Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Ecology of Iranian Forests, Vol. 13, Issue 2, 2025 p: 41-50

OPEN ACCESS

Research Paper

Evaluation of One-Year Wood Quality Degradation in Fallen Tree Trunks Due to Wood-Decaying Fungi Along Forest Roads

Amir Hossein Kazemi[1], Mehran Nasiri[2], Hamed Aghajani[3] and Majid Lotfalian[3]

1- M.Sc. Student, Department of Forest Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

2- Assistant Professor, Department of Forest Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

3- Assistant Professor, Department of Forest Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran, (Corresponding author: h.Aghajani@sanru.ac.ir)

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

Received: 22 January, 2025 Revised: 05 April, 2025 Accepted: 15 May, 2025

Extended Abstract

Background: In the northern forests of Iran, wind throw and uprooting of trees are frequently observed in many areas due to the occurrence of storms and strong winds. Considering the large number of broken and fallen trees in these forests — especially due to the forest resting plan — conditions have arisen that allow for assessing the degree of wood quality deterioration in these trees. Among the damaging agents, macroscopic wood-decaying fungi are particularly important. These macroscopic fungi are a group of species that, through specific biochemical mechanisms and enzymatic activities, are capable of degrading various chemical components of wood and eventually cause decay. The extent and spread of wood decay are among the key factors in grading timber. This study aims to examine the types of changes associated with wood quality loss and to answer the question of what kinds of damage, depending on tree species, occur in fallen and broken trees along forest roads over a one-year period.

Methods: This research was carried out in Series No. 1 of Watershed 72, approximately 40 km from Neka County, within the working area of the Estakhrposht forest district. To assess the apparent wood quality of tree species (cracks, splits, fungal infection, and decay), at least 30 fallen and broken trees (logs and cut pieces) of each species were selected along forest roads up to a maximum distance of 200 m on both sides. The depth and length of cracks and splits on the trunk were measured precisely using a caliper. For collecting samples of macroscopic wood-decaying fungi, each observed fruiting body was collected and identified based on morphological characteristics, such as color, shape, size, and surface ornamentation of the cap, stipe, and gills. To measure microscopic structures, 20 elements of each organ were measured using a microscope equipped with a graded eyepiece. Ultimately, fungal taxa were identified using both macroscopic and microscopic features in combination with relevant identification references. All analyses were performed using SPSS version 22, and graphical illustrations were prepared using Excel and SigmaPlot software. Prior to analysis, data normality and homogeneity were verified using the Kolmogorov–Smirnov and Levene's tests, respectively.

Results: *Auricularia mesenterica* had the highest frequency, mostly observed on *Alnus subcordata*, and *Ganoderma applanatum* showed the greatest abundance (34%) on *Acer velutinum* (Maple). All five fungal species were identified in beech (*Fagus orientalis*), alder (*Alnus subcordata*), and hornbeam (*Carpinus betulus*). Three fungal species were observed on *Acer velutinum* and only two on *Alnus subcordata*; however, the frequency of *A. mesenterica* was nearly similar among *C. betulus*, *A. subcordata*, and *A. velutinum*. The mean crack length decreased from the road toward the forest interior, and the mean crack length in *A. subcordata* was significantly higher than in *A. subcordata*, *F. orientalis*, *A. velutinum*, and *C. betulus*. The highest crack depth (25 cm) was recorded for trees located 5–20 m from the road, showing a significant difference compared to the other distances. Furthermore, the mean crack depth in *F. orientalis* and *A. velutinum* was greater than in the other species. After one year, the average visible quality loss of wood was 48% in *C. betulus*, 17% in *F. orientalis*, and 30% in *A. subcordata*. Pearson's correlation analysis showed a positive and significant relationship between crack length and depth, and a negative and significant correlation between crack depth and wood quality grade. There was also a negative and significant correlation between the abundance of wood-decaying fungi and the degree of wood quality loss. Evaluation of decay grades among the

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-12-04]

[DOI: 10.61882/ifej.2025.583]

Copyright ©2025. Kazemi et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 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.

studied species (*A. subcordata*, *F. orientalis*, *A. velutinum*, *A. subcordata*, and *C. betulus*) within 200 m of the Hezarjerib forest road in Neka indicated that decay grades 3 and 4 were predominant, with *A. velutinum* exhibiting the highest rate of decay. Moreover, decay grade 3 occurred more frequently than the other grades.

Conclusion: Many of the broken and fallen trees along forest roads are still suitable for conversion and utilization and have considerable economic value. These trees can be efficiently harvested with proper management, and the resulting profits can be allocated to protective measures, such as forest road restoration. The findings revealed that wood pieces remaining in open areas beside roads, due to exposure to rainfall and direct sunlight, experienced a more severe decline in quality than those within the forest interior. This exposure facilitates the activity of wood-decaying fungi — one of the main agents of wood degradation — and may eventually lead to complete decomposition. Given the importance of this issue, it is recommended to remove only the wood located beside roads from the forest to prevent fungal decay and quality loss.

Keywords: Crack, Ecology, Forest road, Macrofungi, *Pterocarya fraxinifolia*, Wood Quality

How to Cite This Article: Kazemi, A. H., Nasiri, M., Aghajani, H., & Lotfalian, M. (2025). Evaluation of One-Year Wood Quality Degradation in Fallen Tree Trunks Due to Wood-Decaying Fungi Along Forest Roads. *Ecol Iran For*, 13(2), 41-50. DOI: 10.61882/ifej.2025.583

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-12-04]

[DOI: 10.61882/ifej.2025.583]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

بررسی تغییرات کیفیت چوب تنه درختان شکسته افتاده بر اثر قارچ چوب‌زی عامل پوسیدگی در اطراف جاده‌های جنگلی در یک دوره یک‌ساله

امیرحسین کاظمی[۱]، مهران نصیری[۲]، حامد آقاجانی[۳] و مجید لطفعلیان[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳- استادیار، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران، (نویسنده مسوول: h.Aghajani@sanru.ac.ir)
۳- استاد، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۳ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۵
صفحه ۴۱ تا ۵۰

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: در جنگل‌های شمال ایران به‌دلیل وقوع طوفان و بادهای شدید، باد افتادگی درختان و ریشه‌کن شدن آن‌ها در مناطق زیادی مشاهده می‌شود. با توجه به حجم بالای درختان شکسته و افتاده در جنگل‌های شمال ایران به‌دلیل برنامه استراحت جنگل، شرایطی به‌وجود آمده‌اند که می‌توان میزان افت کیفیت چوب این درختان را بررسی کرد. در این میان، یکی از عوامل آسیب‌رسان قارچ‌های ماکروسکوپی عامل پوسیدگی چوب هستند. قارچ‌های ماکروسکوپی عامل پوسیدگی چوب به دسته‌ای از قارچ‌ها اطلاق می‌گردد که به‌دلیل دراختیار داشتن سازوکارهای شیمیایی و فعالیت‌های آنزیمی ویژه، قادر به تجزیه ترکیبات مختلف شیمیایی در چوب هستند و درنهایت موجب پوسیدگی می‌گردند. میزان و گسترش پوسیدگی یکی از مهم‌ترین عوامل درجه‌بندی چوب‌آلات است. این پژوهش قصد دارد به بررسی انواع تغییرات مرتبط با افت کیفیت چوب به این پرسش پاسخ دهد که چه نوع آسیب‌هایی با توجه به نوع گونه درختی در یک دوره یک‌ساله در درختان شکسته افتاده اطراف جاده‌های جنگلی یافت می‌شوند.

