University of Tehran

Journal of Forest and Wood Products

Online ISSN: 2383-0530

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

Investigating the oak trees dieback in the northern and southern aspects of Baneh forests, Iran

Maziar Haidari[1*] | Hassan Jahanbazi Goujani[2] | Mehdi Pourhashemi[3]

1. Corresponding Author, Forests and Rangelands Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran. Email: m.haidari@areeo.ac.ir
2. Forests and Rangelands Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran. Email: jahanbazy_hassan@areeo.ac.ir
3. Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. Email: pourhashemi@rifr-ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received: 16 August 2023
Revised: 07 October 2023
Accepted: 23 October 2023
Published online: 20 December 2023

Keywords:
Cut trees,
Dieback trees,
Kurdistan province,
Oak decline Classes,
Tree crown.

ABSTRACT

One of the environmental problems of Zagros forests is oak decline, which is less intense in northern Zagros than in middle and southern Zagros. The purpose of this study was to investigate the oak decline in Baneh County (Kurdistan Province) in 2019, 2020, 2021, and 2022. In order to carry out this research, two plots (with 100 trees) were considered in Belveh (tree dieback–southern slope) and Saraki (tree dieback–northern slope) sites in Baneh County in the northwest of Kurdistan Province. In 2019, oak trees were numbered at the desired sites, and in October 2019, 2020, 2021, and 2022, oak decline classes (five classes) were recorded for each tree. The results showed that the number of healthy trees in the Saraki and Belveh sites decreased by 25 and 28 trees, respectively, from 2019 to 2022; in contrast, the number of dieback trees increased by 14 and 19 trees, respectively, and the intensity of oak decline was greater in the Belveh site (southern dieback stands) than in Saraki (northern dieback stands). In general, the decline rate in the southern stands was higher than that in the northern stands, and the highest oak decline was observed in the southern slope. To optimally manage these forests, it is necessary to manage the factors that exacerbate oak decline and to control human interference and forest destruction so that the current situation is fixed and the seeds of healthy stands on the northern slopes are used for the regeneration and development of the forest.

Cite this article: Haidari, M., Jahanbazi Goujani, H., Pourhashemi, M. (2023). Investigating the oak trees dieback in the northern and southern aspects of Baneh forests, Iran. *Journal of Forest and Wood Products*, 76 (3), 257-268. DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.362400.1259

© The Author(s) **Publisher:** The University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.362400.1259

نشریهٔ جنگل و فرآورده‌های چوب
سایت نشریه: https://jfwp.ut.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۳-۰۵۳۰
دانشگاه تهران

بررسی روند و تغییرات سرخشکیدگی درختان بلوط در دامنه‌های شمالی و جنوبی جنگل‌های شهرستان بانه

مازیار حیدری[۱*] | حسن جهانبازی گوجانی[۲] | مهدی پورهاشمی[۳]

۱. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران. رایانامه: m.haidari@areeo.ac.ir

۲. بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران. رایانامه: jahanbazy_hassan@areeo.ac.ir

۳. بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: pourhashemi@rifr-ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۹/۲۹

کلیدواژه:
استان کردستان،
تاج درخت،
درختان سرخشکیده،
درختان قطع‌شده،
طبقه‌های زوال.

چکیده

یکی از معضلات محیط‌زیستی جنگل‌های زاگرس، بروز پدیدهٔ زوال درختان بلوط (*Oak decline*) است که شدت آن در زاگرس شمالی کمتر از زاگرس میانی و جنوبی است. هدف از این پژوهش، بررسی روند خشکیدگی درختان بلوط و جنگل در شهرستان بانه (استان کردستان) در سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ بود. جهت اجرای این پژوهش، دو قطعه‌نمونه (با ۱۰۰ درخت) در رویشگاه‌های بلوه (زوال–دامنهٔ جنوبی) و سارکی (زوال–دامنهٔ شمالی) در شهرستان بانه در شمال غرب استان کردستان درنظر گرفته شدند. در سال ۱۳۹۸ اقدام به شماره‌گذاری درختان در رویشگاه‌های مورد نظر شد و در شهریورماه سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ طبقه‌های زوال (پنج طبقه) برای هر درخت ثبت شد. نتایج نشان داد که تعداد درختان سالم در رویشگاه سارکی و بلوه از سال ۱۳۹۸ به ۱۴۰۱ به‌ترتیب ۲۵ و ۲۸ درصد کاهش داشته است و در مقابل، تعداد درختان سرخشکیده در این دورهٔ چهار ساله، به‌ترتیب ۱۴ و ۱۹ درصد افزایش داشته است و شدت زوال در رویشگاه بلوه (زوال جنوبی) بیشتر از رویشگاه سارکی (زوال شمالی) بوده است. در مجموع، سرعت زوال در توده زوال جنوبی بیشتر از شمالی بود و بیشترین زوال بلوط در دامنهٔ جنوبی مشاهده شد. جهت مدیریت بهینهٔ این جنگل‌ها، ضرورت دارد، عوامل تشدیدکنندهٔ خشکیدگی مدیریت شوند و دخالت‌های انسانی و تخریب‌های جنگل کنترل شوند تا وضعیت کنونی ثابت شود و از بذرهای توده‌های سالم در دامنهٔ شمالی برای احیاء و توسعهٔ جنگل استفاده شود.

استناد: حیدری، مازیار؛ جهانبازی گوجانی، حسن؛ پورهاشمی، مهدی (۱۴۰۲). بررسی روند و تغییرات سرخشکیدگی درختان بلوط در دامنه‌های شمالی و جنوبی جنگل‌های شهرستان بانه. *نشریهٔ جنگل و فرآورده‌های چوب*، ۷۶ (۳)، ۲۶۸-۲۵۷. DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.362400.1259

