University of Tehran

Journal of Forest and Wood Products

Online ISSN: 2383-0530

Home Page: https://jfwp.ut.ac.ir

Four-year monitoring of crown dieback to determine the characteristics of Persian oak trees susceptible to crown dieback

Ahmad Hosseini[1*] | Hassan Jahanbazi Gujani[2]

1. Corresponding Author, Research Division of Natural Resources, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran. E-mail: a.hosseini@areeo.ac.ir
2. Research Division of Natural Resources, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran. E-mail: jahanbazy_hassan@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received 03 December 2022
Revised 23 March 2023
Accepted 01 June 2023
Published online 14 September 2023

Keywords:
Oak forests,
Zagros,
Tree decline,
Intra-species variability,
Individual characteristics.

ABSTRACT

In the present study, the crown dieback of Persian oak trees was monitored over a period of four years (2019 to 2022) in order to determine the characteristics of oak trees that are sensitive to crown dieback in the Mele-Siah forests of Ilam. Two plots, with varying areas in order to include 100 oak trees, were selected on the northern and southern slopes. The characteristics of each tree, including the diameter at breast height, tree height, and the large and small diameters of the crown, were measured and recorded. The crown dieback of each tree was evaluated based on the percentage of crown dieback over the course of four years at the end of the summer season, and the trees were divided into four classes of crown dieback. The results showed that there is variation within the species in terms of the extent of crown dieback. On the northern slope, the majority of trees were in the declining and less than 50% crown dieback classes, while on the southern slope, the majority of trees were in the healthy and more than 50% crown dieback classes. The healthy class had the lowest average diameter at breast height, height, and crown area, while the higher crown dieback classes had higher averages for these characteristics. Additionally, the results showed that there is variation within the species in terms of the annual variability of crown dieback intensity. In the northern site, 17 trees and in the southern site, 14 trees were moved from the healthy and low crown dieback classes to the higher crown dieback classes. The results indicated that the transplanted trees had larger diameters at breast height, heights, and crown areas compared to the trees in the same class that were not transplanted. It was concluded that trees with larger dimensions in terms of diameter at breast height, height, and crown area, which are also older, are more sensitive to dieback. Conversely, trees with less crown variability or greater crown health have greater adaptability or tolerance to drought conditions, which can be used to produce resilient seedlings for the restoration of dieback-affected forests. The findings of this study can be utilized in the identification and protective management of forest trees that have not yet experienced decline or are situated near affected trees and stands.

Cite this article: Hosseini, A., Jahanbazi Gujani, H. (2023). Four-year monitoring of crown dieback to determine the characteristics of Persian oak trees susceptible to crown dieback. *Journal of Forest and Wood Products*, 76 (2), 91-101. DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.351999.1229

© The Author(s) **Publisher:** University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.351999.1229

دانشگاه تهران

نشریهٔ جنگل و فرآورده‌های چوب

سایت نشریه: https://jfwp.ut.ac.ir

شاپا الکترونیکی: ۰۵۳۰-۲۳۸۳

پایش چهارسالهٔ خشکیدگی تاجی به‌منظور تعیین ویژگی‌های درختان بلوط ایرانی حساس به خشکیدگی تاجی

احمد حسینی[1*] | حسن جهانبازی گوجانی[2]

۱. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران. رایانامه: a.hosseini@areeo.ac.ir

۲. بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران. رایانامه: jahanbazy_hassan@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۱/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۲۳

کلیدواژه:
تفاوت‌های درون‌گونه‌ای،
جنگل‌های بلوط،
زاگرس،
زوال درختی،
مشخصات فردی.

چکیده

در پژوهش حاضر خشکیدگی تاجی درختان بلوط ایرانی طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱ به‌منظور تعیین ویژگی‌های فردی درختان بلوط حساس به خشکیدگی تاجی در جنگل‌های ملـه‌سیاه ایلام پایش شد. دو قطعه‌نمونه با سطح متغیر به‌طوری که ۱۰۰ درخت بلوط را شامل شوند، در دامنه‌های شمالی و جنوبی انتخاب شد. مشخصات هر درخت شامل قطر برابر سینه، ارتفاع درخت و قطر بزرگ و کوچک تاج اندازه‌گیری شد. ارزیابی خشکیدگی تاجی هر درخت به‌مدت چهار سال در اواخر فصل تابستان براساس درصد خشکیدگی تاجی انجام شد و درختان در چهار طبقهٔ خشکیدگی تاجی تقسیم‌بندی شدند. نتایج نشان داد که تفاوت‌های درون‌گونه‌ای از نظر میزان خشکیدگی تاجی وجود دارد، به‌طوری‌که در دامنهٔ شمالی بیشترین تعداد درختان در طبقه‌های سرخشکیده و خشکیدگی تا ۵۰ درصد و در دامنهٔ جنوبی بیشترین تعداد درختان در طبقه‌های سالم و خشکیدگی بیش از ۵۰ درصد قرار داشت. طبقهٔ سالم کمترین میانگین قطر برابر سینه، ارتفاع و سطح تاج داشت و طبقه‌های خشکیدگی تاجی بالاتر میانگین قطر تنه، ارتفاع و سطح تاج بیشتری داشتند. نتایج نشان داد که تفاوت‌های درون‌گونه‌ای از نظر تغییرپذیری سالیانه شدت خشکیدگی تاجی وجود دارد، به‌طوری‌که در رویشگاه شمالی، تعداد ۱۷ درخت و در رویشگاه جنوبی، تعداد ۱۴ درخت از طبقه‌های سالم و سرخشکیده به طبقه‌های خشکیدگی تاجی بالاتر جابجا شدند. درختان جابجا شده میانگین قطر برابر سینه و سطح تاج بیشتری نسبت به درختان هم طبقه جابجانشده داشتند. نتیجه‌گیری شد که درختان با ابعاد بزرگ‌تر از نظر قطر برابر سینه و سطح تاج که سن بیشتری نیز دارند، حساسیت بیشتری به خشکیدگی دارند. برعکس درختان با تغییرپذیری تاجی کمتر و یا سلامت تاجی بیشتر سازگاری یا بردباری بیشتری در شرایط خشکسالی دارند. نتایج این پژوهش می‌تواند در شناسایی و مدیریت حفاظت و احیاء درختان جنگلی که هنوز دچار خشکیدگی درختی نشده و یا در مجاورت درختان و توده‌های دچار خشکیدگی قرار دارند، استفاده شود.

