Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Wood and Forest Science and Technology

Print ISSN: 2322-2077
Online ISSN: 2322-2786

Meta-analysis of snag volume variable in Hyrcanian forests

Kiomars Sefidi[1], Mohammad Esmaeilpour[*2]

1. Associate Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, I.R. Iran. E-mail: kiomarssefidi@gmail.com
2. Corresponding Author, Assistant Prof., Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Ahar, I.R. Iran. E-mail: m.esmaeilpour@tabrizu.ac.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 06.03.2022
Revised: 06.21.2022
Accepted: 06.21.2022

Keywords:
Close-to-nature silviculture,
Decay,
Forest structure,
Old growth forest,
Oriental beech

ABSTRACT

Background and Objectives: In close-to-nature silviculture, snag and/or dead trees have great importance because of their essential role in the conservation of biodiversity in forest ecosystems. In this regard, estimating the volume of snag trees in old-growth forests can be a guide for its maintenance in managed forests. One of the most important questions in recent years is how much snag trees can be recommended for retention in the managed natural forests. Related resources show different results for this variable. Therefore, in a meta-analysis, studies in Hyrcanian forests were collected and analyzed. This is the first meta-analysis study of an important structural factor in close-to-nature silviculture, namely the snag volume in the Hyrcanian forests.

Materials and Methods: This study includes design and search strategy, articles collection and data extraction, inclusion and exclusion criteria, and finally statistical analysis of extracted data. Snag and/or dead tree related literature was searched in national and international database, including SID, Science Direct, Web of Science, Scopus, Google Scholar and IranDoc until May 2022. In this study, after a detailed literature review, finally, the data (i.e., mean, standard deviation and sample size) of 16 original studies related to the snag tree volumes in Hyrcanian forests were used, which has 163 samples with a total area of 92.44 hectares. After data extraction, Cochran's Q test and I^2 index were used to assess the heterogeneity of the studies and choose the appropriate model for analysis. To find the source of heterogeneity, a subgroup analysis was performed based on geographical areas (province) and tree composition. In this study, Egger's and Beggs' tests were employed to investigate the publication bias. Data analysis was performed with Comprehensive meta-analysis ver. 3.7.

Results: The average snag volume was estimated at 35.293 m^3/h (95% confidence interval: 24.769 - 45.817) for Hyrcanian forests according to the significance of the Cochrane Q test (P=0.0001) and I^2 index (99.735) based on the random effects model. Subgroup analysis showed that the highest snag volume was estimated based on a random model in the Golestan province forests at 50.520 m^3/h (95% confidence interval: 45.669 - 55.372). In this study, the publication bias test was not significant (*p*-value for Egger's and Beggs' tests were 0.28 and 0.24, respectively).

Conclusion: The average volume of snag trees in the Hyrcanian forests was estimated to be "average". Thus, the maintenance of at least 35 m^3/h of snag tree in Hyrcanian-managed forests can be a guarantee for the preservation of the biological functions of these trees.

Cite this article: Sefidi, Kiomars, Esmaeilpour, Mohammad. 2022. Meta-analysis of snag volume variable in Hyrcanian forests. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 29 (2), 121-136.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JWFST.2022.20263.1971
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۷۷
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۸۶

فراتحلیل متغیر حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی

کیومرث سفیدی[۱]، محمد اسماعیل‌پور*[۲]

۱. دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: kiomarssefidi@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، اهر، ایران. رایانامه: m.esmaeilpour@tabrizu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۳
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۳/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۳۱

واژه‌های کلیدی:
پوسیدگی،
جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت،
جنگل کهن‌رست،
راش شرقی،
ساختار جنگل

چکیده

سابقه و هدف: در جنگل‌شناسی همگام با طبیعت، خشک‌دارها به دلیل داشتن نقش اساسی در حفاظت از تنوع زیستی در بوم‌سازگان جنگل از اهمیت زیادی برخوردار هستند. در همین راستا میزان (حجم) خشک‌دار در جنگل‌های طبیعی می‌تواند راهنمایی برای نگهداشت آن در جنگل‌های مدیریتی باشد. یکی از مهم‌ترین پرسش‌های مطرح در سال‌های اخیر این است که در جنگل‌های طبیعی مدیریت‌شده چه مقدار خشک‌دار در جنگل‌ها می‌تواند پیشنهاد گردد. بررسی منابع نتایج متفاوتی را برای حجم خشک‌دار در جنگل‌های هیرکانی نشان می‌دهد. ازاین‌رو در یک فراتحلیل مجموعه‌ای از پژوهش‌ها در جنگل‌های هیرکانی بررسی شد. این اولین مطالعه فراتحلیل در زمینه ویژگی ساختاری مهم و مورد توجه در جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت، به‌نام حجم خشک‌دار در جنگل‌های هیرکانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه شامل طراحی و راهکار جستجو، جمع‌آوری مقالات و استخراج داده از آن‌ها، بررسی معیارهای ورود و خروج و درنهایت تجزیه آماری داده‌های استخراج شده است. پژوهش‌های مرتبط با موضوع خشک‌دار در پایگاه‌های ملی و بین‌المللی شامل SID، Science Direct، Web of Science، Scopus، Google Scholar و IranDoc بدون محدودیت زمانی تا اردیبهشت ۱۴۰۱ جستجو شدند. در این پژوهش پس از بررسی دقیق مقالات متعدد، درنهایت از داده‌های (میانگین، انحراف از معیار و تعداد نمونه) ۱۶ پژوهش اصیل مرتبط با متغیر حجم خشک‌دار در جنگل‌های هیرکانی استفاده شد که دارای ۱۶۳ نمونه و مساحت کل قطعات نمونه ۹۲/۴۴ هکتار بودند. بعد از استخراج داده‌ها، از آزمون کیو کوکران و شاخص I^2 برای ارزیابی ناهمگنی بین پژوهش‌ها و انتخاب مدل مناسب برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده شد. برای یافتن منبع ناهمگنی بین پژوهش‌ها، تحلیل زیرگروه بر اساس مناطق جغرافیایی (استان) و ترکیب درختی انجام شد. در این پژوهش برای بررسی سوگیری انتشار از آزمون‌های ایگر و بگز استفاده شد. آنالیز داده‌های استخراج شده با نرم‌افزار Comprehensive meta-analysis ver. 3.7 انجام شد.

