

زوال بوم‌نظام جنگلی زاگرس: وضعیت خشکیدگی در گونه‌های مختلف درختی^۱

جبار ولی‌پور، محسن جوانمیری‌پور^۲ و عباسعلی زمانی^۳

چکیده

خشکیدگی گونه‌های جنگلی، به ویژه در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک، به عنوان یکی از چالش‌های اساسی بوم‌نظام‌های مختلف مطرح است. هدف پژوهش حاضر، بررسی وضعیت خشکیدگی گونه‌های درختی در جنگل‌های زاگرس می‌باشد. برای انجام این پژوهش جنگل‌های شهرستان گیلانغرب بررسی شد. در این بررسی از الگوی نمونه‌برداری تصادفی-منظم استفاده شد و تمام سطح زیر پوشش شبکه آماربرداری (۳۰۰×۳۰۰ متر) با ۹۲ قطعه نمونه با مساحت ۰/۲۵ هکتار در محل تقاطع خط‌ها در جنگل‌ها پایش شد. از همه درختان در هر قطعه نمونه، به صورت ۱۰۰٪ نمونه‌برداری انجام شد. برای تعیین درجه خشکیدگی، بر اساس مشاهده‌های دیداری از نسبت مقدار شاخه‌های خشکیده به کل شاخه‌های هر درخت استفاده شد. نتایج نشان داد که در بین درختان دارای خشکیدگی درجه ۱ فراوانی آن در بلوط ایرانی^۴ ۸۳/۴٪ است. دیگر گونه‌های موجود در منطقه مانند تنگرس^۵، بنه^۶، کیکم^۷ و زالزالک^۸ به ترتیب دارای ۵/۱، ۴/۴، ۳/۲ و ۲٪ خشکیدگی درجه ۱ بودند. فراوانی خشکیدگی درجه ۲ در بلوط ایرانی ۸۴/۴٪ و در دیگر گونه‌های موجود در منطقه مانند بنه، زالزالک و تنگرس به ترتیب ۹/۸، ۲/۲۵ و ۲٪ بود. همچنین، بیشترین فراوانی درختان با خشکیدگی درجه ۵ مربوط به گونه‌های بلوط ایرانی، بنه و تنگرس به ترتیب با ۹۴/۲، ۲/۸ و ۲/۶٪ بود. از کل موجودی بلوط ایرانی، ۲۸٪ آن‌ها سالم و ۷۲٪ آن‌ها در درجه‌های مختلف دچار خشکیدگی هستند. در گونه آلوی وحشی^۹ از کل درختان، ۸۳٪ آن‌ها سالم و ۱۷٪ خشکیده بود. همچنین، در مورد گونه بنه از کل درختان، ۲۳٪ آن‌ها زنده و سالم و ۷۷٪ دارای خشکیدگی بودند. بر اساس نتایج، اقدام‌های حمایتی دربرگیرنده بازرویی ساختار توده‌ها برای حفاظت بهتر جنگل‌ها، حفظ آمیختگی توده‌ها و تحریک پیچیدگی و ناهمگنی ساختاری، ابزارهای مفیدی برای کاهش خطرهای مرتبط با افزایش خشکیدگی درختان و سایر رژیم‌های جدید آشفته‌گی در راستای راهبرد تاب‌آوری در جنگل‌های منطقه خواهند بود.

واژه‌های کلیدی: بادام^{۱۰}، بلوط، بنه، خشکیدگی، زاگرس.

مقدمه

تخریب جنگل‌ها به عنوان یکی از بحرانی‌ترین مشکل‌های محیط‌زیستی در قرن بیست و یکم است (Ritchie & Roser, 2021). تعریف‌های زیادی در مورد تخریب جنگل وجود دارد، اما از ویژگی‌های مشترک همه آن‌ها می‌توان به از بین رفتن همیشگی جنگل‌ها، تخریب ساختار توده، کاهش کیفیت جنگل و کاهش عملکرد جنگل اشاره کرد (Curtis et al., 2018). زوال جنگل

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۹

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۲۸

۲- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mjavanmiri@ut.ac.ir

۳- به ترتیب، پژوهشگران سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه و دانشیار دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه.

4. *Quercus brantii* Lindl.

5. *Prunus lycioides* C.K.Schneid.

6. *Pistacia atlantica mutica* Desf.

7. *Acer monspessulanum* L.

8. *Crataegus* sp. L.

9. *Cerasus incana* (Pall.) Spach

10. *Amygdalus* spp. L.

یا زوال درختان در حقیقت یکی از دلایل‌های تخریب جنگل است که به کاهش شادابی کلی درختان، کاهش تولید درختان، مرگ درختان و حتی کاهش حاصلخیزی خاک می‌انجامد (Kukk & Söber, 2015).

بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که پیامد تخریب جنگل، از بین رفتن آن و استفاده برای کاربری‌های دیگر است (Williams, 2003; Maxwell *et al.*, 2016; Pendrill *et al.*, 2019). تخریب جنگل خود پیامد بر همکنش بین نیروهای محیطی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی است و بنابراین، تأثیرهای منفی اجتماعی-اقتصادی و محیطی پس از تخریب جنگل‌ها، به ویژه در کاهش مساحت جنگل، بسیار مورد توجه است (Ellis *et al.*, 2020; Ritchie & Roser, 2021).

به دلیل پیچیدگی و عدم قطعیت، پژوهش‌های زیادی در مورد زوال جنگل‌ها وجود دارد. دلیل‌های عمده زوال جنگل‌ها عبارتند از: ۱- آلودگی ناشی از صنعت و کشاورزی ۲- عامل‌های تنش‌زا، مانند خشکسالی، ۳- بیماری زوال جنگل ۴- کاهش حاصلخیزی خاک به ویژه در جنگل‌کاری‌های خالص (Zhu & Li, 2007).

در سالیان اخیر خشکیدگی در جنگل‌های زاگرس رخ داده که در بسیاری از منطقه‌ها منجر به نابودی درختان شده است (حمزه‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). بر اساس آخرین آمارهای رسمی بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳، ۱۳۵۰۰۰۰ هکتار یا به عبارتی سطحی معادل ۲۵٪ از این جنگل‌ها دچار زوال شده‌اند (عطارد و همکاران، ۱۳۹۵). این خشکیدگی حدود دو دهه پیش از استان ایلام آغاز گردید و نخستین زوال گونه‌های جنگلی از این استان گزارش شد. به دنبال آن، در استان‌های دیگر نیز گزارش‌هایی از زوال درختان ارائه شد (کرمیان و میرزایی، ۱۳۹۹) که سبب ایجاد نگرانی در جنگل‌نشینان و مسئولان مربوط شد (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴).

پژوهش‌هایی که روی خشکیدگی درختان و واکنش آن‌ها نسبت به این نابسامانی انجام شده، نشان داده است که در آغاز، خشکیدگی موجب کاهش زیست‌توده می‌شود. سپس، موجب نابسامانی آوندهای چوبی و آبکش و نیز مانع انتقال آب و مواد غذایی شده و در نهایت با از بین رفتن یاخته‌های برگ و ساقه، باعث خشکیدگی و مرگ تدریجی آن‌ها می‌گردد (Fukuda, 2000). درختان سایه‌پسند، به ویژه در مکان‌هایی که پناه کمی دریافت کرده یا پناهی نداشته‌اند، بیشتر دچار خشکیدگی می‌شوند. اگرچه خشکیدگی در یک ناحیه جغرافیایی ممکن است تنها بر گونه ویژه‌ای اثر بگذارد، اما گاهی نیز چندین گونه را زیر تأثیر قرار می‌دهد (Poulos, 2014).

گوناگونی عامل‌های تأثیرگذار بر زوال بوم‌نظام جنگلی زاگرس در منطقه‌های مختلف، قضاوت و برنامه‌ریزی برای آن را بسیار مشکل کرده و هنوز به‌طور کامل دلیل‌های زوال این جنگل‌ها مشخص نشده است. نظریه‌های مطرح شده بر اثرگذاری مجموعه‌ای از عامل‌های زیوا و نازیوا تأکید می‌کنند (عطارد و همکاران، ۱۳۹۵). با این وجود، در پژوهش‌هایی که انجام شده است، عامل‌های زیوا مانند بیماری‌ها (بیماری قارچ زغالی بلوط) و آفت‌ها (سوسک‌ها)؛ عامل‌های نازیوا مانند گرد و غبار، خشکی، و سرما؛ عامل‌های محیطی مانند رقابت، قطر و سن درخت و عامل‌های انسانی مانند کشت زیرآشکوب (زیر سایه‌سار درختان) و چرای دام را از عامل‌های تأثیرگذار بر خشکیدگی می‌دانند (Encina-Domínguez *et al.*, 2022). عامل‌های چندی در بروز خشکیدگی مؤثرند که بر حسب منطقه، نوع گونه و ویژگی‌های بوم‌شناختی، اهمیت آن‌ها در توده و شرایط بوم‌شناختی رویشگاه تغییر می‌کند (دارابی و همکاران، ۱۳۹۵).

حمزه‌پور و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی خشکیدگی درختان بلوط ایرانی در توده‌های دانه‌زاد و شاخه‌زاد در استان فارس دریافتند که بیشترین شمار درختان خشکیده (۵۸/۳٪) شاخه‌زاد بودند و در طبقه میان قطر قرار دارند. در ۸۹/۲٪ از درختان،

نشانه‌های فعالیت آفت‌ها مشاهده شد که بیشتر چوبخوارها بودند. اثرهای تخریبی انسان مانند بریدن و سرشاخه‌زنی روی ۵۸/۳٪ درختان خشکیده مشاهده شد و در زیر آشکوب ۸۰٪ آن‌ها نشان زراعت دیم وجود داشت. نتایج بررسی شاخص‌های تاج درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های ایلام نشان داد که شاخص تراکم تاج بیشترین رابطه را با میزان خشکیدگی نشان می‌دهد، به طوری که تاج‌های بسته کمترین خشکیدگی را داشتند (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴).