مواد و روش‌ها: این تحقیق در سری ۱ حوضه آبخیز ۷۲، در فاصله ۴۰ کیلومتری شهرستان نکا در محدوده کاری سرجنگلبانی استخرپشت این شهرستان اجرا شد. به‌منظور بررسی کیفیت ظاهری چوب گونه‌های درختی (ترک‌ها و شکاف‌های تنه، قارچ زدگی و پوسیدگی)، از هر گونه حداقل ۳۰ اصله درخت شکسته افتاده (گرده‌بینه و کاتین) در اطراف جاده‌های جنگلی تا حداکثر فاصله ۲۰۰ متر از دو طرف جاده انتخاب شدند و عمق و طول ترک‌ها و شکاف‌های تنه با کولیس به دقت اندازه‌گیری شدند. به‌منظور جمع‌آوری نمونه‌های قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی عامل پوسیدگی چوب، هر نمونه قارچ مشاهده‌شده برای شناسایی براساس خصوصیات مورفولوژیکی برداشت و مشخصات رنگ، شکل، اندازه و تزئینات سطحی کلاهک، پایه و تیغه‌ها ثبت شدند. به‌منظور اندازه‌گیری اندام‌های میکروسکوپی، از هر کدام از این اندام‌ها ۲۰ عدد با استفاده از میکروسکوپ دارای عدسی مدرج اندازه‌گیری شد. در نهایت، آرایه‌های مختلف قارچی با در نظر گرفتن هر دو ویژگی ماکروسکوپی و میکروسکوپی و با استفاده از منابع مختلف شناسایی شدند. کلیه آنالیزها در نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۲ و تهیه اشکال گرافیکی در نرم‌افزار Excel و Sigmaplot انجام شدند. قبل از انجام آنالیزها، نرمال و همگن بودن داده‌ها به‌ترتیب توسط آنالیز کولموگروف اسمیرنوف و لوون مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج پژوهش نشان دادند که بیش‌ترین فراوانی را قارچ *Auricularia mesenterica* داشت که بیش‌تر بر روی گونه لرگ دیده شد. قارچ *Ganoderma applanatum* بیش‌ترین فراوانی (۳۴ درصد) را بر روی گونه افراپلت ثبت کرد. در درختان راش، توسکا و ممرز هر پنج نوع قارچ مشاهده شده شناسایی شدند. برای گونه افراپلت، سه گونه قارچ و برای گونه لرگ فقط دو گونه قارچ قابل رویت بود، اما فراوانی قارچ *Auricularia mesenterica* در سه گونه ممرز، توسکا ییلاقی و افراپلت تقریبا یکسان بود. از جاده به سمت داخل جنگل، میانگین طول شکاف‌ها کم‌تر شد و میانگین طول شکاف‌ها در گونه توسکا ییلاقی به‌طور قابل توجهی بیش‌تر از گونه‌های لرگ، راش، پلت و ممرز بود. در این مطالعه، بیش‌ترین عمق شکاف‌ها برای فاصله ۵ تا ۲۰ متر به اندازه ۲۵ سانتی‌متر ثبت شد به‌طوری که تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر فاصله‌ها داشت. همچنین، میانگین عمق شکاف در چوب گونه راش و پلت بیش‌تر از گونه‌های دیگر ثبت شد. بررسی افت کیفیت ظاهری چوب نشان می‌دهد که پس از یک دوره یک ساله به‌طور میانگین چوب گونه ممرز ۴۸ درصد، چوب گونه راش ۱۷ درصد و چوب گونه توسکا ییلاقی ۳۰ درصد افت کیفیت داشتند. نتایج مرتبط با آنالیز همبستگی پیرسون، همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین طول شکاف و عمق شکاف نشان دادند. همچنین، بین عمق شکاف و درجه کیفی چوب همبستگی منفی و معنی‌داری وجود داشت و بین فراوانی قارچ‌های چوب‌زی و افت کیفی چوب نیز همبستگی منفی و معنی‌داری به دست آمد. بررسی ارزیابی درجه پوسیدگی چوب در گونه‌های جنگلی (لرگ، راش، پلت، توسکا ییلاقی و ممرز) در فاصله ۲۰۰ متر از جاده جنگلی هزارجریب نکا نشان داد که درجات پوسیدگی ۳ و ۴ در نمونه‌ها میزان قابل‌توجهی را نشان دادند و گونه پلت نسبت به سایر گونه‌های مورد مطالعه بیشتر بود. همچنین، فراوانی درجه پوسیدگی گونه‌ها نشان داد که پوسیدگی درجه ۳ نسبت به سایر پوسیدگی‌ها بیشتر بود.

نتیجه‌گیری: بسیاری از درختان شکسته و افتاده‌ای که در حاشیه جاده جنگلی قرار دارند قابل تبدیل و بهره‌برداری هستند و از نظر اقتصادی ارزش قابل توجهی دارند. با مدیریت صحیح می‌توان به‌درستی از این مقطوعات بهره برد و از سود حاصله برای اقداماتی حفاظتی نظیر بازسازی جاده‌های جنگلی استفاده نمود. بررسی‌ها نشان می‌دهند که باقی ماندن مقطوعات در فضای باز کنار جاده نسبت به داخل جنگل با توجه به بارندگی و نور مستقیم، سبب افت شدید کیفیت چوب می‌شود، از ارزش آن به‌شدت می‌کاهد و شرایط را برای عوامل پوسیدگی از جمله قارچ‌های عامل پوسیدگی چوب که از مهم‌ترین آن‌ها است، فراهم می‌کند، به‌طوری‌که ممکن است بعد از مدتی تجزیه شوند. با توجه به اهمیت این موضوع، پیشنهاد می‌شود در صورت لزوم، بهتر است فقط چوب‌های کنار جاده از عرصه خارج شوند تا در معرض پوسیدگی توسط قارچ‌های چوب‌زی عامل پوسیدگی نباشند.