استناد: حسینی، احمد؛ جهانبازی گوجانی، حسن (۱۴۰۲). پایش چهارسالهٔ خشکیدگی تاجی به‌منظور تعیین ویژگی‌های درختان بلوط ایرانی حساس به خشکیدگی تاجی. *نشریهٔ جنگل و فرآورده‌های چوب*، ۷۶ (۲)، ۱۰۱-۹۱.

DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.351999.1229

© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.351999.1229

۱. مقدمه

خشکیدگی تاجی از مراحل اولیه وقوع خشکیدگی در درختان جنگلی تحت تنش است. خشکیدگی تاجی از نشانه‌های ظاهری میزان سلامت تاجی درخت است و معمولاً درختان ضعیف‌تر و نابردبارتر به این پدیده دچار می‌شوند. به‌عبارت دیگر هر چقدر درختان جنگلی ضعیف‌تر بوده و بردباری کمتری در برابر شرایط نامساعد داشته باشند، میزان خشکیدگی تاجی آن‌ها بیشتر است. در جنگل‌های بلوط استان ایلام خشکیدگی‌های تاجی و درختی گسترده‌ای به‌دنبال وقوع خشکسالی‌های شدید دههٔ اخیر اتفاق افتاد. مشاهدات نشان می‌دهد که در این جنگل‌ها برخی از درختان سالم مانده و برخی دیگر از درختان با شدت‌های مختلف دچار خشکیدگی تاجی شده‌اند. پژوهش‌های مختلف نشان داده است که وقوع خشکیدگی‌های تاجی و درختی در جنگل با عوامل مختلفی ارتباط دارد. به‌عنوان مثال برخی از پژوهشگران عوامل محیطی شامل اقلیم و توپوگرافی را از عوامل مؤثر دانسته‌اند [۷–۱]. برخی دیگر ساختار جنگل را از عوامل مؤثر بر خشکیدگی درختی معرفی کرده‌اند [۱۱–۸]. برخی دیگر ویژگی‌های فیزیولوژیکی را مؤثر عنوان کرده‌اند [۱۵–۱۲].

مطالعه در سطح درخت معمولاً به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد. در تمام این روش‌ها بررسی تفاوت‌های فردی درختان سالم و ناسالم مدنظر است. یکی از روش‌های آن این است که درختان تحت تنش با درختانی که تحت تنش نیستند، مقایسه می‌شوند [۱۶،۱۷]. در روشی دیگر درختان جنگلی را در قبل و بعد از وقوع خشکیدگی بررسی کرده و تفاوت‌های آن‌ها را در دو مقطع زمانی مشخص می‌کنند [۱۷]. روش دیگر به مقایسهٔ درختان سالم با درختان ناسالم می‌پردازد. در این روش چند درخت سالم به‌عنوان درختان مرجع در نظر گرفته شده و مقایسهٔ صفات سایر درختان با آن‌ها به‌منظور تعیین تفاوت‌های فردی انجام می‌شود [۱۷]. از این دسته، می‌توان به پژوهش انجام گرفته توسط Hosseini و همکاران (۲۰۱۸) [۱۵] و Hosseini (۲۰۱۷) [۱۸] اشاره نمود. در پژوهش حاضر از روش اخیر برای رسیدن به برخی از صفات شاخص درختان دچار خشکیدگی یا درختان حساس به خشکیدگی استفاده شد.

در سطح درخت، مطالعات مختلفی بر روی خشکیدگی درختان جنگلی انجام شده است. به‌عنوان مثال Hosseini و همکاران (۲۰۱۸) صفات ریخت‌شناختی و فیزیولوژی برگ درختان بلوط سالم و دارای خشکیدگی تاجی را بررسی و مقایسه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که درختان سرخشکیده دارای مقادیر وزن خشک مخصوص برگ[1] بیشتر، محتوای رطوبت نسبی برگ[2] کمتر و تراکم روزنه‌ای کمتری بودند [۱۵]. در پژوهشی دیگر Hosseini (۲۰۱۷) گزارش کرد که تغییرات عناصر در پیکرهٔ درختان سرخشکیده نسبت به درختان سالم به‌منظور مقاومت به شرایط خشکی و انجام فعالیت‌های حیاتی در حد ممکن بوده است [۱۸]. اگر چه مطالعات زیادی در زمینهٔ خشکیدگی در سطح درخت انجام شده است، اما نتایج این پژوهش‌ها در تشخیص درختان سالم و ناسالم در جنگل کاربردی نیستند. بیشتر مطالعات خشکیدگی درختان در مقیاس بزرگ (سطح منطقه، رویشگاه و توده) انجام شده و کمتر به مطالعات در سطح درخت پرداخته شده است. بنابراین در پژوهش حاضر خصوصیات فردی درختان مورد بررسی قرار گرفت و دلیل تفاوت‌های فردی درختان از منظر خشکیدگی تاجی ارزیابی شد. با این کار، ویژگی‌های فردی درختان حساس به خشکیدگی شناسایی شده و در مدیریت حفاظتی و احیای جنگل‌های دچار خشکیدگی مفید خواهد بود.

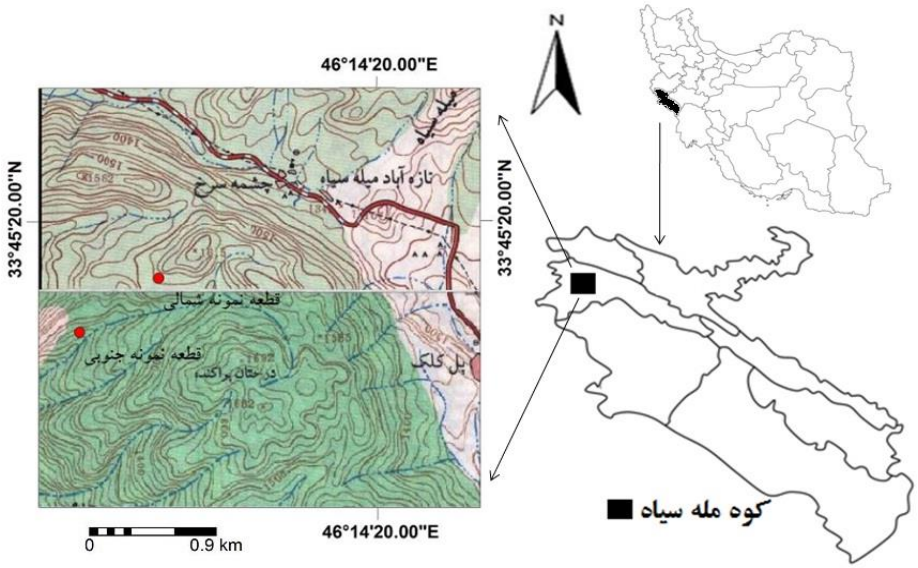
از نظر مدیریت جنگل بهتر است معیارهایی برای تشخیص درختان حساس بکارگیری شود. برای تحقق این مهم، بایستی بر مشخصات فردی درختان تمرکز شده و این مشخصات در ارتباط با میزان خشکیدگی تاجی درختان بررسی شود تا در نهایت ویژگی‌های درختان سرخشکیده در مقابل درختان سالم شناسایی شود. با توجه به گستردگی وقوع خشکیدگی تاجی و درختی در گسترهٔ وسیع جنگل‌های زاگرس و درصد فراوانی بیش از ۹۰ درصد گونهٔ بلوط ایرانی، ضرورت این پژوهش برای شناسایی درختان حساس به خشکیدگی تاجی مشخص می‌شود. بر این اساس، اهداف پژوهش حاضر شامل: تعیین تفاوت‌های درختان از نظر میزان خشکیدگی تاجی، تعیین تغییرپذیری زمانی خشکیدگی تاجی درختان بلوط و تعیین مشخصات فردی درختان بلوط حساس به خشکیدگی تاجی است. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در شناسایی و مدیریت حفاظت و احیاء درختان جنگلی که هنوز دچار خشکیدگی درختی نشده و یا در مجاورت درختان و توده‌های دچار خشکیدگی قرار دارند، استفاده شود.

