدگی ۳ decay stage 3	درجه پوسیدگی ۴ decay stage 4
سیمسون Simson	0.44	0.92	0.93	0.81
شانون‌وینر Shannon	0.63	2.73	2.84	1.7
منهنیک Menhinick	1.15	1.58	1.7	1.07
یکنواختی Evenness	0.94	0.81	0.74	0.91
مارگالف Margalef	0.91	3.62	4.22	1.45
فیشر Fisher_alpha	2.62	5.87	6.95	2.21
برگر-پارکر Berger-Parker	0.66	0.14	0.10	0.19

قارچ‌ها به‌عنوان تجزیه‌کننده، همزیست و انگل در جنگل‌ها نقش حیاتی دارند و به چرخه مواد مغذی کمک می‌کنند، غذای حیوانات را فراهم می‌کنند و برای بسیاری از موجودات جنگلی تنوع زیستگاهی ایجاد می‌کنند (Dighton & White, 2017). تنوع زیستی قارچ‌ها برروی خشک‌دارها با درجات مختلف پوسیدگی قبلا گزارش شده است (Kahl et al., 2017, Kushnevskaya and Shorohova 2018, Müller et al., 2020, Zuo et al., 2020) که تنوع‌زیستی قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی با افزایش حجم خشک‌دار زیاد شده است (Svoboda & Pouska 2008) که نشان از اهمیت حفظ خشک‌دار در جنگل است و باعث افزایش تنوع‌زیستی قارچ‌ها می‌شود. Persiani et al (2015) به بررسی ساختار توده و میزان خشک‌دار و تاثیر آن در تنوع‌زیستی قارچ‌های چوب‌زی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که درجه پوسیدگی و حجم خشک‌دار نقش مهمی در تنوع زیستی قارچ‌های چوب‌زی دارد. نتایج نشان می‌دهد که ویژگی‌های خشک‌دار، از جمله گونه‌های درخت، سن، موقعیت (افتاده/ایستاده)، بر خواص شیمیایی خشک‌دار، زیست‌توده میکروبی، وضعیت رطوبت و فعالیت آنزیمی از طریق تغییرات در جوامع قارچی تأثیر گذاشته و در نهایت بر سرعت تجزیه خشک‌دار تأثیر می‌گذارد (Jomura et al., 2022). حجم خشک‌دار مهمترین عامل تغییرات ساپروکسیلیک‌ها در مقایسه با دیگر عوامل محیطی می‌باشد (Muller et al., 2013). افزایش یا کاهش فراوانی این نوع قارچ‌ها بسته به محل زیستگاه یعنی خشک‌دار افتاده ارتباط دارد. به‌طور کلی می‌توان گفت که در جنگل‌شناسی همگام با طبیعت، خشک‌دار جایگاه ویژه‌ای در جنگل دارد و بیش‌ازپیش به آن باید توجه کرد (Marvie Mohadjer, 2011). نکته ارزشمند در این ارتباط این است که بسیاری از قارچ‌های تجزیه کننده در جنگل بر روی خشک‌دارهای افتاده زندگی می‌کنند (Aghajani et al., 2016) که این موضوع اهمیت بستر زیست این موجودات و حفاظت از خشک‌دارهای افتاده را بیش از پیش مورد توجه قرار می‌دهد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-03-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1402.11.22.6.4]
[DOI: 10.61186/ifej.11.22.121]

آنالیز تنوع زیستی

نتایج بررسی تنوع‌زیستی نشان داد که میانگین شاخص تنوع گونه‌ای شانون‌وینر ۳/۲۴، تنوع گونه‌ای سیمپسون ۰/۹۵، شاخص غنای گونه‌ای مارگالف ۶/۱۱ و شاخص منهینیک ۱/۹۵ و یکنواختی ۰/۶۹ می‌باشد. بررسی شاخص تنوع شانون‌وینر نشان داد قارچ‌های *Trichaptum biforme* و *Trametes versicolor* با عدد ۱/۴۶ بیشترین بوده (جدول ۲). این جدول برای همه ۳۷ گونه قارچ شاخص‌های مربوط به تنوع را نشان می‌دهد.