واژه‌های کلیدی: بوم‌شناسی، جاده جنگلی، شکاف، قارچ ماکروسکوپی، کیفیت چوب، لرگ

مقدمه

جنگل‌های شمال ایران که به جنگل‌های هیرکانی شهرت دارند با داشتن مساحتی ۱/۹ میلیون هکتار یکی از با ارزش‌ترین جنگل‌های معتدله دنیا هستند که دارای تنوع زیستی غنی از گونه‌های درختی و درختچه‌ای است (Marvie Mohadjer, 2011) و بهره‌برداری غیراصولی چوبی می‌تواند تأثیر منفی بر تنوع زیستی و پویایی این جنگل داشته باشد. باقی ماندن چوب در جنگل باعث کاهش کیفیت آن می‌شود. چوب به‌عنوان یک پلیمر طبیعی همواره جایگاه ویژه‌ای در زندگی انسان داشته است و در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-12-04]

[DOI: 10.61882/ifej.2025.583]

(Hajihassani *et al*., 2022). استخراج چوب از جنگل به دلایل متفاوت مانند کوهستانی و صعب‌العبور بودن، محدودیت امکانات و ابزارها بسیار سخت است و طرح‌ریزی مراحل اجرای کار قطع، تبدیل، استحصال و بیرون آوردن مقطوعات تحت تأثیر عوامل مختلف وضعیت جوی، نیروی انسانی، بازار فروش و غیره قرار می‌گیرد که موجب تأخیر در زمان اجرای کار بهره‌برداری می‌شود (Richardson & Peres, 2016; Warkotsch, 1994). همچنین، در جنگل‌های شمال ایران به‌دلیل وقوع طوفان و بادهای شدید، باد افتادگی درختان و ریشه‌کن شدن آن‌ها در مناطق زیادی مشاهده می‌شود. علاوه بر آن، با توجه به گذشت چند سال از اجرای مصوبه استراحت جنگل، حجم برداشت چوب نسبت به گذشته بسیار کمتر شده و مقطوعات و درختان شکسته افتاده در محل کنده یا کنار جاده به مدت نامعلوم باقی می‌مانند (Zamani *et al.*, 2018). چنانچه تنه‌های این درختان مدتی بر روی زمین مرطوب جنگلی قرار گیرند، دچار انواع پوسیدگی ازجمله پوسیدگی تنه، پوسیدگی مغزی چوب و پوسیدگی سطح جانبی می‌شوند (Yalçın *et al*., 2019). چوب دارای معایبی از جمله، تغییرات ابعادی در هنگام قرارگیری آن در رطوبت‌های مختلف و حساسیت به تجزیه زیستی توسط میکرو ارگانیسم‌ها است و رطوبت بالای محیط نیز می‌تواند باعث فعالیت قارچ‌ها و برخی عوامل بیماری‌زا شود (Mantanis & Papadopoulos, 2010). قارچ‌ها موثرترین و فراوان‌ترین تجزیه‌کنندگان چوب هستند (Embacher *et al*., 2023). بدون وجود آن‌ها، چرخه مواد و جریان‌های انرژی محقق نمی‌شوند و کل چرخه اکوسیستم آسیب می‌بیند (Alshammari *et al*., 2021). قارچ‌های ماکروسکوپی به دسته‌ای از قارچ‌ها گفته می‌شود که اندام باردهٔ آن‌ها با چشم مسلح دیده می‌شود و بخش عمده این قارچ‌های ماکروسکوپی، به‌ویژه دسته‌ای که با تولید آنزیم باعث پوسیدگی چوب می‌شوند، در گروه بازیدیومیست‌ها قرار دارند (Aghajani *et al*., 2016). قارچ‌ها با شکست آنزیمی اجزای تشکیل دهنده چوب از آن تغذیه و یا از مواد دیگر موجود در سلول مانند نشاسته و پروتئین‌ها تغذیه می‌کنند و منجر به بروز آسیب‌های متعددی می‌گردند که به شکل‌های مختلف خود را نشان می‌دهد (Schwarze, 2007). آقاجانی و همکاران (Aghajani *et al.*, 2014a) به مطالعه فراوانی قارچ‌های ماکروسکوپی عامل پوسیدگی چوب روی درختان ممرز در جنگل خیرود نوشهر پرداختند و ۱۵ گونه از قارچ‌های ماکروسکوپی عامل پوسیدگی درختان ممرز را شناسایی کردند. Karim (۲۰۱۸) به بررسی اثر دما و رطوبت بر عملکرد قارچ‌های عامل پوسیدگی سفید صدفی (*Pleurotus ostreatus*) و رنگین‌کمان (*Trametes versicolor*) در درختان بلوط بلندمازو در جنگل‌های استان گیلان پرداخت. نتایج این تحقیق نشان دادند که توان تخریبی قارچ رنگین‌کمان بیشتر از قارچ صدفی بود.

حفظ ساختار بصری چوب یک مشکل بسیار مهم است. چوب در شرایط بیرونی، تحت تاثیر عوامل‌زیستی و غیر زیستی، به سرعت تخریب می‌شود و از آنجایی که سلولز عامل اصلی استحکام چوب است، آسیب آن ویژگی‌های فیزیکی چوب را مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌دهد (Schwarze, 2007). میزان و گسترش پوسیدگی از مهم‌ترین عوامل درجه‌بندی چوب‌آلات هستند. چوب پهن‌برگان نسبت به سوزنی‌برگان مقاومت کمتری در برابر پوسیدگی از خود نشان می‌دهد (van der Wal *et al.*, 2017). در محوطه دپوی کنار جاده و اطراف جاده‌های جنگلی به‌دلیل تابش مستقیم نور خورشید که معمولاً شدیدتر از داخل جنگل است و همچنین تهویه هوا به‌دلیل باز بودن عرصه سریع‌تر صورت می‌گیرد و رطوبت نسبی در اطراف جاده نسبت به جنگل پایین‌تر است، بنا بر این، از دست دادن رطوبت و کاهش چگالی در چوب به سرعت اتفاق می‌افتد که این خشک و تر شدن‌های پی در پی موجب هم‌کشیدگی و واکشیدگی می‌شوند و چوب را مستعد تغییر شکل، گسیختگی، شکاف طولی و عرضی و همچنین تاب برداشتن می‌کنند (Yalçın *et al.*, 2019). Zamani (2018) تاثیر مدت زمان نگهداری چوب کاتین ممرز در جنگل بر خواص فیزیکی و مکانیکی آن در منطقه مورد مطالعه جنگل شصت‌کلاته گرگان مورد بررسی قرار دادند. با توجه به نتایج، با افزایش زمان، بیشترین و کمترین تغییر در خواص فیزیکی به‌ترتیب مربوط به درصد جذب آب و دانسیته بحرانی بود. مقطع عرضی گرده‌بینه‌ها در محل برش، آسیب‌پذیرترین منطقه گرده‌بینه‌ها بود و با تبخیر و خشک شدن سریع، موجب ترک خوردن و ایجاد شکاف‌های شعاعی و حلقوی شد (Zamani *et al*., 2018). این تغییرات بر ارزش آن تاثیر منفی می‌گذارند، باعث مشکلات فنی در پردازش آن می‌شوند و در نتیجه امکان کاربرد آن را محدود می‌کنند (Bekhta *et al*., 2022).