© نویسندگان.
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.362400.1259

۱. مقدمه

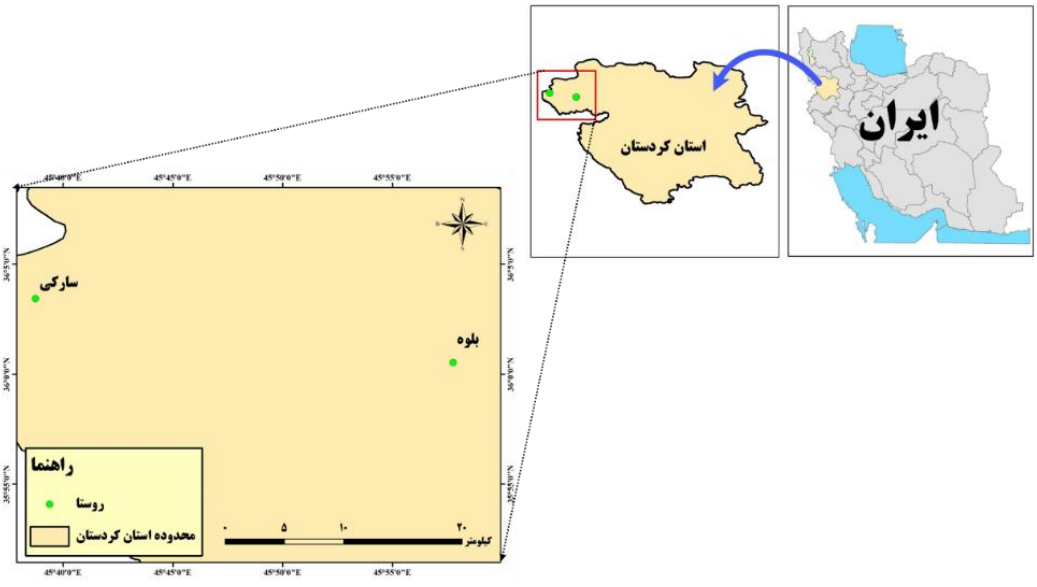
جنگل‌های ناحیهٔ رویشی زاگرس، به‌عنوان گسترده‌ترین جنگل‌های کشور، دارای جایگاه ویژه‌ای در توسعهٔ اقتصادی کشور بوده و ضامن بقا و پایداری آب و خاک کشور هستند [۱]. خشکیدگی درختان جنگلی همواره به‌عنوان یکی از مشکلات اساسی بوم‌سازگان‌های مختلف مطرح بوده است. این پدیده امروزه در عرصهٔ منابع طبیعی و جنگل‌های زاگرس به‌وقوع پیوسته است و هر روز ابعاد گسترده‌تری می‌یابد [۲]. به‌طور معمول اولین نشانه‌های تنش در درختان، در تاج آن‌ها ظاهر می‌شود؛ از این‌رو نشانه‌های بروز پدیدهٔ خشکیدگی بلوط ایرانی در زاگرس را نیز می‌توان در وضعیت تاج درختان آن بررسی کرد [۳]. بررسی روند و تغییرات وضعیت زوال بلوط (Oak decline) اطلاعات ارزنده‌ای را در اختیار مدیران منابع طبیعی قرار می‌دهد. یکی از معضلات محیط‌زیستی جنگل‌های زاگرس طی چند سال اخیر بروز پدیدهٔ زوال درختان بلوط است که به شکل خشکیدگی در درختان بلوط نمود یافته است. زوال بلوط در زاگرس میانی و جنوبی شدت بیشتری دارد و در استان کردستان و زاگرس شمالی با شدت کمتر و در قالب سرخشکیدگی درختان حادث می‌شود. عمده پوشش جنگلی استان کردستان (۲۵۶۰۰۰ هکتار) در نیمهٔ غربی استان (شهرستان‌های بانه، مریوان، سروآباد و کامیاران) قرار دارد و ۸/۸ درصد از سطح استان را پوشش می‌دهد [۴]. در زمینهٔ زوال بلوط در داخل و خارج کشور پژوهش‌هایی انجام شده است. Hosseinzadeh و Pourhashemi (۲۰۱۵) نشان دادند که حدود ۵۷ درصد درختان دانه‌زاد بلوط در منطقهٔ مورد بررسی (در جنگل‌های ایلام) با درجات کم تا شدید، به پدیدهٔ زوال دچارند و درختان با تاج‌های بزرگ‌تر آسیب بیشتری دیده بودند [۳]. Hosseinzadeh و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که در جنگل ملەسیاه ایلام، جهت دامنه بر میزان خشکیدگی درختان دانه‌زاد اثر معنی‌دار داشت و میزان خشکیدگی در جهت جنوبی بیشتر از جهت شمالی بود [۵]. Mahdavi و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که در جنگل‌های بیوره ملکشاهی (ایلام)، با افزایش ارتفاع از سطح دریا و در جهت‌های جنوبی و غربی و افزایش تراکم پوشش جنگلی و در مناطق با عمق کم خاک و افزایش درصد شیب منطقه، میزان و پراکنش درختان خشکیده بلوط افزایش می‌یابد [۶]. Zandebasiri و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که تنها ۱۱ درصد درختان منطقهٔ تنگ سولک (کهگیلویه و بویراحمد) به پدیدهٔ خشکیدگی دچار شده‌اند. همچنین ۸۶ درصد درختان پهن‌برگ منطقه در طبقهٔ شدت ضعیف بحران زوال هستند و فقط ۱۴ درصد درختان خشکیده در طبقهٔ متوسط یعنی مرحلهٔ پیشروی زوال قرار دارند [۷]. Goodarzi و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که در منطقهٔ شورآب استان لرستان، بین نوع آلودگی، شدت آلودگی و درجهٔ شادابی درختان در موقعیت مکانی قرارگیری قطعه‌نمونه و جهت‌های جغرافیایی ارتباط معنی‌داری وجود دارد. بیشترین درصد درختان سالم و درختانی که کمتر از ۲۵ درصد آلودگی دارند، در موقعیت مکانی یال مشاهده شد [۸]. Golmohamadi و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که در جنگل‌های تنگه دالاب (ایلام)، بین میزان خشکیدگی درختان با جهت دامنه رابطهٔ معنی‌داری وجود داشت (در دامنه‌های غربی و جنوبی زوال بیشتر بود) و حدود ۵۰ درصد از کل درختان منطقهٔ مورد مطالعه خشکیده یا دارای علائم خشکیدگی بودند [۹]. Fallah و Haidari (۲۰۱۸) نشان دادند که در جنگل‌های شهرستان سرابله، در سال ۱۳۹۱ درصد درختان دارای خشکیدگی خیلی زیاد و زیاد (مجموع دو طبقه)، ۱۳/۶ درصد بود و درصد درختان با خشکیدگی خیلی زیاد و زیاد در سال ۱۳۹۳ به ۲۵/۴ درصد افزایش یافته و در کل درصد درختان با خشکیدگی خیلی زیاد و زیاد ۱۱/۸ درصد افزایش یافته است [۱۰]. Dezfoli و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که در جنگل‌های ملەشبانان (لرستان) در جهت جنوبی و ارتفاع بالاتر میزان خشکیدگی شدیدتر وجود داشت و بیشترین فراوانی خشکیدگی متعلق به طبقهٔ ۴ (خشکیدگی شدید) و طبقهٔ ۱ (سالم) است. در صورتی که روند کنونی ادامه پیدا کند، با وقوع خشکسالی مکرر درختان از طبقات پایین‌تر خشکیدگی به طبقات بالاتر انتقال پیدا می‌کنند [۱۱]. Mirzaei و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی و مدل‌سازی خشکیدگی درختان بلوط ایرانی تحت تأثیر جغرافیای طبیعی در جنگل‌های دالاب ایلام پرداختند. نتایج نشان داد که جغرافیای طبیعی تأثیر معنی‌داری بر خشکیدگی درختان بلوط داشتند و کمترین و بیشترین مقدار خشکیدگی به‌ترتیب مربوط به جهت‌های شرقی و جنوبی مشاهده شد [۱۲]. Zarafshar و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی خشکیدگی توده‌های خالص بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در جنگل‌های منطقهٔ کوهمره سرخی (استان فارس) پرداختند. نتایج مطالعهٔ آن‌ها نشان داد که درصد خشکیدگی بیشتر از ۵۰ درصد تاج در قطعه‌نمونه‌های تحت خشکیدگی ۱۱ درصد بوده است [۱۳]. Rahimi و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی روند خشکیدگی و زوال جنگل‌های بلوط در