[1] LMA
[2] RWC

۲. روش شناسی پژوهش

۲-۱. منطقهٔ مورد مطالعه

این پژوهش در بخشی از جنگل‌های ملەسیاه واقع در ۳۵ کیلومتری غرب شهر ایلام، در نیمهٔ شمالی استان ایلام انجام شد (شکل ۱). این جنگل‌ها در منطقه‌ای کوهستانی قرار گرفته‌اند و از توده‌های جنگلی بلوط با درصد آمیختگی بالای گونهٔ بلوط ایرانی تشکیل شده‌اند. فرم توده‌ها به‌صورت شاخه و دانه‌زاد بوده و درختان دانه‌زاد در ترکیب با شاخه‌زادها توده‌ها را تشکیل داده‌اند. گونه‌های درختی بنه و کیکم و گونه‌های درختچه‌ای زالزالک و آلبالوی وحشی در سطح منطقه وجود دارند. در این منطقه به ظاهر خشکیدگی تاجی بیشتری نسبت به مناطق جنگلی اطراف روی داده است. بنابراین برای انجام این پژوهش دو قطعه‌نمونه با مساحت متغیر تا حدی که ۱۰۰ درخت بلوط را شامل شود، بر روی دامنه‌های شمالی و جنوبی کوه ملەسیاه که در شرایط یکسانی از نظر ارتفاع از سطح دریا و شیب دامنه قرار داشتند، انتخاب شد (شکل ۱). مرکز قطعه‌نمونهٔ شمالی در موقعیت UTM طول شرقی ۶۱۲۸۵۵ و عرض شمالی ۳۷۳۵۲۹۲ قرار گرفته است. مرکز قطعه‌نمونهٔ جنوبی در موقعیت UTM طول شرقی ۶۱۲۱۴۹ و عرض شمالی ۳۷۳۴۸۷۳ قرار دارد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

۲-۲. روش انجام تحقیق

نخست دو رویشگاه جنگلی بر روی دامنه‌های شمالی و جنوبی منطقهٔ جنگلی ملەسیاه انتخاب شد و در هر رویشگاه یک قطعه‌نمونه با سطح متغیر تا حدی که تعداد ۱۰۰ درخت بلوط ایرانی را شامل شود، مشخص شد. سپس در هر قطعه‌نمونه مشخصات تمام درختان شامل قطر برابر سینه، ارتفاع کل درخت، قطر بزرگ و کوچک تاج و منشاء آن‌ها اندازه‌گیری و تعیین شد. همچنین ارزیابی وضعیت تاجی درختان براساس درصد خشکیدگی تاجی به مدت چهار سال (۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱) در اواخر فصل تابستان انجام شد و درختان در چهار طبقهٔ خشکیدگی تاجی (طبقهٔ اول شامل درختان بلوط سالم با خشکیدگی تاجی زیر ۵ درصد، طبقهٔ دوم شامل درختان بلوط دارای سرخشکیدگی تاجی، طبقهٔ سوم شامل درختان بلوط با خشکیدگی تاجی زیر ۵۰ درصد و طبقهٔ چهارم شامل درختان بلوط با خشکیدگی تاجی بیش از ۵۰ درصد) تقسیم‌بندی شدند.

۲-۳. تجزیه و تحلیل داده‌ها

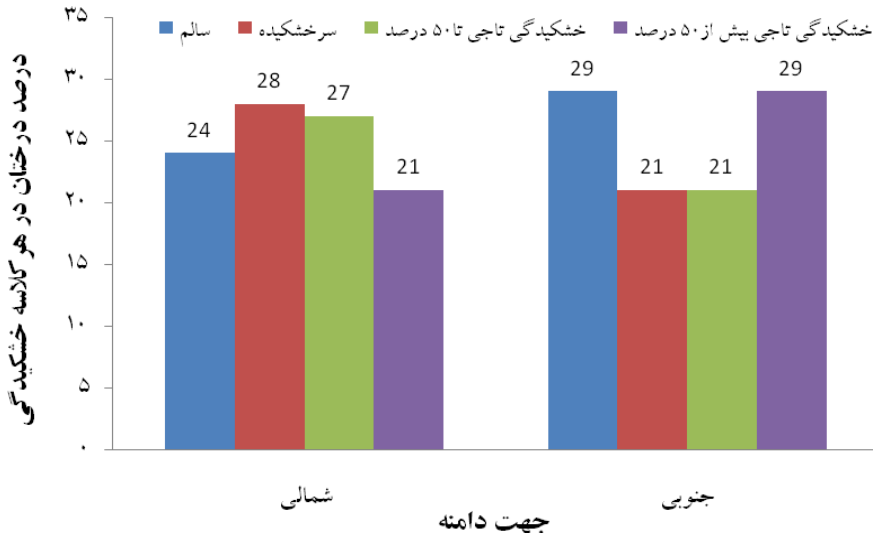
پس از جمع‌آوری داده‌های حاصل از ارزیابی خشکیدگی تاجی درختان در طول چهار سال، تعداد درختان مربوط به هر طبقهٔ خشکیدگی تاجی برای هر سال مشخص شد و براساس آن وضعیت خشکیدگی تاجی درختان در هر قطعه‌نمونه تعیین شد.