به‌کمک بررسی‌های میدانی در جنگل با در نظر گرفتن رنگ و صدای برآمده در اثر ضربه به چوب می‌توان به میزان و گسترش پوسیدگی در تنه‌ها و بینه‌ها پی برد (Sandoval-Torres *et al*., 2010). اهمیت پوسیدگی در درجه‌بندی چوب‌آلات به حدی است که چنانچه چوبی کاملاً معیوب باشد، می‌تواند به‌عنوان چوب درجه چهار و هیزمی درجه‌بندی گردد، ولی چنانچه پوسیده باشد به‌عنوان چوب درجه چهار هم درجه‌بندی نمی‌شود و کاملا بی‌ارزش خواهد بود. بنا بر این، مدیریت این چوب‌ها که یک منبع اقتصادی قابل توجهی هستند، ضروری است (Malinowski *et al.*, 2023). تحقیقات در مورد افت کیفیت ظاهری چوب درختان جنگل‌های شمال ایران، از جمله گونه‌های راش، ممرز، لرگ، توسکا و پلت، به ندرت انجام شده‌اند. با توجه به حجم بالای درختان شکسته و افتاده در عرصه جنگل‌های شمال ایران و ماندن طولانی‌مدت این چوب‌ها در جنگل، شرایطی به‌وجود آمده‌اند که می‌توان میزان افت کیفیت این چوب ها را در دوره یک‌ساله بررسی کرد. لذا، این پژوهش قصد دارد تا با بررسی انواع تغییرات مرتبط با افت کیفیت چوب در گونه‌های مختلف درختی به این پرسش پاسخ دهد که چه نوع آسیب‌هایی با توجه به نوع گونه درختی در یک دوره یک‌ساله در درختان شکسته افتاده اطراف جاده‌های جنگلی یافت می‌شوند.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-12-04]

[DOI: 10.61882/ifej.2025.583]

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در سری ۱ بخش ۸ حوضه آبخیز ۷۲، در فاصله ۴۰ کیلومتری شهرستان نکا در محدوده کاری سرجنگلبانی استخرپشت این شهرستان انجام گرفت که در موقعیت جغرافیایی بین عرض جغرافیایی ′۲۵ °۳۶ تا ′۳۰ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ′۳۰ °۵۳ تا ′۴۵ °۵۳ شرقی واقع شده است. این سری در محدوده ارتفاعی ۶۰۰ تا ۱۶۵۰ متر از سطح دریا قرار دارد و دارای اختلاف ارتفاع حداکثر ۱۰۵۰ است. متوسط باران سالیانه حدود ۸۷۸/۴ میلی‌متر، حداکثر دمای مطلق در خرداد ماه ۴۰ درجه سانتی‌گراد و حداقل دمای مطلق در بهمن ماه به ۱۰- درجه سانتی‌گراد می‌رسد. از نظر کلی، جنگل‌های منطقه با توجه به برخورداری از شرایط مناسب رطوبتی و اقلیم و کلیمای مساعد و رویشگاه حاصل‌خیز، عموماً از کمیت و کیفیت مطلوبی برخوردار هستند و تیپ‌های سری را عموماً راش و راش- ممرز تشکیل می‌دهند. باتوجه به مصوبه دولت مبنی بر طرح تنفس جنگل‌ها، در سری فوق بهره‌برداری صورت نمی‌گیرد. بیشتر جاده‌های این سری از نوع درجه ۲ هستند و مجموع جاده‌های احداث شده ۲۱ کیلومتر است. در طول این جاده به دلیل عدم بهره‌برداری جنگل درختان شکسته و افتاده زیادی در اطراف جاده مشاهده شدند که سالیانه در تعداد زیادی از این چوب‌ها به‌دلیل عدم استفاده پوسیدگی رخ می‌دهد و از بین می‌روند.

برای بررسی وضعیت گونه‌های درختی از نظر درجه پوسیدگی، قطر برابر سینه، ترک‌ها و شکاف‌های تنه از هر گونه تعداد حداقل ۳۰ اصله درخت شکسته افتاده (گرده‌بینه و کاتین) در اطراف جاده‌های جنگلی تا حداکثر فاصله ۲۵۰ متر از دو طرف جاده انتخاب و موارد مذکور بر روی آن بررسی شدند. همچنین، به‌منظور جمع‌آوری نمونه‌های قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی عامل پوسیدگی چوب، هر نمونه قارچ مشاهده‌شده برای شناسایی بر اساس خصوصیات مورفولوژیکی برداشت و مشخصات رنگ، شکل، اندازه و تزئینات سطحی کلاهک، پایه، تیغه‌ها ثبت شدند. عکاسی از تمامی نمونه‌ها از زوایای مختلف با دوربین دیجیتال انجام شد. کلیه نمونه‌های جمع‌آوری شده به‌منظور بررسی ماکروسکوپی به آزمایشگاه منتقل شد. در نهایت، تشخیص آرایه‌های مختلف قارچی با در نظر گرفتن هر دو ویژگی ماکروسکوپی و میکروسکوپی و با استفاده از منابع مختلف انجام شد. در این مطالعه، طبقه‌بندی درجه پوسیدگی بر اساس فراوانی قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی به این صورت انجام گردید: پوسیدگی درجه ۱: پوست و چوب درخت قابل تشخیص و رنگ به‌نسبت طبیعی است و گاهی اوقات جوانه‌ی رشد یک سال اخیر دیده می‌شود و شروع فعالیت قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی است. پوسیدگی درجه ۲: پوسیدگی درون‌چوب قابل تشخیص است و در بعضی موارد پوست درخت دیده می‌شود و فراوانی و فعالیت قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی بسرعت افزایش می‌یابد. پوسیدگی درجه ۳: پوست درخت و درون چوب به طور کامل توسط قارچ ماکروسکوپی چوب‌زی تجزیه شده است و چوب حالت نرمی به‌خود می‌گیرد. پوسیدگی درجه ۴: درون چوب و پوست کاملا توسط قارچ ماکروسکوپی تجزیه شده است؛ در برخی موارد، درخت با عمل تجزیه قارچ‌های چوب‌زی کاملا به هوموس تبدیل می‌شود (تبدیل مواد آلی به مواد معدنی)، زادآوری اغلب مستقر شده است و به آسانی با ضربه به حالت پودری درمی‌آید (Aghajani *et al.*, 2014b).

