Research Article

Iranian Journal of Forest and Range Protection Research DOI: 10.22092/ijfrpr.2024.364715.1612

Vol. 22, No. 1, Page 16-29 (2024)

The ecological effect of altitude gradient on the abundance of wood fungi in Darabkola educational research forest, Sari

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

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Department of Forest Sciences and Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: h.Aghajani@sanru.ac.ir

2- Associate Professor, Department of Plant Protection, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

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

Received: 26.01.2024 Accepted: 01.05.2024

Abstract

Background and objectives: The altitude gradient is one of the important ecological factors in the distribution of different types of plant species in forest ecosystems, and the origin of altitude from sea level is related to the difference in altitude from open waters. The change in height from sea level, along with the change in vegetation, can affect the abundance of wood fungi. This research was conducted with the aim of studying the ecological effect of the altitude gradient on the abundance of wood fungi on beech species at different altitudes.

Methodology: In total, 15 pure beech logs were randomly selected in three altitude gradients: (first) 550 to 650, (second) 650 to 750, and (third) 750 to 850 meters above sea level, in the educational and research forest of Darabkala Sari. To collect samples of wood macroscopic fungi, after observing the fungal samples, each sample was taken in a healthy, complete, and suitable form for identification based on morphological characteristics. Height characteristics from sea level and dry land were recorded with a positioning device, and the samples were transferred to the mycology laboratory for identification. To measure the microscopic organs, 20 samples of each of these organs were measured using a microscope with a graduated lens. Finally, to identify different fungal arrays, identification was based on both macroscopic and microscopic features, using various sources. To categorize the abundance of fungi in different altitude gradients, statistical calculations and cluster analysis were carried out in PAST software, using the Ward and Lesser Eghlidis distance, and analysis of principal components for different altitudes, species, abundance, relative frequency, and standard index were checked in PAST software by comparing two groups of fungi. Additionally, to check for height differences, multiple analyses and double plotting were done in Minitab software to reveal the groupings in terms of cloud points and distribution of wood fungi.

Results: The obtained results showed that in the first height class, 13%, in the second 30%, and in the third 57% of all fungi were included. In the first height class, *Hypholoma fasciculare* was the most abundant, while *Trametes versicolor* dominated the second class, and *Schizophyllum commune* was the most abundant in the third class. Furthermore, the Polyporaceae, Xylariaceae, Ganodermataceae, Pleurotaceae, and Schizophyllaceae families had the highest frequency, while the Pezizaceae and Hericiaceae families had the lowest frequency. The results indicated that 10 species were distributed in the altitude class of 550 to 650 meters above sea level, 15 species were distributed in the altitude class of 650 to 750 meters above sea level, and 22 species were distributed in the altitude class of 750 to 850 meters above sea level. In addition,

the most fungi families in the first altitudinal class were from the Meruliaceae family, whereas the second and third classes were primarily Polyporaceae. The analysis with Minitab showed that there is a significant difference in the distribution of wood fungi between the third and second floors, as well as between the first floor and the others. The findings regarding the ecological effect of the altitude gradient indicated that decomposition components reveal differences in fungi at different altitudes above sea level. These results showed that *Fomes fomentarius*, *Ganoderma lucidum*, *Stereum hirsutum*, *Daldinia concentrica*, *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor*, *Trichaptum biforme*, and *Schizophyllum commune* were among similar groups that were distributed across all three altitude classes, primarily within the Polyporaceae family and the Polyporales order.
Conclusion: The macroscopic wood fungi of the forest exhibit different responses across various gradients. The results of this study showed that the altitude gradient affects the abundance of wood fungi; the abundance of fungal species increases with elevation above sea level.

Keywords: Above sea level, ecology, conservation, macroscopic

اثر بوم‌شناختی گرادیان ارتفاعی بر فراوانی قارچ‌های چوب‌زی گونه راش در جنگل آموزشی پژوهشی دارابکلا ساری

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

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

پست‌الکترونیک: h.Aghajani@sanru.ac.ir

۲- دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۳- استاد، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۲

چکیده

سابقه و هدف: گرادیان ارتفاعی یکی از مهمترین فاکتورهای بوم‌شناختی در پراکنش انواع گونه‌های گیاهی مختلف در بوم‌سازگان جنگل است و مبدأ ارتفاع از سطح دریا در ارتباط با اختلاف ارتفاع با آب‌های آزاد مطرح می‌شود. تغییر ارتفاع از سطح دریا با تغییر پوشش گیاهی می‌تواند در فراوانی قارچ‌های چوب‌زی تأثیرگذار باشد. این پژوهش با هدف اثر بوم‌شناختی گرادیان ارتفاعی بر فراوانی قارچ‌های چوب‌زی روی گونه راش در ارتفاعات مختلف انجام شد.

مواد و روش‌ها: درمجموع در راشستان خالص، به‌صورت تصادفی پانزده اصله خشک‌دار افتاده راش در سه گرادیان ارتفاعی (اول) ۵۵۰ تا ۶۵۰، (دوم) ۶۵۰ تا ۷۵۰ و (سوم) ۷۵۰ تا ۸۵۰ متر از سطح دریا در جنگل آموزشی و پژوهشی دارابکلا ساری انتخاب شد. به‌منظور جمع‌آوری نمونه قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی در هر مورد به‌دنبال مشاهده نمونه قارچی، هرنمونه به شکل سالم، کامل و مناسب برای شناسایی براساس خصوصیات مرفولوژیکی یا ریخت‌شناسی برداشت شد. مشخصات ارتفاع از سطح دریا و خشک‌دار با دستگاه موقعیت‌یاب ثبت شد و نمونه‌ها برای شناسایی به آزمایشگاه قارچ‌شناسی منتقل گردید. به‌منظور اندازه‌گیری اندام‌های میکروسکوپی از هریک از این اندام‌ها ۲۰ عدد با استفاده از میکروسکوپ دارای عدسی مدرج اندازه‌گیری شد. درنهایت به‌منظور تشخیص آرایه‌های مختلف قارچی، با در نظر گرفتن هر دو ویژگی ماکروسکوپی و میکروسکوپی و با استفاده از منابع مختلف شناسایی شد. برای دسته‌بندی فراوانی قارچ‌ها در گرادیان‌های ارتفاعی مختلف، محاسبات آماری و تجزیه خوشه در نرم‌افزار PAST به روش وارد و با استفاده از کمترین فاصله اقلیدسی انجام شد و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای ارتفاعات مختلف، گونه و فراوانی، فراوانی نسبی و شاخص استاندارد در نرم‌افزار PAST با مقایسه دو گروه‌بندی قارچ‌ها بررسی شد. همچنین برای بررسی اختلاف ارتفاع تجزیه چندگانه و رسم پلات دوگانه در نرم‌افزار Minitab انجام شد تا از لحاظ ابر نقاط و پراکنش قارچ‌های چوب‌زی گروه‌بندی‌ها آشکار شوند.

