مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران
جلد ۲۰ شماره ۲، صفحه ۲۴۷-۲۳۵ (۱۴۰۱)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfrpr.2023.355929.1511
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350859.1401.20.2.2.8

تغییرات سالانه وضعیت زوال درختان بلوط در جنگل‌های استان کردستان

مازیار حیدری[1*]، مهدی پورهاشمی[2] و حسن جهانبازی گوجانی[3]

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

۲- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- دانشیار پژوهش، 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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۱

چکیده

یکی از معضلات محیط‌زیستی جنگل‌های زاگرس به‌ویژه در دو دهه اخیر، بروز پدیده زوال بلوط (Oak decline) است که به شکل خشکیدگی در درختان بلوط بروز کرده است. شدت زوال بلوط در زاگرس شمالی کندتر از زاگرس میانی و جنوبی است. هدف از این مطالعه، بررسی روند خشکیدگی درختان بلوط در شهرستان بانه (استان کردستان) در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ بود. برای اجرای این مطالعه چهار سایت بلوه، گندمان (دامنه جنوبی)، سارکی و میرحسام (دامنه شمالی) انتخاب و در هریک ۱۰۰ درخت ارزیابی شدند. وضعیت زوال درختان طی دو سال اجرای مطالعه در پنج طبقه شامل درختان سالم، سرخشکیده، خشکیدگی تا ۵۰ درصد، خشکیدگی بیشتر از ۵۰ درصد و کاملاً خشکیده ثبت شد. از آزمون‌های ناپارامتری ویلکاکسون و فریدمن برای مقایسه کدهای زوال در هر سایت در دو سال متوالی و مقایسه کدهای زوال در چهار سایت در هر سال (جداگانه) استفاده شد. نتایج نشان داد، بیشترین تغییر طبقه زوال در سایت سارکی (با ۰/۲۷ تغییر) بود. در هر چهار سایت، درختان در سال دوم آماربرداری به سمت طبقه‌های زوال در حال تغییر بودند و از نظر آماری تغییر طبقه‌های زوال در هر سایت در دو سال متوالی معنی‌دار بود. نتایج آزمون فریدمن تأیید کرد که در هر سال اختلاف طبقه‌های زوال در چهار سایت از نظر آماری معنی‌دار بود. همچنین، سهم درختان دارای زوال (سرخشکیده و خشکیدگی تا ۵۰ درصد) از ۲۴ درصد در سال ۱۳۹۸ به ۴۴ درصد در سال ۱۳۹۹ تغییر یافته بود. بیشترین زوال درختان بلوط در دامنه شمالی مشاهده شد. درمجموع، پیشنهاد می‌شود تا حدامکان دخالت‌های انسانی و تخریب‌های جنگل کنترل شود تا روند ادامه زوال کنترل گردد.

واژه‌های کلیدی: جهت دامنه، درختان سالم، درختان سرخشکیده، شهرستان بانه، طبقات زوال.

مقدمه

جنگل‌های ناحیه رویشی زاگرس با وسعتی بیش از ۵ میلیون هکتار، به‌عنوان گسترده‌ترین جنگل‌های کشور، دارای جایگاه ویژه‌ای در توسعه اقتصادی کشور بوده و ضامن بقا و پایداری آب و خاک کشور هستند (Jazirehi & Ebrahimi Rastaghei, 2003; Sagheb Talebi *et al.*, 2014). یکی از معضلات محیط‌زیستی جنگل‌های زاگرس طی چند سال اخیر بروز پدیده زوال درختان بلوط (Oak decline) است که به شکل خشکیدگی در درختان بلوط نمود یافته است. خشکیدگی درختان جنگلی همواره به‌عنوان

یکی از مشکلات اساسی بوم‌سازگان‌های مختلف جنگلی مطرح بوده است. این پدیده امروزه در عرصه منابع طبیعی و جنگل‌های زاگرس به وقوع پیوسته و هر روز ابعاد گسترده‌تری می‌یابد (Karamian & Mirzaei, 2020). مرگ و میر درختی با کاهش تراکم توده، تغییر فراوانی گونه‌های درختی، کاهش انبوهی تاج‌پوشش و تغییر در ساختار جنگل‌ها موجب کاهش کمی و کیفی توده‌های جنگلی شده و بر عملکرد اکوسیستم تأثیر منفی می‌گذارد (Dezfoli *et al*., 2019)، بنابراین بررسی روند و تغییرات وضعیت زوال بلوط اطلاعات ارزنده‌ای را در اختیار مدیران منابع طبیعی قرار می‌دهد.