براساس داده‌های خشکیدگی تاجی درختان در سال اول پژوهش، تفاوت‌های درون‌گونه‌ای درختان بلوط ایرانی از نظر شدت خشکیدگی تاجی مشخص شد. به‌منظور تعیین صفات درختان حساس به خشکیدگی تاجی، براساس داده‌های خشکیدگی درختان در سال اول پژوهش، ارتباط خشکیدگی تاجی درختان با قطر برابر سینه، ارتفاع و سطح تاج آن‌ها بررسی شد. برای بررسی تغییرپذیری خشکیدگی تاجی درختان در طول چهار سال، وضعیت خشکیدگی تاجی درختان برای هر یک از سال‌های پژوهش تعیین شد و از بررسی مجموع داده‌های چهارساله روند تغییرات زمانی خشکیدگی تاجی درختان تعیین شد. برای تعیین نهایی صفات درختان حساس به خشکیدگی تاجی، درختانی که شدت خشکیدگی آن‌ها در طول چهار سال پژوهش تغییر کرده و وارد طبقه‌های خشکیدگی تاجی بالاتر شدند، شناسایی شدند و میانگین قطر برابر سینه، ارتفاع و سطح تاج آن‌ها در هر طبقه با درختان جابجانشده آن طبقه مقایسه شدند. برای بررسی ارتباط خشکیدگی تاجی درختان با ویژگی‌های ظاهری آن‌ها در مرحلهٔ نخست از تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح معنی‌داری ۹۹ درصد) و در مرحلهٔ نهایی از آزمون تی غیرجفتی (در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد) استفاده شد.

۳. یافته‌های پژوهش و بحث

۳-۱. تفاوت‌های درون‌گونه‌ای شدت خشکیدگی تاجی درختان بلوط

نتایج بررسی وضعیت خشکیدگی تاجی درختان بلوط ایرانی در سال ۱۳۹۸ نشان داد که تغییرات و تفاوت‌های درون‌گونه‌ای بین درختان بلوط ایرانی از نظر پاسخ به تغییرات محیطی به‌صورت خشکیدگی‌های تاجی با شدت‌های مختلف وجود دارد. بر این اساس، درصد فراوانی درختان بلوط در طبقه‌های خشکیدگی مختلف متفاوت بود و این رویه برای هر دو قطعه‌نمونه واقع در رویشگاه‌های شمالی و جنوبی صدق می‌کرد. بیشترین فراوانی درختان بلوط در قطعه‌نمونهٔ شمالی در طبقه‌های سرخشکیده و خشکیدگی تاجی کمتر از ۵۰ درصد وجود داشت و در قطعه‌نمونهٔ جنوبی در طبقه‌های سالم و خشکیدگی تاجی بیش از ۵۰ درصد وجود داشت (شکل ۲). با توجه به اینکه بلوط ایرانی یکی از حساس‌ترین گونه‌های درختی جنگل‌های زاگرس است [۱۹]، درصد زیادی از درختان بلوط در منطقهٔ مورد مطالعه دچار خشکیدگی تاجی شده بود، به‌طوری که در قطعه‌نمونهٔ شمالی حدود ۷۶ درصد و در قطعه‌نمونهٔ جنوبی حدود ۷۱ درصد از درختان درگیر خشکیدگی تاجی بودند. هر چند که شدت خشکیدگی تاجی در بین این درختان متفاوت بود.



شکل ۲. تنوع فراوانی خشکیدگی تاجی درختان بلوط ایرانی در طبقه‌های خشکیدگی تاجی مختلف در رویشگاه‌های مورد مطالعه در سال ۱۳۹۸

این یافته علاوه بر اثبات حساس بودن گونهٔ بلوط ایرانی به خشکسالی‌های متعاقب تغییرات اقلیمی دههٔ اخیر [۷]، در واقع بیان‌کنندهٔ تفاوت‌های درون‌گونه‌ای این حساسیت در بین درختان بلوط است. این یافته‌ها با نتایج Zarafshar و همکاران (۲۰۲۰) [۲۰] و Zandebasiri و همکاران (۲۰۱۷) [۲۱] همخوانی دارد. Zarafshar و همکاران (۲۰۲۰) [۲۰] در جنگل‌های کوهمره سرخی میزان خشکیدگی در طبقهٔ خشکیدگی بیش از ۵۰ درصد را ۱۱ درصد اعلام کردند که در مقایسه با جنگل‌های ملهسیاه رقم پایینی است و نشان‌دهندهٔ وضعیت بحرانی‌تر در جنگل‌های ایلام است. Zandebasiri و همکاران (۲۰۱۷) [۲۱] در جنگل‌های منطقهٔ تنگ‌سلوک گزارش دادند که ۶۶ درصد درختان منطقه به خشکیدگی دچار شده‌اند. رقم اعلام شده توسط Zandebasiri و همکاران (۲۰۱۷) [۲۱] اگر چه رقم بالایی است و نشان‌دهندهٔ وضعیت نامطلوب جنگل‌های منطقهٔ تنگ‌سلوک است، اما در مقایسه با جنگل‌های ملهسیاه رقم کمتری است، چرا که در پژوهش حاضر درختان مربوط به طبقه‌های سرخشکیده، خشکیدگی کمتر از ۵۰ درصد و خشکیدگی بیش از ۵۰ درصد دچار خشکیدگی شده‌اند و مجموع آمار این سه طبقه رقمی فراتر از رقم گزارش شده توسط Zandebasiri و همکاران (۲۰۱۷) [۲۱] است که در اینجا باز وضعیت بحرانی‌تر جنگل‌های ایلام بیشتر به چشم می‌آید.

۲-۳. ارتباط خشکیدگی تاجی با جهت دامنه

نتایج این بررسی نشان داد که درصد خشکیدگی تاجی درختان بلوط ایرانی در جهت‌های جغرافیایی شمالی و جنوبی اختلاف معنی‌دار دارد (جدول ۱، $P<۰/۰۵$). بر این اساس میانگین درصد خشکیدگی تاجی درختان در جهت شمالی کمتر از جهت جنوبی بود. این نتیجه در واقع نشان‌دهندهٔ این است که درختانی که در جهت جنوبی دچار خشکیدگی تاجی شده‌اند، اغلب درگیر خشکیدگی تاجی شدیدتری شده‌اند، هر چند که تعداد درختان دچار خشکیدگی در این جهت (۷۱ اصله) کمتر از جهت شمالی (۷۶ اصله) بوده است. به هرحال این یافته بیانگر تأثیر جهت جغرافیایی بر خشکیدگی تاجی درختان بلوط ایرانی بوده است و با نتایج پژوهش‌های متعددی همخوانی دارد [۷-۱].