جدول ۲- بررسی شاخص‌های تنوع قارچ‌های چوب‌زی

Table 2. Investigating the biodiversity indicators of wood decay fungi

یکنواختی Evennes s	مارگالف Margale f	منهنیک Menhinick	شانون وینر Shannon	سیمسون Simson	SP	آرایه Taxon
0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	APPY	*Apioperdon pyriforme* (Schaeff.) Vizzini, 2017
0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	ARME	*Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm.,1871
0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	ASSA	*Ascocoryne sarcoides* (Jacq.) J.W. Groves & D.E. Wilson, 1967
0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	AUME	*Auricularia mesenterica* (Dicks.) Pers., 1822
0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	CEUN	*Cerrena unicolor* (Bull.) Murrill, 1903
0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	CRMO	*Crepidotus mollis* (Schaeff.) Staude, 1857
0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	CYOL	*Cyathus olla* (Batsch) Pers., 1801
0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	CYST	*Cyathus striatus* (Huds.) Willd., 1787
0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	DATR	*Daedaleopsis tricolor* (Bull.) Bondartsev & Singer, 1941
0.96	0.88	0.73	1.33	0.72	DACO	*Daldinia concentrica* (Bolton) Ces. & De Not.,1863
0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	EXGL	*Exidia glandulosa* (Bull.) Fr., 1822
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	FLVE	*Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, 1949
0.87	0.94	0.82	1.21	0.66	FOFO	*Fomes fomentarius* (L.) Fr., 1849
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	GAAD	*Ganoderma adspersum* (Schulzer) Donk, 1969
0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	GAAP	*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat., 1887
0.98	1.04	0.94	1.36	0.73	GALU	*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst., 1881
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	GARE	*Ganoderma resinaceum* Boud.,1889
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	HECO	*Hericium coralloides* (Scop.) Pers., 1794
0.92	0.40	0.58	0.64	0.44	HYFA	*Hypholoma fasciculare* (Huds.) P. Kumm., 1871
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	HYHO	*Hypoxylon howeanum* Peck 1871
0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	IRLA	*Irpex lacteus* (Fr.) Fr.,1828
0.87	0.80	0.87	0.96	0.57	LEBE	*Lenzites betulinus* (L.) Fr.1838
1.00	1.44	1.41	0.69	0.50	PEVA	*Peziza varia* (Hedw.) Alb. & Schwein., (1805)
0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	PHRA	*Phlebia radiata* Fr., 1821
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	PHTR	*Phlebia tremellosa* (Schrad.) Nakasone & Burds.1984
0.87	0.96	0.83	1.21	0.67	PLOS	*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., 1871
0.95	0.42	0.60	0.66	0.46	PLCE	*Pluteus cervinus* (Schaeff.) P. Kumm.,1871
0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	SCCO	*Schizophyllum commune* Fr. 1815
0.99	0.38	0.53	0.68	0.49	STHI	*Stereum hirsutum* (Willd.) Pers., 1800
0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	STSU	*Stereum subtomentosum* Pouzar, 1964
0.96	0.39	0.55	0.67	0.47	TRGI	*Trametes gibbosa* (Pers.) Fr.,1838
0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	TRHI	*Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd,1924
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	TRTR	*Trametes trogii* Berk.,1850
0.78	1.40	1.00	1.40	0.65	TRVE	*Trametes versicolor* (L.) Lloyd, 1920
0.91	1.18	0.91	1.46	0.74	TRBI	*Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvarden, 1972
0.95	1.30	1.27	1.31	0.72	XYHY	*Xylaria hypoxylon* (L.) Grev., Fl. Edin, 1824
0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	XYPO	*Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev.1824