جنگل‌های توت‌شامی و برزه استان کرمانشاه پرداختند که نتایج نشان داد که در قطعه‌نمونه دارای زوال توت‌شامی، تعداد درختان سالم از ۳۱ درصد در ابتدای بررسی به ۱۰ درصد در انتهای دوره کاهش (سال ۱۴۰۰) یافته است. این روند در قطعه‌نمونهٔ برزه (شاهد) نیز به همین صورت از ۴۵ درصد به ۲۸ درصد کاهش پیدا کرده و به سایر طبقات خشکیدگی منتقل شده است [۱۴]. Floyd و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی مرگ‌ومیر درختان در جنگل‌های جنوب‌غربی آمریکا پرداختند و نشان دادند که مرگ‌ومیر درختان در نقاط جنگل یکسان نیست [۱۵]. Negro´n و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که ارتفاع از سطح دریا و تراکم توده بر مرگ‌ومیر درختان و شیوع آفات در جنگل‌های آریزونای آمریکا تأثیر دارند [۱۶]. Brouwers و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی با هدف ارزیابی عوامل احتمالی مرتبط با سرخشکیدگی تاج درختان در جنگل مدیترانه‌ای دریافتند که رویشگاه‌های با ارتفاع بالاتر، دامنه‌های جنوبی با شیب بیشتر و مناطقی که به‌طورکلی گرم‌تر از محیط اطراف خود هستند، سرخشکیدگی درختان بیشتر است [۱۷]. Havrdová و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی ویژگی‌های محیطی و پارامترهای توده بر میزان خشکیدگی تاج درختان در جمهوری چک پرداختند که نتایج نشان داد میزان زوال و خشکیدگی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای تحت تأثیر ویژگی‌های محیطی و ویژگی‌های توده قرار دارد [۱۸]. Huesca و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی زوال درختان بلوط آبی در کوه‌های سیرا نوادا (در کالیفرنیا) پرداختند و نتایج نشان داد که در طول دورهٔ خشکسالی (۲۰۱۵–۲۰۱۳)، تعداد ۱۶ درخت از ۹۸ درخت خشک شدند. شاخص رگرسیون نشان داد که مرگ‌ومیر از ۱ تا بیش از ۵۱ درصد (به‌طور میانگین ۱۰ درصد) در درختان بلوط در منطقهٔ مورد مطالعه وجود دارد و زوال بلوط در دامنهٔ جنوبی به‌دلیل رطوبت کمتر این دامنه، بیشتر است [۱۹].

روند خشکیدگی درختان و جنگل و تأثیر عامل‌های مهم رویشگاهی بر سرعت پدیدهٔ زوال از جمله مواردی هستند که باید به‌طور دقیق سنجش و پایش شوند. براساس پژوهش‌های انجام شده، در زاگرس شمالی و استان کردستان در زمینهٔ پایش تغییر زوال درختان بلوط (در چند سال)، پژوهشی جامع انجام نشده است؛ بنابراین هدف از این پژوهش، بررسی روند زوال بلوط در توده‌های دارای سرخشکیدگی و زوال در دامنه‌های شمالی و جنوبی در شهرستان بانه (استان کردستان) در طول سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱ است.

۲. روش‌شناسی پژوهش

برای اجرای این پژوهش، دو رویشگاه شامل بلوه (زوال–دامنهٔ جنوبی) و سارکی (زوال–دامنهٔ شمالی) در شهرستان بانه در شمال غرب استان کردستان انتخاب شدند (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت رویشگاه‌های زوال در دامنهٔ شمالی و جنوبی در جنگل‌های شهرستان بانه و استان کردستان

پس از انتخاب رویشگاه‌ها، به مرکز هر رویشگاه، یک قطعه‌نمونه چهارضلعی درنظر گرفته شد و ۱۰۰ درخت بلوط در آن شماره‌گذاری و اندازه‌گیری شدند. عمده درختان مورد مطالعه گونه مازودار (*Quercus infectoria* Oliv.) و تعداد محدودی گونه بروادر بودند. با توجه به محدود بودن پایه‌های بروادر، تحلیل‌ها به تفکیک گونه انجام نشد. ویژگی‌های ساختاری قطعه‌نمونه‌ها در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های ساختاری دو قطعه‌نمونه مورد مطالعه در شهرستان بانه

قطعه‌نمونه	ساختار	مبدأ شاخه‌زاد (درصد)	مبدأ دانه‌زاد (درصد)	میانگین قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	رویه زمینی (متر مربع در هکتار)	میانگین ارتفاع درخت (متر)	تراکم (تعداد در هکتار)	درصد تاج‌پوشش
سارکی	دانه‌زاد ناهمسال نامنظم میان‌قطر	۸۴	۱۶	۴۰/۵۱	۲۴/۰۴	۸/۴	۱۴۸	۴۴/۲
بلوه	شاخه‌زاد ناهمسال نامنظم دواشکوبه	۸	۹۲	۲۷/۱۱	۱۶/۱۰	۴/۵	۲۱۹	۳۸/۴

براساس داده‌های هواشناسی ۳۵ساله (۱۴۰۱-۱۳۶۶) ایستگاه هواشناسی بویین شهرستان بانه، میانگین دمای هوا و بارندگی سالانه به‌ترتیب ۱۲/۳ درجهٔ سانتیگراد و ۷۶۸ میلی‌متر است (جدول ۲).