نتایج: میانگین حجم خشک‌دار با توجه به معنی‌دار شدن آزمون کیو کوکران و شاخص I^2 براساس مدل اثرات تصادفی ۳۵/۲۹۳ مترمکعب در هکتار (بازه اطمینان ۹۵ درصد: ٤٥/٨١٧-٢٤/٧٦٩) برای جنگل‌های هیرکانی محاسبه شد. تحلیل زیرگروه‌ها نشان داد بیش‌ترین این میزان بر اساس مدل تصادفی در جنگل‌های استان گلستان به میزان ۵۰/۵۲۰ مترمکعب در هکتار (بازه اطمینان ۹۵ درصد: ٥٥/٣٧٢-٤٥/٦٦٩) می‌باشد. در این پژوهش آزمون سوگیری انتشار معنی‌دار نبود (مقدار پی برای آزمون‌های ایگر و بگز به ترتیب ۰/۲۸ و ۰/۲٤ بود).

نتیجه‌گیری: میانگین حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی در حد متوسط» برآورد شد. بر این اساس نگهداشت حداقل ۳۵ مترمکعب در هکتار خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی مدیریت‌شده می‌تواند تضمینی برای حفظ کارکردهای زیستی این درختان باشد.

استناد: سفیدی، کیومرث، اسماعیل‌پور، محمد (۱۴۰۱). فراتحلیل متغیر حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی. *نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*، ۲۹ (۲)، ۱۲۱-۱۳۶.

DOI: 10.22069/JWFST.2022.20263.1971

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

امروزه در جنگل‌شناسی همگام با طبیعت، خشکه‌دارها به دلیل داشتن نقش اساسی در تنوع زیستی از اهمیت زیادی برخوردار هستند. خشکه‌دار جزء مهمی از بوم‌سازگان جنگل است و بسیاری از گونه‌های ساکن در جنگل به آن وابسته هستند به‌طوری‌که از متغیر حجم خشکه‌دار به‌عنوان شاخص تنوع زیستی در جنگل‌های بوره‌آل و معتدله استفاده می‌شود (۱). خشکه‌دارها نقش‌های زیربنایی برای ایجاد روشنه، پرندگان، پستانداران، خزه‌ها، قارچ‌ها، حشرات و دیگر موجودات زنده حاضر در بوم‌سازگان جنگل دارند. درک اهمیت تنوع زیستی مرتبط با وجود خشکه‌دار و عملکردهای بوم‌شناختی مربوطه به‌طور فزاینده‌ای در مدیریت بوم‌سازگان‌های جنگل اهمیت پیدا کرده است (۲ و ۳). درباره نقش بوم‌شناختی خشکه‌دارها باید گفت اگرچه آن‌ها به‌طورمعمول حجم کمی از هر جنگل را در برگرفته‌اند اما نقش ارزنده‌ای در ادامه حیات و پویایی آن بر عهده دارند تا آن‌جایی‌که حتی می‌توان بیان کرد ادامه توالی در بوم‌سازگان جنگلی بدون وجود خشکه‌دار تقریباً غیرممکن است. آن‌ها در پدیده خاک‌سازی، اصلاح خاک و برگشت مواد آلی به خاک معدنی و تکمیل بازگشت عناصر در چرخه و شبکه غذایی نقش مهمی را ایفا می‌کنند. خشک‌دارها هم‌چنین به‌عنوان لوله‌های غذایی در جنگل بوده و سرشار از مواد غذایی مختلف هستند. نواحی اطراف خشکه‌دارها درصد رطوبت بالاتری داشته و با افزایش پوسیدگی رطوبت نیز افزایش می‌یابد (٤). خشکه‌دارها نیاز به حفظ و غنی‌سازی دارند. در ارتباط با خشکه‌دار به نظر می‌رسد مهم‌ترین متغیر میزان (حجم) خشکه‌دار در جنگل‌های طبیعی است که می‌تواند راهنمایی برای نگهداشت آن در جنگل باشد. در پژوهشی با ایجاد قطعه‌های بررسی دائمی در توده‌های دست‌نخورده راش شرقی از غرب تا شرق جنگل‌های هیرکانی، برای ارائه راهکارهای مناسب مدیریت راشستان‌ها، متوسط حجم خشکه‌دار کل قطعه‌ها را ۵۵/۸ مترمکعب در هکتار گزارش کردند. بیش‌ترین حجم خشکه‌دار (۱۹٦/۷) برای رویشگاه شصت‌کلا گلستان که مربوط به مرحله تحولی تخریب بود، محاسبه شد (۵). در پژوهش دیگری تغییرات زمانی ساختار جنگل‌های راش در اوکراین بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ بررسی شد. متغیر حجم خشک‌دار با گذشت زمان تغییرات قابل‌توجهی پیدا نکرده است. حدود ۱۱ درصد از درختانی که در سال ۲۰۱۰ زنده بودند تا سال ۲۰۱۹ خشک شدند و درنتیجه میزان مرگ‌ومیر سالانه ۱/۳ درصد بود (٦). وجود خشکه‌دارهایی از گونه‌های مختلف در مقیاس وسیع در جنگل‌های معتدله اروپا با هدف حفظ گونه‌های کمیاب ضروری است (۷). خشکه‌دارها از نظر وضعیت فیزیکی در دو گروه افتاده و سرپا (تمام‌تنه، تنه‌شکسته و کنده) و از نظر ابعاد به دو دسته خشکه‌دار درشت و خرد تقسیم‌بندی می‌شوند.

یکی از مهم‌ترین پرسش‌ها این است که چه میزان (حجم) از درختان در جنگل برای تشکیل خشکه‌دار باید توصیه شود؟ چون پس از شناسایی دقیق الگوی مقادیر حجم در هکتار خشکه‌دار در جنگل‌های طبیعی و دست‌نخورده می‌توان آن را به‌عنوان شاخصی از رویشگاه در جهت مدیریت توده‌های جنگلی استفاده کرد (۸). شناخت فرآیندهای طبیعی در توده‌های جنگلی بکر، اطلاعات مفیدی در اختیار مدیران بخش اجرایی قرار خواهد داد (۹). اهمیت بوم‌شناسی خشکه‌دارها موجب شده تا جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مربوط به آن‌ها به‌طور روزافزون گسترش یابد و در طرح‌های مدیریت جنگل مورد توجه ویژه قرار گیرند (۱۰).

فراتحلیل یک روش آماری کمّی جهت ترکیب نتایج مجموعه‌ای از پژوهش‌های مستقل است، پژوهش‌هایی که همه درباره یک موضوع خاص هستند (۱۱). تفاوت آن با دیگر انواع پژوهش در این است که جامعه آماری آن شامل پژوهش‌های قبلی است. دو هدف مهم آن ترکیب نتایج حاصل از مطالعات مختلف و پیدا کردن میزان تنوع یا ناهمگنی بین مطالعات و هم‌چنین دلایل این ناهمگنی است. فراتحلیل از مجموعه‌ای از ابزارهای آماری برای خلاصه کردن پژوهش‌های کمّی استفاده می‌کند و به ما امکان می‌دهد تا اندازه اثر یک عامل را در بین مطالعات مختلف تخمین بزنیم و هم‌چنین به ما اجازه می‌دهد تا تأثیر متغیرهای مستقل را بر اندازه اثر آزمون کنیم (۱). بدیهی است در روش‌های فراتحلیل با جمع‌آوری داده‌های چند مطالعه، تعداد نمونه‌های مورد بررسی بیش‌تر و بنابراین دامنه تغییرات و احتمالات کوچک‌تر می‌شود، درنتیجه اهمیت یافته‌های آماری افزایش می‌یابد (۱۲). این‌گونه مطالعات به پژوهشگران این امکان را می‌دهد تا نتایجی قابل‌اتکاتری را با روشی ارزان‌تر به دست آورند.