نتایج و یافته‌ها: نتایج به‌دست‌آمده نشان داد، به‌ترتیب در کلاسه‌های ارتفاعی اول، ۱۳ درصد، دوم ۳۰ درصد و سوم ۵۷ درصد از کل قارچ‌ها را شامل می‌شود. در کلاسه ارتفاعی اول قارچ *Hypholoma fasciculare*، در کلاسه دوم *Trametes versicolor* و در سوم *Schizophyllum commune* بیشترین فراوانی را داشتند. همچنین خانواده Polyporaceae، Xylariaceae، Ganodermataceae، Pleurotaceae و Schizophyllaceae بیشترین فراوانی و خانواده Pezizaceae و Hericiaceae کمترین فراوانی را داشته‌اند. نتایج نشان داد، در طبقه ارتفاعی ۵۵۰ تا ۶۵۰ متر از سطح دریا تعداد ۱۰ گونه پراکنش و در طبقه ارتفاعی ۶۵۰ تا ۷۵۰ متر از سطح دریا ۱۵ گونه و در طبقه ارتفاعی ۷۵۰ تا ۸۵۰ متر از سطح دریا ۲۲ گونه پراکنش داشتند. همچنین، بیشترین خانواده قارچ‌ها در طبقات ارتفاعی اول خانواده Meruliaceae و طبقه دوم و سوم Polyporacea بوده است. نتیجه آنالیز با Minitab نشان داد، پراکنش قارچ‌های

چوب‌زی بین طبقه سوم و دوم با طبقه اول ارتفاعی تفاوت معنی‌داری داشت. نتیجه پژوهش اثر بوم‌شناسی گرادیان ارتفاعی، نشان داد، تجزیه با مؤلفه‌ها، تفاوت قارچ‌ها برای ارتفاعات مختلف ارتفاع از سطح دریا را نشان داد. این نتایج نشان داد، قارچ‌های *Fomes fomentarius*، *Ganoderma lucidum*، *Stereum hirsutum*، *Daldinia concentrica*، *Pleurotus ostreatus*، *Trametes versicolor*، *Trichaptum biforme* و *Schizophyllum commune* جزو گروه‌های مشابه بود که در هر سه کلاسه ارتفاعی پراکنش داشته‌اند و بیشتر از خانواده Polyporaceae و راسته Polyporales بوده‌اند.

نتیجه‌گیری: قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی جنگل در گرادیان‌های مختلف، پاسخ متفاوتی می‌دهند. نتایج این مطالعه نشان داد، گرادیان ارتفاعی با اختلاف ارتفاع ۳۰۰ متر، فراوانی قارچ‌های چوب‌زی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و با افزایش ارتفاع از سطح دریا، فراوانی گونه‌های قارچ افزایش پیدا می‌کند.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع از سطح دریا، بوم‌شناسی، حفاظت، ماکروسکوپی

مقدمه

مبدأ ارتفاع از سطح دریا، در ارتباط با اختلاف ارتفاع با آب‌های آزاد مطرح می‌شود و رایج‌ترین روش بررسی آن، استفاده از سامانه موقعیت‌یاب مکانی، ارتفاع‌سنج و با استفاده از یک نقشه توپوگرافی یا دیجیتال روی نقشه رقومی ارتفاع، که ارتفاعات توسط عکس‌برداری هوایی یا نقشه‌برداری تعیین شده است انجام می‌شود و در مطالعات علوم جنگل از روش موقعیت‌یاب مکانی (GPS) استفاده می‌شود. پستی و بلندی‌ها به‌ویژه تغییرات ارتفاع می‌توانند بسیاری از عوامل محیطی را تغییر دهند. از بین عوامل توپوگرافی، عامل بوم‌شناسی ارتفاع از سطح دریا به‌دلیل تأثیر در اقلیم منطقه بر پراکنش گونه‌های گیاهی نقش مؤثری دارد. با افزایش ارتفاع از سطح دریا، متوسط دمای هوا کاهش یافته و با توجه با سایر عوامل اقلیمی منجر به تشکیل اقلیم ناحیه‌ای می‌شود و در ادامه پوشش گیاهی با تنوع گونه‌ای خاص ایجاد می‌شود (Maguran, 2004). توپوگرافی با دگرگون کردن اقلیم ناحیه‌ای سبب افزایش دما و تسریع تبخیر و تعرق در شیب‌های رو به شمال شده است (Haji Mirza Aghaii *et al*., 2011). با افزایش ارتفاع از سطح دریا در جنگل‌های هیرکانی ایران، تنوع پوشش گیاهی کاهش می‌یابد (Falahchay & Marvie Mohadjer, 2005) ولی در ارتباط با افزایش ارتفاع از سطح دریا فراوانی قارچ‌های چوب‌زی افزایش پیدا می‌کند (Aghajani *et al*., 2013). ارتفاع از سطح دریا نقش مهمی در فراوانی آسپروکارپ یا اندام بارده دارد (Gange *et al*., 2007; Kauserud *et al*., 2008). همچنین ارتفاع از سطح دریا با تأثیر در میزان و نوع بارندگی، تبخیر و تعرق و تشکیل نوع و تراکم پوشش گیاهی نقش زیادی دارد (Barnes, 1975). در پژوهش Bari و همکاران (۲۰۱۹) فراوانی اندام بارده قارچ در طبقه ارتفاعی ۷۰۰ تا ۹۰۰ متر از سطح دریا نسبت به ارتفاع ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر از سطح دریا بیشتر و نسبت به ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا تا ۱۲۰۰ کمتر بوده است. فراوانی قارچ تحت تأثیر رطوبت، با ارتفاع از سطح دریا افزایش پیدا می‌کند (Yamashita *et al*., 2009). گرادیان ارتفاعی یکی از قوی‌ترین آزمایش‌های طبیعی برای پاسخ اکولوژیکی است (Körner, 2007). عملکرد گونه‌ها و زیستگاه در گرادیان محیطی یکی از غالب‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار بر غنای قارچ‌های ماکروسکوپی است (Braga-Neto *et al*., 2008). گرادیان‌های محیطی مرتبط به ارتفاع از سطح دریا بر تنوع زیستی و پراکنش قارچ‌های ماکرومیست تأثیر می‌گذارند (Aghajani *et al*., 2018; Zhang *et al*., 2010; O'Dell *et al*., 1999).

Núñez (۱۹۹۶) در جنگل‌های کاستاریکا به این نتیجه رسید ارتفاع از سطح دریا و رطوبت، نقش مهمی در پراکنش قارچ‌های چوب‌زی دارد، ولی تفاوت اصلی در متفاوت بودن قارچ‌های پلی‌پور در یک دامنه ارتفاعی مشابه است. یافته اصلی پژوهش (Núñez, 1996)، تفاوت در جوامع قارچ‌های پلی‌پور براساس گرادیان رطوبت بود که تأثیرگذار بوده است.