به‌طور معمول اولین نشانه‌های تنش در درختان، در تاج آن‌ها ظاهر می‌شود، ازاین‌رو نشانه‌های بروز پدیده خشکیدگی بلوط ایرانی در زاگرس را نیز می‌توان در وضعیت تاج درختان آن بررسی کرد (Hosseinzadeh & Pourhashemi, 2015). از سویی ضعف شرایط رویشگاه و فقر مزمن اکولوژیک از عوامل اصلی زوال بلوط است (Pourhashemi *et al*., 2017a). برای مدیریت زوال بلوط برنامه‌هایی شامل: ۱- قرق مقطعی مناطق بحرانی و آسیب‌دیده و اجرای عملیات بهداشتی و پرورشی، ۲- بذرکاری با گونه‌های غالب و نهال‌کاری با گونه‌های بومی و مقاوم به خشکی و کم‌آبی، ۳- تغییر روش جنگل‌شناسی (با هدف افزایش سهم پایه‌های دانه‌زاد) و ۴- انجام عملیات آبخیزداری (تکنیک‌های ذخیره نزولات) پیشنهاد شده است (Pourhashemi *et al*., 2017b).

استان کردستان در زاگرس شمالی واقع شده و عمده پوشش جنگلی آن (۳۷۳۰۰۰ هکتار) در نیمه غربی استان (شهرستان‌های بانه، مریوان، سروآباد و کامیاران) قرار دارد که ۱۲/۸درصد از سطح استان را پوشش می‌دهد (Anonymous, 2018). با توجه به اهمیت جنگل‌های استان کردستان و ظهور سرخشکیدگی و زوال در این جنگل‌ها، بررسی روند زوال درختان بلوط در این استان ضروریست.

در زمینه پایش زوال بلوط، پژوهش‌های متعددی انجام شده است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. Hosseinzadeh و Pourhashemi (۲۰۱۵) نشان دادند که حدود ۵۷ درصد درختان دانه‌زاد بلوط در ایلام با درجات کم تا شدید، به پدیده زوال دچارند و درختان با تاج‌های بزرگ‌تر و باز آسیب بیشتری دیده بودند. Hosseinzadeh و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که در جنگل ملەسیاه ایلام، خشکیدگی در جهت جنوبی بیشتر از جهت شمالی و در ارتفاع پایین بیشتر از ارتفاعات بالا بود. اثرهای متقابل این دو عامل بر میزان خشکیدگی نیز معنی‌دار بود. Amir Ahmadi و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی ارتباط بین خشکیدگی درختان بلوط ایرانی با عوامل محیطی و خصوصیات جنگل‌شناسی در جنگل حفاظتی دنا پرداختند و نشان دادند که در جنگل‌های دنا در شیب‌های زیاد و جهت‌های جنوبی درصد خشکیدگی درختان بیشتر بود. Mahdaviو همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا 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 (جنگل‌های بیوره ملکشاهی ایلام) افزایش می‌یابد. Zandebasiri و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که تنها ۱۱ درصد درختان منطقه تنگ سولک (کهگیلویه و بویراحمد) به پدیده خشکیدگی دچار شده بودند. همچنین، ۸۶ درصد درختان پهن‌برگ منطقه در طبقه شدت ضعیف بحران زوال بوده، فقط ۱۴ درصد درختان خشکیده در طبقه متوسط یعنی مرحله پیشروی زوال قرار داشتند.

Goodarzi و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که جهت جغرافیایی و موقعیت مکانی نقش مهمی را در شدت آلودگی و زوال درختان بلوط در منطقه شوراب لرستان داشتند. Golmohamadi و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که در دامنه‌های غربی و جنوبی نیز میزان خشکیدگی درختان بیشتر است و در کل حدود ۵۰ درصد از کل درختان جنگل‌های دالاب (ایلام) خشکیده بوده، یا دارای علائم خشکیدگی بودند. Hosseinzadeh و Pourhashemi (۲۰۱۵) نشان دادند، بین شدت زوال بلوط و ارتفاع از سطح دریا در جهت دامنه و توان اکولوژیک منطقه ارتباط وجود

دارد و کاربرد روش‌های ذخیره نزولات کوچک، کاهش حجم تاج (حذف سرشاخه‌های خشکیده) در احیای درختان درگیر با زوال تأثیر دارد. Badrovd و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند، کهن‌سالی درختان مهم‌ترین عامل زوال بلوط است و باید جوان‌سازی انجام شود. Fallah و Haidari (۲۰۱۸) نشان دادند، از سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳، ۱۱/۸ درصد درختان به طبقه‌های زوال دارای خشکیدگی خیلی زیاد و زیاد اضافه شده و روند زوال درختان بلوط در منطقه سرابله در ایلام صعودی بود. Dezfoli و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که در جهت جنوبی و ارتفاع بالاتر، میزان خشکیدگی شدیدتر بود و با ادامه این روند و وقوع خشک‌سالی مکرر (در استان لرستان) درختان از طبقات پایین‌تر خشکیدگی به طبقات بالاتر انتقال پیدا می‌کنند. Mirzaei و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی و مدل‌سازی خشکیدگی درختان بلوط ایرانی تحت تأثیر عوامل فیزیوگرافی در جنگل‌های دالاب ایلام پرداختند، نتایج نشان داد عوامل فیزیوگرافی تأثیر معنی‌داری بر خشکیدگی درختان بلوط داشتند و کمترین و بیشترین مقدار خشکیدگی به‌ترتیب مربوط به جهت‌های شرقی و جنوبی بود.