کمبود خشک‌دار درنتیجه فعالیت‌های مدیریتی پیامدهای جبران‌ناپذیری بر بوم‌سازگان‌های جنگلی دارد و زمینه‌ساز بسیاری از مشکلات خواهد شد. پژوهش‌های متعددی برای برآورد این متغیر مهم در جنگل‌های هیرکانی انجام شده است (۵، ۱۳ و ۱٤) به‌طوری‌که نتایج متفاوتی از این پژوهش‌ها حاصل شده است. با توجه به تعدد نتایج حاصله و اختلافات موجود در برآورد حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی، یک پژوهش فراتحلیل در این راستا می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را فراهم کند. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تعیین میانگین حجم خشک‌دار در جنگل‌های هیرکانی انجام گرفته است. این اولین مطالعه فراتحلیل در زمینه ویژگی ساختاری مهم و مورد توجه در جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت، به نام حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد: در این پژوهش پس از بررسی دقیق مقالات متعدد، درنهایت از داده‌های (میانگین، انحراف معیار و تعداد نمونه) ۱٦ پژوهش اصیل مرتبط با متغیر حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی استفاده شد (جدول ۱). پنج مقاله در مجلات خارج از کشور (International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering, Journal of Forest Science, Natural Areas Journal, iForest, European Journal of Forest Research) و ۱۱ مقاله در مجلات داخل کشور (تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، حفاظت و بهره‌برداری جنگل‌های هیرکانی و پژوهش و توسعه جنگل) چاپ شده بودند.

روش جمع‌آوری داده‌ها: این مطالعه شامل طراحی و استراتژی جستجو، جمع‌آوری مقالات و استخراج داده از آن‌ها، بررسی معیارهای ورود و خروج و درنهایت آنالیز آماری داده‌های استخراج شده است. برای شناسایی مطالعات مرتبط، جستجو در پایگاه‌های ملی و بین‌المللی شامل SID، Science Direct، Web of Science، Scopus، Google Scholar و IranDoc بدون محدودیت زمانی تا تاریخ اردیبهشت ۱٤۰۱ انجام شد. درنهایت منابع به‌کاربرده شده در مقالات جهت دسترسی به سایر مطالعات مرتبط مورد بررسی قرار گرفت. معیارهای ورود مقالات به فراتحلیل شامل استفاده از مقالات اصیل علمی پژوهشی که به بررسی حجم خشکه‌دار پرداخته بودند، می‌شد. در این تحقیق از متغیر حجم خشکه‌دار استفاده شد به‌طوری‌که داده‌های مرتبط با میانگین، انحراف معیار و حجم نمونه از مقالات مرتبط

استخراج شد. این داده‌ها به نام‌های مختلف از قبیل حجم خشکه‌دار به تفکیک افتاده، سرپا و کنده، حجم خشکه‌دار به تفکیک گونه، حجم خشکه‌دار در درجات پوسیدگی و حجم خشکه‌دار در جنگل‌های با ویژگی‌های ساختاری متفاوت در این مقالات وجود داشت. در این پژوهش سعی شد داده‌ها از جنگل دست‌نخورده و بدون مدیریت استخراج شوند. در برخی از موارد داده‌های مورد نیاز در مقالات وجود نداشت که با دسترسی به داده‌های خام مورد محاسبه قرار گرفت.

تحلیل داده‌ها: بعد از استخراج داده‌ها، از آزمون کیو کوکران و شاخص I^2 برای ارزیابی ناهمگنی بین پژوهش‌ها و انتخاب مدل مناسب برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده شد. به دلیل معنی‌دار شدن آزمون کیو کوکران ($P\leq$۰/۰۵) و مقادیر بیش‌تر از ۷۵ درصد برای آماره I^2، از مدل اثرات تصادفی برای فراتحلیل استفاده شد. لازم به ذکر است به پیروی از پژوهش‌های پولین و استوارت (۲۰۰۶) و لاسوس و همکاران (۲۰۱۱) در این پژوهش نیز از مدل اثرات تصادفی به‌جای مدل اثر ثابت استفاده شده است زیرا داده‌های بوم‌شناختی بیش‌تر از داده‌ها در سایر زمینه‌های علمی در معرض تغییرات کنترل‌ناپذیر هستند (۱ و ۱۵). جهت برآورد میانگین حجم خشکه‌دار با توجه به معنی‌دار شدن شاخص I^2 از مدل اثرات تصادفی استفاده شد (۱۶). برای یافتن منبع ناهمگنی بین پژوهش‌ها، تحلیل زیرگروه بر اساس مناطق جغرافیایی (استان) و ترکیب درختی انجام شد. سوگیری انتشار نوعی سوگیری (خطا) است که در مقالات منتشرشده رخ می‌دهد. این اتفاق زمانی رخ می‌دهد که نتیجه مقاله، بر تصمیم انتشار آن تأثیر بگذارد. این سوگیری ازآن‌جهت اهمیت دارد که اگر یک زمینه پژوهشی از ابتدا به این سوگیری آلوده‌شده باشد بررسی پیشینه پژوهش برای حمایت از یک فرضیه می‌تواند سوگیرانه باشد. در این پژوهش برای بررسی سوگیری انتشار از آزمون‌های ایگر و بگز استفاده شد (۱۷). سطح معنی‌داری در آزمون‌ها کم‌تر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. هم‌چنین از نمودار قیفی برای بررسی سوگیری انتشار استفاده شد. در نمودار قیفی مطالعاتی که دارای خطای استاندارد پایین هستند، دارای سوگیری انشتار نیستند، اما هرچه مطالعات به سمت پایین قیف کشیده می‌شوند خطای استاندارد آن‌ها بالاتر رفته و سوگیری انشتار آن‌ها نیز بیش‌تر خواهد شد. نتایج یک فراتحلیل را می‌توان در قالب یک نمودار انباشت نشان داد که عمومی‌ترین و رایج‌ترین روش نمایش اندازه‌های اثر است. در این پژوهش از نرم‌افزار Comprehensive meta- analysis ver. 3 استفاده شد.