مطالعات گذشته نشان می‌دهد که گروه‌های قارچ برحسب گرادیان ارتفاعی همراه با بارش، افزایش پیدا می‌کنند و برای برخی گروه‌های قارچ کاهشی است و برخی در گرادیان ارتفاعی متوسط در طبقه بندی میکروبی، به بالاترین حد خود یا اوج می‌رسند (Rahbek, 1995). همبستگی بین قارچ‌های ماکرومیست و گرادیان ارتفاعی نشان داد، غنای گونه‌ای قارچ در طول گرادیان ارتفاعی افزایش یافت که بهدلیل رطوبت، پوشش خزه‌ای و جهت دامنه بوده است (Abiavi, 2011). Gómez-Hernández و همکارانش (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیدند که فاکتورهای فیزیوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت دامنه) و وضعیت سلامت درخت و محل جمع‌آوری قارچ‌ها ارتباط معنی‌داری با فراوانی قارچ‌های ماکروسکوپی درختان راش داشته است. Gehring و Batalles (۲۰۲۰) در جنگل‌های اکوادور تفاوت قارچ‌های چوب‌زی را در شش طبقه ارتفاعی مختلف بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که ارتفاع از سطح دریا طیف برخی گونه‌ها را نزدیک به هم و برخی را جدا نشان می‌داد، هر چند نیاز به بررسی‌های بیشتری را متذکر شدند و خانواده‌های Polyporaceae و Xylariaceae در این پژوهش بیشترین فراوانی را داشتند. Tomšovský و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش خود در اروپای مرکزی و جنگل‌های راش *Fagus sylvatica*، به بررسی بوم‌شناسی، مرفولوژی و فیلوژنی قارچ‌های *Fomes fomentarius* و *Fomes inzengae* پرداختند و نتایج نشان دادند، *F. inzegae* در ارتفاعات پایین‌تر (۱۵۴ تا ۴۹۰ متر از سطح دریا) و F. fomentarius در ارتفاعات بالاتر (۴۰۰ تا ۹۷۰ متر از سطح دریا) غالب هستند و نقطه مشترک گرادیان ارتفاعی این دو قارچ، ارتفاع ۴۰۰ تا ۵۵۰ متر از سطح دریا بوده است.

Puddu و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی قارچ‌های چوب‌زی طاقچه‌ای به این نتیجه رسیدند که فاکتور ارتفاع از سطح دریا به همراه جهت دامنه تقش مهمی در پراکنش قارچ‌ها دارند. مدیریت جنگل بر قارچ‌های چوب‌زی خشک‌دارها به‌خوبی شناخته شده و باعث کاهش غنای گونه‌ای و فراوانی می‌شود (Junninen & Komonen, 2011). یکی از تاثیرات شیوه¬های مدیریت جنگل، باقی ماندن مقادیر متغیری از خشک¬دار است که موجب ریزاقلیم¬های متفاوت در زیستگاه ایجاد می¬کند و پاسخ قارچ¬های چوب¬زی به انواع مدیریت جنگل (شیوه‌های جنگل‌شناسی) متفاوت است (Kwaśna *et al*., 2017). Persiani و همکاران در سال (۲۰۱۵) ساختار توده و میزان خشک‌دار و تأثیر آن را در تنوع زیستی قارچ‌های چوب‌زی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که حجم درختان سرپا و زنده، نوع پوشش گیاهی و ارتفاع از سطح دریا در الگوی پراکنش اندام بارده قارچ نقش دارند. Rostamian و همکاران (۲۰۱۲) در جنگل گرگان به این نتیجه رسیدند که قارچ‌های چوب‌زی طاقچه‌ای با افزایش ارتفاع از سطح دریا افزایش پیدا می‌کند. جنگل‌های شمال ایران که به جنگل‌های کهن‌رست معروف است، با داشتن مساحتی در حدود ۱/۹ میلیون هکتار (Marvie Mohadjer, 2011)، (این منبع در فهرست انتهایی نیست لطفا اضافه شود) یکی از باارزش‌ترین جنگل‌های معتدله دنیاست و مطالعات اندکی در جنگل‌های شمال ایران در ارتباط با اثر بوم‌شناختی گرادیان ارتفاعی بر فراوانی قارچ‌های چوب‌زی انجام شده است. با توجه به گرادیان ارتفاعی که می‌تواند در فراوانی قارچ‌های چوب‌زی تأثیرگذار باشد، این پژوهش تعریف شده است. بنابراین هدف از پژوهش، بررسی اثر بوم‌شناختی گرادیان ارتفاعی بر فراوانی قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی در سه طبقه ارتفاعی مختلف در راشستان جنگل آموزشی پژوهشی دارابکلا ساری است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

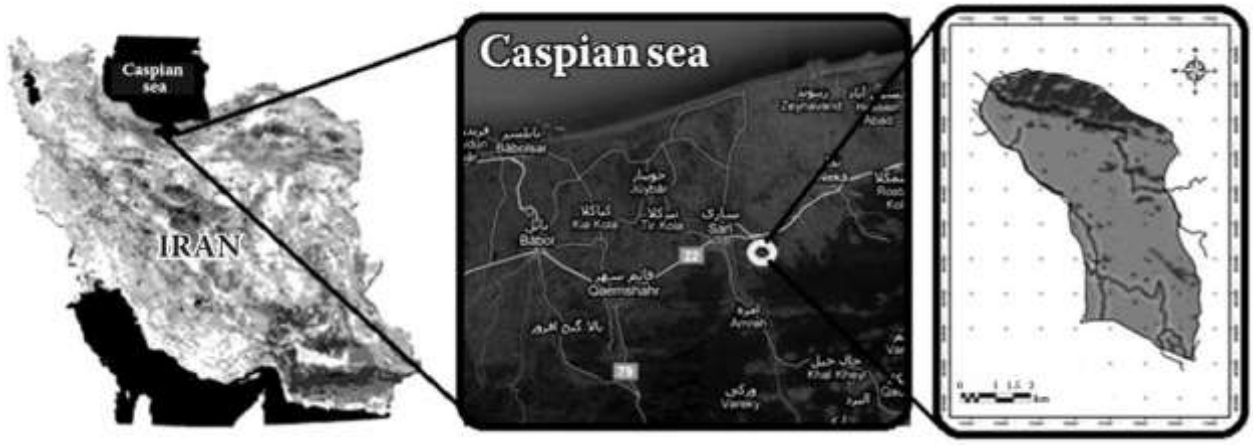
جنگل‌های دارابکلا ساری دارای مختصات طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۲۷ دقیقه و ۰۹ ثانیه تا ۵۳ درجه و ۳۳ دقیقه و ۱۹ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۶ دقیقه و ۷۴ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۵۵ دقیقه و ۵۷ ثانیه می‌باشد. محدوده ارتفاعی این پژوهش بین ۵۵۰ تا ۸۵۰ متر

ارتفاع از سطح دریا واقع شده است و متوسط بارش سالیانه آن ۷۵۰ میلی‌متر می‌باشد. جهت عمومی شیب شمالی و شمال‌غربی است. درجه حرارت در فصول مختلف سال متغیر بوده و در روزهای گرم ماه‌های تیر و مرداد حداکثر مطلق درجه حرارت به ۳۲ درجه سانتی‌گراد و در روزهای سرد ماه‌های دی و بهمن به ۰ تا ۳ درجه سانتی‌گراد زیر صفر می‌رسد. پوشش گیاهی غالب منطقه موردمطالعه معمولاً راش و جامعه گیاهی راشستان بوده است (Anonymous, 2008) (شکل ۱).