بالابودن شاخص شانون‌وینر نشان از تنوع زیستی بالا در منطقه مورد مطالعه است که با نتایج آدور و همکاران (Ador et al., 2023) مطابقت دارد. شاخص تنوع سیمپسون نیز سطح بالایی از تنوع را نشان می‌دهد که می‌تواند به توزیع متعادل افراد در بین گونه‌های مختلف منطقه نسبت داده شود. در پژوهش آرمادهان و همکاران (Armadhan et a., 2023) که به بررسی تنوع‌زیستی قارچ‌های ماکروسکوپی جنگل اندونزی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که شاخص تنوع شانون‌وینر (H'=2.695) قرار داشت. شاخص غنای قارچ‌ها (R=۵/۲۵۲) و یکنواختی (E=۰/۷۶۴) داشت. یکنواختی بالای گونه نشان‌دهنده گونه‌های کمیاب کمتر است که از نتایج شاخص تنوع سیمپسون (۰/۹۱۰) نیز قابل مشاهده است. گونه‌های شاخص مرتبط با جنگل‌های‌مدیریت‌شده عمدتاً قارچ‌های چوب‌زی را تشکیل می‌دهند. نتایج حاکی از روند نسبتاً آهسته تبدیل جامعه قارچ در ذخایر جنگلی ناشی از جنگل‌های مدیریت شده قبلی است. نتیجه اصلی این مطالعه این است که با حفاظت از جنگل‌های مدیریت شده ذخایر جنگلی از جمله تنوع‌زیستی قارچ‌ها حفظ می‌شود (Rudawska et al., 2022) بنابراین با مدیریت حفاظت از جنگل‌ها می‌توان تنوع‌زیستی بالای قارچ‌ها را در جنگل ذخیره کرد. برداشت درختان افتاده یا ریشه‌کن شده، از لحاظ کمی و کیفی، بستر زندگی این موجودات را تحت تاثیر گذاشته و در تنوع‌زیستی آنها نقش مهمی دارد (Abrego & Salcedo, 2013; Halme et al., 2013; Aghajani et al., 2016).

Müller and Blaschke (2007) به این نتیجه رسیدند که تنوع‌زیستی قارچ‌ها در جنگل‌های معتدله مدیریت‌شده کمتر از توده مدیریت‌نشده است که به‌دلیل کاهش بقایای خشک‌دار ناشی شده‌اند. این پدیده رایج است و قبلاً هم گزارش شده است (Stokland & Kauserud, 2004; Aghajani et al., 2016). حفظ تنوع‌زیستی قارچ‌ها یکی از اهداف مدیریت بوم‌سازگان جنگل است (Aghajani et al., 2019) که با نگهداشت خشک‌دار افتاده مرتبط می‌باشد (Aghajani et al., 2016) و در راستای مطالعات انجام شده پیشنهاد شده است که مناطق حفاظت شده با تمرکز بر امنیت برای حضور گونه‌ها مورد توجه قرار گیرند و تلاش شود تا با افزایش ضمانت اجرایی قوانین نسبت به بهبود شرایط زیستگاه‌ها برای گونه‌های زیستی ارزشمند آن اقدام گردد (Jafari et al., 2022).

تشکر و قدردانی

نویسندگان بدینوسیله مراتب قدردانی خود را از زحمات و همکاری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع ساری از طرح پژوهشی مصوب با کد ۱۱-۱۴۰۲-۰۴ با عنوان "شناسایی مورفولوژی قارچ‌های چوب‌زی جنگل دارابکلا " اعلام می‌دارند.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-03-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1402.11.22.6.4]
[DOI: 10.61186/ifej.11.22.121]

References

Abrego, N., & L. Salcedo. (2013). Variety of woody debris as the factor influencing wood-inhabiting fungal richness and assemblages: Is it a question of quantity or quality? *Forest Ecology and Management*, 291: 377–385. (https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.11.025)

Abyavi, N., Marvi Mohajer, M. R., Etemad, V., & Asef, M. (2017). The relationship between abundance of wood macrofungi on beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and physiographic factors (Case study: Kheyroud forest, Nowshahr). *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, *14*(2), 77-85. (In Persian). (10.22092/IJFRPR.2017.109522)