جدول ۱. نتایج مقایسهٔ میانگین درصد خشکیدگی تاجی درختان بلوط ایرانی در جهت‌های جغرافیایی

	آزمون تی غیرجفتی برای برابری میانگین‌ها			میانگین+انحراف معیار	
	درجه آزادی	آمارهٔ t	معنی‌داری	شمال	جنوب
درصد خشکیدگی تاجی	۱۹۸	-۲/۱۰۹	۰/۰۳۶	۰/۲۵[b]+۰/۲۷	۰/۳۴[a]+۰/۳۵

۳-۳. ارتباط خشکیدگی تاجی با صفات ظاهری درخت

نتایج این بررسی نشان داد که میانگین مقادیر قطر برابر سینه، ارتفاع کل و سطح تاج درختان بلوط ایرانی در بین طبقه‌های خشکیدگی تاجی مختلف تفاوت معنی‌دار دارند (جدول ۲). این تفاوت‌ها در واقع کلیدی برای مشخص کردن ویژگی‌های درختان حساس‌تر به خشکیدگی تاجی و نیز تشخیص صفات درختان سالم‌تر و مقاوم‌تر است. بر این اساس، در پژوهش حاضر مشخص شد که درختان بلوط کلاسه‌های خشکیدگی بالاتر میانگین قطر برابر سینه بیشتری دارند. در رویشگاه شمالی میانگین قطر برابر سینهٔ درختان تمام طبقه‌های دارای خشکیدگی تاجی به‌طور معنی‌داری بیشتر از درختان سالم بود، اما در رویشگاه جنوبی میانگین قطر برابر سینهٔ طبقه‌های سرخشکیده و خشکیدگی تاجی زیر ۵۰ درصد بیشتر از درختان سالم بود و طبقهٔ خشکیدگی تاجی بیش از ۵۰ درصد از این جهت در مرتبهٔ دوم قرار گرفت و نشان داد که قطر برابر سینهٔ درختان سالم کمتر از درختان سایر کلاسه‌ها است (جدول ۲). با توجه به اینکه قطر برابر سینهٔ درخت با سن آن همبستگی زیادی دارد، بنابراین می‌توان گفت که درختان با قطر تنهٔ بیشتر، سن بیشتری داشته و درختان مسن‌تر، حساسیت بیشتری به شرایط نامساعد محیطی داشته و زودتر و سریع‌تر واکنش نشان می‌دهند [۷، ۱۹]. در این بررسی‌ها مشخص شد که درختان بلوط طبقه‌های خشکیدگی بالاتر از میانگین ارتفاع بیشتری نسبت به درختان سالم برخوردارند. در رویشگاه شمالی میانگین ارتفاع درختان طبقه‌های سرخشکیده و خشکیدگی تاجی زیر ۵۰ درصد به‌طور معنی‌داری بیشتر از درختان سالم بود، اما در رویشگاه جنوبی میانگین ارتفاع درختان طبقه‌های سرخشکیده و خشکیدگی تاجی زیر ۵۰ درصد بیشتر از درختان سالم بود و طبقهٔ

خشکیدگی تاجی بیش از ۵۰ درصد از این جهت در مرتبهٔ بینابین قرار گرفت و نشان داد که ارتفاع درختان سالم به‌طور معنی‌داری کمتر از درختان سایر طبقه‌ها است (جدول ۲). ارتفاع بیشتر درختان در شرایط بحرانی خشکسالی ویژگی مناسبی از نظر فیزیولوژیکی برای درخت نیست. در واقع با کمبود بارندگی و کمبود رطوبت خاک، قدرت جذب آب و مواد معدنی توسط درختان بلندتر و انتقال آن به شاخ و برگ‌ها به‌ویژه تا رأس تاج با مشکلات بیشتری نسبت به درختان کوتاه‌تر مواجه می‌شود. علاوه بر این، قسمت اعظم ارتفاع درختان جنگل‌های زاگرس که معمولاً با فاصله نسبت به یکدیگر قرار دارند و شکل غیرجنگلی به خود گرفته‌اند، را تاج تشکیل می‌دهد [۲۲] و این خود نشان‌دهندهٔ مصرف آبی بیشتر درختان بلندتر به‌دلیل داشتن تاج بلندتر و بزرگ‌تر است که در شرایط خشکسالی، ایجاد تنش شدید برای این درختان نموده و به‌صورت خشکیدگی تاج نمود پیدا می‌کند. نتایج بررسی‌های پژوهش حاضر نشان داد که درختان بلوط طبقه‌های خشکیدگی بالاتر میانگین سطح تاج بیشتری نسبت به درختان طبقهٔ سالم دارند. در رویشگاه شمالی میانگین سطح تاج درختان طبقه‌های سرخشکیده و خشکیدگی تاجی زیر ۵۰ درصد به‌طور معنی‌داری بیشتر از درختان سالم بود، اما در رویشگاه جنوبی میانگین سطح تاج درختان طبقهٔ سرخشکیده بیشتر از درختان سالم بود و کلاسه‌های خشکیدگی تاجی زیر ۵۰ درصد و بیش از ۵۰ درصد از این جهت در مرتبه بینابین قرار گرفت و نشان داد که سطح تاج درختان سالم به‌طور معنی‌داری کمتر از درختان سایر طبقه‌ها است (جدول ۲). سطح تاج بیشتر در واقع حجم تاج بزرگ‌تری را ایجاد می‌کند و با بزرگ‌تر شدن حجم تاج نیاز آبی درخت نیز بیشتر می‌شود و این ویژگی در واقع تبدیل به عیب بزرگی برای درختان در مواقع وقوع خشکسالی‌های شدید همچون خشکسالی دههٔ اخیر می‌شود. دقیقاً به‌همین دلیل است که درختان با تاج بزرگ‌تر، حساسیت بیشتری به خشکیدگی تاجی داشته و بر همین اساس توصیه می‌شود که در شرایط خشکسالی‌های دههٔ اخیر، که کمبود بارندگی و رطوبت خاک امکان رفع نیازهای آبی درختان جنگلی را نمی‌دهد، هرس درختان جنگلی انجام شود، چون در این‌صورت تاج درختان کم‌حجم‌تر و سبک‌تر شده، نیاز آبی درخت کاهش یافته، فشار کمتری را متحمل شده و در نتیجه توان تحمل شرایط نامساعد و گذر از بحران را خواهد داشت. نتایج برخی مطالعات نشان داده است که هرس تاج، در حد سبک تا متوسط، در شرایط تنش خشکی و کم‌آبی، موجب افزایش شادابی تاج، افزایش زنده‌مانی، افزایش فتوسنتز و افزایش تولید میوه می‌شود [۲۶–۲۳]. بنابراین یافته‌های فوق نشان داد که قطر برابر سینه، ارتفاع و سطح تاج همگی از شاخص‌های ظاهری نشان‌دهندهٔ حساسیت درختان بلوط به خشکیدگی تاجی می‌باشند.