روش کار

روش نمونه‌برداری و نحوه جمع‌آوری قارچ‌های ماکروسکوپی

در رویشگاه موردمطالعه (شکل ۲)، از ارتفاع ۵۵۰ متری تا ۸۵۰ متری از سطح دریا در راشستان جنگل‌های دارابکلا ساری، به‌طور تصادفی از ۱۵ خشک‌دار افتاده به فاصله ۲۰۰ متر از یکدیگر نمونه‌برداری شد. کلاسه‌های ارتفاعی به سه کلاسه شامل کلاسه اول از ارتفاع ۵۵۰ تا ۶۵۰ متر، کلاسه دوم از ارتفاع ۶۵۰ تا ۷۵۰ متر و کلاسه سوم از ارتفاع ۷۵۰ تا ۸۵۰ متر از سطح دریا تقسیم شده است. به‌منظور جمع‌آوری نمونه قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی در هر مورد به‌دنبال مشاهده نمونه قارچی، هر نمونه به شکل سالم، کامل و مناسب برای شناسایی براساس خصوصیات مرفولوژیکی یا ریخت‌شناسی برداشت شد. با برداشت نمونه سالم قارچی مشخصات ضروری قارچ هم یادداشت شد.



شکل ۱- منطقه مورد پژوهش در جنگل‌های دارابکلا مازندران

Figure 1. The studied area in Darabkola forests, Mazandaran

شکل ۲- خشک‌دار افتاده در جنگل دارابکلا ساری

Figure 2. Fallen deadwood in Darabkola forest, Mazandaran

مشخصات آزمایشگاهی قارچ‌های ماکروسکوپی

نمونه‌های قارچ جمع‌آوری‌شده پس از انتقال به آزمایشگاه به‌منظور حذف آلودگی‌های قارچی، حشره‌ای و کنه‌ای به مدت حداقل دو هفته در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. کلیه نمونه‌های جمع‌آوری‌شده، در آزمایشگاه قارچ‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مورد مطالعات میکروسکوپی و ماکروسکوپی قرار گرفتند. به‌منظور اندازه‌گیری اندام‌های میکروسکوپی از هریک از این اندام‌ها ۲۰ عدد با استفاده از میکروسکوپ دارای عدسی مدرج اندازه‌گیری شد. درنهایت به‌منظور تشخیص آرایه‌های مختلف قارچی، با در نظر گرفتن هر دو ویژگی ماکروسکوپی و میکروسکوپی و با استفاده از منابع مختلف (Ryvarden & Gilbertson, 1993; Kirk *et al*., 2001; Ryvarden, 1991; Gilbertson & Ryvarden, 1986; Eriksson & Ryvarden, 1975) شناسایی انجام شد.

تجزیه آماری

برای دسته‌بندی فراوانی قارچ‌ها در گرادیان‌های ارتفاعی مختلف، تجزیه خوشه در نرم‌افزار PAST به روش وارد و با استفاده از کمترین فاصله اقلیدسی انجام شد و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای ارتفاعات مختلف، گونه و فراوانی، فراوانی نسبی و شاخص استاندارد در نرم‌افزار PAST با مقایسه دو گروه‌بندی قارچ‌ها بررسی شد (Jackson & Johanson, 2011). همچنین، برای بررسی اختلاف ارتفاع تجزیه چندگانه و رسم پلات دوگانه در نرم‌افزار Minitab (Alin, 2010) انجام شد تا از لحاظ ابرنقاط و پراکنش قارچ‌های چوب‌زی گروه‌بندی‌ها آشکار شوند.

نتایج

نتایج نشان داد، در طبقه ارتفاعی (اول) ۵۵۰ تا ۶۵۰ متر از سطح دریا تعداد ۱۰ گونه پراکنش و در طبقه ارتفاعی ۶۵۰ تا ۷۵۰ متر از سطح دریا ۱۵ گونه و در طبقه ارتفاعی ۷۵۰ تا ۸۵۰ متر از سطح دریا ۲۲ گونه پراکنش داشتند. در جدول ۱ نام تمامی آرایه‌های قارچ در هر طبقه ارتفاعی آورده شده است. نتایج مؤید آن است که به‌ترتیب ۱۳ درصد، ۳۰ درصد و ۵۷ درصد قارچ‌ها در طبقات ارتفاعی اول، دوم و سوم پراکنش داشته‌اند. همچنین، بیشترین خانواده قارچ‌ها در طبقات ارتفاعی اول خانواده Meruliaceae و طبقه دوم و سوم Polyporacea بوده است. در کلاسه ارتفاعی ۵۵۰ تا ۶۵۰ متر از سطح دریا قارچ *Hypholoma fasciculare* بیشترین فراوانی و در کلاسه ارتفاعی ۶۵۰ تا ۷۵۰ متر از سطح دریا *Trametes versicolor* و در کلاسه ارتفاعی ۷۵۰ تا ۸۵۰ متر از سطح دریا *Schizophyllum commune* را داشته است. همچنین، خانواده Polyporaceae، Xylariaceae، Ganodermataceae، Pleurotaceae و Schizophyllaceae بیشترین فراوانی و خانواده Pezizaceae و Hericiaceae کمترین فراوانی را داشته‌اند.

جدول ۱- مشخصات قارچ‌های چوب‌زی در هر طبقه ارتفاعی از سطح دریا

Table 1. Characteristics of wood fungi in each altitude class above sea level

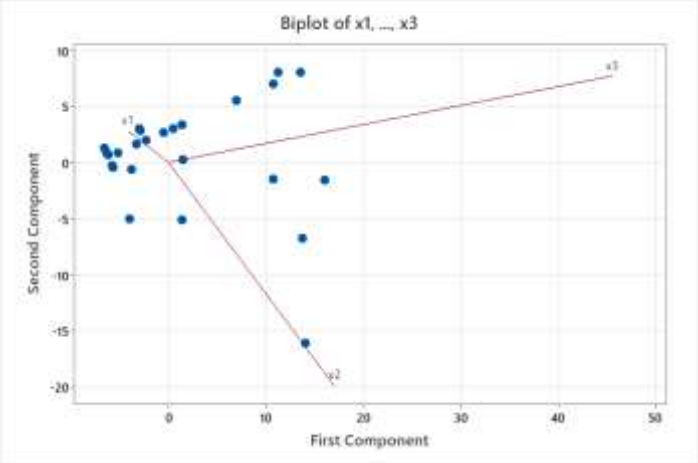
Taxon	Abundance	Altitude class above sea level
***Hericium coralloides* (Scop.) Pers., 1794**	1	550 up to 650 m
***Fomes fomentarius* (L.) Fr., 1849**	5	
***Pluteus cervinus* (Schaeff.) P. Kumm.,1871**	7	
***Hypholoma fasciculare* (Huds.) P. Kumm., 1871**	8	
***Apioperdon pyriforme* (Schaeff.) Vizzini, 2017**	6	
***Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm.,1871**	6	