Ador, M. A. H., Ahmed, R., Khatun, R., Rahman, M. A., & Haque, M. M. U. (2023). Identification, diversity and host specificity of the wood-decay fungi in major sawmill depots of north-eastern Bangladesh. *Forest Pathology*, *53*(1), e12792. (https://doi.org/10.1111/efp.12792)

Akhani, H., Djamali, M., Ghorbanalizadeh, A., & Ramezani, E. (2010). Plant biodiversity of Hyrcanian relict forests, N Iran: an overview of the flora, vegetation, palaeoecology and conservation. *Pakistan Journal of Botany*, *42*(1), 231-258. (WOS:000288088600018)

Aghajani, H., Marvie Mohadjer, M. R., Asef, M. R. Shirvany, A. (2013). The relationship between abundance of wood macrofungi on Chestnut-leave Oak (*Quercus castaneifolia* C.A.M.) and Hornbeam (*Carpinus betulus* L.) and physiographic factors (Case study: Kheyroud forest, Noshahr). Journal of Natural Environment, Iranian Journal of Natural Resources, 66 (1): 1-12 (In Persian). (10.22059/JNE.2013.35399)

Aghajani, H., Marvie Mohadjer, M. R., Jahani, A., Asef, M. R., Shirvany, A., & Azarian, M. (2014). Investigation of affective habitat factors affecting on abundance of wood macrofungi and sensitivity analysis using the artificial neural network (case study: Kheyrud forest, Noshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, *21*(4), 617-628. (In Persian). (10.22092/IJFPR.2014.5135)

Aghajani, H., Marvi Mohadjer, M. R., Asef, M. R., & Shirvany, A. (2016). Abundance of wood decay macrofungi in forest ecosystems with different management histories in the Kheyroud forest, Nowshahr, northern Iran. *Forest Research and Development*, *1*(4), 295-305. (In Persian).

Aghajani, H., Marvie Mohadjer, M. R., Bari, E., Ohno, K. M., Shirvany, A., & Asef, M. R. (2018). Assessing the biodiversity of wood decay fungi in northern forests of Iran. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, *88*, 1463-1469. (https://doi.org/10.1007/s40011-017-0887-3)

Aghajani, H., Hodjati, S. M., Tajick-Ghanbari, M. A., Puormajidian, M. R., and Borhani, A. 2019. The relationship between ectomycorrhizal fungi and some soil chemical properties in beech stands of Farim, Mazandaran province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 26(4): 459-470 (In Persian). (10.22092/IJFPR.2018.118577)

Aghajani, H., Farashiani, M. E., Tajick, G., & Mosazadeh, S. A. (2020). Diversity of medicinal, edible, and poisonous fungi located on the deadwood of beech and their uses. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, *18*(1). (In Persian). (10.22092/IJFRPR.2020.127576.1393)

Anonymous. (2008). Management Plan of District Felord. Forest, Range and Watershed Management Organiziation, Sari, 210p (In Persian).

Armadhan, W. S., Sari, S. P., Aji, M. Y. M. B., Permatasari, D. P., Amalia, B. W., Berlin, G. E., ... & Setyawan, A. D. (2023). The macrofungal diversity and its potential from the karst forest of Kalipoh Village, Kebumen District, Indonesia. *Asian Journal of Forestry*, *7*(2). (https://doi.org/10.13057/asianjfor/r070204)

Bakhshi, M., Zare, R., & Ershad, D. (2022). A detailed account on the statistics of the Fungi and fungus-like taxa of Iran. *Mycologia Iranica*, *9*(2), 1-96. (10.22043/MI.2023.360819.1244)

Bari, E., Karimi, K., Aghajani, H., Schmidt, O., Zaheri, S., Tajick-Ghanbary, M. A., & Juybari, H. Z. (2021). Characterizations of tree-decay fungi by molecular and morphological investigations in an iranian alamdardeh forest. *Maderas. Ciencia y tecnología*, *23*. (http://dx.doi.org/10.4067/s0718-221x2021000100433)

Dighton, J., White, J. (2017). The Fungal Community: its Organization and Role in the Ecosystem, fourth ed. CRC Press, Boca Raton, USA. (https://doi.org/10.1201/9781315119496)

Ejtehadi, H., Sepehry, A., & Akkafi, H. R. (2009). Method of measuring biodiversity. Ferdousi University of Mashhad Publication, 530pp. (In Persian).