در منابع خارجی نیز Voelker و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی تأثیر تک‌درخت و پارامترهای کمی توده (رویه‌زمینی) بر زوال بلوط قرمز پرداختند و نشان دادند که توده‌های دارای رویه‌زمینی و انبوهی بیشتر، دارای مرگ و میر بیشتری بودند. Brouwers و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی با هدف ارزیابی عوامل احتمالی مرتبط با سرخشکیدگی تاج درختان در جنگل مدیترانه‌ای دریافتند، در رویشگاه‌های مرتفع‌تر، دامنه‌های جنوبی با شیب بیشتر و مناطقی که به‌طورکلی گرم‌تر از محیط اطراف خود هستند، سرخشکیدگی درختان بیشتر است. Čater (۲۰۱۵) به بررسی زوال در *Quercus robur* L. در یک دوره ۲۰ ساله در اسلوونی پرداخت و نتایج او نشان داد که ابعاد تاج یکی از مهم‌ترین شاخص‌های مرگ و میر درختان بلوط است و شیوع آفات نیز تشدیدکننده زوال بلوط است. Havrdová و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی ویژگی‌های محیطی و پارامترهای توده بر میزان خشکیدگی تاج درختان در جمهوری چک پرداختند و نتایج آنان نشان داد که میزان زوال و خشکیدگی به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر ویژگی‌های محیطی و توده قرار دارد. Huesca و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی زوال درختان بلوط آبی در کوه‌های سیرا نوادا (در کالیفرنیا) پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که در طول دوره خشک‌سالی، ۱۶ درخت از ۹۸ درخت خشک شدند و زوال بلوط در دامنه جنوبی بیشتر بود.

روند خشکیدگی درختان و جنگل و تأثیر عامل‌های مهم رویشگاهی بر سرعت پدیده زوال ازجمله مواردی هستند که باید به‌طور دقیق سنجش و پایش شوند. براساس بررسی پژوهش‌های انجام شده، در زاگرس شمالی و استان کردستان در زمینه پایش زوال درختان بلوط، پژوهشی انجام نشده است. بنابراین، هدف از این پژوهش، بررسی روند زوال بلوط در توده‌های جنگلی استان کردستان بود.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این مطالعه، جنگل‌های شهرستان بانه در شمال غرب استان کردستان انتخاب شد. میانگین دما و بارندگی سالانه (دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۸۶) شهرستان بانه به ترتیب ۱۴ درجه سانتی‌گراد و ۶۰۰ میلی‌متر در سال است و دو رده خاک اینسپتی‌سول و انتی‌سول در منطقه آرمرده وجود دارد (Sadeghi *at al.*, 2019). برای اجرای این مطالعه چهار سایت شامل بلوه و گندمان در دامنه جنوبی و سارکی و میرحسام در دامنه شمالی در شهرستان بانه در شمال‌غرب استان کردستان انتخاب شدند (شکل ۱). در مرکز هر سایت، یک قطعه‌نمونه در نظر گرفته شد، به‌طوری‌که ۱۰۰ درخت در آن وجود داشته باشد. در هر قطعه‌نمونه، ضمن شماره‌گذاری درختان و ثبت موقعیت جغرافیایی و رویشگاهی آن‌ها، وضعیت زوال درختان طی دو سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در پایان فصل رویشی (مهر)، در قالب پنج طبقه شامل ۱) درختان سالم و شاداب (فاقد هرگونه آثار خشکیدگی)، ۲) درختان دارای سر خشکیدگی تاج (Dieback)، ۳) درختان دارای خشکیدگی تاج کمتر از ۵۰

درصد، ۴) درختان دارای خشکیدگی تاج بیشتر از ۵۰ درصد و ۵) درختان کاملاً خشکیده ثبت شدند (شکل ۲) و به هر درخت کد طبقه زوال آن اختصاص یافت. برای پایش قطع و حذف درختان، یک طبقه شامل درختان قطع‌شده به پنج طبقه زوال اضافه شد. با توجه به رتبه‌ای بودن تغییر درختان در طبقه‌های قطری، ابتدا آمار توصیفی از میانگین کدهای درختان در هر قطعه‌نمونه محاسبه شد (برای هر سال جداگانه) و تغییر میانگین کدهای زوال درختان در دو سال متوالی تعیین گردید.