جدول ۲. میانگین سالانه پارامترهای هواشناسی در شهرستان بانه براساس داده‌های هواشناسی ۳۵ساله (۱۴۰۱-۱۳۶۶) ایستگاه هواشناسی بویین شهرستان بانه

سال	بارندگی سالانه (میلی‌متر در سال)	میانگین دما (سانتی‌گراد)	مجموع تبخیر سالانه (میلی‌متر در سال)
۱۳۹۸	۷۹۸	۱۲/۷	۱۶۶۸/۷
۱۳۹۹	۴۸۵	۱۳/۳	۱۹۹۰/۵
۱۴۰۰	۴۶۷	۱۳/۱	۱۶۹۸/۳
۱۴۰۱	۷۷۲	۱۲/۹	۱۶۴۳/۱
بلند مدت	۷۶۸	۱۲/۳	۱۶۸۹/۵

منبع: شرکت آب منطقه‌ای کردستان

در هر قطعه‌نمونه، ضمن شماره‌گذاری درختان و ثبت موقعیت جغرافیایی و رویشگاهی آن‌ها، وضعیت زوال درختان در قالب پنج طبقه زوال بررسی شد. تعیین وضعیت خشکیدگی و زوال درختان در پنج سطح ۱- درختان سالم (فاقد هر گونه آثار خشکیدگی)؛ ۲- درختان سرخشکیده (تا ۱۰ درصد خشکیدگی)؛ ۳- درختان با خشکیدگی تاج کمتر از ۵۰ درصد (بین ۱۰ تا ۵۰ درصد)؛ ۴- درختان با خشکیدگی تاج بیشتر از ۵۰ درصد و ۵- درختان خشکیده انجام شد. در شکل ۲، برای نمونه، سه طبقه زوال شامل الف: درختان سالم، ب: درختان سرخشکیدگی و ج: درختان با خشکیدگی تاج کمتر از ۵۰ درصد قرار داده شدند. قابل ذکر است جهت پایش حذف و قطع درختان، یک طبقه شامل درختان قطع‌شده به‌عنوان طبقهٔ ششم زوال اضافه شد.

در پایان شهریورماه هر سال، ضمن ثبت وجود یا عدم وجود درختان شماره‌گذاری شده، وضعیت قرار گرفتن درختان در طبقه‌های زوال بررسی و ثبت شدند (در چهار دوره و در سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱). بنابراین در سال ۱۳۹۸ نخستین دورهٔ برداشت وضعیت کدهای زوال درختان انجام شد و در سال‌های بعد در پایان شهریور ماه، مجدداً تغییرات درختان در طبقه‌های زوال بررسی شد. با توجه به رتبه‌ای بودن داده‌ها (کدهای زوال) از آزمون‌های ویلکاکسون (برای مقایسهٔ کدهای زوال در دو رویشگاه در یک سال) و کروسکال- والیس (مقایسهٔ کدهای زوال در هر رویشگاه در چهار سال پژوهش) در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20 انجام شد.

(الف) (ب) (ج)

شکل ۲. نمونه درختان سالم (الف)، دارای سر خشکیدگی (ب) و خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد (ج)

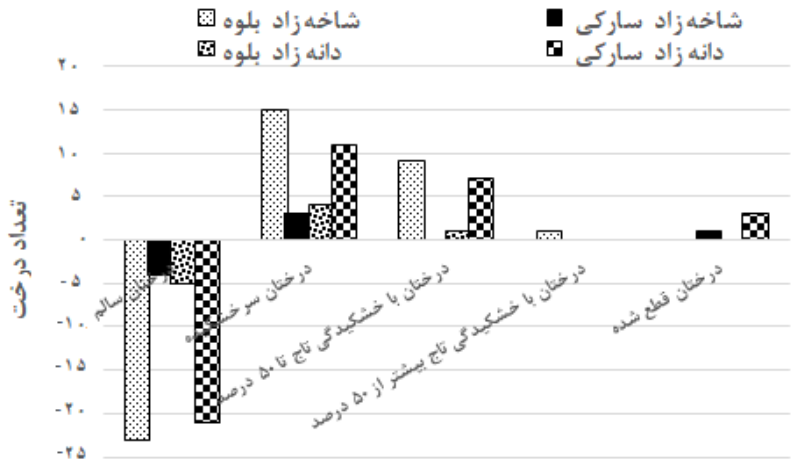
۳. یافته‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش نشان داد که بیشترین کاهش درختان سالم (از سال ۱۳۹۸ به ۱۴۰۱) با مبداء شاخه‌زاد در رویشگاه سارکی و بلوه به‌ترتیب ۵۰- و ۲۷/۴- درصد بود. از طرفی درختان سالم با مبداء دانه‌زاد در رویشگاه سارکی و بلوه به‌ترتیب ۲۲/۸- و ۳۵/۷- درصد کاهش را داشتند و درختان شاخه‌زاد نسبت به درختان دانه‌زاد، دارای بیشترین درختان خارج شده از طبقهٔ سالم به سرخشکیده بودند (جدول ۳).

جدول ۳. تغییر کدهای زوال درختان بلوط (از سال ۱۳۹۸ به ۱۴۰۱) به تفکیک مبداء در رویشگاه‌های شهرستان بانه