نتایج و بحث

مطالعه حاضر اولین مطالعه فراتحلیل در زمینه حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی می‌باشد. بین پژوهش‌های مرتبط با میانگین حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی ناهمگنی وجود داشت (با توجه به معنی‌دار شدن آزمون کیو کوکران و شاخص I^2 (۹۹/۷۳۵))، زیرا حجم خشکه‌دار در یک رویشگاه تحت‌تأثیر عوامل متعددی مانند نوع گونه‌های درختی، شرایط رویشگاه، اقلیم منطقه، سن توده، نوع مدیریت جنگل و مرحله تحولی توده جنگلی است (۱۸). درعین‌حال وجود شرایط ناهمگن فیزیوگرافیک در جنگل‌های کوهستانی هیرکانی باعث انباشت حجم متفاوتی از خشکه‌دار در رویشگاه‌های مختلف می‌شود. میانگین حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی بر اساس مدل تصادفی حاصل از مطالعات مختلف در شکل یک نشان داده شده است. همان‌طوری‌که در این شکل قابل‌مشاهده است میانگین حجم خشکه‌دار با توجه به معنی‌دار شدن آزمون کیو

کوکران و شاخص I^2 (۹۹/۷۳۵) بر اساس مدل اثرات تصادفی ۳۵/۲۹۳ مترمکعب در هکتار (بازه اطمینان ۹۵ درصد: ۴۵/۸۱۷–۲۴/۷۶۹) برای جنگل‌های هیرکانی برآورد شد. کم‌ترین و بیش‌ترین این مقدار به‌ترتیب مربوط به مطالعه اعتماد و همکاران (۱۳۹۶) به میزان ۱۳/۴ مترمکعب در هکتار در پارسل ۳۲۶ جنگل‌های گرازبن نوشهر و مطالعه سفیدی و همکاران (۲۰۱۶) به میزان ۷۴/۶ مترمکعب در هکتار در جنگل‌های گرازبن مازندران بود (۱۴ و ۱۹) (جدول ۱). در این پژوهش درمجموع به تعداد ۱۶۳ نمونه (پلات) و با مساحت کل ۹۲/۴۴ هکتار مورد بررسی قرار گرفت که در دامنه ارتفاعی بین ۷۰۰ تا ۲۰۰۰ متری از سطح دریا قرار داشتند. مشخصات مطالعات وارد شده به مرحله کمّی فراتحلیل در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- مشخصات مطالعات حجم خشکه‌دار وارد شده به فراتحلیل.

Table 1. Characteristic of studies on snag trees included in the meta-analysis.

نویسنده(گان) و سال Authors and year	میانگین حجم خشکه‌دار (مترمکعب) Dead tree volume (m^3)	انحراف معیار standard deviation	تعداد نمونه Sample size	مساحت هر نمونه (پلات) Plot area	ارتفاع از سطح دریا (متر) Elevation (m)	مکان site
جعفری افراپلی و همکاران ۱۳۹۶ Jafari Afrapoly et al. 2018 (۲۰)	50.46	4.3	3	۳ قطعه ۱ هکتاری Three one-hectare plots	1350-2000	افراتخته علی‌آباد کتول، گلستان Afratakhteh Aliabad-e Katul, Golestan
سفیدی ۲۰۱۵ Sefidi, 2015 (۲۱)	18.85	2.1	3	۳ قطعه ۱ هکتاری Three one-hectare plots	850-1220	گرازبن، مازندران Gorazbon, Mazandaran
سفیدی و مهاجر ۲۰۱۰ Sefidi and Mohadjer, 2010 (۱۳)	51.25	2.1	5	۵ قطعه یک هکتاری Five one-hectare plots	700	گرازبن، مازندران Gorazbon, Mazandaran
سفیدی و همکاران ۲۰۱۳ Sefidi et al., 2013 (۲۲)	15.29	3.4	15	۱۵ پلات یک هکتاری 15 one-hectare plots	1000-2000	گرازبن، مازندران Gorazbon, Mazandaran
سفیدی و همکاران ۲۰۱۶ Sefidi et al., 2016 (۱۹)	74.6	4.11	35	۳۵ پلات یک هکتاری 35 one-hectare plots	1000-2000	گرازبن، مازندران Gorazbon, Mazandaran
مریدی و همکاران ۲۰۱۵ Moridi et al., 2015 (۲۳)	24.2	1.7	36	۳۶ پلات ۰/۰۹ هکتاری 36 0.09-hectare plots	1000-2000	گرازبن، مازندران Gorazbon, Mazandaran
کاکاوند و همکاران ۱۳۹۵ Kakavand et al., 2017 (۲۴)	37.8	1.07	3	۳ قطعه ۱ هکتاری Three one-hectare plots	1000-2000	گرازبن پارسل ۳۱۰، مازندران Gorazbon, parcel 310, Mazandaran

ادامه جدول ۱-

Continue Table 1.

نویسنده(گان) و سال Authors and year	میانگین حجم خشکه‌دار (مترمکعب) Dead tree volume (m^3)	انحراف معیار standard deviation	تعداد نمونه Sample size	مساحت هر نمونه (پلات) Plot area	ارتفاع از سطح دریا (متر) Elevation (m)	مکان site
محمدنژاد کیاسری و همکاران ۱۳۹۹ Mohammadnezhad et al., 2020 (۲۵)	30.48	35.14	29	۲۹ قطعه ۰/۱ هکتاری 29 0.1-hectare plots	1480-1610	نکا، مازندران Neka, Mazandaran
اعتماد و همکاران ۱۳۹٦ Etemad et al., 2017 (۱٤)	13.4	6.01	3	۳ قطعه ۱ هکتاری Three one-hectare plots	900-1300	گرازبن پارسل ۳۲٦، مازندران Gorazbon, parcel 326, Mazandaran
ثاقب طالبی و همکاران ۱۳۹۹ Sagheb-Talebi et al., 2020a (۵)	15.6	8.1	3	۳ قطعه ۱ هکتاری Three one-hectare plots	1200	شفارود، گیلان Shafarood, Guilan
ثاقب طالبی و همکاران ۱۳۹۹ Sagheb-Talebi et al., 2020b (۵)	23.9	1.9	3	۳ قطعه ۱ هکتاری Three one-hectare plots	1600	کلاردشت، مازندران Kelardasht, Mazandaran
ثاقب طالبی و همکاران ۱۳۹۹ Sagheb-Talebi et al., 2020c (۵)	27.8	18.6	3	۳ قطعه ۱ هکتاری Three one-hectare plots	1500	نکا، مازندران Neka, Mazandaran
ثاقب طالبی و همکاران ۱۳۹۹ Sagheb-Talebi et al., 2020d (۵)	61.0	56.6	3	۳ قطعه ۱ هکتاری Three one-hectare plots	1050	شصت کلاته گرگان، گلستان Shast- kalate Gorgan Golestan
اسحاقی‌راد و خانعلی‌زاده ۱۳۹۲ Eshaghi Rad and khanalizadeh, 2014 (۲٦)	59.7	27.5	13	۱۳ قطعه ۰/۱ هکتاری 13 one-hectare plots	1130-1300	گلبند نوشهر، مازندران Golband Nowshar Mazandaran
سفیدی ۱۳۹۷ Sefidi, 2018 (۲۷)	43.5	14.39	3	۳ قطعه ۱ هکتاری Three one-hectare plots	825-1200	دیلمان سیاهکل، گیلان Deylaman Siahkal, Guilan
مریدی و همکاران ۱۳۹٤ Moridi et al., 2016 (۲۸)	36.07	11.92	3	۳ قطعه ۱ هکتاری Three one-hectare plots	1000-2000	گرازبن پارسل ۳۱۹، مازندران Gorazbon, parcel 319, Mazandaran