***Irpex lacteus* (Fr.) Fr.,1828**	3	
***Lenzites betulinus* (L.) Fr.1838**	7	
***Phlebia tremellosa* (Schrad.) Nakasone & Burds.1984**	1	
***Phlebia radiata* Fr., 1821**	2	
***Ascocoryne sarcoides* (Jacq.) J.W. Groves & D.E. Wilson, 1967**	**6**	**650 up to 750 m**
***Auricularia mesenterica* (Dicks.) Pers., 1822**	6	
***Cerrena unicolor* (Bull.) Murrill, 1903**	6	
***Crepidotus mollis* (Schaeff.) Staude, 1857**	6	
***Cyathus striatus* (Huds.) Willd., 1787**	6	
***Daldinia concentrica* (Bolton) Ces. & De Not.,1863**	10	
***Ganoderma adspersum* (Schulzer) Donk, 1969**	1	
***Ganoderma resinaceum* Boud.,1889**	1	
***Lenzites betulinus* (L.) Fr.1838**	3	
***Peziza varia* (Hedw.) Alb. & Schwein., (1805)**	1	
***Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., 1871**	8	
***Trametes gibbosa* (Pers.) Fr.,1838**	8	
***Trametes versicolor* (L.) Lloyd, 1920**	23	
***Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvarden, 1972**	14	
***Xylaria hypoxylon* (L.) Grev., Fl. Edin, 1824**	3	
***Cyathus olla* (Batsch) Pers., 1801**	**6**	**750 up to 850 m**
***Daedaleopsis tricolor* (Bull.) Bondartsev & Singer, 1941**	20	
***Exidia glandulosa* (Bull.) Fr., 1822**	6	
***Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, 1949**	4	
***Fomes fomentarius* (L.) Fr., 1849**	19	
***Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat., 1887**	6	
***Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst., 1881**	18	
***Hypholoma fasciculare* (Huds.) P. Kumm., 1871**	4	
***Hypoxylon howeanum* Peck 1871**	6	
***Lenzites betulinus* (L.) Fr.1838**	2	
***Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., 1871**	15	
***Pluteus cervinus* (Schaeff.) P. Kumm.,1871**	4	
***Schizophyllum commune* Fr. 1815**	21	
***Stereum hirsutum* (Willd.) Pers., 1800**	14	
***Stereum subtomentosum* Pouzar, 1964**	3	
***Trametes gibbosa* (Pers.) Fr.,1838**	5	
***Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd,1924**	7	
***Trametes trogii* Berk.,1850**	1	
***Trametes versicolor* (L.) Lloyd, 1920**	13	
***Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvarden, 1972**	16	
***Xylaria hypoxylon* (L.) Grev., Fl. Edin, 1824**	7	

***Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev.1824**	8

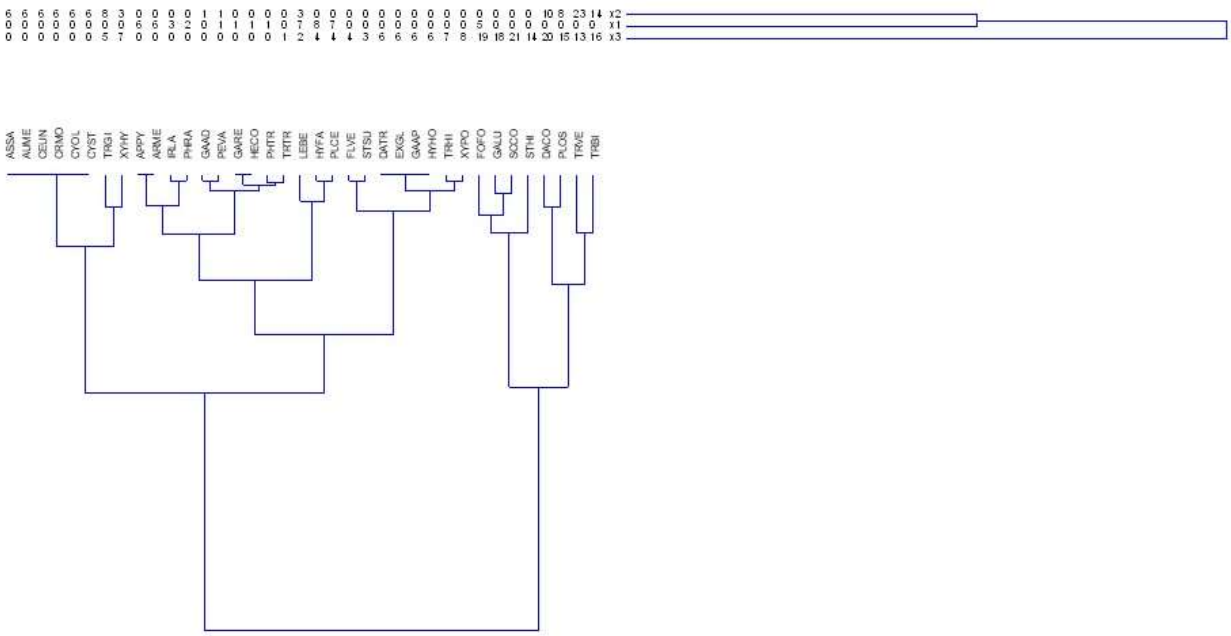
همچنین، نتایج حاصل از آنالیز Minitab نشان داد، پراکنش قارچ‌های چوب‌زی بین طبقه سوم و دوم با طبقه اول ارتفاعی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (شکل ۳).

نتیجه پژوهش اثر بوم‌شناسی گرادیان ارتفاعی در شکل ۴ تفاوت‌ها و شباهت‌های قارچ را نشان می‌دهد. تجزیه در نرم‌افزار PAST به روش وارد و با استفاده از کمترین فاصله اقلیدسی انجام شده است. نتایج مشخص کرد که تجزیه با مؤلفه‌ها تفاوت قارچ‌ها برای ارتفاعات مختلف ارتفاع از سطح دریا را نشان داد. این نتایج نشان داد، قارچ‌های *Stereum* ،*Ganoderma lucidum* ،*Fomes fomentarius* *hirsutum*، *Daldinia concentrica*، *Pleurotus ostreatus*، *Trametes versicolor*، *Trichaptum biforme* و *Schizophyllum commune* جزو گروه‌های مشابه بود که در هر سه کلاسه ارتفاعی پراکنش داشته‌اند و بیشتر از خانواده Polyporaceae و راسته Polyporales بوده‌اند.