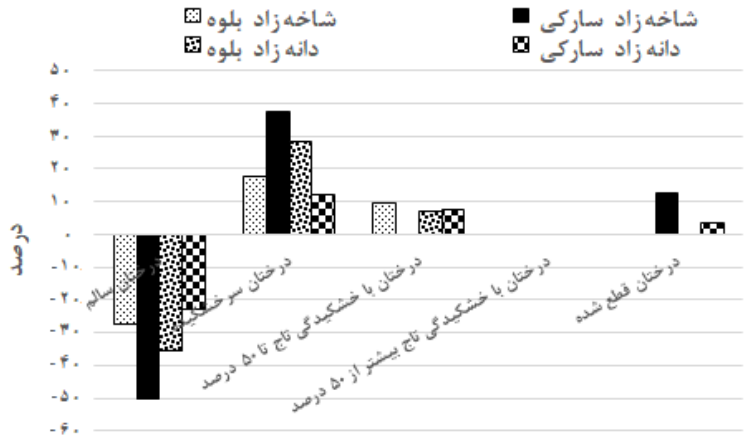
مبدا	طبقهٔ زوال	رویشگاه بلوه				رویشگاه سارکی			
		تعداد درخت (۱۳۹۸)	تعداد درخت (۱۴۰۱)	تغییر تعداد درختان (۱۳۹۸-۱۴۰۱)	درصد تغییرات	تعداد درخت (۱۳۹۸)	تعداد درخت (۱۴۰۱)	تغییر تعداد درختان (۱۳۹۸-۱۴۰۱)	درصد تغییرات
شاخه‌زاد	۱	۴۳	۲۰	-۲۳	-۲۷/۴*	۶	۲	-۴	-۵۰
	۲	۳۸	۵۲	۱۵	۱۷/۸	۲	۵	۳	۳۷/۵
	۳	۳	۱۱	۸	۹/۵۰	۰	۰	۰	۰
	۴	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۶	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱۲/۵
دانه‌زاد	۱	۹	۴	-۵	-۳۵/۷	۴۶	۲۵	-۲۱	-۲۲/۸
	۲	۷	۱۱	۴	۲۸/۵	۴۲	۵۳	۱۱	۱۲
	۳	۰	۱	۱	۷/۱	۴	۱۱	۷	۷/۶
	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۶	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۳	۳/۳

* برای محاسبه: به‌عنوان نمونه ۲۳ بر ۸۴ (کل درختان شاخه زاد رویشگاه) تقسیم گردید و در ۱۰۰ ضرب شد (۲۷/۴- درصد). برای کاهش علامت منفی و برای افزایش علامت مثبت استفاده گردید.



شکل ۳. تعداد کاهش/افزایش درختان در طبقه‌های زوال بلوط در جنگل‌های شهرستان بانه

براساس نتایج، بیشترین افزایش تعداد درختان سرخشکیده و دارای خشکیدگی تا ۵۰ درصد به‌ترتیب در درختان شاخه‌زاد سارکی و شاخه‌زاد بلوه مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ٤. درصد تغییرات (کاهش یا افزایش) درختان در طبقه‌های زوال بلوط در جنگل‌های شهرستان بانه

نتایج نشان داد که بیشترین درصد افزایش درختان سرخشکیده در درختان شاخه‌زاد سارکی بود (شکل ۴). آزمون کروسکال-والیس نشان داد که اختلاف بین تغییرات کدهای زوال در رویشگاه‌های سارکی و بلوه در چهار سال پژوهش (۱۳۹۸، ۱۳۹۹، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱) از نظر آماری در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ٤. نتایج آزمون کروسکال والیس برای بررسی تغییرات کدهای زوال از سال ۱۳۹۸ به ۱۴۰۱ در رویشگاه‌های شهرستان بانه

	رویشگاه بلوه	رویشگاه سارکی
کای اسکوار	۲۴/۸۳۴	۲۰/۳۴۱
درجه آزادی	۳	۳
معنی‌داری	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**

** اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

آزمون ویلکاکسون نشان داد که اختلاف بین تغییرات کدهای زوال در دو رویشگاه سارکی و بلوه در هر سال (در سطح اطمینان ۹۹ درصد) از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۵).

جدول ۵. نتایج آزمون ویلکاکسون جهت بررسی معنی‌دار بودن تغییرات کدهای زوال در دو رویشگاه

	در کل دوره	سال ۱۳۹۸	سال ۱۳۹۹	سال ۱۴۰۰	سال ۱۴۰۱
آمارهٔ Z	−۱/۰۱۹	−۱/۰۰۰	−۰/۴۴۷	−۰/۷۴۱	−۰/۳۹۸
معنی‌داری	۰/۳۰۸^{ns}	۰/۳۱۷^{ns}	۰/۶۵۵^{ns}	۰/۴۵۸^{ns}	۰/۶۹۱^{ns}

ns غیرمعنی‌دار

آزمون ویلکاکسون نشان داد که تغییرهای کدهای زوال از سال ۱۳۹۸ به ۱۳۹۹، ۱۳۹۹ به ۱۴۰۰ و ۱۴۰۰ به ۱۴۰۱ در هر دو رویشگاه از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۶).

جدول ٦. نتایج آزمون ویلکاکسون جهت بررسی معنی‌دار بودن تغییرات کدهای زوال در یک رویشگاه در دو سال متوالی

		از سال ۱۳۹۸ به ۱۳۹۹	از سال ۱۳۹۹ به ۱۴۰۰	از سال ۱۴۰۰ به ۱۴۰۱
رویشگاه بلوه	آمارهٔ Z	−۵/۰۹۹	−۲/۲۳۶	−۲/۸۲۸
	معنی‌داری	۰/۰۰۰**	۰/۰۲۵*	۰/۰۰۵**
رویشگاه سارکی	آمارهٔ Z	−۵/۰۱۴	−۲/۰۶۰	−۲/۳۳۳
	معنی‌داری	۰/۰۰۰**	۰/۰۳۹*	۰/۰۲۰*