نتایج بررسی زوال و کاهش درختان بلوط در منطقه‌های مرتفع اوزارک نشان داد که گونه بلوط قرمز که تاج بیشتری نسبت به بلوط سفید دارد، مرگ و میر بیشتری دارد و عامل‌های رویشگاهی دارای تأثیر معنی‌دار نیست. همچنین، خشکیدگی در بلوط قرمز، بیشتر در شیب‌های زیاد و جایی مشاهده می‌شود که خاک شنی است و کاتیون‌ها کم هستند (Kabrick *et al.*, 2008). نتایج بررسی تأثیر خشکسالی بر خشکیدگی سوزنی‌برگان در جنگل‌های آمیخته پارک ملی یوسمیتی^۱ کالیفرنیا نشان داد که الگوهای خشکیدگی در دامنه‌های شمالی و جنوبی و شیب‌های مختلف و میان‌گونه‌ها مشابه است و تراکم درختان خشک در شیب‌های شمالی نسبت به شیب‌های جنوبی بیشتر می‌باشد (Guarin & Taylor, 2005). حسینی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی در جنگل‌های استان ایلام بیان کردند که به علت پیشامد بحران زوال درختان بلوط، در میانگین ۱۵/۷٪ از تراکم آشکوب درختی و درختچه‌ای کاهش یافته که ۹۷/۷٪ آن مربوط به بلوط ایرانی بوده است. پژوهشی در جنگل‌های جنوب غربی کارولینای شمالی نشان داد که مقدار خشکیدگی در جامعه‌های گوناگون درخت بلوط با هم تفاوت دارد. همچنین، خشکیدگی برای تمام گونه‌های درختی مورد بررسی بیشتر در طبقه‌های قطری کوچک (قطر برابر سینه کمتر از ۱۰ سانتی‌متر) روی داده است (Elliott & Swank, 1994). بررسی تأثیر مرگ درختان بلوط در توده‌های جنگلی شرق اوکلاهما نشان داد که سطح مقطع درختان در توده‌های دارای خشکیدگی به شدت کاهش یافت و خشکیدگی درختان در تمام طبقه‌های قطری مشاهده شد، اما بیشترین فراوانی در طبقه‌های قطری کوچکتر وجود داشت (Dendixsen, 2012). بررسی عامل‌های مؤثر بر خشکیدگی درختان بلوط در جنگل‌های مدیترانه نشان داد که خشکیدگی ماهیت چندبعدی دارد و مهمترین عامل، ویژگی‌های فردی مانند شمار و تراکم درختان است (Galiano *et al.*, 2012).

با وجود پژوهش‌های فراوانی که روی خشکیدگی و زوال بلوط ایرانی در زاگرس انجام شده است (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴، فلاح و حیدری، ۱۳۹۷، پرنیان کلایه و همکاران، ۱۳۹۸، گل محمدی و همکاران، ۱۳۹۶، شریعت و همکاران، ۱۳۹۸، مرادی و همکاران، ۱۴۰۰، عظیم‌نژاد و همکاران، ۱۴۰۰)، تاکنون گزارشی در مورد خشکیدگی دیگر گونه‌ها مشاهده نشده است و در این زمینه اطلاعاتی وجود ندارد، زیرا با وجود سرشت بوم‌شناختی متفاوت گونه‌های مختلف جنگلی چنین به نظر می‌رسد که با توجه به شدت تنش‌ها، دیگر گونه‌ها جز بلوط نیز باید زیر تأثیر قرار گرفته باشند. بنابراین، پژوهش حاضر تلاش دارد تا برای نخستین بار به بررسی خشکیدگی همه گونه‌ها بپردازد.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد بررسی

گیلانغرب یکی از شهرستان‌های غربی و مرزی استان کرمانشاه است که وسعت آن بالغ بر ۲۲۴۵۰۰ هکتار است. این شهرستان از سمت شمال با شهرستان‌های سرپل‌ذهاب و اسلام‌آباد غرب، از سمت جنوب با شهرستان ایوان غرب در استان

ایلام و مرز عراق، از سمت غرب با شهرستان قصر شیرین و از سمت شرق با شهرستان سرابله در استان ایلام هم‌مرز می‌باشد (شکل ۱). ارتفاع این منطقه از سطح دریا بین ۲۵۰ متر (سومار) و ۲۳۵۵ متر (قله کچل) متغیر است و همین تفاوت ارتفاع موجب به وجود آمدن سه اقلیم متفاوت گرمسیری، معتدل و سردسیری شده است. از نظر موقعیت، گیلانغرب بین عرض شمالی ۳۳° ۴۱' ۲۴" تا ۳۴° ۲۵' ۴۳" و طول شرقی ۴۵° ۳۵' ۳۹" تا ۴۵° ۴۸' ۵۸" قرار دارد. جنگل‌های این شهرستان جزئی از جنگل‌های زاگرس هستند که گونه غالب آن بلوط ایرانی می‌باشد. دیگر گونه‌های موجود دربرگیرنده بنه، کیکم، زالزالک، آلوی کوهی، انواع بادام، گلابی وحشی^۱، پلاخور^۲ و دافنه^۳ می‌باشند. بر اساس بررسی‌های انجام شده، منطقه مورد بررسی دارای تنوع اقلیمی است و دربرگیرنده اقلیم‌های نیمه‌گرمسیر، معتدل و سردسیر می‌باشد (جوانمیری پور و همکاران، ۱۴۰۲). تغییر عنصرهای اقلیمی در سطح منطقه نیز گزارش شده است (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۹، جوانمیری پور و همکاران، ۱۴۰۲).

روش جمع‌آوری داده‌ها

با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و پدیده‌شناسی^۴ درختان، برگ‌دهی درختان از روزهای پایانی اسفند و ابتدای فروردین در منطقه‌های گرمسیری و تا روزهای نخستین اردیبهشت در منطقه‌های مرتفع و سردسیری (شهرستان قلاج) شروع شد، بنابراین نمونه‌برداری از ابتدای اردیبهشت شروع و تا خزان درختان در آبان ادامه یافت. سه گروه آماربرداری سه نفره در مدت شش ماه اندازه‌گیری‌های لازم را انجام دادند.

در پژوهش حاضر، برای این‌که همه جنگل‌ها به طور یکنواخت زیر پوشش قرار گیرند، از الگوی نمونه‌برداری نظام‌مند استفاده شد. بدین منظور، در آغاز نقشه پوشش گیاهی شهرستان تهیه شد و سپس با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS شبکه آماربرداری ۳۰۰۰×۳۰۰۰ متر رسم شد و محل برخورد این خط‌ها در جنگل، به تعداد ۹۲ نقطه به عنوان مرکز قطعه نمونه برای نمونه‌برداری در نظر گرفته شد و مختصات UTM^۵ آن‌ها ثبت شد.

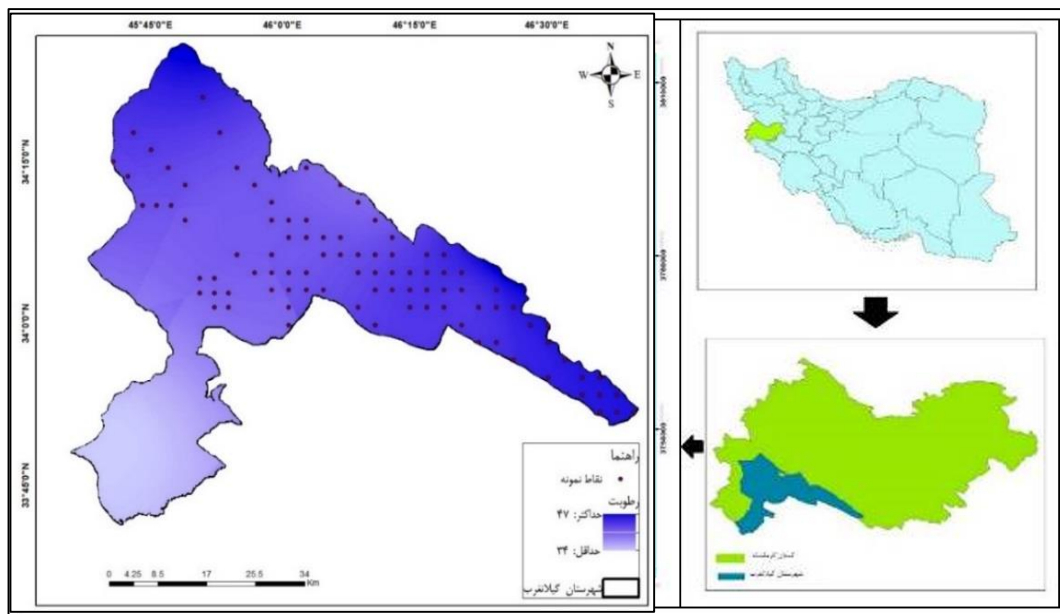
برای انجام نمونه‌برداری در هر نقطه، مختصات آن نقطه در حافظه جی‌پی‌اس مدل Garmin Map 60 وارد شد و با تصویرهای ماهواره‌ای گوگل و به کمک دستگاه جی‌پی‌اس به محل مورد نظر مراجعه شد و قطعه نمونه‌ای به ابعاد ۵۰ متر در ۵۰ متر (به مساحت ۲۵۰۰ مترمربع) استقرار یافت و آماربرداری از درختان موجود به صورت ۱۰۰٪ انجام شد.