جدول ۱- میانگین پارامترهای هواشناسی ایستگاه هواشناسی شهرستان بانه در سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹

Table 1. The average meteorological parameters of Baneh county weather station in 2019 and 2020

سال	میانگین سرعت باد (نات‌یا متر بر ساعت)	مجموع بارش سالانه (میلی‌متر در سال)	تعداد روزهای همراه با بارندگی در سال	میانگین سالانه رطوبت نسبی (درصد)	تعداد روزهای همراه با پدیده گردوخاک در سال	میانگین دما (سانتی‌گراد)	سرعت باد غالب (نات یا متر بر ساعت)	مجموع تبخیر سالانه (میلی‌متر در سال)
Year	**wind speed**	**annual precipitation**	**Number of rainy days per year**	**The mean of relative humidity**	**Number of days with dust per year**	**Average temperature**	**prevailing wind**	**annual evaporation**
2019	3.04	763.4	116	50.5	8	13.8	2.69	1901.3
2020	3.02	657.8	84	49	17	14.3	2.72	2011.5

شکل ۱- موقعیت سایت‌های زوال و شاهد در شهرستان بانه و استان کردستان

Figure 1. The location of dieback and control sites in Baneh county and Kurdistan province

پارامترهای هواشناسی شامل تعداد روزهای همراه با پدیده گردوخاک در سال (۱۷ روز)، میانگین دما (۱۴/۳ درجه)، سرعت باد غالب (۲/۷۲ نات) و مجموع تبخیر سالانه (با ۲۰۱۱/۵ میلی‌متر در سال) در سال ۱۳۹۹ بیشتر از ۱۳۹۸ بود، بعکس برای ویژگی‌های بارندگی سالانه (۷۶۳/۴ میلی‌متر)، تعداد روزهای همراه بارندگی (۱۱۶ روز) و رطوبت نسبی سالانه (۵۰/۵ درصد)، سال ۱۳۹۸ بر سال ۱۳۹۹ برتری داشت.

(الف)-(A) (ب)-(B) (ج)-(C)

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

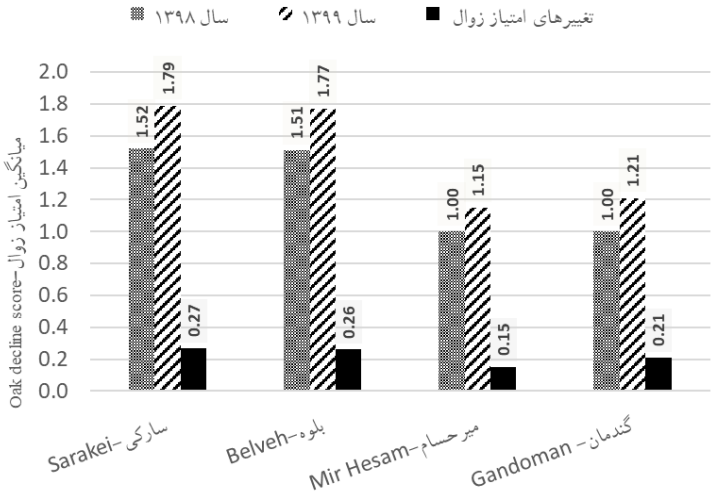
Figure 2. Samples of healthy trees (A), dieback trees, (B) and crown dieback up to 50% (C)

با توجه به رتبه‌ای بودن داده‌ها از آزمون ویلکاکسون برای بررسی معنی‌دار بودن اختلاف کدهای زوال در هر سایت در دو سال متوالی استفاده شد. از آزمون فریدمن نیز برای بررسی معنی‌دار بودن اختلاف طبقه‌های زوال درختان بلوط در چهار سایت مورد مطالعه در سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS 20 انجام شد.

نتایج

بررسی تغییر کدهای زوال از سال ۱۳۹۸ به ۱۳۹۹ نشان داد که کمترین به بیشترین تغییرات کدهای زوال به‌ترتیب در سایت‌های سارکی، بلوه، گندمان و میرحسام با مقادیر ۰/۲۷، ۰/۲۶، ۰/۲۱ و ۰/۱۵ مشاهده شد (شکل ۳).

آزمون ویلکاکسون نشان داد که اختلاف بین تغییرات کدهای زوال در سایت‌های سارکی، بلوه، میرحسام و گندمان (در هر سایت جداگانه و در دو سال متوالی) از نظر آماری در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).



شکل ۳- میانگین امتیازهای زوال (بین یک تا چهار) در چهار سایت موردمطالعه در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹

Figure 3. The means of Oak decline score in four site in stady area in 2019 and 2020

جدول ۲- نتایج آزمون ویلکاکسون برای بررسی معنی‌دار بودن تغییر کدهای زوال در هر سایت در دو سال متوالی (۱۳۹۸ به ۱۳۹۹)