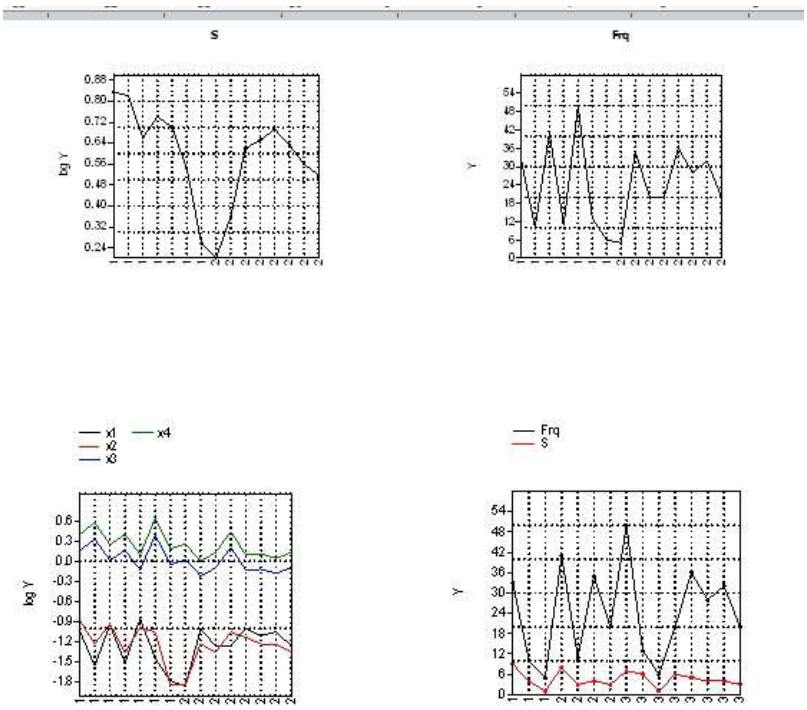
شکل ۳- تجزیه مؤلفه‌های اصلی پراکنش قارچ‌های چوب‌زی در سه گرادیان ارتفاعی

Figure 3. Analyzing the main components of wood fungi distribution in three altitude gradients



شکل ۴- تجزیه خوشه و تشخیص پراکنش قارچ‌های چوب‌زی در دو عامل گروه گونه‌های قارچ و گرادیان ارتفاعی

Figure 4. Cluster analysis and detection of the distribution of wood fungi in the two factors of mushroom species group and altitude gradient



شکل ۵- تجزیه پراکنش گونه از جنبه فراوانی (بالا سمت راست)، گونه (بالا سمت چپ)، نسبت فراوانی به گونه (پایین سمت چپ) و نسبت‌های آنها با توجه به شاخص استاندارد قارچ‌های چوب‌زی (پایین سمت راست)

Figure 5. Analysis of species distribution in terms of abundance (top right), species (top left), ratio of abundance to species (bottom left) and their ratios according to the standard index of woody fungi (bottom Right)

شکل ۵ به‌ترتیب تقسیم‌بندی دو گروه ۱ و ۲ قارچ برحسب گونه، فراوانی، نسبت فراوانی به گونه و شاخص استاندارد را نشان می‌دهد.

بحث

در بوم‌سازگان جنگل، خشک‌دارهای افتاده به‌عنوان یک خردزیستگاه شناخته می‌شوند که وجود آنها در بوم‌سازگان‌های جنگلی نقش مهمی در تنوع زیستی و فراوانی قارچ‌های چوب‌زی دارد. شیوه‌های جنگل‌شناسی مدیریت جنگل مقادیر متغیری از خشک‌دار را در جنگل حفظ می‌کند و ریزاقلیم‌های مختلف با شرایط شیمیایی و فیزیکی مختلف در زیستگاه ایجاد می‌کند. قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی جنگل در زیستگاه‌های مختلف، به مدیریت جنگل‌ها پاسخ متفاوتی می‌دهند (Kwaśna *et al.*, 2017). در ارتفاعات بالابند با حفظ جنگل‌ها، می‌توان به نگهداشت قارچ‌های پلی‌پور کمک کرد (Robledo & Renison, 2010). نتایج نشان داد، با تغییر ارتفاع، فراوانی گونه‌ها تغییر پیدا کرده است که در طبقه ارتفاعی ۵۵۰ تا ۶۵۰ متر از سطح دریا تعداد ۱۰ گونه، در طبقه ارتفاعی ۶۵۰ تا ۷۵۰ متر از سطح دریا ۱۵ گونه و در طبقه ارتفاعی ۷۵۰ تا ۸۵۰ متر از سطح دریا ۲۲ گونه پراکنش داشتند که با نتایج Aghajani و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. گونه‌های قارچ پلی‌پور با افزایش ارتفاع در منطقه هیمالیا افزایش یافت که به بستر رشدشان یعنی خشکه‌دار افتاده و میزان بیشتر آن ارتباط دارد (Heilmann-Clausen & Christensen, 2009).

Núñez (۱۹۹۶) در جنگل‌های کاستاریکا به این نتیجه رسید که ارتفاع از سطح دریا و رطوبت نقش مهمی در پراکنش قارچ‌های چوب‌زی دارد، ولی تفاوت اصلی در متفاوت بودن قارچ‌های پلی‌پور در یک طبقه ارتفاعی مشابه است. فرایند پوسیدگی قارچ‌ها بستگی به رطوبت و درجه حرارت دارد. در پژوهش Aghajani و همکاران (۲۰۱۳) با افزایش ارتفاع از سطح دریا در جنگل‌های خیرود نوشهر، میزان فراوانی قارچ روی تنه درختان افزایش می‌یابد که این نشان‌دهنده این است که با افزایش ارتفاع از سطح دریا و افزایش بارش و رطوبت، فراوانی قارچ‌های ماکروسکوپی افزایش می‌یابد و با نتایج ما همخوانی دارد. ارتفاع از سطح دریا می‌تواند از طریق تغییر شرایط ریزاقلیمی، یا با تغییر در دسترس بودن بستر، روی رویش قارچ‌های چوب‌زی تأثیر بگذارد (Küffer & Senn-Irlet, 2005; Pentillä *et al.*, 2004). نتایج آنالیز Minitab در شکل ۳ نشان داد که محور ۲ و ۳ با محور یک اختلاف فراوانی دارند و این نشان می‌دهد که محور ۲ و ۳ یعنی طبقات ارتفاعی بالاتر، شرایط مساعدتری برای حضور قارچ¬های ماکروسکوپی چوب¬زی فراهم کرده است.

Yamashita و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند، قارچ‌های طاقچه‌ای تمایل به کلونیزه و توسعه در ارتفاعات بالاتر دارند. این پدیده می‌تواند به‌دلیل افزایش رطوبت موجود در ارتفاعات بالاتر باشد که باعث افزایش بیشتر می‌شود. علاوه‌براین، رطوبت نسبی بالا، معمولاً برای شروع میوه‌دهی اندام قارچ مفید است (Stamets, 1993). بااین‌حال، در برخی موارد، رطوبت بسیار بالا می‌تواند فراوانی اندام بارده یا اسپورکارپ (مثلاً قارچ *Polyporus ciliatus*) را کاهش دهد که در تحقیق پیش‌رو این گونه یافت نشد (Plunkett, 1956). البته چندین مطالعه نشان دادند که شرایط محیطی برای پراکنش قارچ‌های طاقچه‌ای قابل توجه است (Braga-Neto *et al.*, 2008; Yamashita & Hijii 2006; Heilmann-Clausen, 2001). Persiani و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که تنوع قارچ‌ها در امتداد گرادیان‌های ارتفاعی که همبستگی مثبت سازوکارهای پوسیدگی اندازه‌گیری‌شده با تغییرات اقلیمی ازجمله فاکتور مهم ارتفاع از سطح دریا را امکان‌پذیر می‌کند، مطالعات بیشتری را می‌طلبد و در ادامه به این نتیجه رسیدند که یکی از فاکتورهای مهم، ارتفاع است که نقش مهمی در الگوی پراکنش اسپوروکارپ قارچ داشته است. درواقع، بیشتر گونه‌ها با افزایش ارتفاع، باردهی قارچ نیز افزایش پیدا می‌کرد (Diez *et al.*, 2020).