Eriksson J., Ryvarden L. (1975). The Corticiaceae of North Europe. Vol. 1-6. Fungiflora, Oslo, Norway

Ghanbari S, Fathizadeh O, Aghajani H. (2022). Ecological Relationships of Slope and Elevation with Rowan (*Sorbus aucuparia* L.) in Arasbaran Forests. ifej; 10 (19):1-8. (In Persian). (20.1001.1.24237140.1401.10.19.20.5)

Gilbertson, R.L., Ryvarden L., (1986). North American polypores. Oslo: Fungiflora. 885 p.

Harmon, M. E., Franklin, J. F., Swanson, F. J., Sollins, P., Gregory, S. V., Lattin, J. D., ... & Cummins, K. W. (1986). Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in ecological research*, *15*, 133-302. (https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60121-X)

Heilmann-Clausen, J., & M. Christensen. (2003). Fungal diversity on decaying beech logs – implications for sustainable forestry, *Biodiversity and Conservation*, 12: 953–973. (https://doi.org/10.1023/A:1022825809503)

Jafari A, Mortazavi S, Hosseini S M. (2022). Investigation the Effectiveness of Protected Areas in Hyrcanian Forests, Iran. ifej; 10 (20) :151-161. (In Persian). (20.1001.1.24237140.1401.10.20.13.0)

Jomura, M., Yoshida, R., Michalčíková, L., Tláskal, V., & Baldrian, P. (2022). Factors Controlling Dead Wood Decomposition in an Old-Growth Temperate Forest in Central Europe. *Journal of Fungi*, *8*(7), 673. (https://doi.org/10.3390/jof8070673)

Juutilainen, K., M. Mnkknen, H. Kotiranta, & P. Halme. (2014). The effects of forest management on wood-inhabiting fungi occupying dead wood of different diameter fractions, *Forest Ecology and Management*, 313: 283–291. (https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.11.019)

Kahl, T., Arnstadt, T., Baber, K., BËassler, C., Bauhus, J., Borken, W., Buscot, F., Floren, A., Heibl, C., HessenmËoller, D., Hofrichter, M., Hoppe, B., Kellner, H., Krüger, D., Linsenmair, K.E., Matzner, E., Otto, P., Purahong, W., Seilwinder, C., Schulze, E.D., Wende, B., Weisser, W.W., Gossner, M.M. (2017). Wood decay rates of 13 temperate tree species in relation to wood properties, enzyme activities and organismic diversities. For. Ecol. Manage. 391, 86–95. https://doi.org/10.1016/j. foreco.2017.02.012

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-03-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1402.11.22.6.4]
[DOI: 10.61186/ifej.11.22.121]

Kialashaki, A., and S. Shaabani. (2010). Assessment of plant species diversity in ecological groups of Aghuzchal forest (case study: parcel 7, series 3, watershed districts 46 Kojour), Journal of Sciences and Techniques in Natural Resources, 5(1): 29-38 (In Persian).

Kirk, P. M., Cannon, P. F., David, J. C., & Stalpers, J. A. (2001). Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 9th Edn, 655 pp. *UK, Wallingford, CAB International*.

Kushnevskaya, H., Shorohova, E. (2018). Presence of bark influences the succession of cryptogamic wood-inhabiting communities on conifer fallen logs. Folia Geobot. 53, 175–190. https://doi.org/10.1007/s12224-018-9310-y.

Marvie Mohadjer, M.R. (2011). Silviculture. 3nd Edition. University of Tehran press, Tehran, 418p. (In Persian).