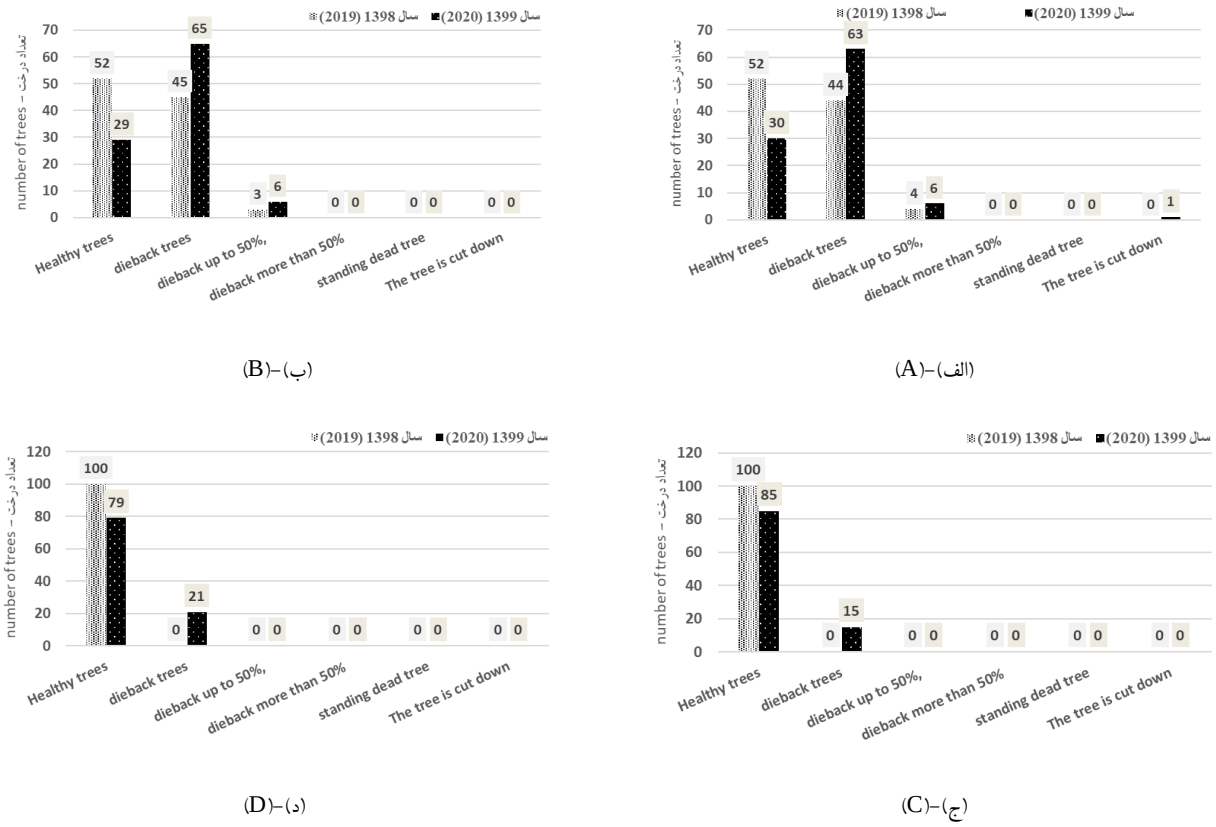
Table 2. The results of Wilcoxon test to check the significance of the change of Oak decline score in each site in two consecutive years (2019 to 2020).

نام سایت **Site name**	سارکی **Sarakei**	بلوه **Belveh**	میرحسام **Mir Hesam**	گندمان **Gadaman**
Zآماره Z statistic	-5.014	-5.099	-3.873	-4.583
معنی‌داری significant	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**

** اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد- **Significant difference at the 99% confidence level

نتایج نشان داد، در سایت سارکی تغییرات درختان سالم، دارای سرخشکیدگی، خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد و قطع‌شده به‌ترتیب ۲۲، ۱۹، ۲ و ۱ درخت بود (شکل ۴- الف). در سایت گندمان تغییرات درختان سالم، دارای سرخشکیدگی و خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد به‌ترتیب ۲۳، ۲۰ و ۳ درخت بود (شکل ۴- ب). در مورد دو سایت دیگر، نتایج نشان داد که در سایت میرحسام تغییرات درختان سالم به درختان دارای سرخشکیدگی ۱۵ درخت بوده است (شکل ۴- ج) و در سایت گندمان تغییرات درختان سالم به درختان دارای سرخشکیدگی ۲۱ درخت بود (شکل ۴- د).

آزمون فریدمن نشان داد که اختلاف بین تغییرات کدهای زوال در چهار سایت مورد مطالعه در سال ۱۳۹۸ در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).



شکل ۴- تغییر درختان در طبقه‌های زوال از سال ۱۳۹۸ به ۱۳۹۹ در سایت سارکی (الف)، بلوه (ب)، میرحسام (ج) و گندمان (د)

Figure 4. The change of trees in the Oak decline classes from 2018 to 2019 in the sites of Sarakei (A), Belveh (B), Mir Hesam (C) and Gadaman (D)