هنگام نمونه‌برداری، بر اساس فرم طراحی شده، اطلاعات محل دربرگیرنده نام منطقه، شماره قطعه نمونه، تاریخ نمونه‌برداری، ساعت آغاز و پایان نمونه‌برداری، ارتفاع از سطح دریا، شیب قطعه نمونه، جهت شیب، موقعیت UTM قطعه نمونه و فرم زمین، ثبت گردید. همچنین، برای تمام گونه‌های جنگلی موجود در محل، نام گونه جنگلی، قطر برابر سینه، فرم رویشی، ارتفاع درخت، وضعیت درخت از نظر سالم یا خشکیده بودن و برای درختان خشکیده، درصد و عامل خشکیدگی دربرگیرنده آفت، بیماری، داروآش^۶ و مانند این‌ها در فرم نمونه‌برداری ثبت گردید.

قطر درختان با استفاده از کولیس از جهت بالای شیب با دقت سانتی‌متر و ارتفاع درخت با استفاده از شیب‌سنج سونتو^۷ با دقت سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری موجودی (حجم) درختان جنگلی در هکتار، از معادله زیر استفاده

گردید (زبیری، ۱۳۸۸).

1. *Pyrus glabra* Boiss 2. *Lonicera nummulariifolia* Jaub. & Spach 3. *Daphne mucronata* Royle 4. Phenology
5. Universal Transverse Mercator 6. *Viscum album* L. 7. SUUNTO



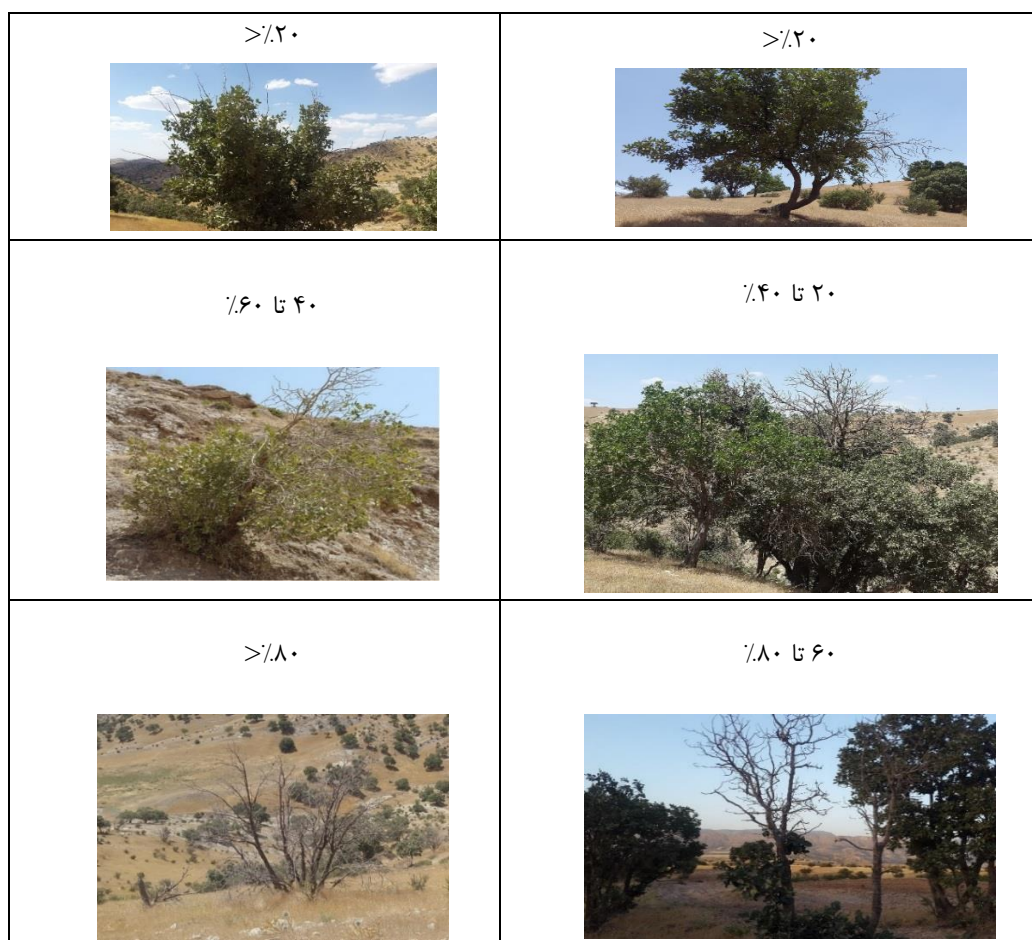
شکل ۱- موقعیت منطقه مورد بررسی در کشور.

$$v = \frac{\pi}{4} d^2 \times h * 0.5 \quad \text{معادله ۱}$$

در این معادله، v حجم درخت به مترمکعب، h ارتفاع به متر و d قطر برابر سینه درخت به سانتی‌متر است.

برای تعیین شدت خشکیدگی درختان مورد پژوهش، بر اساس مشاهده‌های دیداری از نسبت تعداد شاخه‌های خشکیده به کل شاخه‌ها استفاده شد (Stringer *et al.*, 1989). بر این اساس، درختان مورد بررسی بر حسب شدت خشکیدگی به پنج طبقه مختلف تقسیم شدند. شدت خشکیدگی در برگیرنده کمتر از ۲۰٪ (نسبت مقدار شاخه‌های خشکیده به کل شاخه‌های درخت کمتر از ۲۰٪ است)، ۲۰ تا ۴۰٪ (نسبت مقدار شاخه‌های خشکیده به کل شاخه‌های درخت از ۲۰٪ تا ۴۰٪ است)، ۴۰ تا ۶۰٪ (نسبت مقدار شاخه‌های خشکیده به کل شاخه‌های درخت از ۴۰٪ تا ۶۰٪ است)، ۶۰ تا ۸۰٪ (نسبت مقدار شاخه‌های خشکیده به کل شاخه‌های درخت از ۶۰٪ تا ۸۰٪ است)؛ و خشکیدگی کامل (بیش از ۸۰٪)؛ (نسبت مقدار شاخه‌های خشکیده به کل شاخه‌های درخت بیش از ۸۰٪ است) بود (شکل ۲). برای برآورد مقدار خشکیدگی جنگل از راهنمایی استفاده شد که دارای عکس درختان با درجه‌های مختلف خشکیدگی یا خشکیدگی بود (Fettig *et al.*, 2019). افزون بر آموزش آماربردارها، این کتابچه در اختیار هر گروه قرار داده شد تا نتایج برآورد افراد مختلف که پایه اصلی پژوهش بودند با هم هماهنگ باشند.

در پژوهش حاضر، برای بررسی وجود یا نبود تفاوت آماری بین شدت خشکیدگی در گونه‌های مختلف از آزمون واکاوی واریانس یک‌طرفه و برای تعیین تفاوت‌های بین گروه‌ها نیز از آزمون آماری توکی بهره‌گیری شد. پیش از واکاوی، نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و بررسی برابری واریانس با آزمون لون^۲ انجام گرفت و در صورت نیاز، نرمال‌سازی داده‌ها از راه تصحیح ریشه دوم آن‌ها صورت گرفت. همه آزمون‌های آماری در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و در محیط نرم افزار SPSS 26 انجام شد.



شکل ۲- درختان بلوط با درجه‌های مختلف خشکیدگی در جنگل‌های مورد بررسی.

نتایج

بر اساس نتایج نمونه‌برداری‌ها، بیشترین فراوانی در بین گونه‌های موجود مربوط به گونه بلوط ایرانی بود (٪۷۶/۴). انواع گونه‌های بادام، بنه، زالزالک و آلوی وحشی به ترتیب ۱۶/۲۵، ۴/۱۴، ۲ و ۱/۱۲ فراوانی گونه‌های موجود را تشکیل دادند (جدول ۱).

جدول ۱- فراوانی گونه‌های جنگلی موجود در منطقه مورد بررسی.

نوع گونه	کل		قطعه نمونه		هکتار	
	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد
بلوط ایرانی	۴۷۹۲	۸۲/۵	۵۲	۸۲/۵	۲۰۸	۸۲/۵
بادام کوهی	۲۳	۰/۳	۰/۲۵	۰/۳	۱	۰/۳
تنگرس	۴۶۵	۸	۵	۸	۲۰	۸
ارژن	۶۷	۱/۱	۷	۱/۱	۳	۱/۱
آلوی وحشی	۷۳	۱/۲	۰/۸	۱/۲	۳/۲	۱/۲
بنه	۲۶۰	۴/۴	۲/۸	۴/۴	۱۱/۳	۴/۴
زالزالک	۱۲۵	۲/۱	۱/۳۵	۲/۱	۵/۴	۲/۱
مجموع	۵۸۰۵	۱۰۰	۶۸	۱۰۰	۲۷۲	۱۰۰

محاسبه حجم (موجودی) گونه‌های جنگلی موجود نشان داد که بیشترین مقدار حجم در هکتار مربوط به گونه بلوط ایرانی (۴/۴ متر مکعب) بود. همچنین، گونه بنه دارای موجودی ۱/۲۶ متر مکعب در هکتار بود (جدول ۲).