تحلیل آماری

به‌منظور مقایسه آماری طول ترک‌ها و عمق شکاف‌ها بین گونه‌های مختلف از آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون دانکن استفاده شد. از همبستگی پیرسون به‌منظور بررسی رابطه بین افت کیفیت چوب درختان شکسته و افتاده با سایر عوامل مورد بررسی استفاده گردید. لازم به ذکر است که کلیه آنالیزها در نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۲ و تهیه اشکال گرافیکی در نرم‌افزار Excel و Sigmaplot انجام شدند. قبل از انجام آنالیزها، نرمال و همگن بودن داده‌ها به‌ترتیب توسط آنالیز کولموگروف- اسمیرنوف و لوون مورد بررسی قرار گرفتند.

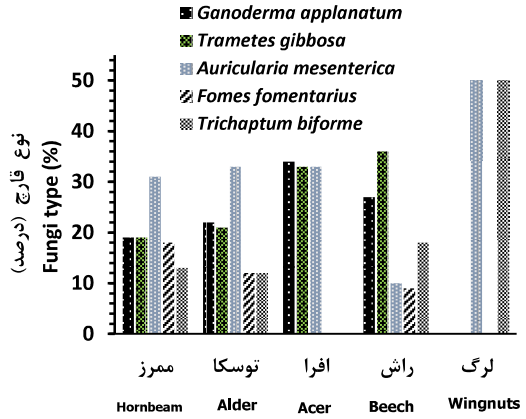
شکل ۱- بررسی افت کیفیت چوب درختان شکسته و افتاده در اطراف جاده جنگلی
Figure 1. Investigation of the quality of fallen wood along forest roads

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-12-04]

[DOI: 10.61882/ifej.2025.583]

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی حضور قارچ‌های ماکروسکوپی چوب‌زی بر روی تنه درختان شکسته و افتاده در اطراف جاده جنگلی هزارجریب نکا نشان دادند که قارچ‌های *Ganoderma applanatum*، *Trametes gibbosa*، *Auricularia mesenterica*، *Fomes fomentarius* و *Trichaptum biforme* در درختان شکسته و افتاده از محل شانه تا فاصله ۲۵۰ متر از طرفین جاده حضور داشتند. هر پنج نوع قارچ در درختان راش، توسکا و ممرز مشاهده شدند. برای گونه پلت، سه نوع قارچ و برای گونه لرگ فقط دو نوع قارچ قابل رویت بودند که بیش‌ترین فراوانی را قارچ *Auricularia mesenterica* داشت. این نوع قارچ بر روی گونه لرگ بیشتر دیده شد. قارچ *Ganoderma applanatum* بیشترین فراوانی (۳۴ درصد) را بر روی گونه پلت ثبت کرد. اما فراوانی قارچ *Auricularia mesenterica* در سه گونه ممرز، توسکا ییلاقی و پلت تقریبا یکسان بود.



شکل ۲- فراوانی انواع قارچ‌های رویت‌شده بر روی تنهٔ افتادهٔ درختان در اطراف جاده‌های جنگلی
Figure 2. Abundance of fungi types observed on fallen tree trunks along forest roads

نتایج تحقیق زمانی و همکاران (۱۳۹۷) در جنگل شصت‌کلاته گرگان حضور دو گونه از قارچ‌های *Trichaptum biforme* و *Ganoderma applanatum* در گونه ممرز را تائید کرد که دو گونه شناسایی شده در تحقیق حاضر نیز یافت شدند. علت تعداد و فراوانی بیشتر برخی گونه‌ها در تحقیق حاضر به‌دلیل متفاوت بودن رویشگاه و میزبان‌ها بود. در پژوهش‌های مختلف قارچ‌های ساپروفیت پرتکرار، قارچ‌های *Ganoderma applanatum*، *Trametes gibbosa* و *Trichaptum biforme* هستند که به وفور در جنگل‌های شمال حضور دارند و باعث پوسیدگی چوب می‌شوند که نتایج این تحقیق را تائید می‌کنند (Karim *et al.*, 2018; Bari *et al.*, 2019a; Aghajani *et al.*, 2023).

در بررسی یکی از محققان (Rostamian *et al.*, 2013)، بیش‌ترین حضور قارچ‌های ساپروفیت در گونه‌های راش و ممرز گزارش شد که در تحقیق حاضر در گونه لرگ نسبت به سایر گونه‌های بررسی شده بیشتر بود و قارچ‌های *Auricularia mesenterica* و *Trichaptum biforme* بیشترین فراوانی را داشتند که از این منظر نتایج دو تحقیق باهم مغایرت دارند. علت تفاوت در نتایج حاصل را می‌توان به تفاوت در منطقه مورد مطالعه، بررسی تعداد گونه‌های میزبان بیشتر در تحقیق انجام شده و وسعت بیشتر آماربرداری نسبت داد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-12-04]

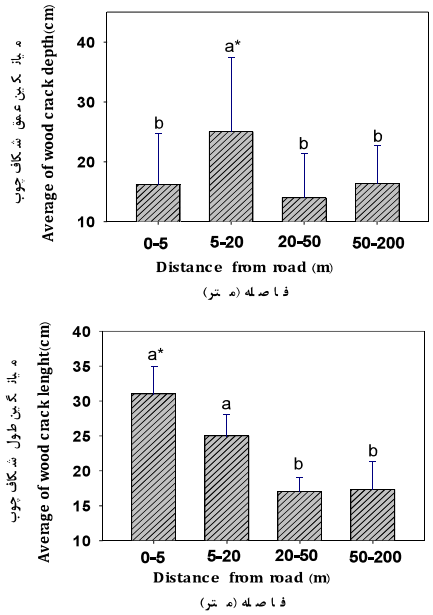
[DOI: 10.61882/ifej.2025.583]