جدول۲. نتایج تجزیه واریانس و مقایسهٔ میانگین‌های مشخصات کمی درختان بلوط در کلاسه‌های خشکیدگی تاجی در منطقهٔ ملەسیاه

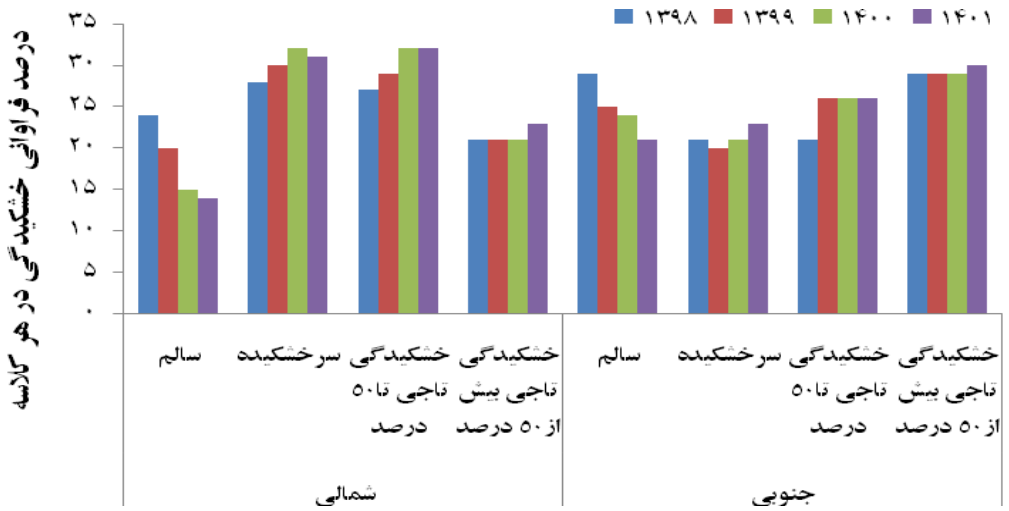
رویشگاه	مشخصه	تجزیه واریانس			مقایسهٔ میانگین‌ها		
		درجه آزادی	آمارهٔ F	معنی‌داری	سالم	سرخشکیده	خشکیدگی تاجی زیر ۵۰ درصد	خشکیدگی تاجی بیش از ۵۰ درصد
شمالی	قطر برابر سینه	۳	۸/۳۸۰	۰/۰۰۰**	۱۶/۹۷^{b}	۲۵/۷۴^{a}	۲۸/۴۸^{a}	۲۷/۹۱^{a}
	ارتفاع	۳	۶/۹۰۹	۰/۰۰۰**	۴/۷۴^{b}	۵/۹۵^{a}	۵/۹۷^{a}	۴/۸۷^{b}
	سطح تاج	۳	۴/۳۳۲	۰/۰۰۷**	۱۰/۱۳^{b}	۱۷/۷۳^{a}	۱۸/۰۸^{a}	۱۲/۲۲^{b}
جنوبی	قطر برابر سینه	۳	۳/۳۹۲	۰/۰۲۱*	۱۹/۸۳^{b}	۲۹/۹۷^{a}	۳۲/۹۱^{a}	۲۴/۴۹^{ab}
	ارتفاع	۳	۴/۸۴۹	۰/۰۰۳**	۴/۴۸^{b}	۶/۰۶^{a}	۵/۶۹^{a}	۵/۱۴^{ab}
	سطح تاج	۳	۲/۳۶۴	۰/۰۳۶*	۱۴/۵۱^{b}	۲۶/۲۲^{a}	۲۲/۹۱^{ab}	۱۵/۸۸^{ab}

* معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد و ** معنی‌دار در سطح خطای ۱ درصد

۴–۳. تغییرپذیری سالیانهٔ خشکیدگی تاجی درختان بلوط

نتایج پایش خشکیدگی تاجی درختان بلوط طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱ نشان داد که تغییرپذیری زمانی از نظر شدت خشکیدگی تاجی در بین درختان بلوط وجود دارد. به‌طوری‌که با گذشت زمان از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱ شدت خشکیدگی تاجی برخی از درختان بیشتر شده و از طبقه‌های سالم و سرخشکیده به طبقه‌های خشکیدگی تاجی بالاتر منتقل شده‌اند. بر این اساس، درصد فراوانی درختان بلوط در طبقه‌های خشکیدگی مختلف در بین سال‌های مورد مطالعه متفاوت بود که این رویه برای هر دو رویشگاه شمالی و جنوبی صدق می‌کرد (شکل ۳). در رویشگاه شمالی بیشترین درصد فراوانی درختان در طبقه‌های سرخشکیده و

خشکیدگی زیر ۵۰ درصد بود و طی سال‌های پژوهش پیش‌رو، درختان خارج شده از طبقهٔ سالم، به این دو طبقه وارد شدند و بر درصد فراوانی این دو طبقه افزوده شد، اما در رویشگاه جنوبی بیشترین فراوانی درختان در طبقهٔ خشکیدگی بیش از ۵۰ درصد قرار داشت و طی سال‌های پژوهش، درختان خارج شده از طبقهٔ سالم به‌ترتیب در طبقهٔ خشکیدگی تاجی زیر ۵۰ درصد و طبقهٔ سرخشکیده قرار گرفتند. البته در هر دو رویشگاه، ورود برخی از درختان به طبقهٔ خشکیدگی بیش از ۵۰ درصد در سال ۱۴۰۱ دیده شد که نشان‌دهندهٔ تبدیل تدریجی خشکیدگی تاجی به خشکیدگی کامل این درختان است. این جابجایی درختان در طول چهار سال در طبقه‌های خشکیدگی تاجی، ضمن اینکه نشان‌دهندهٔ تداوم اثرات خشکسالی و کمبود رطوبت خاک بر درختان است که موجب شده است فشار بیشتری بر درختان وارد آید و شدت خشکیدگی تاجی درختان افزایش یابد، در واقع نشان‌دهندهٔ حساسیت بیشتر برخی از درختان بلوط نسبت به سایر آن‌ها است. چرا که با اینکه این درختان در طبقه‌های سالم و سرخشکیده بوده‌اند، اما چون حساسیت بیشتری نسبت به هم طبقه‌های خود داشته‌اند، بنابراین بردباری کمتر خود را در برابر خشکسالی و شرایط نامساعد به‌صورت خشکیدگی‌های تاجی شدیدتر نشان داده‌اند. این یافته‌ها نشان‌دهندهٔ تفاوت‌های بیشتر بین درختان بلوط از نظر میزان حساسیت به خشکیدگی تاجی با گذشت زمان است.