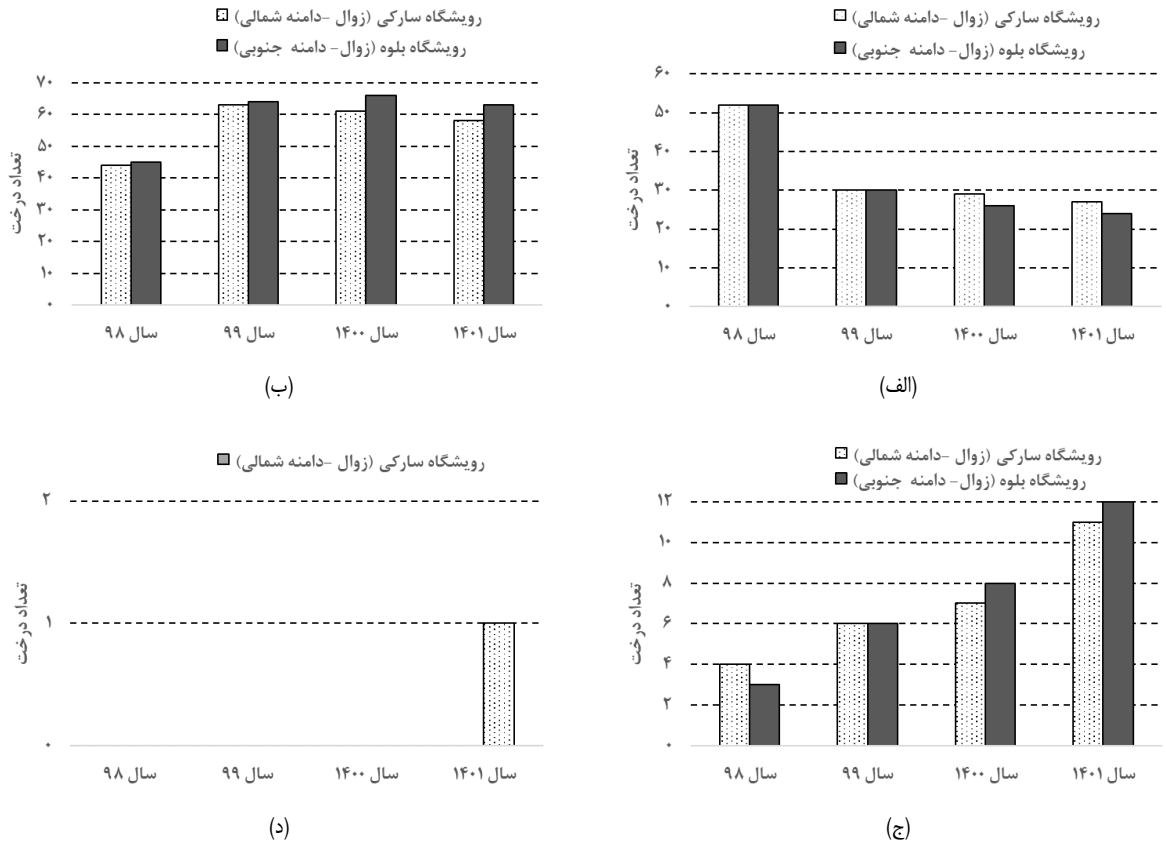
ns* اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵درصد؛ ** اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

نتایج نشان داد که تعداد درختان سالم در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در رویشگاه بلوه (زوال جنوبی) کاهش بیشتری نسبت به رویشگاه سارکی داشت (شکل ۵ الف). همچنین تعداد درختان سرخشکیده در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در رویشگاه بلوه (زوال جنوبی) افزایش چشمگیری داشت و روند تسریع زوال در رویشگاه بلوه بیشتر از رویشگاه سارکی بود (شکل ۵ ب).

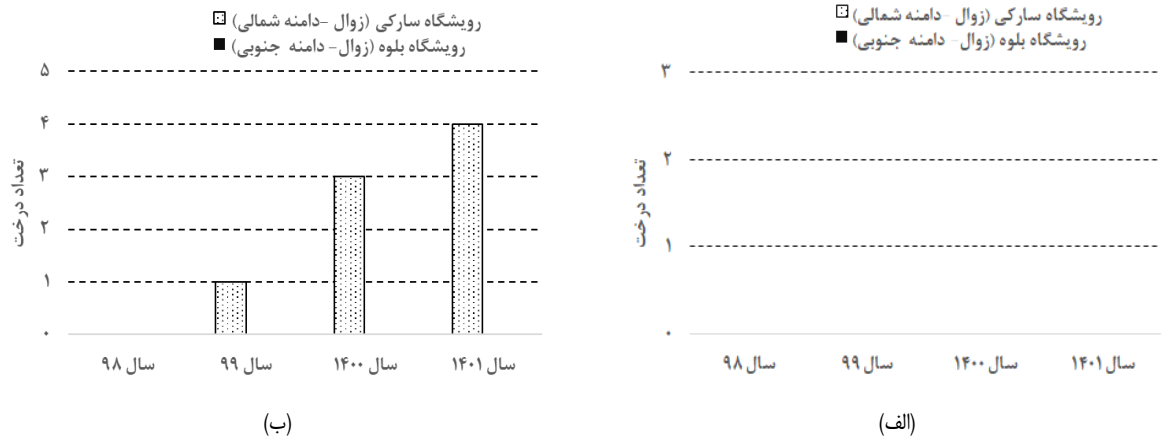
تعداد درختان با خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در رویشگاه بلوه (زوال جنوبی) افزایش بیشتری را نسبت به رویشگاه سارکی داشتند (شکل ۵ ج). براساس نتایج، صرفاً در رویشگاه بلوه (زوال جنوبی) یک درخت در سال ۱۴۰۱ به طبقهٔ خشکیدگی تاج بیشتر از ۵۰ درصد اضافه شد و در رویشگاه سارکی، درخت در این طبقه زوال مشاهده نشد (شکل ۵ د).

یافته‌های پژوهش نشان داد که در رویشگاه بلوه و سارکی درخت با خشکیدگی کامل مشاهده نشد (شکل ۶ الف) و در این طبقه درختی وجود نداشت (در طول چهار سال پژوهش). از طرفی، در رویشگاه بلوه درخت قطع شده مشاهده نشد، با این وجود، در رویشگاه سارکی در سال‌های ۱۳۹۹، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به‌ترتیب ۱، ۳ و ۴ کنده درخت (درختان شماره‌گذاری شده) مشاهده شد (شکل ۶ ب).

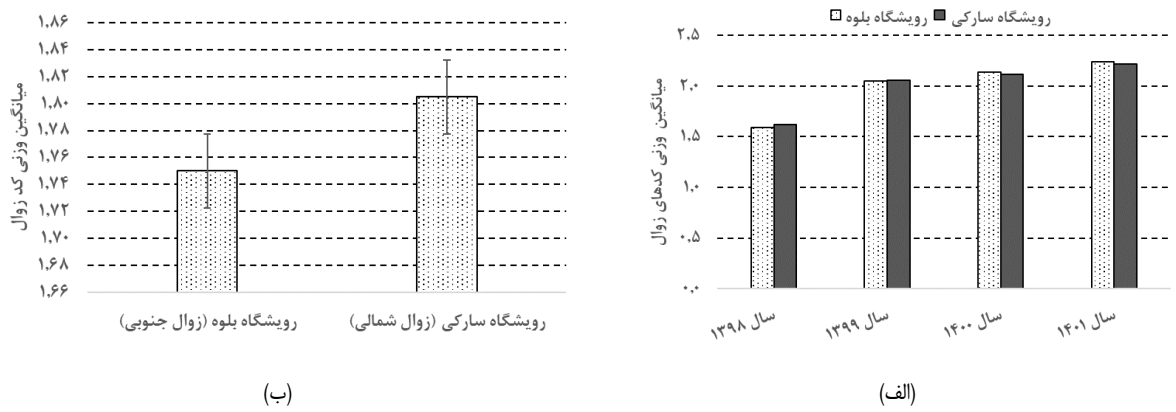
میانگین وزنی کدهای زوال در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در رویشگاه بلوه بیشتر از رویشگاه سارکی بود، اما در سال ۱۳۹۸، این وضعیت برعکس بود و میانگین وزنی کدهای زوال در رویشگاه سارکی بیشتر از بلوه بود (شکل ۷ الف). شکل ۷ ب، نشان داد که میانگین وزنی کدهای زوال در رویشگاه سارکی و بلوه به‌ترتیب ۱/۸ و ۱/۷۵ بوده است و وزن کدهای زوال در رویشگاه سارکی بیشتر از رویشگاه بلوه بود.