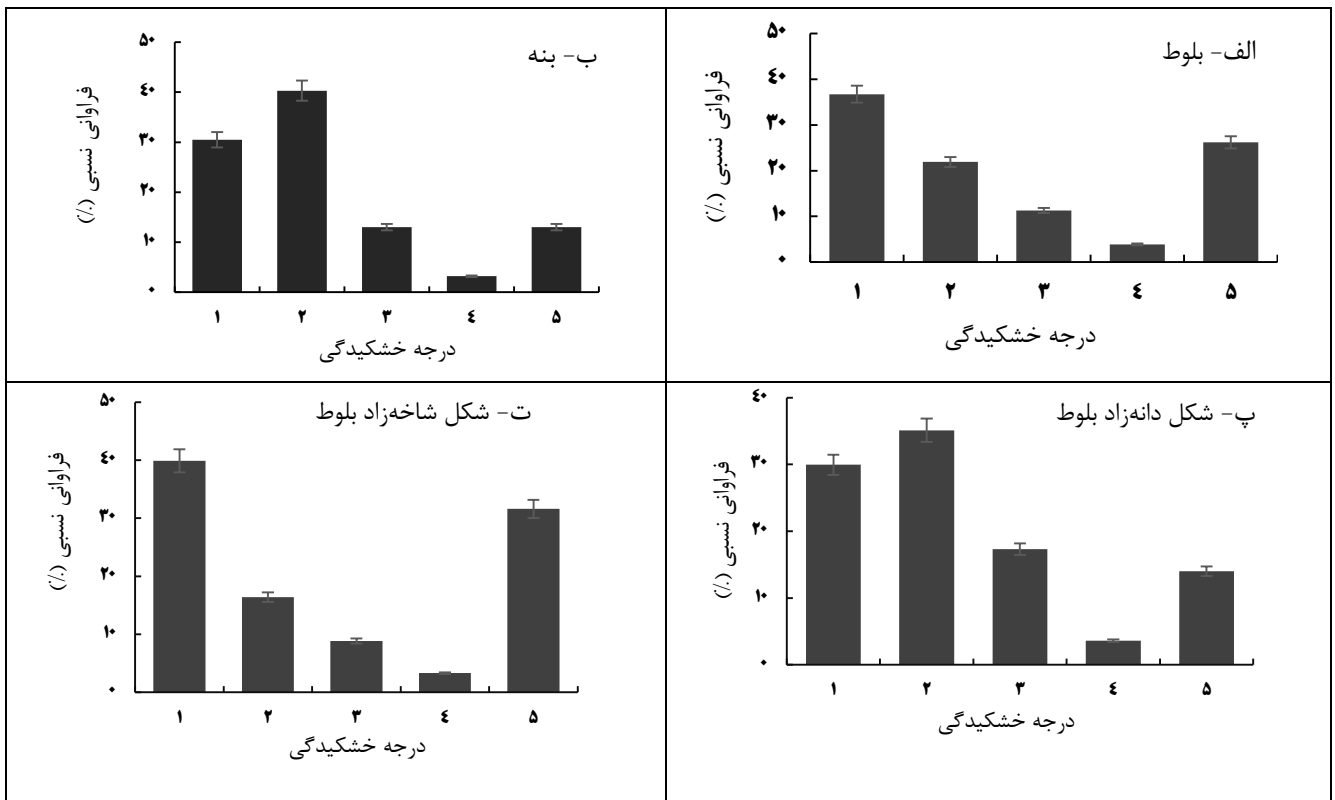
جدول ۲- حجم گونه‌های جنگلی موجود در منطقه مورد بررسی.

نوع گونه	کل (متر مکعب)		قطعه نمونه (متر مکعب)		هکتار (متر مکعب)	
	حجم	درصد	حجم	درصد	حجم	درصد
بلوط ایرانی	۱۰۰/۹	۷۶/۸	۱/۰۹	۷۶/۸	۴/۴	۷۶/۸
بادام کوهی	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۳۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲
تنگرس	۰/۲	۰/۱۵	۰/۰۰۲	۰/۱۵	۰/۰۰۸	۰/۱۵
ارزن	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۰۱۳	۰/۰۹	۰/۰۰۵	۰/۰۹
آلوی وحشی	۰/۰۳۷	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰۴	۰/۰۲۸	۰/۰۰۱۶	۰/۰۲۸
بنه	۲۹/۱۵	۲۲/۲	۰/۳۱	۲۲/۲	۱/۲۶	۲۲/۲
زالزالک	۰/۰۳۳	۰/۰۲۵	۰/۰۰۰۳۶	۰/۰۲۵	۰/۰۰۱	۰/۰۲۵
کیکم	۱	۰/۶۵	۰/۰۱	۰/۶۵	۰/۰۴	۰/۶۵
مجموع	۱۳۱/۴۲۳	۱۰۰	۱/۵۱	۱۰۰	۶/۰۴	۱۰۰

فراوانی خشکیدگی درجه ۱، در بلوط ایرانی ۸۳/۴٪ بود. دیگر گونه‌های موجود در منطقه مانند تنگرس، بنه، کیکم و زالزالک به ترتیب دارای ۵/۱، ۴/۴، ۳/۲ و ۲٪ خشکیدگی درجه ۱ بودند. فراوانی خشکیدگی درجه ۲ در بلوط ایرانی ۸۴/۴٪ و در دیگر گونه‌های موجود در منطقه مانند بنه، زالزالک و تنگرس به ترتیب ۹/۸، ۲/۲۵ و ۲٪ بود. همچنین، بیشترین فراوانی درختان با خشکیدگی درجه ۵ مربوط به گونه‌های بلوط ایرانی، بنه و تنگرس به ترتیب با ۹۴/۲، ۲/۸ و ۲/۶٪ بود (جدول ۳). در مجموع، وضعیت فراوانی درجه‌های خشکیدگی در گونه بلوط ایرانی (دربگیرنده هر دو شکل رویشی) نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی (۳۷٪) مربوط به خشکیدگی درجه ۱ و کمترین آن، مربوط به خشکیدگی درجه ۴ بود. در فرم دانه‌زاد بلوط، بیشترین فراوانی مربوط به خشکیدگی درجه ۲ و کمترین آن، مربوط به خشکیدگی درجه ۴ بود. در فرم شاخه‌زاد، بیشترین فراوانی مربوط به خشکیدگی درجه ۱ و کمترین آن (۳٪)، مربوط به خشکیدگی درجه ۴ بود. وضعیت خشکیدگی در گونه بنه نشان داد که خشکیدگی درجه ۲ با ۴۰٪ بیشترین فراوانی و خشکیدگی درجه ۴ کمترین فراوانی را داشت (شکل ۳).

جدول ۳- مقایسه گونه‌های جنگلی از نظر درصد خشکیدگی در درجه‌های مختلف.

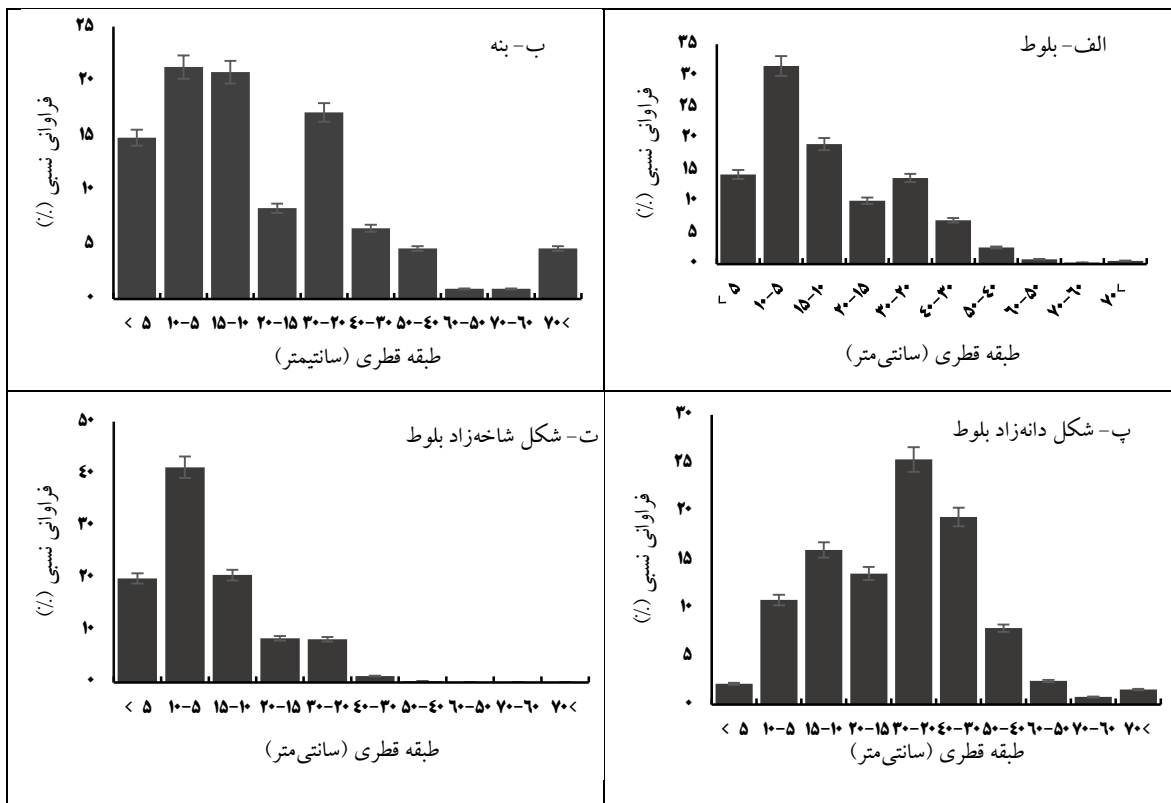
گونه جنگلی	درجه‌های مختلف خشکیدگی				
	درجه ۱	درجه ۲	درجه ۳	درجه ۴	درجه ۵
بلوط ایرانی	۸۳/۳۸	۸۴/۴	۸۹/۴	۹۲/۸۵	۹۴/۲
بادام وحشی	۰/۷	۰	۰	۰	۰
آلوی وحشی	۰/۴۷	۰/۲	۰/۹	۰	۰
ارزن	۰/۷۵	۰/۸	۰	۰	۰/۴
بنه	۴/۴	۹/۸	۶/۴۵	۵/۷	۲/۸
تنگرس	۵/۱	۲	۲	۱/۴۵	۲/۶
کیکم	۳/۲	۰/۵۵	۱/۲۵	۰	۰
زالزالک	۲	۲/۲۵	۰	۰	۰
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰



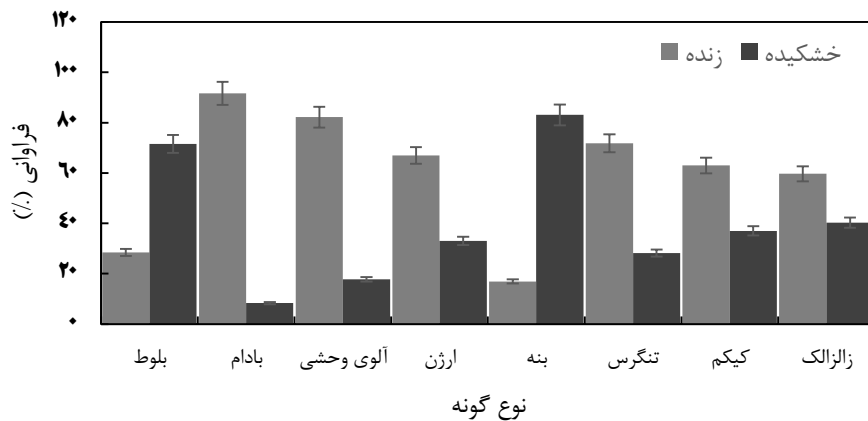
شکل ۳- فراوانی نسبی درجه‌های مختلف خشکیدگی در الف-گونه بلوط ایرانی، ب-بنه، پ- شکل‌های دانه‌زاد بلوط و ت- شاخه‌زاد بلوط.

نمودار درصد فراوانی نسبی شمار کل درختان بلوط خشکیده (دربرگیرنده هر دو شکل رویشی شاخه‌زاد و دانه‌زاد) در طبقه‌های قطری مختلف نشان می‌دهد که شمار درختان خشکیده در قطر برابر سینه کمتر از ۵ سانتی‌متر، کم بوده اما در طبقه قطری ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر به بیشترین مقدار می‌رسد. این شمار در درختان با طبقه‌های قطری بیشتر به پیروی از شمار کل درختان، کاهش یافت. شکل کلی این نمودار مشابه نمودار فراوانی نسبی شمار کل درختان بلوط (زنده و خشک) بود و فراوانی درختان خشکیده در هر طبقه قطری، تابع تعداد کل درختان آن طبقه قطری بود (شکل ۴ الف). در درختان بلوط با شکل رویشی دانه‌زاد، فراوانی نسبی درختان خشکیده در طبقه‌های قطری پایین اندک بود و در طبقه قطری ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر به بیشترین مقدار می‌رسد. فراوانی نسبی درختان خشکیده در طبقه‌های قطری بالاتر به تدریج و با نوسان‌هایی کاهش یافت (شکل ۴ ج). درصد فراوانی نسبی درختان خشکیده بلوط با شکل رویشی شاخه‌زاد در طبقه‌های قطری کمتر از ۵ سانتی‌متر کم بوده و در طبقه قطری ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر به بیشترین مقدار می‌رسد. این فراوانی در درختان با طبقه‌های قطری بالاتر با نوسان‌هایی کاهش می‌یابد (شکل ۴). در مورد گونه بنه، بیشترین خشکیدگی در درختان با طبقه‌های قطری ۵ تا ۱۰ و ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر اتفاق افتاده است. سپس، بیشترین فراوانی نسبی مربوط به طبقه قطری ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر است و در طبقه‌های قطری بیشتر تا ۷۰ سانتی‌متر، فراوانی نسبی درختان خشکیده کاهش یافته است (شکل ۴ ب).

از کل موجودی بلوط ایرانی در سطح منطقه مورد بررسی، ۲۸٪ آن‌ها زنده و سالم و ۷۲٪ آن‌ها در درجه‌های مختلف دچار خشکیدگی بودند. از همه درختان گونه آلوی وحشی، ۸۳٪ آن‌ها سالم و ۱۷٪ دچار خشکیدگی بودند. همچنین، در مورد گونه بنه از مقدار کل درختان، ۲۳٪ زنده و سالم و ۷۷٪ آن‌ها خشکیدگی داشتند (شکل ۵).



شکل ۴- نمودار درصد فراوانی نسبی الف- شمار کل درختان بلوط خشکیده، ب- شمار درختان خشکیده بنه، پ- درختان بلوط خشکیده با شکل رویشی دانه‌زاد و ت- درختان بلوط خشکیده با شکل رویشی شاخه‌زاد در طبقه‌های قطری مختلف.



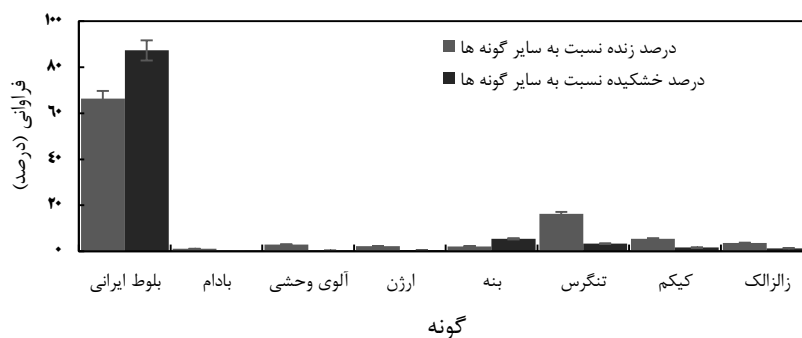
شکل ۵- نمودار وضعیت خشکیدگی گونه‌های مختلف جنگلی در منطقه مورد بررسی.

وضعیت خشکیدگی در هر گونه نسبت به دیگر گونه‌های موجود در کل منطقه نشان می‌دهد که ۹۰٪ از درختان گونه بلوط ایرانی دارای خشکیدگی است. گونه‌های بنه و تنگرس به ترتیب دارای ۵٪ و ۳٪ فراوانی خشکیدگی نسبت به همه گونه‌ها هستند (شکل ۶).

وضعیت زنده بودن و خشکیدگی در هر گونه نسبت به دیگر گونه‌ها در کل منطقه نشان می‌دهد که بیشترین وضعیت خشکیدگی مربوط به گونه‌ی بلوط ایرانی بود (زنده: ۶۶/۴٪ و دارای خشکیدگی: ۸۷/۳٪). بیشترین وضعیت سلامت و زنده بودن نیز مربوط به گونه‌های بادام کوهی، آلوی وحشی و کیکم بود (شکل ۷).



شکل ۶- نمودار مقایسه نسبی درصد خشکیدگی گونه‌های جنگلی.



شکل ۷- نمودار مقایسه نسبی درصد خشکیدگی و زنده بودن گونه‌های جنگلی.

بحث

نتایج بررسی خشکیدگی گونه‌های مختلف موجود در جنگل‌های مورد بررسی نشان داد که پدیده خشکیدگی تنها منحصر به گونه بلوط ایرانی نیست و دیگر گونه‌های موجود در این بوم‌نظام نیز کم و بیش با آن رو به رو هستند که از جمله این گونه‌ها می‌توان به بنه اشاره کرد. نسبت خشکیدگی در بنه حتی از گونه بلوط ایرانی بیشتر بود، اما در مجموع کل گونه‌ها، فراوانی خشکیدگی در درختان بلوط ایرانی بیشتر از دیگر گونه‌ها بود که این موضوع به دلیل بیشتر بودن تراکم این گونه در واحد سطح است. همانند دیگر ناحیه‌ها در بوم‌نظام زاگرس، گونه بلوط در محل مورد بررسی دارای بیشترین موجودی به شکل شمار و حجم به شکل‌های دانه‌زاد و شاخه‌زاد بوده که با گونه‌هایی مانند بنه همراهی می‌شود. دیگر پژوهش‌های انجام شده در زاگرس مقدار موجودی این جنگل‌ها را که بیشتر دربرگیرنده بلوط و بنه می‌باشند، ۳۰ تا ۵۰ متر مکعب در هکتار گزارش کرده‌اند (مروی‌مهاجر، ۱۳۹۲) که نتایج بررسی حاضر با این گزارش همسو می‌باشند. گرچه، جزیره‌ای و ابراهیمی

رستاقی (۱۳۹۲) به استناد نتایج آماربرداری طرح‌های جنگل‌داری، میانگین حجم در هکتار را در بخش شمالی زاگرس، ۱۰/۴ سیلو^۱ و در بخش جنوبی آن، ۱۳/۲ سیلو اعلام کرده‌اند که کمتر از نتایج پژوهش حاضر است.