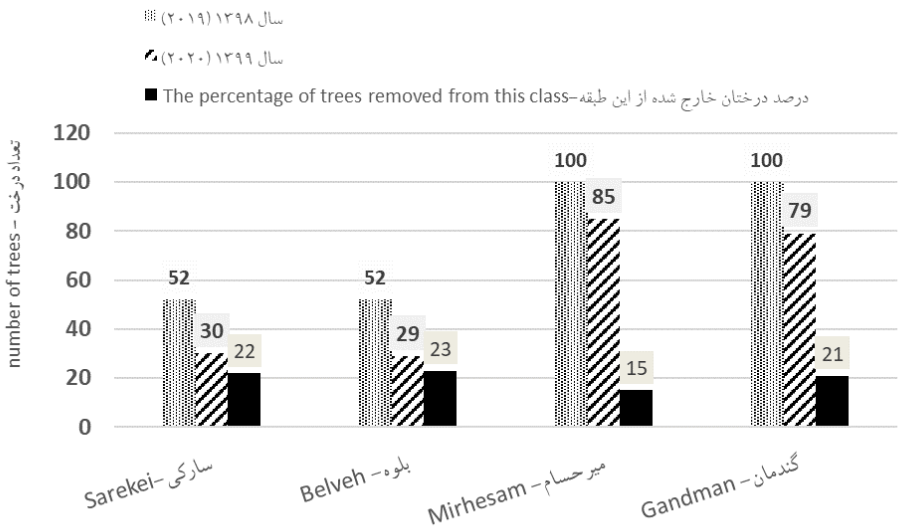
جدول ۳- نتایج آزمون فریدمن برای بررسی معنی‌دار بودن اختلاف کدهای زوال در چهار سایت مورد مطالعه در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹

Table 3. The results of Friedman's test to check the significance of the difference in Oak decline score in the four studied sites in 2019 and 2020

2020	2019	سال Year
100	100	تعداد درخت- Number of trees
115.669	142.157	آماره مربع کای- Chi-square statistic
3	3	درجه آزادی- Degrees of freedom
0.000**	0.000**	معنی‌داری significant

** اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد- **Significant difference at the 99% confidence level

شکل ۵ نشان داد که از سال ۱۳۹۸ به ۱۳۹۹ در چهار سایت سارکی، بلوه، میرحسام و گندمان به‌ترتیب ۲۲، ۲۳، ۱۵ و ۲۱ درخت از طبقه سالم خارج و به طبقه‌های زوال وارد شدند.

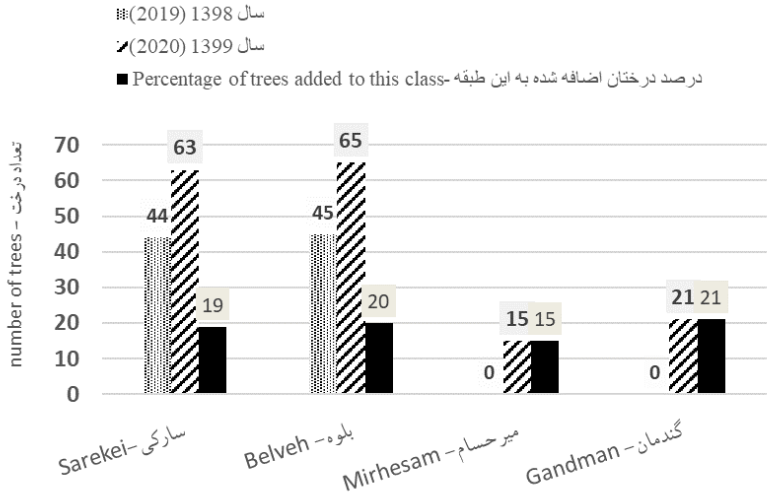


شکل ۵- تغییر درختان سالم در چهار توده موردمطالعه در دو سال متوالی (۱۳۹۸ به ۱۳۹۹)

Figure 5. Change of healthy trees in the four studied site in two consecutive years (2019 to 2020)

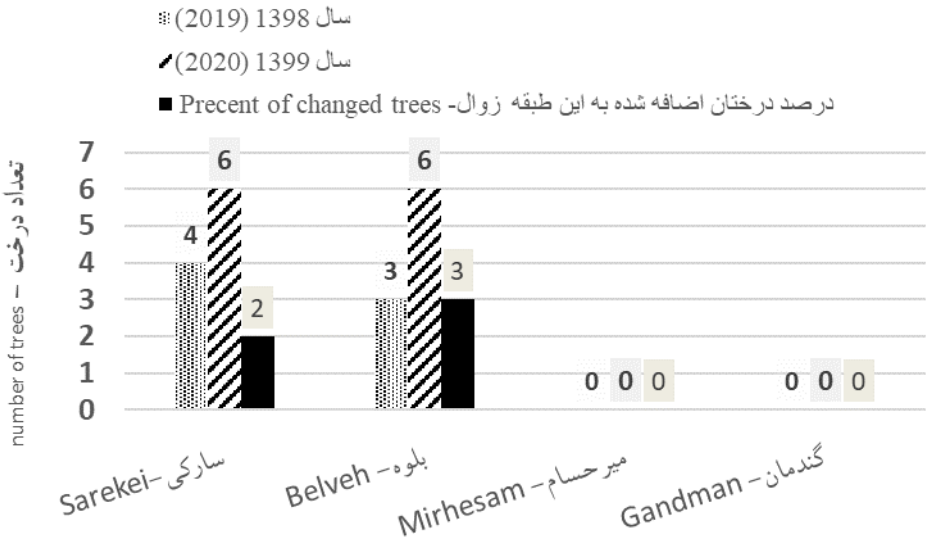
شکل ۶ نشان داد از سال ۱۳۹۸ به ۱۳۹۹ در چهار سایت سارکی، بلوه، میرحسام و گندمان به‌ترتیب ۱۹، ۲۰، ۱۵ و ۲۱ درخت به درختان طبقه سرخشکیده اضافه شدند.