شکل ۵. تغییرات درختان سالم (الف)، سرخشکیده (ب)، با خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد (ج) و با خشکیدگی تاج بیشتر از ۵۰ درصد (د) در دامنهٔ جنوبی و شمالی در دو رویشگاه بلوه و سارکی



شکل ٦. تغییرات درختان خشکیده (الف) و قطع شده (ب) در دامنه جنوبی و شمالی در دو رویشگاه بلوه و سارکی



شکل ۷. میانگین وزنی کدهای زوال در سال‌های پژوهش (الف) و دو رویشگاه (ب) در منطقهٔ مورد مطالعه

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در یک دههٔ اخیر، زاگرس به‌عنوان بزرگ‌ترین بوم‌سازگان جنگلی کشور درگیر پدیدهٔ زوال شده است. زوال بلوط می‌تواند به‌طور همزمان در مناطق جغرافیایی مختلف توسط عوامل تنش کاملاً متفاوت یا یکسان رخ دهد و منجر به مرگ درختان بلوط شود [۱۱]. در استان کردستان در چند سال اخیر، سرخشکیدگی و زوال درختان بلوط توسعه یافته است. آگاهی از روند تغییر درختان در طبقه‌های زوال بلوط و شدت زوال درختان بلوط، نیاز به اقدام و مدیریت زوال بلوط را مشخص می‌نماید.

یافته‌های پژوهش نشان داد که درختان شاخه‌زاد نسبت به درختان دانه‌زاد، دارای بیشترین درختان خارج شده از طبقهٔ سالم به سرخشکیده بودند (شکل ۳ و جدول ۴) و بیشترین تغییر درختان سرخشکیده در رویشگاه سارکی و درختان شاخه‌زاد تأیید شد (شکل ۴). بنابراین نسبت افزایش درختان سرخشکیده و دارای خشکیدگی تا ۵۰ درصد در درختان با مبدأ شاخه‌زاد بیشتر از دانه‌زاد بود. یافته‌های پژوهش نشان داد که میانگین وزنی کدهای زوال در رویشگاه سارکی بیشتر از رویشگاه بلوه است، اما در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ تعداد درختان سالم در رویشگاه بلوه (زوال جنوبی) کاهش بیشتری نسبت به رویشگاه سارکی داشت (شکل ۵-الف). از طرفی، افزایش تعداد درختان سرخشکیده در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در رویشگاه بلوه (زوال جنوبی) بیشتر از سارکی بوده و روند تسریع زوال در رویشگاه بلوه بیشتر از رویشگاه سارکی است (شکل ۵ ب). بنابراین در رویشگاه بلوه، شدت زوال بیشتری در طول چهار سال مشاهده شد و در کل در دو رویشگاه مورد مطالعه، روند زوال درختان بلوط صعودی و نگران‌کننده بود. از طرفی در رویشگاه سارکی و بلوه به‌ترتیب ۱۴ و ۱۸ درصد از درختان منطقه در طول چهار سال به طبقهٔ سرخشکیدگی اضافه و با این روند طی چهار سال به‌ترتیب به ۵۸ و ۶۳ درصد رسیده بود. Hosseinzadeh و Pourhashemi (۲۰۱۵) [۳]، Golmohamadi و همکاران (۲۰۱۷) [۹]، Zarafshar و همکاران (۲۰۲۰) [۱۳]، Huesca و همکاران (۲۰۲۰) [۱۹] و Rahimi و همکاران (۲۰۲۲) [۱۴] اشاره کردند که مقادیر ۵۷، ۱۱، ۵۰، ۱۱، ۲۱ و ۱۶ درصد از درختان در این پژوهش‌ها درگیر زوال بودند که تأییدکنندهٔ توسعهٔ زوال در این جنگل‌ها است و با نتایج تحقیق پیش‌رو در یک راستا است. علت دیگر روند صعودی سرخشکیدگی و زوال در رویشگاه‌های مورد پژوهش را می‌توان به تغییر پارامترهای هواشناسی از سال ۱۳۹۸ به ۱۴۰۱ نسبت داد، به‌طوری‌که در سال ۱۳۹۸ شرایط آب و هوایی مطلوب‌تری نسبت به میانگین بلندمدت وجود داشته است (۷۹۸ میلی‌متر بارندگی سالانه و ۱۶۶۸/۷ میلی‌متر تبخیر سالانه). سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ با کاهش چشمگیر بارندگی و افزایش تبخیر سالانه مواجه بوده و سال ۱۴۰۱ (سال پایانی پژوهش)، مجدداً میانگین پارامترهای هواشناسی بهبود یافت (جدول ۱). در واقع، خشکسالی دو سال میانی پژوهش، می‌تواند تشدیدکنندهٔ سرخشکیدگی درختان در منطقهٔ مورد مطالعه بوده باشد.

بیشترین کاهش درختان طبقهٔ سالم از سال ۱۳۹۸ به ۱۴۰۱ به‌ترتیب در رویشگاه بلوه و سارکی با ۲۸ و ۲۵ درخت کاهش مشاهده شد. از طرفی، بیشترین افزایش درختان سرخشکیده به‌ترتیب در رویشگاه‌های سارکی و بلوه با ۱۹ و ۱۴ درخت مشاهده شد و درختان واقع در دامنهٔ جنوبی (زوال) بیشترین افزایش سرخشکیدگی را داشتند (شکل ۵ ب). همچنین بین طبقه‌های زوال