Müller, H., Blaschke, E.M. (2007). Assemblages of wood-inhabiting fungi related to silvicultural management intensity in beech forests in southern Germany. Eur. J. Forest Res. 126, 513–527. (https://doi.org/10.1007/s10342-007-0173-7)

Müller, J., Ulyshen, M., Seibold, S., Cadotte, M., Chao, A., Bässler, C., ... & Thorn, S. (2020). Primary determinants of communities in deadwood vary among taxa but are regionally consistent. *Oikos*, *129*(10), 1579-1588. (https://doi.org/10.1111/oik.07335)

O'Hanlon, R., & Harrington, T. J. (2012). Macrofungal diversity and ecology in four Irish forest types. *Fungal ecology*, *5*(5), 499-508.

Pasanen, H., Junninen, K., Boberg, J., Tatsumi, S., Stenlid, J., & Kouki, J. (2018). Life after tree death: Does restored dead wood host different fungal communities to natural woody substrates? *Forest Ecology and Management*, *409*, 863-871. (https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.12.021)

Persiani, A. M., Lombardi, F., Lunghini, D., Granito, V. M., Tognetti, R., Maggi, O., ... & Marchetti, M. (2015). Stand structure and deadwood amount influences saproxylic fungal biodiversity in Mediterranean mountain unmanaged forests. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, *9*(1), 115. (https://doi.org/10.3832/ifor1304-008)

Ranjbar, Z., Mohammadi Goltapeh, E., Zamani, S.M., Pedram, M., Farashiani, E. (2022). The importance of saproxylic fungi and the affecting factors on their diversity and abundance in forest ecosystems - Referring to the most important saproxylic fungi in Asalem forest, Guilan province. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, *20*(1), 181-198. (In Persian). (10.22092/IJFRPR.2022.357525.1533)

Rudawska, M., Leski, T., Stasińska, M., Karliński, L., Wilgan, R., & Kujawska, M. (2022). The contribution of forest reserves and managed forests to the diversity of macrofungi of different trophic groups in European mixed coniferous forest ecosystem. *Forest Ecology and Management*, *518*, 120274. (https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120274)

Ryvarden, L. (1991). Genera of Polypores. Nomenclature and Taxonomy. Synopsis Fungorum 5, Fungoflora, Oslo, Norway.

Ryvarden, L., Gilbertson R.L. (1993). European polypores. Oslo: Fungiflora, 387 p.

Sagheb Talebi, K. (2017). Role of dead wood in health of forest ecosystem. *Iran Nature*, *2*(2), 20-25.

Smith, F. (1996). Biological diversity, ecosystem stability and economic development. *Ecological Economics*, *16*(3), 191-203. (https://doi.org/10.1016/0921-8009(95)00096-8)

Smith, B., and J.B. Wilson. (1996). A consumer guide to evenness index, Oikos, 76: 70-82.

Stokland, J.N., Kauserud, H., 2004. *Phellinus nigrolimitatus*-a wood-decomposing fungus highly influenced by forestry. Forest Ecol. Manag. 87, 333–343. (https://doi.org/10.1016/j.foreco.2003.07.004)

Stokland, J.N., Larsson, K. (2011). Legacies from natural forest dynamics: different effects of forest management on wood-inhabiting fungi in pine and spruce forests. For. Ecol. Manage. 261, 1707–1721. (https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.01.003)

Svoboda M, Pouska V. (2008) Structure of a Central-European mountain spruce old-growth forest with respect to historical development. Forest Ecol Manag 255:2177–2188. (doi: 10.1016/j.foreco.2007.12.031)

Zuo, J., Berg, M.P., van Hal, J., van Logtestijn, R.S.P., Goudzwaard, L., Hefting, M.M., Poorter, L., Sterck, F.J., Cornelissen, J.H.C. (2020). Fauna community convergence during decomposition of deadwood across tree species and forests. Ecosystems. (https://doi.org/10.1007/s10021-020-00558-9)

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-03-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1402.11.22.6.4]
[DOI: 10.61186/ifej.11.22.121]