Model	Study name	Statistics for each study							Weight (Fixed)	Weight (Random)
		Mean	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value	Relative weight	Relative weight
	Eshaghi	59.700	7.627	58.173	44.751	74.649	7.827	0.000	0.08	6.05
	Etemad et	13.400	3.470	12.040	6.599	20.201	3.862	0.000	0.39	6.70
	Jafari	50.460	2.483	6.163	45.594	55.326	20.325	0.000	0.76	6.80
	Kakavand	37.800	0.618	0.382	36.589	39.011	61.188	0.000	12.21	6.89
	Mohammad	30.480	6.525	42.580	17.691	43.269	4.671	0.000	0.11	6.26
	Moridi et al.	24.200	0.283	0.080	23.645	24.755	85.412	0.000	58.02	6.89
	Moridi et al.	36.070	6.882	47.362	22.581	49.559	5.241	0.000	0.10	6.19
	Sagheb-Tal	15.600	4.677	21.870	6.434	24.766	3.336	0.001	0.21	6.55
	Sagheb-Tal	23.900	1.097	1.203	21.750	26.050	21.787	0.000	3.87	6.88
	Sagheb-Tal	27.800	10.739	115.320	6.753	48.847	2.589	0.010	0.04	5.40
	Sagheb-Tal	61.000	32.678	1067.853	-3.048	125.048	1.867	0.062	0.00	1.94
	Sefidi and	51.250	0.939	0.882	49.409	53.091	54.571	0.000	5.28	6.88
	Sefidi et al.	15.290	0.878	0.771	13.569	17.011	17.417	0.000	6.04	6.88
	Sefidi et al.	74.600	0.695	0.483	73.238	75.962	107.382	0.000	9.65	6.89
	Sefidi, 2015	18.850	1.212	1.470	16.474	21.226	15.547	0.000	3.17	6.87
	Sefidi, 2018	43.500	8.308	69.024	27.216	59.784	5.236	0.000	0.07	5.92
Fixed		31.634	0.216	0.047	31.211	32.057	146.576	0.000		
Random		35.293	5.369	28.829	24.769	45.817	6.573	0.000		

شکل ۱- میانگین حجم خشکه‌دار حاصل از مطالعات مختلف در جنگل‌های هیرکانی بر اساس مدل اثر تصادفی.

Figure 1. Mean of snag volume from different studies in Hyrcanian forests based on a random effect model.

نتایج حاصل از فراتحلیل حجم خشکه‌دار براساس مناطق جغرافیایی مختلف (استان) در جدول ۲ آمده است. در این پژوهش بیش‌ترین این میزان بر اساس مدل تصادفی در جنگل‌های استان گلستان به میزان ۵۰/۵۲۰ مترمکعب در هکتار (بازه اطمینان ۹۵ درصد: ۵۵/۳۷۲-۴۵/۶۶۹) برآورد گردید. لازم به ذکر است میزان ۵۰/۵۲۰ مترمکعب در هکتار (بازه اطمینان ۹۵ درصد: ۵۵/۳۷۲-۴۵/۶۶۹) حاصل تحلیل زیرگروه‌ها بوده و بدیهی است که جنگل‌های استان گلستان دارای شرایط رویشگاهی، توپوگرافیکی، ارتفاعی و اقلیمی مختلفی هستند و در مناطق مختلف نتایج متفاوتی مورد انتظار است. دو مطالعه از جنگل‌های استان گلستان شرایط ورود به این فراتحلیل را داشتند که هر دو در ارتفاعات میانی و مربوط به جوامع جنگلی سرخدار افراتخته علی‌آباد کتول و راش شصت‌کلاته گرگان بودند. ازآن‌جایی‌که جامعه آماری همگن نیست (با توجه به معنی‌دار شدن آزمون کیو کوکران و شاخص I^2)، تحلیل زیرگروه‌ها انجام شد. در پژوهش‌های فراتحلیل، تحلیل زیرگروه‌ها برای بررسی علل و منبع ناهمگنی داده‌ها صورت می‌گیرد. کم‌ترین آن به میزان ۲۸/۸۴۷ مترمکعب در هکتار (بازه اطمینان ۹۵ درصد: ۵۸/۷۸۳-۱/۰۸۹-) بر اساس مدل تصادفی در جنگل‌های استان گیلان برآورد گردید. ثاقب‌طالبی و همکاران (۱۳۹۹) نیز با بررسی حجم خشکه‌دار در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان گزارش کردند بیش‌ترین میزان حجم خشکه‌دار برای جنگل‌های استان گلستان (۱۰۰/۸ مترمکعب در هکتار) است (۵). تفاوت در انباشت خشکه‌دار در مناطق مختلف بر اساس تفاوت در شرایط رویشگاهی قابل توجیه است. درعین‌حال با تغییر در میزان بارش و میانگین دمای هوا غلبه گونه راش در مناطق شرقی هیرکانی کم‌تر شده و بر تنوع گونه‌ای درختی می‌افزاید. هم‌چنین نرخ پوسیدگی خشکه‌دارها می‌تواند با توجه شرایط میکروکلیمایی تغییر یابد. در این پژوهش میانگین حجم خشکه‌دار ۳۵/۲۹۳ مترمکعب در هکتار (بازه اطمینان ۹۵ درصد: ۴۵/۸۱۷-۲۴/۷۶۹) برای جنگل‌های هیرکانی برآورد شد. در جنگل‌های معتدله حجم خشکه‌دار کم‌تر از ۳۰ مترمکعب در هکتار مناسب نمی‌باشد و حجم ۷۰-۳۰ مترمکعب در هکتار حد متوسط» خشکه‌دار در جنگل‌های معتدله می‌باشد (۱). ثاقب‌طالبی و همکاران (۱۳۹۹) با بررسی فقط چهار منطقه از توده‌های دست‌نخورده راش در جنگل‌های هیرکانی نتیجه‌گیری کردند که در مدیریت جنگل با دیدگاه نزدیک به طبیعت باید حداقل حجمی معادل ۵۵ مترمکعب یعنی حدود ۱۰ درصد حجم متوسط (حدود ۵۹۰ مترمکعب) را در