بر پایه بررسی‌های انجام‌شده (Wright *et al.*, 1967)، جنگل‌های زاگرس ۵۵۰۰ سال پیش به اوج توالی^۲ رسیده‌اند. این جنگل‌ها، اغلب از درختان کوتاه با تاج پهن تشکیل شده و جنگل شاخص نیمه‌خشک و نورپسند است (Sagheb Talebi *et al.*, 2014). جنگل‌های زاگرس، کوهستانی هستند که نیاز به سرما و فصل سرد از ویژگی‌های بوم‌شناختی آن‌ها است (Wright *et al.*, 1967). گونه‌های مختلف در این جنگل‌ها نسبت به تغییر عناصر اقلیمی سازگار شده‌اند. برخی از کارشناسان نیز به استناد مبحث «توالی و تواتر در جنگل» بر این باور هستند که ویژگی‌های بوم‌شناختی آن‌ها به دلیل تغییرهای محیطی و شرایط بوم‌شناسی مانند تخریب جنگل، خشکسالی‌های پی‌درپی، گرد و غبارها و موردهایی مانند این می‌باشد (عطارد و همکاران، ۱۳۹۶)، بنابراین گونه‌های اوج توالی به‌ویژه مانند بلوط و بنه در حال زوال هستند (جهانبازی و همکاران، ۱۳۹۹).

با تغییر شرایط دمایی برخی از گونه‌های درختان با شرایط جدید سازگار نمی‌گردند هرچند، برخی دیگر از آن‌ها این توانایی را دارند تا خود را با این شرایط سازگار کنند (ربیعی صادق آبادی و همکاران، ۱۳۹۹). با تغییر عنصرهای اقلیمی و بروز تنش‌های خشکی شدید درختان نمی‌توانند رطوبت مورد نیاز خود را به اندازه کافی بدست آورند و دچار ضعف فیزیولوژیک می‌شوند (کیائی ضیابری و جعفری، ۱۳۹۳). چنانچه این تنش‌های ناشی از خشکی به‌طور پیوسته بر درختان وارد شوند، آن‌ها دچار ضعف فیزیولوژیک شده و زمینه برای طغیان آفت‌ها و بیماری‌ها نیز فراهم می‌شود (Arend *et al.*, 2011) و درختان به سمت خشکیدگی و زوال می‌روند (Clatterbuck & Kauffman, 2006; Batos *et al.*, 2010). از طرفی، قطر بیشتر یعنی درختی با تاج بزرگتر که منجر به تعرق بیشتر می‌شود (کرمیان و میرزایی، ۱۳۹۹) که اگر رطوبت مناسب در خاک وجود نداشته باشد، زوال بیشتر می‌گردد. به نظر می‌رسد که در بلوط‌های دانه‌زاد با قطرهای بیشتر از ۷۰ سانتی‌متر درخت از ریشه بسیار عمیقی برخوردار است که می‌تواند آب خاک را از اعماق پایین جذب نموده و در نتیجه کمتر خشکیده شود.

در جنگل‌های رویشی زاگرس سال‌هاست که عملکرد طبیعی جنگل‌های پهن برگ خزان‌دار دچار اختلال اساسی شده است. در عملکرد طبیعی چنین جنگل‌هایی مواد معدنی برگرفته از خاک بستر رویش که مورد تغذیه گیاه قرار می‌گیرد، با خزان برگ‌ها، ریزش میوه‌ها و پسماند خشک شاخه‌ها و تنه‌های خشک و افتاده بر زمین به تدریج تجزیه شده و نه تنها مواد معدنی وام گرفته از خاک در فرایند تجزیه به خاک بر می‌گردند، بلکه به حاصلخیزی بیشتر خاک نیز می‌انجامد. اما دهه‌هاست که جنگل‌های این منطقه با حضور پیوسته دام در عرصه روبه‌روست و حتی برگ‌های خشک ریزش‌یافته نیز مورد تعلیف دام به ویژه دام غالب یعنی بز، قرار گرفته است. میوه درخت غالب یعنی بلوط جمع‌آوری و از محیط جنگل خارج می‌شود. نه تنها تکه چوب خشکی در قالب شاخه و سرشاخه و تنه در جنگل باقی گذاشته نمی‌شود که درختان سبز نیز قاچاق و از جنگل خارج می‌شوند. به بیان دیگر، یعنی چیزی برای تجزیه در عرصه جنگل باقی گذاشته نمی‌شود. یعنی انتقال مواد غذایی بین خاک و گیاه یک طرفه شده و خاک همواره در فرایند کاهش حاصلخیزی قرار دارد. در چنین وضعیتی ضعف اساسی فیزیولوژیک گیاه را ضعف شدید خاک رقم می‌زند و عامل‌هایی مانند خشکسالی‌ها این ضعف را تشدید می‌نمایند.

مقایسه فراوانی خشکیدگی در گونه‌های مختلف غیر از بلوط از مرحله شروع خشکیدگی تا خشکیدگی کامل، نشانگر بیشینه فراوانی در مرحله‌های ابتدایی است. در مرحله‌های بعدی روند فراوانی خشکیدگی کاهش یافته و در مرحله‌های پایانی تا حدودی افزایش می‌یابد. در حالی‌که در گونه بلوط ایرانی نسبت به دیگر گونه‌های موجود این روند حالت واژگون دارد،

یعنی در مرحله‌های آغازین خشکیدگی، فراوانی درختان خشکیده کمتر بوده، به تدریج در مرحله‌های عالی خشکیدگی، شمار درختان خشکیده به بیشترین مقدار خود می‌رسد و در درختان کامل خشک، فراوانی تا حدودی کاهش می‌یابد. یکی از مهم‌ترین علت‌های کاهش فراوانی درختان کامل خشک این است که این درختان اغلب توسط روستاییان برای تامین سوخت استفاده می‌شوند و گاهی قسمتی از آن‌ها و یا به شکل کامل از عرصه خارج می‌شوند. در یکی از این نمونه‌ها، فراوانی خشکیدگی گونه بلوط در درجه‌های اولیه (۱ و ۲) بیشتر بوده، در درجه‌های ۳ و ۴ کاهش یافته، اما در حالت کامل خشکیده دوباره فراوانی درختان بلوط افزایش می‌یابد (مدل U شکل). این حالت به نسبت یکسانی در مورد روند فراوانی بنه دیده می‌شود، یعنی در درجه‌های اولیه خشکیدگی دارای فراوانی زیادی است، در درجه‌های میانی شمار درختان خشکیده بنه دارای روند کاهشی بوده و در حالت کامل خشکیده شمار درختان بنه نسبت به درجه‌های ۳ و ۴ افزایش یافته است. این یافته‌ها، با توجه به شرایط انجام بررسی نشان‌دهنده نوعی چرخه یا روند خشکیدگی در مورد این گونه‌ها است. با وجود این که فراوانی درختان خشکیده دیگر گونه‌ها در طبقه خشکیده و کامل خشکیده در مقایسه با گونه بلوط بسیار کمتر است، اما روند کلی بسیار همسان بوده است. به بیان دیگر، مشاهده درخت کامل خشکیده از دیگر گونه‌ها در جنگل ممکن است مقداری دشوار باشد، اما مشاهده درختانی که قسمتی از تاج آن‌ها دچار خشکیدگی گردیده، آسان است. این وضعیت در مورد گونه بلوط تا حدی تفاوت دارد و مشاهده درختان کامل خشکیده بلوط در جنگل‌های این منطقه با دشواری زیادی همراه نمی‌باشد. آنچه موجب شد تا خشکیدگی بلوط در درجه کامل خشکیده بیشتر از دیگر گونه‌ها باشد مربوط به عامل‌های متعددی است که برخی از آن‌ها ورای مسائل رویشگاهی و محیطی و مربوط به ویژگی‌های فیزیولوژیک در این گونه‌ها است. این یافته‌ها با بررسی‌های حمزه‌پور و همکاران (۱۳۹۰) و حسینی و همکاران (۱۳۹۱) همسو می‌باشد. برای نمونه، بررسی میکروسکوپی دایره‌های سالیانه بلوط نشان داد که مقدار رشد سالانه آن‌ها از دو دهه پیش همزمان با افزایش خشکی و کاهش بارندگی روند کاهشی داشته و مقدار آن از ۸ به ۵ میلی‌متر رسیده است (Martínez-Sancho et al., 2021). همچنین شمار، اندازه و مساحت آوندهای چوبی کاهش یافته که بر هدایت هیدرولیک ساقه اثر کاهنده داشته است. ذره‌های گرد و غبار با قطر کمتر از ۵ میکرون به راحتی از راه روزنه‌ها وارد برگ شده و فعالیت‌های زیستی آن را مختل می‌کنند. فراوانی انواع کرک‌های ستاره‌ای، دسته‌ای، چندشعاعی و پیچ‌خورده در زیر برگ بلوط سبب تثبیت ذره‌های گرد و غبار شده و منجر به مسدود شدن روزنه‌ها می‌شوند. مختل شدن فعالیت حیاتی برگ موجب کاهش رشد قطری سالیانه می‌شود. نوع و فراوانی کرک در برگ‌های بلوط عامل ضعف این گونه در شرایط گرد و غبار و خشکی است و اثرهای جبران‌ناپذیری بر آن‌ها دارد (Najib et al., 2022). در مقایسه با بلوط ایرانی، برگ دیگر گونه‌ها بیشتر صاف و بدون هر نوع کرک بوده و عمل تثبیت رسوب گرد و غبار در آن‌ها نسبت به بلوط در شرایط خشکی و وجود گرد و غبار بسیار کمتر انجام می‌شود، اما تنش رطوبتی ناشی از خشکسالی و تغییر اقلیم بر آن موثر است و موجب خشکیدگی آن در درجه‌های مختلف می‌شود (جوانمیری‌پور و همکاران، ۱۴۰۲). افزون بر آن، بهره‌برداری از بنه به‌ویژه برای استخراج صمغ آن (جوانمیری‌پور و همکاران، ۱، ۱۴۰۰) و بروز آتش‌سوزی‌های فصلی (جوانمیری‌پور و همکاران، ۲، ۱۴۰۰) از مهمترین عامل‌های موثر بر تشدید خشکیدگی در گونه بنه هستند.