شکل ۳. تغییرات سالیانهٔ فراوانی خشکیدگی تاجی درختان بلوط ایرانی در طبقه‌های خشکیدگی تاجی مختلف در رویشگاه‌های مورد مطالعه طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱

۵-۳. مقایسهٔ درختانی که جابجایی کلاسه داشتند با درختانی که جابجایی نداشتند

در این بررسی مشخص شد که تعداد ۱۹ درخت در رویشگاه شمالی و ۱۵ درخت در رویشگاه جنوبی جابجایی طبقه داشته‌اند. در رویشگاه شمالی، تعداد ۱۰ درخت از طبقهٔ سالم، تعداد ۷ درخت از طبقهٔ سرخشکیده و تعداد ۲ درخت از طبقهٔ خشکیدگی تاجی زیر ۵۰ درصد خارج شدند. در رویشگاه جنوبی تعداد ۸ درخت از طبقهٔ سالم، تعداد ۶ درخت از طبقهٔ سرخشکیده و تعداد یک درخت از طبقهٔ خشکیدگی تاجی زیر ۵۰ درصد خارج شدند. هر چند در هر دو رویشگاه شمالی و جنوبی، روند افزایشی خشکیدگی تاجی طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱ مشاهده شد، اما میزان خشکیدگی تاجی و نحوهٔ تغییرات فراوانی درختان در طبقه‌های خشکیدگی متفاوت بود. این امر احتمالاً مرتبط با این است که چگونه کیفیت رویشگاه بر ترکیب توده و انبوهی آن تأثیر می‌گذارد [۱]. در جهت‌های جنوبی به‌علت کمتر بودن رطوبت نسبی توپوگرافی رویشگاه و گرم بودن هوا و حضور بیشتر سوسک‌های چوب‌خوار ناشی از آن، و در جهت شمالی به‌علت رقابت درختی بیشتر ناشی از تراکم بیشتر توده برای کسب آب موردنیاز و تشدید تنش خشکی ناشی از تشدید رقابت درختی، خشکیدگی تاجی و مرگ و میر درختی رخ داده است [۱، ۲، ۶، ۷، ۱۰، ۱۵، ۱۹]. بررسی درختان جابجا شده در مقایسه با درختان هم‌طبقه جابجا نشده، نشان داد که این درختان میانگین قطر برابر سینه، ارتفاع و

سطح تاج بیشتری نسبت به درختان هم‌طبقه جابجا نشده داشته‌اند. هر چند که این تفاوت‌ها برای طبقهٔ سرخشکیده در رویشگاه شمالی از نظر تمام مشخصات فردی مورد مطالعه و برای طبقهٔ سرخشکیده در رویشگاه جنوبی از نظر قطر برابر سینه و سطح تاج معنی‌دار بود (جدول ۳). این نتیجه در واقع خود تأیید مجددی بر مرتبط بودن قطر برابر سینه و سطح تاج با میزان خشکیدگی تاجی به‌عنوان شاخص‌های نشان‌دهندهٔ ویژگی‌های ظاهری درختان بلوط حساس به خشکیدگی تاجی است.

جدول ۳. نتایج مقایسهٔ میانگین‌های مشخصات کمی درختان بلوط جابجا شده و جابجا نشده به تفکیک در کلاسه‌های سالم و سرخشکیده در منطقه ملەسیاه

رویشگاه	طبقهٔ خشکیدگی تاجی	مشخصه	تجزیه واریانس		مقایسهٔ میانگین‌ها	
			آمارهٔ t	معنی‌داری	جابجا نشده	جابجا شده
شمالی	سالم	قطر برابر سینه	−۱/۲۴۳	۰/۲۲۷	۱۵/۹۶	۱۸/۴۱
		ارتفاع	−۰/۷۱۵	۰/۴۸۲	۴/۶۴	۴/۸۷
		سطح تاج	−۰/۷۱۱	۰/۴۸۴	۹/۵۱	۱۱/۰۱
	سرخشکیده	قطر برابر سینه	−۲/۲۴۸	۰/۰۳۳*	۲۳/۴۶b	۳۲/۵۷a
		ارتفاع	−۲/۵۱۲	۰/۰۱۹*	۵/۵۵b	۷/۱۴a
		سطح تاج	−۳/۱۲۷	۰/۰۰۴**	۱۳/۷۶b	۲۹/۶۴a
جنوبی	سالم	قطر برابر سینه	−۰/۵۶۲	۰/۵۷۹	۱۹/۰۲	۲۱/۹۸
		ارتفاع	−۱/۰۱۱	۰/۳۴۰	۴/۱۹	۵/۲۴
		سطح تاج	−۰/۹۱۸	۰/۳۸۵	۱۲/۲۴	۲۰/۴۷
	سرخشکیده	قطر برابر سینه	−۲/۵۵۶	۰/۰۱۹*	۲۳/۰۴b	۴۷/۲۹a
		ارتفاع	−۱/۹۶۸	۰/۰۶۴	۵/۶۱	۷/۱۷
		سطح تاج	−۲/۵۹۳	۰/۰۱۸*	۱۷/۹۵b	۴۶/۸۸a

* معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد و ** معنی‌دار در سطح خطای ۱ درصد

۴. نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، مشخص شد که تغییرات درون‌گونه‌ای از نظر شدت خشکیدگی تاجی در بین درختان بلوط ایرانی وجود دارد و این تغییرات در طول زمان نیز برقرار می‌باشد. تفاوت‌های درون‌گونه‌ای خشکیدگی تاجی با خصوصیات کمی درختان بلوط ایرانی مرتبط بود که این مزیتی برای شناخت درختان حساس به خشکیدگی تاجی می‌باشد. بر این اساس قطر برابر سینه و سطح تاج از شاخص‌های کمی و در عین حال ظاهری نشان‌دهندهٔ حساسیت درختان بلوط به خشکیدگی تاجی بودند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، نتیجه‌گیری شد که درختان با ابعاد بزرگ‌تر از نظر قطر برابر سینه و سطح تاج که سن بیشتری نیز دارند، حساسیت بیشتری به خشکیدگی تاجی دارند. از راهکارهای مدیریتی کنترل خشکیدگی تاجی می‌توان به هرس درختان اشاره کرد. برعکس درختان با تغییرپذیری تاجی کمتر و یا سلامت تاجی بیشتر، سازگاری یا بردباری بیشتری در شرایط خشکسالی دارند.