توده حفظ کرد (۵). با توجه به نتایج این مطالعه، میانگین حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی در حد متوسط است بنابراین پرداختن به این مسأله باید به‌عنوان یک اولویت مهم در طرح‌های مدیریت جنگل‌های هیرکانی در نظر گرفته شود. این مقدار متوسط حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی با توجه به این‌که از بررسی مجموعه‌ای از مطالعات به‌دست‌آمده است می‌تواند تا حدودی تضمین‌کننده مقدار کمّی آن در جنگل‌های طبیعی باشد. درباره حجم خشکه‌دار پژوهش‌های زیادی انجام شده است و بر اساس این پژوهش، نگهداشت حداقل ۳۵ مترمکعب خشکه‌دار در جنگل‌های تحت مدیریت هیرکانی می‌تواند تضمینی برای حفظ کارکردهای زیستی این درختان برای انواع پرندگان، حشرات، قارچ‌ها، نماتدها، گلسنگ‌ها، گیاهان بدون آوند و جانوران مهره‌دار باشد. حجم خشکه‌دارها در جنگل‌های شمال ایران به‌خصوص در مناطق مدیریت‌شده از حد پایینی برخوردار می‌باشد و افزایش آن از جمله الزاماتی است که با توجه به آشفتگی و الگوی ساختار باید مدنظر قرار گیرد (۱۰). در گذشته اغلب در جنگل‌های مدیریتی، درختان بادافتاده تا حد امکان با توجه به ارزش اقتصادی چوب آن‌ها از جنگل خارج می‌شد و فرصت تشکیل خشکه‌دار کم‌تر وجود داشت. بااین‌حال در شیوه‌های مدیریتی مبتنی بر رویکرد همگام با طبیعت، بخشی از درختان افتاده به‌عنوان تأمین‌کننده خشکه‌دار در جنگل باقی گذاشته می‌شوند.

جدول ۲- فراتحلیل حجم خشکه‌دار براساس مناطق جغرافیایی (استان) مختلف.

Table 2. Meta-analysis of snag tree volumes based on different geographical regions (provinces).

گروه‌ها Groups	اندازه اثر و ۹۵ درصد بازه اطمینان Effect size and 95% confidence interval					ناهمگنی Heterogeneity	
مدل تصادفی Random model	تعداد مطالعه Number studies	تخمین Point estimate	خطای استاندارد Standard error	حد پایین Lower limit	حد بالا Upper limit	مقدار کیو *Q*-value	درجه آزادی df (Q)	مقدار پی *p*-value
گلستان Golestan	2	52.814	18.243	17.059	88.569			
گیلان Guilan	2	28.847	15.274	-1.089	58.783			
مازندران Mazandaran	12	34.374	6.078	22.461	46.287			
بین کل Total between						1.123	2	0.570
کلی overall	16	35.472	5.945	23.819	47.125			

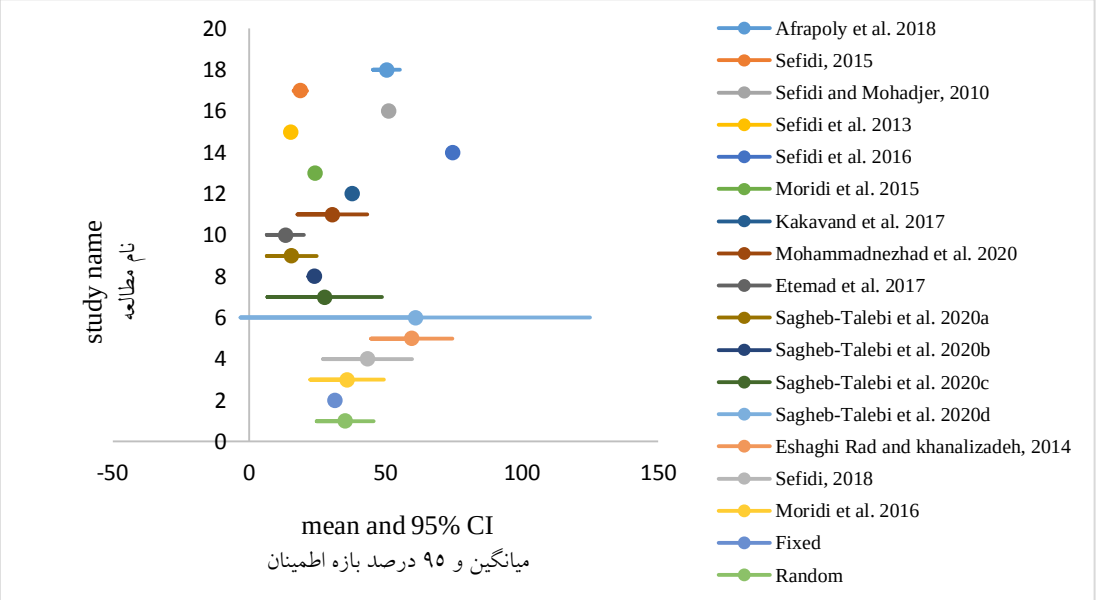
نتایج حاصل از فراتحلیل حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی بر اساس ترکیب گونه درختی در جدول ۳ آمده است. در این پژوهش، بیش‌ترین این میزان بر اساس مدل تصادفی برای توده سرخدار در جنگل‌های استان گلستان به میزان ۵۰/٤٦۰ مترمکعب در هکتار (بازه اطمینان ۹۵ درصد: ۹۵/٤۱٦–۵/۵۰٤) محاسبه شد. کم‌ترین آن به میزان ۲۹/۵۲۱ مترمکعب در هکتار (بازه اطمینان ۹۵ درصد: ٤۵/٤۱۷–۱۳/٦۲۵) بر اساس مدل تصادفی برای تیپ غالب راش به دست آمد. طبق نتایج این فراتحلیل، حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی در راشستان‌ها کم‌تر از تیپ راش آمیخته است.

جدول ۳- فراتحلیل حجم خشکه‌دار براساس ترکیب گونه‌های درختی.

Table 3. Meta-analysis of dead tree volumes based on tree species composition.