در دو رویشگاه مورد پژوهش در هر سال آماربرداری، اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۵). تغییرات درختان سالم، سرخشکیده و دارای خشکیدگی تا ۵۰ درصد در دو سال متوالی معنی‌دار بود و جهت جغرافیایی دامنه بر سرعت زوال تأثیر داشت. یافته‌های پژوهش نشان داد که شدت زوال در رویشگاه بلوه در دامنهٔ جنوبی بیشتر از رویشگاه سارکی در دامنهٔ شمالی بود (جدول‌های ۲ و ۵). پژوهشگرانی مانند Brouwers و همکاران (۲۰۱۳) [۱۷]، Hosseinzadeh و Pourhashemi (۲۰۱۵)[۳]، Mahdavi و همکاران (۲۰۱۵) [۶]، Goodarzi و همکاران (۲۰۱۶) [۸]، Golmohamadi و همکاران (۲۰۱۷) [۹]، Dezfoli و همکاران (۲۰۱۹) [۱۱]، Mirzaei و همکاران (۲۰۱۹) [۱۲] و Huesca و همکاران (۲۰۲۰) [۱۹] نشان دادند که عوامل جغرافیای طبیعی بر زوال درختان تأثیر داشت و بیشترین زوال در دامنهٔ جنوبی مشاهده شد که با نتایج پژوهش پیش‌رو در یک راستا می‌باشند. علت توسعهٔ بیشتر زوال درختان بلوط در دامنهٔ جنوبی را می‌توان در دریافت انرژی بیشتر در این دامنه، تبخیر و تعرق بیشتر و رطوبت کمتر خاک نسبت داد که سبب تشدید تنش به درختان و توسعهٔ زوال بلوط در این دامنه می‌شود.

با توجه به توسعهٔ زوال و سرخشکیدگی درختان بلوط در منطقهٔ مورد پژوهش، پیشنهاد می‌شود که عوامل تشدیدکنندهٔ زوال مدیریت شوند و دخالت‌ها و تخریب‌ها با منشاء انسانی در طبیعت کنترل شوند و با ثابت نگه‌داشتن وضعیت کنونی، میتوان به احیاء و بازسازی توده‌های درگیر زوال امیدوار بود. از طرفی، می‌توان از بذرهای درختان توده‌های سالم دامنهٔ شمالی برای احیاء و توسعهٔ جنگل استفاده کرد.

۶. منابع

[1] Jazirehi, M.H., & Ebrahimi, M. (2003). Silviculture in Zagros. Tehran University Press, Tehran. 560 p. (In Persian)

[2] Karamian, M., & Mirzaei, J. (2020). The most important factors affecting Persian Oak (*Quercus brantii*) Decline in Ilam province. *Ecology of Iranian Forest*, 8(15), 93-103. (In Persian)

[3] Hosseinzadeh, J., & Pourhashemi, M. (2015). An investigation on the relationship between crown indices and the severity of oak forests decline in Ilam. *Iranian Journal of Forest*, 7(1), 57-66. (In Persian)

[4] Anonymous, (2020). The area of natural resources in Iran provinces. Natural Resources and Watershed Management Organization, 1 p. (In Persian)

[5] Hosseinzadeh, J., Aazami, A., & Mohammadpour, M. (2015). Influence of topography on Brant`s oak decline in Meleh-Siah Forest, Ilam Province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(1), 190-197. (In Persian)

[6] Mahdavi, A., Mirzaei Zadeh, V., Niknezhad, M., & Karami, O. (2015). Assessment and prediction of oak trees decline using logistic regression model (Case study: Bivareh forest, Malekshahi-Ilam). *Iranian Journal of Forests and Rangelands Protection Research*, 13(1), 20-33. (In Persian)

[7] Zandebasiri, M., Soosani, J., & Pourhashemi, M. (2016). 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. (In Persian)

[8] Goodarzi, N., Zargaran, M.R., Banj Shafiei, A., & Tavakoli, M. (2016). The effect of geographical directions and location on dispersion of Oak decline, Shurab forest area, Lorestan province, Iran. *Forest Research and Development*, 2(3), 273-278. (In Persian)

[9] Golmohamadi, F., Hassanzad, I., Bonyad, A., & Mirzaeii, J. (2017). Effects of some environmental factors on dieback severity of trees in Middle Zagros forests of Iran (Case study: strait Daalaab, Ilam province). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 30(3), 633-643. (In Persian)

[10] Fallah, A., & Haidari, M. (2018). Investigating the Oak decline in different Crown-Dimensions in Middle Zagros forests (Case study: Ilam). *Ecology of Iranian Forest*, 6(12), 93-103. (In Persian)

[11] Dezfoli, H., Badehian, Z., Naghavi, H., & Karami, S. (2019). The relationship of some tree characteristics, forest stands and physiographic factors with the rate of dieback. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 26(3), 69-82. (In Persian)

[12] Mirzaei, M., Bonyad, A.E., Akhavan, R., & Naghdi, R. (2019). Decline modelling of *Quercus brantii* under effects of physiographic factors in Dalab forests of Ilam. *Forest Research and Development*, 5(2), 329-342. (In Persian)

[13] Zarafshar, M., Negahdarsaber, M.R., Pourhashemi, M., Bordbar, S.K., Matinizadeh, M., & Abasei, A. (2020). Oak decline in of pure Oak stands (*Quercus brantii* Lindl.) in the forests of South Zagros, Kohmerah Sorkhi region of Fars province. *Iranian Journal of Forest*, 12(2), 291-303. (In Persian)

[14] Rahimi, H., Jahanbazy Goujani, H., Pourhashemi, M., Khanhasani, M., Safari, H., & Jalilian, N. (2022). The trend of dieback and decline of oak forests (Case study: Totshami and Barzeh forests of Kermanshah province). *Journal of Iranian Nature*, 7(5), 35-40. (In Persian)

[15] 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.

[16] Negro´n, J.F., McMillin J.D., Anhold J.A., & Coulson, D. (2009). Bark beetle-caused mortality in a drought-affected ponderosa pine landscape in Arizona, USA. *Forest Ecology and Management*, 257, 1353–1362.

[17] Brouwers, N., Matusick, G., Ruthrof, K.,Lyons, T., & Hardy, G. (2013). Landscapescale assessment of tree crown dieback following extreme drought and heat in a Mediterranean eucalypt forest ecosystem. *Landscape Ecology*, 28(1), 69-80.

[18] Havrdová, L., Zahradník, D., Romportl, D., Pešková, V., & Cerny, K. (2017). Environmental and silvicultural characteristics influencing the extent of ash dieback in forest stands. *Baltic Forestry*, 23, 168-182.

[19] Huesca, M., Ustin, S.L., Shapiro, K.D., Boynton, R., & Thorne, J.H. (2020). Detection of drought-induced blue oak mortality in the Sierra Nevada Mountains, California. *Ecosphere*, 12(6), e03558.