گرچه گونه‌های همراه در زاگرس در مقایسه با گونه بلوط کمتر دچار حالت خشکیدگی کامل می‌شوند، اما نیاز است که وجود درختان خشکیده از دیگر گونه‌ها در کنار گونه بلوط ایرانی خشکیده مورد توجه جدی قرار گیرد. در همین راستا، یکی از نکته‌های کلیدی این است که مشخص شود آیا گونه‌های درختی که در بوم‌نظام وجود دارد، حتی در فراوانی کم، با شرایط اقلیمی آبی سازگار است یا خیر (Palik et al., 2021). این مورد به‌ویژه حفظ تنوع گونه‌های درختی در جنگل‌های مدیریت شده، نخستین سازوکار

دفاعی در برابر تغییرهای اقلیمی است (Bédard et al. 2014). در این زمینه، یک یا دو گونه (برای نمونه گونه‌های بنه و بادام در این بررسی) در بوم‌نظام نسبت به تغییر اقلیم در آینده سازگار می‌شوند، بنابراین باید به افزایش شمار آن‌ها توجه کرد یا دستکم از حفظ سلامت جمعیت آن‌ها اطمینان حاصل نمود تا بتوان در آینده فراوانی این گونه‌ها را به‌عنوان بخشی از راهکار تاب‌آوری افزایش داد. واقعیت این است که بسیاری از گونه‌های درختی فرعی مانند بادام در منطقه مورد بررسی ممکن است در مقایسه با گونه‌های چیره نسبت به تغییر اقلیم بهتر سازگار شوند و بنابراین امکان دارد به‌عنوان بخشی از راهکار سازگاری برای افزایش شمار مورد توجه قرار گیرند. در این راستا، برای افزایش تاب‌آوری زاگرس در شرایط تغییرهای اقلیمی در کنار دیگر مسائل نیاز است بازیابی چرخه و زنجیره‌های بوم‌شناختی که در زمان تخریب شده است را مورد توجه قرار داد. چرخه‌ها و زنجیره‌های بوم‌شناختی در زاگرس بیشتر به دلیل عامل‌های انسانی مختل شده است و وجود درختان خشکیده نشان‌دهنده شکنندگی بیش از پیش این جنگل‌ها می‌باشد. در این راستا، لازم است اقدام‌های حمایتی با توجه به اصول بوم‌شناختی از این جنگل‌ها مورد بازنگری قرار گیرد. برای نمونه، با توجه به تخریب چرخه مواد غذایی در زاگرس، طرح‌های غنی‌سازی و جنگل‌کاری به سوی جنگل‌کاری با گونه‌های پیش‌تاز سوق داده شود، زیرا شرایط کنونی زاگرس با نیازهای بوم‌شناختی گونه‌های پیش‌تاز بومی در این بوم‌نظام بیشتر تناسب دارد تا گونه‌های پستاز در توالی. برخی از این اقدام‌های حمایتی دربرگیرنده بازروی ساختار این توده‌ها برای حفاظت بهتر جنگل‌های طبیعی مانند جنگل‌های زاگرس، حفظ آمیختگی توده‌ها و تحریک پیچیدگی و ناهمگنی ساختاری، ابزارهای مفیدی برای کاهش خطرهای مرتبط با افزایش خشکیدگی درختان و دیگر رژیم‌های جدید آشفستگی در راستای راهکار تاب‌آوری جنگل در منطقه خواهند بود.

منابع

- پرنیان کلایه، سارا؛ مرادی، مصطفی؛ سفیدی، کیومرث؛ بصیری، رضا. (۱۳۹۸). برآورد حجم خشکه‌دار و نرخ مرگ‌ومیر درختان بلوط ایرانی در ارتباط با برخی عوامل محیطی در جنگل‌های بلوط زاگرس (پژوهش موردی: تنگ علمدار، بهبهان). *مجله جنگل ایران*، ۱۱ (۴)، ۵۳۲-۵۱۹.
- جزیره‌ای، محمدحسین؛ ابراهیمی رستاقی، مرتضی. (۱۳۹۲). *جنگل‌شناسی*. انتشارات دانشگاه تهران. ۶۰۰ ص.
- جهانبازی، حسن؛ ایران‌منش، یعقوب؛ طالبی، محمود؛ شیرمردی، حمزه؛ محنت‌کش، عبدالمحمد؛ پورهاشمی، مهدی؛ حبیبی، محسن. (۱۳۹۹). تأثیر عامل‌های فیزیوگرافی بر جذب عناصر غذایی ضروری برگ در جنگل‌های بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) چار زوال بلوط (مطالعه موردی: منطقه هلن، استان چهارمحال و بختیاری). *پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) (علمی)*، ۳۳ (۳)، ۵۵۳-۵۴۴.
- جوانمیری‌پور، محسن؛ ولی‌پور، جبار؛ حسن‌زاده، علی. (۱۴۰۲). بررسی تغییرات اقلیمی بر ساختار و زوال بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در بوم‌سازگان زاگرس (مورد پژوهی: جنگل‌های شهرستان گیلانغرب). *بوم‌شناسی جنگل‌های ایران*، ۱۱ (۲۱)، ۲۳-۱۲.
- جوانمیری‌پور، محسن؛ پروانه، روح‌اله؛ دارابی، علی اکبر. (۱۴۰۰). مطالعه ساختار و ارزش اقتصادی صمغ گونه بنه (*Pistacia atlantica*) در جنگل‌های حوزه گیلانغرب. *تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده*، ۱۲ (۱)، ۱-۱۴.
- جوانمیری‌پور، محسن؛ ولی‌پور، جبار؛ حسن‌زاده، علی. (۱۴۰۰). بررسی عوامل ساختاری و انگیزه‌های موثر در ایجاد آتش‌سوزی‌های جنگل‌ها و مراتع در بوم‌سازگان نیمه خشک زاگرس. *خشک‌بوم*، ۱۱ (۲)، ۱۵-۲۷.
- حسین‌زاده، جعفر؛ اعظمی، ایاد؛ محمدپور، ماشاء‌اله. (۱۳۹۴). بررسی ارتباط عامل‌های پستی و بلندی با گسترش زوال بلوط در جنگل مله سیاه ایلام، *فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، ۲۳ (۱)، ۱۹۷-۱۹۰.

- حسینی، احمد؛ حسینی، سیدمحسن؛ رحمانی، احمد؛ آزادفر، داوود. (۱۳۹۱). تاثیر خشکیدگی درختی بر ساختار جنگل‌های بلوط ایرانی در استان ایلام. *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، ۲۰ (۴)، ۵۶۵-۵۷۷.
- حمزه‌پور، مجتبی؛ کیادلیری، هادی؛ بردبار، کاظم. (۱۳۹۰). بررسی مقدماتی خشکیدگی درختان بلوط ایرانی در دشت برم کازرون، استان فارس. *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، ۱۹ (۲)، ۳۶۳-۳۵۲.
- دارابی، حدیث؛ غلامی، شایسته؛ صیاد. احسان. (۱۳۹۵). توزیع مکانی زوال بلوط در رابطه با ویژگی‌های مورفولوژیکی درختان در جنگل‌های زاگرس، کرمانشاه. *مجله علوم و فناوری چوب و جنگل*، ۲۳ (۲)، ۱-۲۱.
- ربیعی صادق‌آبادی، مالک؛ نوری، امید؛ دیهیم‌فرد، رضا. (۱۳۹۹). انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب برای فضای سبز شهرهای نیمه خشک با تاکید بر تغییر اقلیم (مورد مطالعه: شهر تهران). *علوم محیطی*، ۱۸ (۱)، ۲۳۶-۲۱۹.
- زبیری، محمود. (۱۳۸۸). *آماربرداری در جنگل (اندازه‌گیری درخت و جنگل)*. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۲۴ ص.
- شریعت، آناهیتا؛ میرزایی ندوشن، حسین؛ میرزا، مهدی؛ زارع، زینب؛ کنشلو، هاشم؛ تقوی، فائزه. (۱۳۹۸). ارزیابی یونوم در بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl) به‌منظور بررسی علل زوال بلوط. *مجله جنگل ایران*، ۱۱ (۳)، ۴۱۵-۴۲۸.
- شهبازی، خسرو؛ حشمتی، مصیب؛ سعیدی فر، زهرا. (۱۳۹۹). بررسی تاثیر تغییر اقلیم بر خشکسالی و خطر بیابان زایی در استان کرمانشاه. *مدیریت بیابان*، ۸ (۱۶)، ۱۸۳-۲۰۰.
- عطارد، پدram؛ صادقی، سیدمحمدمعین؛ طاهری سرشنیزی، فریدون؛ سارویی، سعید؛ عباسیان، پریسا؛ مسیح‌پور، مهرنوش؛ کردرستمی، فرشته؛ دریکوندی، آرش. (۱۳۹۵). پارامترهای هواشناسی و تبخیر و تعرق موثر بر کاهش جنگل‌های زاگرس در استان لرستان. *مجله تحقیقات حفاظت از جنگل‌ها و مراتع ایران*، ۱۳ (۲)، ۹۷-۱۱۲.
- عظیم‌نژاد، زهرا؛ باده‌یان، ضیاءالدین؛ رضایی‌نژاد، علی. (۱۴۰۰). مطالعه زوال بلوط (*Quercus brantii* Lindl.) در ارتباط با خصوصیات خاک و پاسخ‌های اکوفیزیولوژیک آن. *مجله جنگل ایران*، ۱۳ (۳)، ۲۳۶-۲۲۱.
- فلاح، اصغر؛ حیدری، مازیار. (۱۳۹۷). بررسی پدیده زوال بلوط در درختان با ابعاد تاج مختلف در جنگل‌های زاگرس میانی (مطالعه موردی: ایلام). *بوم‌شناسی جنگل‌های ایران*، ۶ (۱۲)، ۹-۱۷.
- کرمیان، مهناز؛ میرزایی، جواد. (۱۳۹۹). مهم‌ترین عوامل مؤثر بر خشکیدگی بلوط ایرانی در استان ایلام، بوم‌شناسی جنگل‌های ایران، ۸ (۱۵)، ۹۳-۱۰۳.
- کیائی ضیابری، م؛ جعفری، م. (۱۳۹۳). بررسی واکنش درختان جنگلی نسبت به تغییرات اقلیمی و محیطی (مطالعه موردی: پارک جنگلی لویزان). *پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)*، ۲۷ (۱)، ۱۴۱-۱۳۰.
- گل‌محمدی، فاطمه؛ حسن‌زاد ناورودی، ایرج؛ بنیاد، امیراسلام؛ میرزایی، جواد. (۱۳۹۶). تأثیر برخی عوامل محیطی بر شدت خشکیدگی درختان در زاگرس میانی (مطالعه موردی: تنگه دالاب، استان ایلام). *پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)*، ۳۰ (۳)، ۶۴۴-۶۵۵.
- مرادی، محمدجواد؛ کیادلیری، هادی؛ بابایی کفاکی، ساسان؛ باخدا، حسن. (۱۴۰۰). پهنه‌بندی مناطق دارای پتانسیل زوال بلوط ایرانی با تکنیک تاپسیس و عوامل مؤثر بر آن در جنگل‌های ایلام. *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۳ (۵)، ۲۲۷-۲۱۳.
- مرروی مهاجر، محمدرضا. (۱۳۹۲). *جنگل‌شناسی و پرورش جنگل*. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۱۹ ص.
- Arend, M., T. Kuster, M.S., Günthardt-Goerg., & Dobbertin, M. (2011). Provenance-specific growth responses to drought and air warming in three European oak species (*Quercus robur*, *Q. petraea* and *Q. pubescens*), *Tree Physiology* 31(3), 287-297.