گروه‌ها groups	اندازه اثر و ۹۵ درصد بازه اطمینان Effect size and 95% confidence interval					ناهمگنی Heterogeneity		
مدل تصادفی Random model	تعداد مطالعه Number studies	تخمین Point estimate	خطای استاندارد Standard error	حد پایین Lower limit	حد بالا Upper limit	مقدار کیو *Q*-value	درجه آزادی df (Q)	مقدار پی *p*-value
تیپ غالب راش Dominance beech type	9	29.521	8.110	13.625	45.417			
تیپ راش آمیخته Mixed beech type	6	40.810	9.475	22.239	59.381			
سرخدار Taxus	1	50.460	22.937	5.504	95.416			
بین کل Total between						1.282	2	0.527
کلی overall	16	35.737	6.592	22.817	48.658			

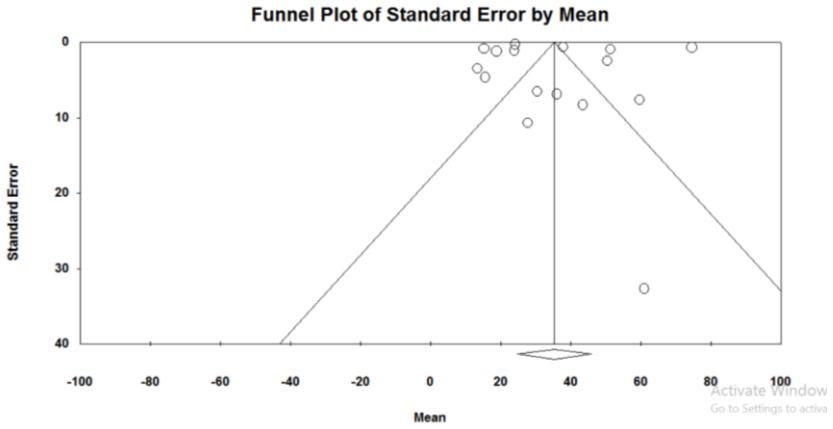
نتایج نمودار انباشت حجم خشکه‌دار جنگل‌های هیرکانی با استفاده از مدل تصادفی در شکل ۲ نشان داده شده است. طول بازه اطمینان برای مدل ثابت ۰/۸٤٦ با میانگین ۳۱/٦۳ و طول بازه اطمینان برای مدل تصادفی ۲۱/۰٤ با میانگین ۳۵/۲۹ بود. کوچک‌ترین طول بازه اطمینان برای مطالعه مریدی و همکاران (۲۰۱۵) با میانگین ۲٤/۲ و بزرگ‌ترین طول بازه اطمینان برای مطالعه ثاقب‌طالبی و همکاران (۲۰۲۰) با میانگین ٦۱ محاسبه شد (۵ و ۲۳).



شکل ۲- نمودار انباشت حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی با استفاده از مدل تصادفی.

Figure 2. The forest plot of snag volumes in Hyrcanian forests using a random effect model.

در این پژوهش آزمون سوگیری انتشار معنی‌دار نبود (مقدار پی برای آزمون‌های ایگر و بگز به ترتیب ۰/۲۸ و ۰/۲٤ بود). نمودار قیفی حاصل از بررسی سوگیری انتشار برای مطالعات حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی در شکل ۳ آمده است.



شکل ۳- نمودار قیفی بررسی سوگیری انتشار برای مطالعات حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی.

Figure 3. Funnel diagram of publication bias for snag volume studies in Hyrcanian forests.

پژوهش‌هایی به اثرات خشکه‌دار بر زادآوری جنگل (۲۹) و بر تنوع قارچ‌های ماکروسکوپی (۳۰) پرداخته‌اند. درعین‌حال مطالعات اخیر درختان خشکه‌دار را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین درختان زیستگاهی در نظر گرفته است که نشان می‌دهد حداقل یک زیستگاه خرد بر روی آن‌ها وجود دارد. در پژوهش‌های آینده مواردی مانند انحراف معیار و متغیرهای مستقل مانند حجم سرپای توده، قطر

متوسط توده، پارامترهای مربوط به ترکیب و تنوع و برخی از شرایط رویشگاهی مانند ارتفاع از سطح دریا به‌صورت دقیق برای هر پژوهش گزارش شود تا امکان بررسی دقیق‌تر دلایل این ناهمگنی از طریق تحلیل‌های زیرگروه و فرا رگرسیون فراهم شود.

نتیجه‌گیری کلی

فراتحلیل یک روش آماری است که از مجموعه‌ای از ابزارهای آماری برای خلاصه کردن پژوهش‌های کمّی استفاده می‌کند و به ما این امکان را می‌دهد تا امکان تخمین اندازه اثر یک عامل در بین مطالعات مختلف فراهم شود. در فراتحلیل تعداد نمونه‌های مورد بررسی بیش‌تر و درنتیجه اهمیت یافته‌های آماری افزایش می‌یابد. در این پژوهش میانگین حجم خشکه‌دار در جنگل‌های هیرکانی با روش فراتحلیل در حد متوسط» برآورد شد. بر این اساس، نگهداشت حداقل ۳۵ مترمکعب در هکتار خشکه‌دار در جنگل‌های تحت مدیریت هیرکانی می‌تواند تضمینی برای حفظ کارکردهای زیستی مختلف این درختان باشد. این میزان حد متوسط خشکه‌دار در جنگل‌های کم‌تر دست‌نخورده بر اساس گزارش‌های متعدد و معتبر است و ازاین‌رو می‌تواند مقدار پیشنهادی جهت مدیریت توده‌های جنگلی در ناحیه هیرکانی باشد.

منابع

1. Lassauce, A., Paillet, Y., Jactel, H., and Bouget, C. 2011. Deadwood as a surrogate for forest biodiversity: Meta-analysis of correlations between deadwood volume and species richness of saproxylic organisms. Ecological Indicators. 11: 1027-1039.
2. Raymond-Léonard Laura, J., Bouchard, M., and Tanya, H.I. 2020. Springtails across a latitudinal gradient of forests in Quebec. Canada. Forest Ecology and Management. 472: 118237.
3. Uhl, B., Krah, F., Baldrian, P., Brandl, R., Hagge, J., Müller, J., Thorn, S., Vojtech, T., and Bassler, C. 2022. Snags, log, stumps and microclimate as tools optimizing deadwood enrichment for forest biodiversity. Biological Conservation. 270: 109569.
4. Kialashaki, A., and Shabani, S. 2011. Ecological effect of dead trees on soil characteristics in Lirehsar forests ecosystem, Tonekabon. Natural Ecosystems of Iran. 1: 112-119. (In Persian)
5. Sagheb Talebi, Kh., Parhizkar, P., Hassani, M., Amanzadeh, B., Hemmati, A., Khanjani Shiraz, B., Amini, M., Mohammadnejad Kiasari, Sh., Mirkazemi, S.Z., Karimidoost, A., Maghsoudlou, M.K., Mortazavi, M., Karandeh, M., Delfan Abazari, B., Moghadasi, D., Dastangoo, D., Mashayekh, V., and Sayadi Marzdashti, A. 2020. Preliminary results of survey on stand structure in permanent research plots of Hyrcanian intact Beech (*Fagus Orientalis* Lipsky) Forests. Iranian J. of Forest and Poplar Research. 28: 163-179. (In Persian)
6. Stillhard, J., Hobi, M., Brang, L., Brändli, P., Urs-Beat, K., Pokynchereda, V., and Abegg, M. 2022. Structural changes in a primeval beech forest at the landscape scale. Forest Ecology and Management. 504: 1-12.
7. Daniel, R., Franz-S, K., Martin, M., Britta, U., Didem, A., Kristin, B., François, B., Björn, H., Tiemo, K., Harald, K., Julia, M., Witoon, P., Sebastian, S., Wolfgang, W., and Claus, B. 2022. Disentangling the importance of space and host tree for the beta-diversity of beetles, fungi, and bacteria: Lessons from a large dead-wood experiment. Biological Conservation. 268: 109521.
8. Amiri, M., Rahamani, R., Sagheb Talebi, Kh., and Habashi, H. 2015. Structural characteristics of dead wood in a natural untouched of *Fagus orientalis* lipsky mixed stand forest (case study: Shastklateh forest, Gorgan, Iran). J. of Wood and Forest Science and Technology. 22: 185-205. (In Persian)