شکل ۳- تصاویر قارچ‌های ماکروسکوپی مشاهده شده بر روی تنه درختان در اطراف جاده‌های جنگلی
Figure 3. Images of macro fungi observed on tree trunks around forest roads

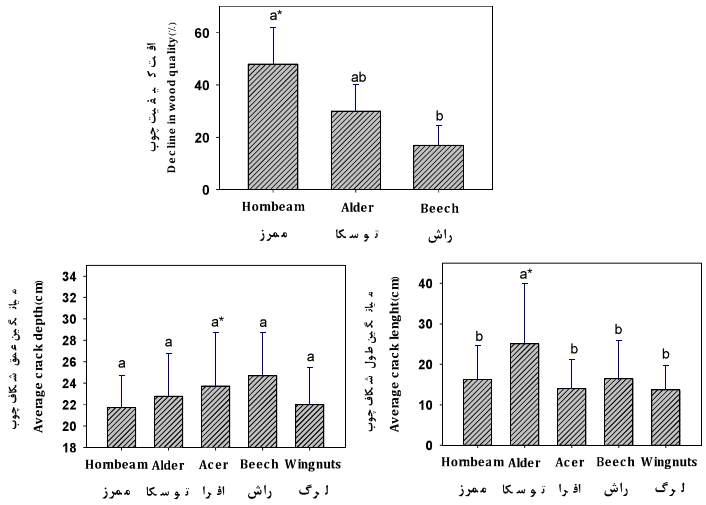
تحقیقاتی حضور قارچ های ماکروسکوپی چوب‌زی *Fomes*، *Trametes* و *Trichaptum* را گزارش دادند (Müller *et al.*, 2007; Yamashita *et al.*, 2010; Abyavi *et al.*, 2017; Aghajani *et al.*, 2018) که با مشاهدات ما نیز همخوانی دارند و در راش‌های منطقه مورد مطالعه ما نیز این گونه‌ها حضور داشتند، اما از نظر فراوانی با نتایج حاصل از بررسی ما مطابقت ندارند. از دلایل تفاوت در فراوانی قارچ ها و انتخاب نوع میزبان در اطراف جاده‌های جنگلی، شرایط دریافت نور مختلف به‌دلیل باز بودن تاج‌پوشش و یا رطوبت مربوط به جوی کناری هستند. شرایط متفاوت اطراف جاده نسبت به شرایط داخل جنگل احتمالاً از دلایل مهم این تفاوت هستند. با انجام بررسی میانگین طول شکاف چوب با توجه به فاصله از جاده جنگلی هزار جریب نکا مشخص شد که میانگین طول شکاف در درختان شکسته و افتاده مورد مطالعه در فواصل ۰ تا ۵ متر و همچنین ۵ تا ۲۰ متر از فواصل ۲۰ تا ۵۰ و۵۰ تا ۲۰۰ متر بیش‌تر بود. با حرکت از جاده به سمت داخل جنگل، طول شکاف‌ها کم‌تر می‌شود. دریافت نور زیاد و گرمای شدید در فصل تابستان و همچنین سرد شدن هوا در طول شب سبب تغییر و نوسان زیاد دما در اطراف جاده می‌شوند (Brischke & Rapp, 2008). این نوسان به‌دلیل حضور تاج‌پوشش ممکن است در داخل توده جنگلی کم‌تر باشد. لذا ایجاد ترک‌ها و شکاف‌های طولی و عرضی، حلقوی و ستاره‌ای می‌تواند از پیامدهای این نوسانات باشد. در اطراف جاده‌های جنگلی، ترکیبی از رطوبت بالا، تماس با خاک، حشرات و قارچ‌های چوب‌خوار و تغییرات دمایی و عدم تهویه سبب می‌شود تا چوب سریع‌تر بپوسد (Yalçın *et al.*, 2019). نتایج حاصل از بررسی میانگین طول شکاف در چوب گونه‌های (لرگ، راش، پلت، توسکا و ممرز) در منطقه مورد مطالعه نشان دادند که میانگین طول شکاف‌ها در گونه توسکا به‌طور قابل‌توجهی بیش‌تر از گونه‌های لرگ، راش، پلت و ممرز بود (شکل ۵). توقف بیش از حد چوب‌ها در جنگل به‌دلیل انجام مراحل اداری و محدودیت‌های حمل و نقل موجب افت کیفی آن‌ها می‌گردد. بعضی گونه‌ها مانند بلوط مقاوم هستند و بعضی گونه‌ها مانند پلت و توسکا حساسیت زیادی به عوامل مخرب محیطی و بیولوژیک دارند. نتایج این مطالعه نیز نشان می‌دهند که مقطوعات این گونه حساس به عوامل محیطی هستند و مقاومت کمی دارند به‌طوری‌که طول ترک در این گونه بیش از سایر گونه‌ها ثبت شد (شکل ۵). عمق شکاف می‌تواند بیش‌تر نتیجه رطوبت و ماندگاری آب در لایه‌های چوب، پوسیدگی و فعالیت میکروارگانیسم‌ها و قارچ‌ها و در نهایت فعالیت حشرات باشد (Sjökvist *et al.*, 2019). در این مطالعه، بیش‌ترین عمق شکاف‌ها برای فاصله ۵ تا ۲۰ متر به اندازه ۲۵ سانتی‌متر ثبت شد، به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر فاصله‌ها داشت (شکل ۳). همان‌طور که قبلاً در روش کار توضیح داده شد، این مقطع به‌دلیل مجاورت با جاده بیش از سایر فواصل تحت تاثیر افراد و گردشگران بومی قرار دارد. دور ریختن زباله‌ها و پسماندها سبب ازدیاد موجودات زنده از جمله حشرات می‌شود. برخی از این حشرات چوب‌زی از درزها و شکاف‌های چوب برای لانه‌سازی استفاده می‌کنند و با توسعه ترک‌ها و شکاف‌ها باعث افزایش عمق آن می‌شوند. نتایج به‌دست آمده از بررسی میانگین عمق شکاف در چوب گونه‌های مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که نسبت عمق شکاف‌ها در چوب گونه راش و پلت بیش‌تر از گونه‌های دیگر بود که در تحقیقات دیگر نیز به حساسیت گونه راش به این نوع کاهش کیفیت اشاره شد (Schwarze, 2007).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-12-04]

[DOI: 10.61882/ifej.2025.583]



شکل ۴- میزان عمق و طول شکاف چوب درختان شکسته افتاده اطراف مسیر در ارتباط با فاصله درختان از جاده
Figure 4. Depth and length of cracks in fallen tree trunks in relation to the distance of the trees from the road