Gehring و Batalles (۲۰۲۰) در جنگل‌های اکوادر

تفاوت قارچ‌های چوب‌زی را در شش طبقه ارتفاعی مختلف بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که ارتفاع از سطح دریا طیف برخی گونه‌ها را نزدیک به هم و برخی را جدا نشان می‌داد، هرچند نیاز به بررسی‌های بیشتری را متذکر شدند. همچنین، خانواده Polyporaceae و Xylariaceae در این پژوهش بیشترین فراوانی را داشتند که با نتایج ما همخوانی دارد. در تحقیق Ghobad-Nejhad و Bernicchia (۲۰۱۹) در مورد تنوع زیستی قارچ‌های پلی‌پور ایران و ناحیه مدیترانه‌ای، از ایران ۱۳۲ گونه قارچ پلی‌پور گزارش کرده‌اند که با برخی قارچ‌های پلی‌پور این تحقیق مشابهت داشته‌اند و قارچ‌های پلی‌پور جزو مهمترین قارچ‌های ماکروبازیدیومیست در جنگل‌های هیرکانی هستند.

تجزیه با مؤلفه‌ها تفاوت قارچ‌ها برای ارتفاعات مختلف ارتفاع از سطح دریا را نشان داد که گروه‌های مشابه و متفاوت قارچ را جدا کرده است. درواقع ارتفاع بالاتر، مناسب‌ترین شرایط را برای فراوانی بیشتر قارچ‌های چوب‌زی فراهم کرده است که توانسته‌اند روی خشک‌دارها رشد کنند. بااین‌حال، قارچ‌های *Fomes fomentarius*، *Ganoderma lucidum*، *Stereum hirsutum*، *Daldinia concentrica*، *Pleurotus ostreatus*، *Trametes versicolor*، *Trichaptum biforme* و *Schizophyllum commune* جزو گروه‌های مشابه بود که در هر سه کلاسه ارتفاعی پراکنش داشته‌اند و نشان‌دهنده قارچ‌های فراوان در جنگل‌های هیرکانی هستند که در تحقیقات مختلف (Ranjbar *et al.*, 2022) گزارش شده است.

شکل‌های ۴ و ۵ نشان داد که بر اساس گرادیان ارتفاعی از سطح دریا به ترتیب تقسیم‌بندی دو گروه اول و دوم قارچ که در یک کلاد قرار گرفتند، تفاوت را برحسب گونه، فراوانی، نسبت فراوانی به گونه و شاخص استاندارد نشان می‌دهد که قارچ‌های با فراوانی زیاد مانند *Trametes versicolor*، *Daldinia concenterica*، *Trichaptum biforme*، *Fomes fomentarius* و قارچ‌هایی با فروانی کم مانند *Hericium coralloides* و *Ganoderma resinaceum* را نشان می‌دهد. بنابراین این پژوهش نشان داد، فاکتور بوم‌شناختی ارتفاع از سطح دریا می‌تواند در فراوانی قارچ‌ها اثرگذار باشد، همان‌طور که در پژوهش دیگران این موضوع تأیید شده است که ارتفاع ممکن است نقش مهمی در فراوانی اسپوروکارپ یا اندام بارده قارچ‌ها داشته باشد (Diez *et al.*, 2020; Kauserud *et al.*, 2008; Gange *et al.*, 2007).

ناحیه هیرکانی فقط ۵ درصد از کل مساحت ایران را شامل می‌شود (Ghobad-Nejhad *et al.*, 2020)، هر چند مساحت کل جنگل‌های هیرکانی ایران (۱/۹ میلیون هکتار) نسبت به کل مساحت کشور (۱۶۴/۸ میلیون هکتار) ۱/۱۵ درصد کل کشور است؛ اما در این گنجینه باارزش، قارچ‌های ماکروسکوپی اعضای حیاتی اکوسیستم‌های جنگلی هستند که ماندگاری و حفاظت از آنها را تضمین می‌کنند و این موضوع اهمیت اتخاذ راهبردهای حفاظت از زیستگاه در جنگل‌های شکننده هیرکانی ایران را برجسته می‌کند (Ghobad-Nejhad *et al.*, 2020).

سپاسگزاری

نویسندگان قدردانی خود را از زحمات و همکاری مسئولان محترم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (طرح پژوهشی مصوب با کد ۱۱-۱۴۰۲-۰۴) اعلام می‌دارند.

منابع مورداستفاده

- Abiavi, N., 2011. Study of macroscopic fungi of trunk rot in beech trees (*Fagus orientalis*) in the Fagetum association in north of Iran (case study: Kheyroud forest). M.Sc. thesis, Department of Forestry and forest economics, University of Tehran, Tehran.
- Aghajani, H., Marvie Mohadjer, M.R., Bari, E., Ohno, K.M., Shirvany, A. and 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.
- Aghajani, H., Marvie Mohadjer, M.R., Asef, M.R. and 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