9.Shabani, S., Akbarinia, M., and Jalali, S.G. 2019. Assessment of dead tree role in natural regeneration (Lalis beech forests, Nowshahr). J. of Environment Science Technology. 21: 220-209. (In Persian)
10.Khalili, A., Mataji, A., Sagheb Talebi, Kh., and Hodjati, S.M. 2019. Spatial pattern and amount of deadwoods in managed and unmanaged natural forests in Kheiroudkenar region, Noshahr. J. of Renewable Natural Resources Research. 1: 10-16. (In Persian)
11.Pigott, T.D. 2012. Advances in meta-analysis. Springer, New York, 170p.
12.Mansouri, A., Norouzi, S., Yekta Kooshali, M.H., and Azami, M. 2017. The relationship of maternal subclinical hypothyroidism during pregnancy and preterm birth: A systematic review and meta-analysis of cohort studies. The Iranian J. of Obstetrics, Gynecology and Infertility. 19: 69-78. (In Persian)
13.Sefidi, K., and Marvie Mohadjer, M.R. 2010. Characteristics of coarse woody debris in successional stages of natural beech (*Fagus orientalis*) forests of northern Iran. J. of Forest Science. 56: 7-17.
14.Etemad, V., Moridi, M., Delfan Azary, M., and Kakavand, M. 2017. Quantitative and qualitative evaluation of deadwoods in mixed beech-hornbeam stands in the optimal stage (Case study: Kheyrood forest, Nowshahr). Iranian J. of Forest and Poplar Research. 25: 397-386. (In Persian)
15.Pullin, A.S., and Stewart, G.B. 2006. Guidelines for systematic review in conservation and environmental management. Conservation Biology. 20: 1647-1656.
16.Higgins, J.P., Thompson, S.G., Deeks, J.J., and Altman, D.G. 2003. Measuring inconsistency in meta-analyses. British Medical J. 327: 557-560.
17.Sterne, J.A., and Harbord, R.M. 2004. Funnel plots in meta-analysis. Stata J. 4: 127-141.
18.Harmon, M.E., and Sexton, J. 1996. Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems ecosystems. U.S. Lter Publication, Seattle, Washington, 73p.
19.Sefidi, K., Esfandiary Darabad, F., and Azarian, M. 2016. Effect of topography on tree species composition and volume of coarse woody debris in an Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) old growth forests, northern Iran. iForest, Biogeosciences and Forestry. 9: 1-8.
20.Jafari Afrapoly, M., Sefidi, K., Waez Mousavi, S.M., and Varamesh, S. 2018. Qualitative And quantitative evaluation of dead trees in English Yew (*Taxus Baccata*) in Afratakhteh forests, Golestan and northeastern Hyrcanian forests. Forest Research and Development. 3: 305-316. (In Persian)
21.Sefidi, K. 2015. The influence of forest histories on dead and habitat trees in the old growth forest in northern Iran. International J. of Agricultural and Biosystems Engineering. 9: 1019-1023.
22.Sefidi, K., Marvie Mohadjer, M.R., Mosandl, R., and Copenheaver, C.A. 2013. Coarse and fine woody debris in mature oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests of northern Iran. Natural Areas J. 33: 248-255.
23.Moridi, M., Sefidi, K., and Etemad, V. 2015. Stand characteristics of mixed oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in the stem exclusion phase, northern Iran. European J. of Forest Research. 134: 693-703.
24.Kakavand, M., Marvi-Mohadjer, M.R., Sagheb-Talebi, Kh., Sefidi, K., Moridi, M., and Abbasian, P. 2017. Quantity and quality of deadwood in the mid-successional stage in oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands (Case study: Kheyrood forest, Nowshahr). Iranian J. of Forest and Poplar Research. 24: 612-622. (In Persian)
25.Mohammadnejad Kiasari, Sh., Sagheb Talebi, Kh., Espahbodi, K., Shahabian, M., Amini, Sh., and Alavi Andrajami, S.H. 2020. Comparison of dead tree characteristics in single selection managed parcel with control parcel (Case Study: Neka-Mazandaran forests). J. of Hyrcanian Forest Conservation and Exploitation. 1: 75-84. (In Persian)

26.Eshaghi Rad, J., and Khanalizadeh, A. 2014. Quantitative comparison of microhabitats in deciduous forests with different management histories (Case study: Golband forest, Noshahr). Iranian J. of Forest and Poplar Research. 21: 594-605. (In Persian)
27.Sefidi, K. 2018. Quantitative evaluation of habitat and dead tree abundance in the oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, case study from the Siahkal Forests. Iranian J. of Forest and Poplar Research. 26: 331-343. (In Persian)
28.Moridi, M., Malakshahi, M., Etemad, V., and Sefidi, K. 2016. Accumulation of fine woody debris in the stem exclusion phase in mixed beech (*Fagus orientlais* Lipsky) stands. Forest Research and Development. 1: 351-361. (In Persian)
29.Sefidi, K., Marvi Mohajer, M., Zobeyri, M., and Etemad, V. 2008. Investigation on dead trees effects on natural regeneration of oriental beech and hornbeam in a mixed beech forest. Iranian J. of Forest and Poplar Research. 15: 365-373. (In Persian)
30.Sefidi, K., and Mohammadi Haghighi, M. 2008. Diversity of dead wood inhabiting fungi and bryophytes in mixed beech forests (north of Iran). Pajouhesh-va-Sazandegi. 21: 122-128. (In Persian)