- Bédard, S., DeBlois, J., Guillemette, F., Larouche, C., Raymond, P., & Tremblay, S. (2014). Rehabilitation of Northern stands using multicohort silvicultural scenarios in Québec. *Journal of forestry* 112, 276-286.
- Batos, B., Z. Miletic, S. Orlovic & D. Miljkovic. (2010). Variability of nutritive macroelements in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) leaves in Serbia. *Genetika* 42(3), 435-453.
- Clatterbuck, W.K., & Kauffman, B. (2006). Managing oak decline. A Regional Peer-Reviewed Technology Extension Publication University of Kentucky's Cooperative Extension Publication, 6 p.
- Curtis, P. G., Slay, C. M., Harris, N. L., Tyukavina, A., & Hansen, M. C. (2018). Classifying drivers of global forest loss. *Science* 361(6407), 1108-1111.
- Dendixsen, D.P. (2012). Causes and effects of Oak decline in an upland Oak-hickory forest of eastern Oklahoma. M.Sc. thesis, Oklahoma State University, 118 pp.
- Elliott, K.j., & Swank, W.T. (1994). Impacts of drought on tree mortality and growth in a mixed hardwood forest. *Journal of vegetation science* 5 (2), 229-236.
- Ellis, E. C., Beusen, A. H., & Goldewijk, K. K. (2020). Anthropogenic Biomes: 10,000 BCE to 2015 CE. *Land* 9(5), 129.
- Encina-Domínguez, J.A., Estrada-Castillón, E., Mellado, M., González-Montelongo, C., & Arévalo, J.R. (2022). Livestock Grazing Impact on Species Composition and Richness Understory of the *Pinus cembroides* Zucc. Forest in Northeastern Mexico. *Forests* 13, 1113.
- Fettig, C.J., Mortenson, L.A., Bulaon, B.M., & Foulk, P.B. (2019). Tree mortality following drought in the central and southern Sierra Nevada, California. US. *Forest Ecology and Management* 432, 164–178.
- Fukuda, H. (2000). Programmed cell death of tracheary elements in plants. *Plant Mol Biol* 44(3), 245-53.
- Galiano, L., Martinez-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.
- Guarin, 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), 229- 244.
- Kukk, M., & Söber, A. (2015). Bud development and shoot morphology in relation to crown location. *AoB Plants*. Jul 17;7:plv082. doi: 10.1093/aobpla/plv082. PMID: 26187607; PMCID: PMC4565424.
- Kabrick, J M., Dey, D C., Jensen, R G., & Wallendorf, M. (2008). The role of environmental factors in oak decline and mortality in the Ozark Highlands. *Forest Ecology and Management* 255, 1409–1417.
- Martínez-Sancho, E., Gutiérrez, E., Valeriano, C., Ribas, M., Popkova, M.I., Shishov, V.V., & Dorado-Liñán, I. 2021. Intra- and Inter-Annual Growth Patterns of a Mixed Pine-Oak Forest under Mediterranean Climate. *Forests* 12, 1746.
- Maxwell, S. L., Fuller, R. A., Brooks, T. M. & Watson, J. E. (2016). Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature* 536(7615), 143.
- Najib, R., Houri, T., Khairallah, Y., & Khalil, M. (2022). Effect of dust accumulation on *Quercus cerris* L. leaves in the Ezer forest, Lebanon. *iForest* 15, 322-330.
- Ritchie, H., & Roser, M. (2021). "Forests and Deforestation". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/forests-and-deforestation' [Online Resource]
- Palik, B., D'Amato, A., Franklin, J., & Norman, K. (2021). *Ecological Silviculture: Foundations and Applications*. Waveland Press, 343.
- Pendrill, F., Persson, U. M., Godar, J., & Kastner, T. (2019). Deforestation displaced: trade in forest-risk commodities and the prospects for a global forest transition. *Environmental Research Letters* 14(5), 055003.
- Poulos, H.M. (2014). Tree mortality from a short-duration freezing event and global-change-type drought in a Southwestern piñon-juniper woodland, USA. *PeerJ*. 10;2:e404. doi: 10.7717/peerj.404. PMID: 24949231; PMCID: PMC4060029.
- Sagheb Talebi, Kh., Sajedi, T., & Pourhashemi, M. (2014). *Forests of Iran, A Treasure from the Past, a Hope for the Future*. Springer, 172 p.
- Williams, M. (2003). *Deforesting the earth: from prehistory to global crisis*. University of Chicago Press.
- Wright, H. E., McAndrews, J. H., & Zeist, W. V. (1967). Modern pollen rain in western Iran, and its relation to plant geography and quaternary vegetational history. *Journal of Ecology* 55, 415–443.
- Zhu, J.J., & Li, F. Q. (2007). Forest degradation/decline: research and practice. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2007 Jul;18(7):1601-9. Chinese. PMID: 17886658.

Decline of Zagros Forest Ecosystem: Status of Dieback in Various Tree Species

Valipour, J., Javanmiri Pour, M. and Zamani, A.^{1,2}

The mortality of forest species, especially in arid and semi-arid regions, has been considered the main challenge of diverse ecosystems. The aim of this study was to compare the mortality status of Iranian oak and Mt. Atlas mastic tree in the Zagros forests in western Iran. To carry out this study, whole forests in the Gilan-e Gharb were considered. For this purpose, the entire surface was divided into equal parts with a sampling grid of 3000 x 3000 m². Ninety two sample plots with an area of 0.25 ha were considered for sampling at the intersection of the lines in the forests. Sampling of all the trees in the plots was done 100%. Based on objective observations, the ratio of dried branches to the whole tree branches was used to determine the dryness ratio of the studied trees. The results showed that the frequency of 1st mortality in different species shows that its highest frequency is 83.4% in Iranian oak (*Quercus brantii* Lindl.). Other species in the region, such as *Prunus lycioides* C.K.Schneid., *Pistacia atlantica mutica* Desf., *Acer monspessulanum* L., and *Crataegus* sp. L., had 5.1%, 4.4%, 3.2%, and 2% of 1st mortality, respectively. The frequency of 2nd mortality in Persian oak was 84.4% and in other species in the region, such as *P.atlantica*, *Crataegus* sp, and *P.lycioides* C.K.Schneid., it was 9.8%, 2.25%, and 2%, respectively. Similarly, the highest frequency of trees with mortality grade 5 included Iranian oak, *P. atlantica mutica* Desf., and *P. lycioides* C.K.Schneid. species with 94.2%, 2.8%, and 2.6%, respectively. From the total population of Persian oaks, 28% of them were healthy and 72% of them were dying in various degrees. In the wild plum species, 83% of the trees were healthy and 17% were dying. Furthermore, in the wild pistachio species, 23% of the trees were alive and healthy and 77% of them were dead. Based on the results, supporting measures will include monitoring the structure of stands for better protection of forests, maintaining the mix of stands and stimulating structural complexity and heterogeneity, that are valuable tools to reduce the risks associated with increasing tree dieback, and other new disturbance regimes in line with the resilience strategy.

Key words: Decline, Mt. Atlas mastic tree, Persian oak, Pronus, Zagros.

1. Corresponding author, Email: mjavanmiri@ut.ac.ir

2. Researchers of Natural Resource Organization and Associate Professor of Razi University, Kermanshah, respectively.