Poormajidian. M., 2011. Plant diversity with respect to ecological factor of altitude in Sardabrood forests of Chalous, N. Iran. Iranian journal of biology, 24(3): 400-411 (In Persian).
– Heilmann-Clausen, J., 2001. A gradient analysis of communities of macrofungi and slime moulds on decaying beech logs. Mycological Research, 105: 575-596.
– Heilmann-Clausen, J. and Christensen, M., 2009. Forest biodiversity gradients and the human impact in Annapurna Conservation Area, Nepal. Biodivers Conserv, 18: 2205-2221.
– Jackson, J.B. and Johnson, K.G., 2001. Measuring past biodiversity. Science, 293(5539): 2401-2404.
– Junninen, K. and Komonen, A., 2011. Conservation ecology of boreal polypores: a review. Biol Conserv, 144: 11-20.
– Kauserud, H., Stige, L.C., Vik, J.O., Økland, R.H., Høiland, K. and Stenseth, N.C., 2008. Mushroom fruiting and climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(10): 3811-3814.
– Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C. and Stalpers, J.A., 2001. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 9th Edn, UK, Wallingford, CAB International, 759p.
– Körner, C., 2007. The use of 'altitude'in ecological research. Trends in ecology & evolution, 22(11): 569-574.
– Küffer, N. and Senn-Irlet, B., 2005. Influence of forest management on the species richness and composition of wood-inhabiting basidiomycetes in Swiss forests. Biodivers Conserv, 14: 2419-2435.
– Kwaśna, H., Mazur, A., Kuźmiński, R., Jaszczak, R., Turski, M., Behnke-Borowczyk, J., Adamowicz, K. and Łakomy, P., 2017. Abundance and diversity of wood-decay fungi in managed and unmanaged stands in a Scots pine forest in Western Poland. Forest Ecology and Management, 400: 438-446.
– Marvie Mohadjer, M.R., 2011. Silviculture. 3nd Edition. University of Tehran press, Tehran, 418p (In Persian).
– O'Dell, T. E., Ammirati, J. F., and Schreiner, E. G., 2000. Species richness and abundance of ectomycorrhizal basidiomycete sporocarps on a moisture gradient in the *Tsuga heterophylla* zone. Canadian Journal of Botany, 77(12): 1699-1711.
– Plunkett, B.E., 1956. The influence of factors of the aeration complex and light upon fruit-body form in pure cultures of an agaric and a polypore. Annals of Botany, 20(4): 563-586.
– Pentillä, R., Siitonen, J. and Kuusinen, M., 2004. Polypore diversity in managed and oldgrowth boreal *Picea abies* forests in southern Finland. Biol Conserv, 117: 271-283.
– Persiani, A.M., Lombardi, F., Lunghini, D., Granito, (Case study: Kheyroud forest, Noshahr). Journal of Natural Environment, Iranian Journal of Natural Resources, 66(1): 1-12.
– Alin, A., 2010. Minitab. Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics, 2(6): 723-727.
– Anonymous. 2008. Management Plan of District Darabkola. Forest, Range and Watershed Management Organiziation, Sari, 210p (In Persian).
– Bari, E., Aghajani, H., Ohno, K.M., Shahi, R., Hale, M.D. and Bahmani, M., 2019. Ecology of wood-inhabiting fungi in northern forests of Iran. Forest pathology, 49(2): e12501.
– Barnes, B.V., 1975. Phenotypic variation of trembling aspen in western North America. Forest Science, 21(3): 319-328.
– Braga-Neto, R., Luizao, RCC., Magnusson, WE., Zuquim, G. and Castilho, CV., 2008. Leaf litter fungi in a Central Amazonian forest: the influence of rainfall, soil and topography on the distribution of fruiting bodies. Biodivers Conserv, 17: 2701-2712.
– Diez, J., Kauserud, H., Andrew, C., Heegaard, E., Krisai-Greilhuber, I., Senn-Irlet, B., Høiland, K., Egil, S. and Büntgen, U., 2020. Altitudinal upwards shifts in fungal fruiting in the Alps. Proceedings of the Royal Society B, 287(1919): 20192348.
– Eriksson, J. and Ryvarden, L., 1975. The Corticiaceae of North Europe. Fungiflora, Oslo, Norway, 288p.
– Falahchay, M. and Marvie Mohadjer, M.R., 2005. Ecological role of altitude in diversity of tree species in Siahkal forest, North of Iran. Iranian journal of natural resources, 58(1): 89-100 (In Persian).
– Gange, A.C., Gange, E.G., Sparks, T.H. and Boddy, L., 2007. Rapid and recent changes in fungal fruiting patterns. Science, 316(5821): 71-71.
– Gehring, T. and Batalles, R., 2020. Wood-Inhabiting Fungi of the Eastern Ecuadorian Cloud Forest: Fungal diversity comparison along an altitudinal gradient in the Rio Zuñac reserve. DU Undergraduate Research Journal Archive, 1(2): 2.
– Gilbertson, R.L. and Ryvarden L., 1986. North American polypores. Oslo: Fungiflora, 433p.
– Ghobad-Nejhad, M. and Bernicchia, A., 2019. An outlook on the diversity of polypores shared between Iran and the Mediterranean area. Mycologia Iranica, 6(1): 33-39.
– Ghobad-Nejhad, M., Langer, E., Antonín, V., Gates, G., Noroozi, J. and Zare, R., 2020. The gilled fungi and boletes of Iran: diversity, systematics, and nrDNA data. Mycologia Iranica, 7(1): 1-43.
– Gómez-Hernández, M., Williams-Linera, G., Guevara, R. and Lodge, D.J., 2012. Patterns of macromycete community assemblage along an elevation gradient: options for fungal gradient and metacommunity analyse. Biodiversity and Conservation, 21: 2247-2268.
– Haji Mirza Aghaii, S., Jalilvand, H., Kooch, Y. and

- Ryvarden, L., 1991. Genera of Polypores. Nomenclature and Taxonomy. Synopsis Fungorum 5, Fungoflora, Oslo, Norway, 363p.
- Ryvarden, L. and Gilbertson R.L., 1993. European polypores. Oslo: Fungiflora, 363p.
- Stamets, P., 2011. Growing gourmet and medicinal mushrooms. Ten speed press. 586p.
- Tomšovský, M., Kaeochulsri, S., Kudláček, T. and Dálya, L.B., 2023. Ecological, morphological and phylogenetic survey of *Fomes fomentarius* and *F. inzengae* (Agaricomycetes, Polyporaceae) co-occurring in the same geographic area in Central Europe. Mycological Progress, 22(12): 79.
- Yamashita, S., Hang, S.M. and Hattori, T., 2009. List of polypores and other aphyllophoraceous fungi collected in the Lambir Hills National Park, Sarawak, Malaysia. Contributions from the Biological Laboratory, Kyoto University, 30(1): 1-24.
- Yamashita, S. and Hijii, N., 2006. Spatial distribution of the fruiting bodies of Agaricales in a Japanese red pine (*Pinus densiflora*) forest. Journal of forest research, 11: 181-189.
- Zhang, Y., Zhou, D. Q., Zhao, Q., Zhou, T. X. and Hyde, K. D., 2010. Diversity and ecological distribution of macrofungi in the Laojun Mountain region, southwestern China. Biodiversity and Conservation, 19: 3545-3563.

V.M., Tognetti, R., Maggi, O., Pioli, A. and Marchetti, M., 2015. Stand structure and deadwood amount influences saproxylic fungal biodiversity in Mediterranean mountain unmanaged forests. iForest-Biogeosciences and Forestry, 9(1): 115.

- Puddu, A., Luisi, N., Capretti, P. and Santini, A., 2002. Environmental factors related to damage by *Heterobasidion abietinum* in *Abies alba* forests in Southern Italy. Forest ecology and management, 180(1-3): 37-44.
- Maguran, A.E., 2004. Measuring biological diversity assessment. Victoria (AU). Blackwell, 215p.
- Núñez, M., 1996. Fructification of Polyporaceae s.l. (Basidiomycotina) along a gradient of altitude and humidity in the Guanacaste Conservation Area (Costa Rica). Journal of Tropical Ecology, 12(6): 893-898.
- Rahbek, C., 1995. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? Ecography, 18: 200-205.
- Ranjbar, Z., Mohammadi Goltapeh, E., Zamani, S.M., Pedram, M. and 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).
- Robledo, G. L. and Renison, D., 2010. Wood-decaying polypores in the mountains of central Argentina in relation to Polylepis forest structure and altitude. Fungal Ecology, 3(3): 178-184.
- Rostamian, M., Kavosi, M. and Shataee, S., 2012. Modeling topographic factors affecting bracket fungi dispersal in district I of the Shastkolateh forest of Gorgan. Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 10(2): 118-133 (In Persian).