شکل ۵- میزان افت کیفی چوب، عمق زخم درختان و طول شکاف تنه درخت با توجه به نوع گونه درختی
Figure 5. Wood quality decay rate, wood crack depth, and wood crack length by tree species

بررسی افت کیفیت ظاهری چوب نشان می‌دهد که پس از یک دوره یک‌ساله به‌طور میانگین چوب گونه ممرز ۴۸ درصد، چوب گونه راش ۱۷ درصد و چوب گونه توسکا ۳۰ درصد افت کیفیت داشتند (شکل ۵). گونه ممرز چوب سخت و متراکمی دارد. پس از جذب رطوبت توسط این چوب به دلیل تراکم بالای چوب دیرتر خشک می‌شود و این موضوع زمینه رشد قارچ‌ها و پوسیدگی را فراهم می‌کند (Bari *et al.*, 2019b). در صورتی‌که چوب ممرز بر اثر شکستگی یا بادافتادگی در تماس مستقیم خاک قرار گیرد بسیار سریع پوسیده می‌شود.

با توجه به جدول ۱، بین طول شکاف و عمق شکاف همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد، و بین عمق شکاف و درجه کیفی چوب همبستگی منفی و معنی‌داری موجود است. به‌طوری‌که بر اساس آنالیز پیرسون، با افزایش عمق شکاف درجه کیفی چوب کاهش می‌یابد. نتایج نشان دادند که بین

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-12-04]
[DOI: 10.61882/ifej.2025.583]

فراوانی قارچ‌ها و افت کیفی چوب نیز همبستگی منفی و معنی داری وجود دارد. بنا بر این، نتایج نشان می‌دهند که حضور قارچ‌ها تأثیر زیادی بر افت کیفی چوب دارد. بر اساس تحلیل پیرسون، روابطی نیز یافت شدند که معنی‌دار نیستند، ولی تا حدودی همبستگی این موارد به هم را نشان می‌دهند. قارچ‌های پوسیدگی سفید باعث تجزیه لیگنین، قهوه‌ای سبب تجزیه سلولز و قارچ نرم عامل تخریب ساختار چوب می‌شوند.

جدول ۱- همبستگی پیرسون بین عوامل موثر بر پوسیدگی چوب و افت کیفیت چوب
Table 1. Pearson's correlation between factors affecting wood decay and wood quality decline

فاصله از جاده Distance from road	فراوانی قارچ ها Abundance 0f fungi	قطر گرده بینه Diameter of timber	نوع گونه Species type	افت کیفی Decline of quality	عمق شکاف Crack depth	طول شکاف Crack length	همبستگی پیرسون Pearson's correlation
R	R	R	R	R	R	R	
−0.10	0.49	0.18	0.48	−0.51	0.67*	*	طول شکاف Crack length
0.49	0.41	−0.02	0.11	−0.73*	*		عمق شکاف Crack depth
-0/55	−0.76*	−0.22	0.26	*			افت کیفی چوب Decline of quality
-0.04	0.29	−0.08	*				نوع گونه Species type
−0.07	0.43	*					قطر گرده بینه Diameter of timber
0.28	*						فراوانی قارچ ها Abundance 0f fungi
*							فاصله از جاده Distance from road

قارچ‌ها با ترشح سلولاز و لاکاز باعث شکستن ساختار چوب می‌شوند. با تخریب ساختار چوب، نفوذپذیری به درون چوب افزایش می‌یابد و باعث نفوذ بیش‌تر رطوبت و اکسیژن بیشتر می‌شود. همچنین، وقتی که یک قارچ روی چوب رشد می‌کند رقابت بیولوژیکی رخ می‌دهد و حمله میکروارگانیسم‌های دیگر نیز به چوب راحت‌تر خواهد شد. بنا بر این، دلیل همبستگی منفی و معنی‌دار بین فراوانی قارچ و افت کیفی چوب کاملا منطقی است. بررسی ارزیابی درجه پوسیدگی چوب در گونه‌های جنگلی (لَرگ، راش، پلت، توسکا و ممرز) در فاصله ۲۵۰متر از جاده جنگلی هزارجریب نکا نشان داد که درجات پوسیدگی نوع ۳ و ۴ در نمونه‌ها میزان قابل توجهی را نشان دادند و گونه پلت نسبت به سایر گونه‌های مورد مطالعه بیشتر بود. همچنین، فراوانی درجه پوسیدگی گونه‌ها نشان می‌دهد که پوسیدگی درجه ۳ نسبت به سایر پوسیدگی‌ها بیشتر است. در تحقیق آقاجانی و همکاران (Aghajani *et al.*, 2014a) که در جنگل خیرود نوشهر انجام شد، به این نتیجه رسیدند که تنوع زیستی قارچ‌های چوب‌زی در مراحل پایانی تجزیه بیشتر از مراحل اولیه تجزیه بود و بیشتر قارچ‌ها در درجه پوسیدگی ۳ حضور داشتند که مشابه با تحقیق حاضر است که نشان می‌دهد پوست درخت و درون چوب به‌طور کامل توسط قارچ ماکروسکوپی چوب‌زی تجزیه شد، قارچ‌ها تأثیر خود را بر روی تنه درختان گذاشتند و موجب تخریب و کاهش درجه کیفی آن‌ها شدند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این بررسی نشان می‌دهند که برخی از درختان شکسته و افتاده‌ای که در حاشیه جاده جنگلی قرار دارند قابل تبدیل و بهره‌برداری هستند و از نظر اقتصادی ارزش قابل توجهی دارند. با مدیریت صحیح می‌توان به‌درستی از این مقطوعات بهره برد و از سود حاصله برای اقداماتی حفاظتی نظیر بازسازی جاده‌های جنگلی و غیره استفاده نمود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که باقی ماندن مقطوعات در فضای باز کنار جاده موجب اُفت شدید کیفیت چوب می‌شود و از ارزش آن به‌شدت می‌کاهد، به‌طوری‌که ممکن است بعد از مدتی کاملا بی‌مصرف شود. با توجه به اهمیت این موضوع و همچنین نیاز مبرم کشور به چوب، لازم است برای خارج کردن هرچه سریع‌تر درختان شکسته و افتاده از اطراف جاده چاره‌ای اندیشید. هیچ تردیدی باقی نمی‌ماند در این که به چوب‌ها بعد از مدت کوتاهی آسیب زیادی وارد می‌شود اما برای تحقیقات بیش‌تر پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده به تأثیر فاکتورهای فیزیوگرافیکی مانند شیب دامنه و ارتفاع از سطح دریا بر روی پراکنش قارچ‌های ساپروفیت گونه‌های جنگلی شکسته افتاده در داخل جنگل پرداخته شود.