شکل ۷ نشان داد که تغییرات درختان دارای خشکیدگی تا ۵۰ درصد از سال ۱۳۹۸ به ۱۳۹۹ در چهار سایت سارکی، بلوه، میرحسام و گندمان به‌ترتیب ۲، ۳، صفر و صفر درخت بود.



شکل ۶- تغییر درختان سرخشکیده در چهار توده موردمطالعه در دو سال متوالی (۱۳۹۸ به ۱۳۹۹)

Figure 6. Change of dieback trees in the four studied site in two consecutive years (2019 to 2020)



شکل ۷- تغییر درختان با خشکیدگی تا ۵۰درصد در چهار توده موردمطالعه در دو سال متوالی (۱۳۹۸ به ۱۳۹۹)

Figure 7. The means of dieback up to 50% in four site in stady area in 2019 and 2020

بحث

در یک دهه اخیر زاگرس به‌عنوان بزرگ‌ترین اکوسیستم جنگلی کشور درگیر پدیده 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 (Dezfoli *et al.*, 2019). 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 می‌کند.

در پژوهش پیش‌رو، تغییرات طبقه‌های زوال بلوط از یک به چهار سایت، از کمترین به بیشترین مقدار به‌ترتیب در سایت‌های میرحسام (با ۰/۱۵ تغییر)، گندمان (با ۰/۲۱ تغییر)، بلوه (با ۰/۲۶ تغییر) و سارکی (با ۰/۲۷ تغییر) مشاهده شد (شکل ۳) و بیشترین تغییرات حاصل شده از طبقه درختان سالم به سمت سرخشکیدگی و زوال در توده‌های زوال شمالی و جنوبی مشاهده شد. آزمون آماری ویلکاکسون تأکید کرد که تغییر طبقه‌های زوال در هر سایت (به‌صورت جداگانه) از سال ۱۳۹۸ به ۱۳۹۹ از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). بنابراین، تغییر طبقه‌های زوال در چهار سایت از نظر آماری معنی‌دار بود و در توده‌های شاهد (توده بدون سرخشکیدگی و زوال در سال ۱۳۹۸) نیز تغییر طبقه زوال مشاهده شد. مقایسه تغییر طبقه‌های زوال در سایت سارکی نشان داد که ۲۲ درخت از طبقه سالم خارج شده است (کاهش ۲۲ درخت از درختان سالم). درمقابل، ۱۹ درخت به طبقه سرخشکیده اضافه شد. از سویی در مورد درختان با خشکیدگی تا ۵۰ درصد، ۲ درخت افزایش یافته بود (شکل ۴- الف). بنابراین تغییر درختان در طبقه‌های زوال در سه طبقه سالم، دارای سرخشکیدگی و سرخشکیدگی تا ۵۰ درصد مشاهده شد و تغییر درختان به سمت طبقه‌های ۴ و ۵ زوال (زوال بیشتر از ۵۰ درصد و کاملاً خشکیده) وجود نداشت. در سایت زوال جنوبی (بلوه) تغییرات درختان سالم (کاهش)، سرخشکیده (افزایش) و زوال تا ۵۰ درصد (افزایش) به‌ترتیب ۲۳، ۲۰ و ۳ درخت بود و ۴۴/۲ درصد از درختان سالم کاهش یافته بود. همچنین، ۴۴/۵ درصد به درختان سرخشکیده اضافه شده بود.

نتایج نشان داد که در سال ۱۳۹۸ در کل چهار توده، توده‌های زوال و توده‌های شاهد به‌ترتیب ۲۴، ۴۸ و صفر درخت دارای زوال (سرخشکیده و زوال تا ۵۰ درصد) بودند

و در سال ۱۳۹۹ این مقادیر به‌ترتیب ۴۴، ۷۰ و ۱۸ درصد از درختان دارای زوال (سرخشکیده و زوال تا ۵۰ درصد) بودند. تغییرات درختان با خشکیدگی تا ۵۰ درصد در سال ۱۳۹۹، ۳ درصد بود. از سوی دیگر، بیشترین خشکیدگی در توده‌های مورد مطالعه سرخشکیدگی بود، به‌طوری‌که در سال ۱۳۹۹، ۴۱ درصد از درختان موردمطالعه به سرخشکیدگی دچار شده بودند. در این رابطه، در پژوهش‌های دیگری ازجمله Golmohamadi و همکاران (۲۰۱۷)، Huesca و همکاران (۲۰۲۰)، Hosseinzadeh و Pourhashemi (۲۰۱۵) و Zandebasiri و همکاران (۲۰۱۶) اشاره شده است که مقادیر ۵۷، ۱۱، ۵۰، ۱۱ و ۱۶ درصد از درختان بلوط در مناطق مورد مطالعه درگیر زوال بوده‌اند که تأییدکننده توسعه زوال در این جنگل‌ها است و علت افزایش درختان سرخشکیده در منطقه مورد پژوهش را می‌توان به تغییر در پارامترهای هواشناسی از سال ۹۸ به سال ۹۹ نسبت داد، زیرا تعداد روزهای همراه با گردوغبار، میانگین دما، سرعت باد غالب و مجموع تبخیر سالانه افزایش یافته است و در مقابل بارندگی سالانه، تعداد روزهای همراه با بارندگی و رطوبت نسبی سالانه در سال ۹۹ نسبت به سال ۹۸ کاهش محسوسی داشته است و تأییدکننده تشدید شرایط آب‌وهوایی در سال ۹۹ است و تشدیدکننده زوال بلوط از سال ۹۸ به سال ۹۹ است.