۵. منابع

[1]. Guarın, A., & Taylor, A.H. (2005). Drought triggered tree mortality in mixed conifer forests in Yosemite National Park, California, USA. *Forest Ecology and Management*, 218(1-3): 229-244.

[2]. Voelker, S.L., Muzika, R.M., & Guyette, R.P. (2008). Individual tree and stand level influences on the growth, vigor, and decline of red Oaks in the Ozarks. *Forest Science*, 54(1): 8-20.

[3]. Toledo, J.J.D., Magnusson, W.E., Castilho, C.V., & Nascimento, H.E.M. (2011). How much variation in tree mortality is predicted by soil and topography in Central Amazonia?. *Forest Ecology and Management*, 262(3): 331-338.

[4]. Crosby, M.K., Fan, Z., Spetich, M.A., Leininger, T.D., & Fan, X. (2012). Relationship between crown dieback and drought in the southeastern United States. *Forest Inventory and Analysis Symposium*, pp. 316-318.

[5]. Galiano, L., Martínez-Vilalta, J., Sabaté, S., & Lloret, F. (2012). Determinants of drought effects on crown condition and their relationship with depletion of carbon reserves in a Mediterranean holm oak forest. *Tree Physiology*, 32(4): 478-489.

[6]. Ruiz-Benito, P., Lines, E.R., Gómez-Aparicio, L., Zavala, M.A., & Coomes, D.A. (2013). Patterns and Drivers of Tree Mortality in Iberian Forests: Climatic Effects Are Modified by Competition. *Plos One*, 8(2): e56843.

[7]. Hosseini, A., Hosseini, S.M., & Linares, J.C. (2017). Site factors and stand conditions associated with Persian oak decline in Zagros mountain forests. *Forest Systems*, 26 (3): e014.

[8]. Floyd, M. L., Clifford, M., Cobb, N. S., Hanna, D., Delph, R., Ford, P., & Turner, D. (2009). Relationship of stand characteristics to drought-induced mortality in three Southwestern piñon–juniper woodlands. *Ecological Applications*, 19(5): 1223-1230.

[9]. Olano, J.M., Laskurain, N.A., Escudero, A., & Cruz, M.D.L. (2009). Why and where do adult trees die in a young secondary temperate forest? The role of neighbourhood. *Annals of Forest Science*, 66(1): 105-115.

[10]. Das, A., Battles, J., Stephenson, N.L., & Van Mantgem, P. J. (2011). The contribution of competition to tree mortality in old-growth coniferous forests. *Forest Ecology and Management*, 261: 1203-1213.

[11]. Ganey, J.L., & Vojta, S.C. (2011). Tree mortality in drought-stressed mixed-conifer and ponderosa pine forests, Arizona, USA. *Forest Ecology and Management*. 261: 162-168.

[12]. Ogaya, R., & Penuelas, J. (2006). Contrasting foliar responses to drought in *Quercus ilex* and *Phillyrea latifolia*. *Biologia Plantarum*, 50(3): 373-382.

[13]. Meszaros, I., Veres, S., Szollosi, E., Koncz, P., Kanalas, P., & Olah, V. (2008). Responses of some ecophysiological traits of sessile oak (*Quercus petraea*) to drought stress and heat wave in growing season. *Acta Biologica Szegediensis*, 52(1):107-109.

[14]. Liu, C., Liu, Y., Guo, K., Fan, D., Li, G., Zhenga, Y., Yuc, L., & Yangc, R. (2011). Effect of drought on pigments, osmotic adjustment and antioxidant enzymes in six woody plant species in karst habitats of southwestern China. *Environmental and Experimental Botany*, 71: 174-183.

[15]. Hosseini, A., Hosseini, S. M., & Linares, J.C. (2018). Linking morphological and ecophysiological leaf traits to canopy dieback in Persian oak trees from central Zagros. *Journal of Forestry Research*, 30(5), 1755-1764.

[16]. Rosso, P., & Hansen, E. (1998). Tree vigour and the susceptibility of Douglas fir to Armilaria root. *Forest Pathology*, 28: 43-52.

[17]. Dobbertin, M. (2005). Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review. *European Journal of Forest Research*, 124: 319-333.

[18]. Hosseini, A. (2017). Variability of nitrogen and phosphorous in Persian oak trees and soil of dieback affected stands in Ilam. *Forest and Wood Products*, 70(2): 231-240.

[19]. Hosseini, A., Hosseini, S.M., Rahmani, A., & Azadfar, D. (2012). Effect of tree mortality on structure of Brant's oak (*Quercus brantii*) forests of Ilam province of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20 (4): 565-577.

[20]. Zarafshar, M., Negahdarsaber, M., Jahanbazi Gojani, H., Pourhashemi, M., Bordbar, S.K., Matinizedeh, M., & Abbasi, A. (2020). Dieback in pure stands of Brant`s oak (*Quercus brantii* Lindl.) in southern Zagros forests, Kohmareh Sorkhi region of Fars province. *Iranian Journal of Forest*, 12(2): 291-303.

[21]. Zandebasiri, M., Soosani, J., & Pourhashemi, M. (2017). Evaluation of the crisis severity in forests of Kohgiluye and Boyerahmad province (Case study: Tang-e Solak). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24(4): 665-674.

[22]. Hosseini, A., & Akhavan, R. (2022). Investigation and Comparison of Slenderness Coefficient of Old Persian Oak and Wild Pistachio Trees in Different Site Conditions in the Middle Zagros. *Iranian Forest Ecology Journal*, 10(19):183-192.

[23]. Keneshloo, H. (2004). Effects of pruning intensity on vitality of Pinus eldarica plantation at west Tehran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 12(1): 111-140.

[24]. Baghestani Maybodi, N., & Rahbar, A. (2009). The effects of density and pruning levels on survival and vigority in Saxaul (*Haloxylon aphyllum* Minkw.) plantations of Yazd province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16(3): 419-430.

[25]. Alejano, R., Tapias, R., Fernandez, M., Torres, E., Alaejos, J., t Domingo, J. (2008). Influence of pruning and the climatic conditions on acorn production in holm oak (*Quercus ilex* L.) dehesas in SW Spain. *Annals of Forest Science*, 65(2), 1.

[26]. Gauthier, M.M., & Jacobs, D. J., (2010). Ecophysiological responses of black walnut (*Juglans nigra*) to plantation thinning along a vertical canopy gradient. *Forest Ecology and Management*, 259: 867-874.