به‌دلیل محدودیت زمانی مطالعه، در این تحقیق در مدت‌زمان یک‌ساله و در سه دوره، خصوصیات و تغییرات ظاهری ایجاد شده در چوب‌ها ثبت و مورد بررسی قرار گرفتند. پیشنهاد می‌شود که در صورت امکان در مدت زمانی طولانی‌تر گونه‌های درختی دیگری نیز مورد مطالعه قرار گیرند. به بخش اجرا پیشنهاد می‌شود که در صورت نیاز کشور می‌توان فقط چوب کنار جاده را از عرصه خارج کرد تا در معرض پوسیدگی توسط قارچ‌های چوب‌زی عامل پوسیدگی نباشند.

References

Aghajani, H., Marvi Mohadjer, M., Asef, M., & Shirvany, A. (2014a). The relationship between wood-decay fungi abundance and some morphological features of Hornbeam (Case study: Kheyroud forest, Noshahr). *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, *12*(1), 55-65.

Aghajani, H., Marvie Mohadjer, M. R., Jahani, A., Asef, M. R., Shirvany, A., & Azarian, M. (2014b). 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.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-12-04]

[DOI: 10.61882/ifej.2025.583]

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.

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.

Aghajani, H., Tajick Ghanbari, M. A., & Jalilvand, H. (2023). Biodiversity of Deadwood Beech Macrofungi in the Darabkola Educational Research Forest of Sari. *Ecology of Iranian Forest*, *11*(22), 132-141. [In Persian]

Alshammari, N., Ameen, F., AlKahtani, M. D., & Stephenson, S. (2021). Characterizing the assemblage of wood-decay fungi in the forests of northwest Arkansas. *Journal of Fungi*, *7*(4), 309.

Bari, E., Aghajani, H., Ohno, K. M., Shahi, R., Hale, M. D., & Bahmani, M. (2019a). Ecology of wood-inhabiting fungi in northern forests of Iran. *Forest Pathology*, *49*(2), e12501.

Bari, E., Daryaei, M. G., Karim, M., Bahmani, M., Schmidt, O., Woodward, S., Ghanbary, M. A. T., & Sistani, A. (2019b). Decay of *Carpinus betulus* wood by T*rametes versicolor*-An anatomical and chemical study. *International Biodeterioration & Biodegradation*, *137*, 68-77.

Bekhta, P., Kozak, R., Gryc, V., Sebera, V., & Tippner, J. (2022). Effects of wood particles from deadwood on the properties and formaldehyde emission of particleboards. *Polymers*, *14*(17), 3535.

Brischke, C., & Rapp, A. O. (2008). Influence of wood moisture content and wood temperature on fungal decay in the field: observations in different micro-climates. *Wood Science and Technology*, *42*(8), 663-677.

Embacher, J., Zeilinger, S., Kirchmair, M., Rodriguez-r, L. M., & Neuhauser, S. (2023). Wood decay fungi and their bacterial interaction partners in the built environment–A systematic review on fungal bacteria interactions in dead wood and timber. *Fungal Biology Reviews*, *45*, 100305.

Hajihassani, R., Masoomeh, S., Ghahri, S., & Salehi, K. (2022). Evaluation of engineering characteristics of decayed thermo-wood by brown rot fungus. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, *37*(4), 306-317.

Karim, M., Ghodskhah Daryaei, M., Torkaman, J., Oladi, R., & Tajick Ghanbary, M. A. (2018). Effect of environmental changes (temprature and moisture) on destructive behaviour of the white rot fungus T*rametes versicolor* on chestnut-leaved oak. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*, *9*(1), 75-85.

Malinowski, Z., Kawalerczyk, J., Walkiewicz, J., Dziurka, D., & Mirski, R. (2023). The Effect of the Tree Dieback Process on the Mechanical Properties of Pine (*Pinus sylvestris* L.) Wood. *Forests*, *14*(2), 274.

Mantanis, G. I., & Papadopoulos, A. N. (2010). The sorption of water vapour of wood treated with a nanotechnology compound. *Wood Science and Technology*, *44*(3), 515-522.

Müller, J., Engel, H., & Blaschke, M. (2007). Assemblages of wood-inhabiting fungi related to silvicultural management intensity in beech forests in southern Germany. *European Journal of Forest Research*, *126*(4), 513-527.

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

Richardson, V. A., & Peres, C. A. (2016). Temporal decay in timber species composition and value in Amazonian logging concessions. *PloS One*, *11*(7), e0159035.

Rostamian, M., kavosi, M. R., Shataeei, S., & Malekshah, A. (2013). Identification of Bracket Fungi and Characteristics of Their Host Trees in District I of The Shastkolateh Forest of Gorgan. *Ecology of Iranian Forest*, *1*(2), 27-40. [In Persian]

Sandoval-Torres, S., Jomaa, W., Marc, F., & Puiggali, J. R. (2010). Causes of color changes in wood during drying. *Forestry Studies in China*, *12*, 167-175.

Schwarze, F. W. (2007). Wood decay under the microscope. *Fungal Biology Reviews*, *21*(4), 133-170.

Sjökvist, T., Niklewski, J., & Blom, Å. (2019). Effect of wood density and cracks on the moisture content of coated Norway spruce (*Picea abies* L.) Karst). *Wood and Fiber Science*, *51*(2), 160-172.

Van der Wal, A., Klein Gunnewiek, P., & De Boer, W. (2017). Soil-wood interactions: Influence of decaying coniferous and broadleaf logs on composition of soil fungal communities. *Fungal Ecology*, *30*, 132-134.

Warkotsch, W. (1994). The impact of harvesting operations on timber quality: causes and remedies. *South African Forestry Journal*, *169*(1), 33-48.

Yalçın, M., Doğan, H. H., & Akçay, Ç. (2019). Identification of wood-decay fungi and assessment of damage in log depots of Western Black Sea Region (Turkey). *Forest Pathology*, *49*(2), e12499.

Yamashita, S., Hattori, T., & Abe, H. (2010). Host preference and species richness of wood-inhabiting aphyllophoraceous fungi in a cool temperate area of Japan. *Mycologia*, *102*(1), 11-19.

Zamani, K. H., Kavosi, M. R., Khazaeian, A., & Mohammadi, J. (2018). study on the physical and mechanical changes of beech wood due to storage in the forest and activity of the fungus. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, *25*(4), 35-50.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-12-04]

[DOI: 10.61882/ifej.2025.583]