در پژوهش پیش‌رو، در کل چهار سایت ۲۰ درصد از درختان سالم از این طبقه خارج و به طبقه سرخشکیده وارد شدند. Zandebasiri و همکاران (۲۰۱۶) در منطقه تنگ‌سولک استان کهگیلویه و بویراحمد نیز تأکید داشتند که ۱۴ درصد درختان این منطقه در حال عبور از طبقه‌های زوال هستند که تأییدکننده نتایج پژوهش پیش‌رو است. بنابراین، در پژوهش پیش‌رو روند تغییر درختان در طبقه‌های زوال در چهار توده وجود دارد، به‌طوری‌که درختان از طبقه سالم خارج شده و به طبقه سرخشکیده و خشکیدگی تا ۵۰ درصد وارد شده بودند. درنتیجه، زوال در جنگل‌های منطقه مورد مطالعه در حال توسعه است که Zandebasiri و همکاران (۲۰۱۶) نیز در پژوهش خود به این موضوع تأکید کرده‌اند و یکی از علل اصلی تشدید زوال بلوط در زاگرس، تغییر اقلیم و سخت‌تر شدن شرایط آب‌وهوایی است و در شهرستان بانه، از سال ۱۳۹۸ به ۱۳۹۹، با افزایش میانگین دمای سالانه هوا، کاهش بارندگی و تعداد روزهای همراه با بارش، شرایط آب‌وهوایی تشدید شده و سبب تشدید و توسعه زوال بلوط در منطقه مورد پژوهش شده است.

در بین سایت‌های شاهد که در سال ۱۳۹۸ کاملاً سالم و بدون زوال بودند، در سایت میرحسام (دامنه شمالی) در سال ۱۳۹۹، ۱۵ درصد از درختان سالم از طبقه خود خارج و دچار سرخشکیدگی شدند (شکل ۴- ج)، بنابراین، توده‌های شاهد نیز با پدیده زوال درگیر شدند. در سایت گندمان (دامنه جنوبی) نیز ۲۱ درخت سرخشکیده در منطقه مشاهده شد و ۲۱ درخت از طبقه سالم خارج شدند. بنابراین، در این توده نیز عارضه سرخشکیدگی و حرکت به سمت زوال مشاهده شد (شکل ۴- د). سرعت زوال در سایت گندمان (با ۲۱ درصد) بیشتر از توده میرحسام (با ۱۵ درصد) بود و در توده‌های دامنه جنوبی بیشتر از دامنه شمالی بود. Brouwers و همکاران (۲۰۱۳)، Dezfoli و همکاران (۲۰۱۹)، Golmohamadi و همکاران (۲۰۱۷)، Goodarzi و همکاران (۲۰۱۶)، Hosseinzadeh و همکاران (۲۰۱۵)، Huesca و همکاران (۲۰۲۰)، Mahdaviو همکاران (۲۰۱۵) و Mirzaei و همکاران (۲۰۱۹) نیز تأکید کرده‌اند که عوامل فیزیوگرافی بر زوال درختان تأثیر داشته و بیشترین زوال در دامنه جنوبی مشاهده شد که با نتایج پژوهش پیش‌رو در یک راستا است. علت توسعه بیشتر زوال درختان بلوط در دامنه جنوبی را می‌توان به دریافت انرژی بیشتر در این دامنه، تبخیر و تعرق بیشتر و رطوبت کمتر خاک در این دامنه نسبت داد که سبب تشدید تنش وارد به درختان و توسعه زوال بلوط در این دامنه می‌شود، از سویی، تشدید شرایط آب‌وهوایی (کاهش بارندگی، کاهش رطوبت نسبی، کاهش تعداد روزهای همراه با بارش، افزایش تبخیر، افزایش دمای سالانه، افزایش سرعت باد) از سال ۱۳۹۸ به سال ۱۳۹۹ نسبت داد و در

سال ۱۳۹۹، شرایط آب‌وهوایی بدتر شده است و تشدیدکننده زوال بلوط در سایت‌های زوال و شاهد بوده است.

بیشترین کاهش درختان طبقه سالم از سال ۱۳۹۸ به ۱۳۹۹ به‌ترتیب مربوط به سایت‌های بلوه، سارکی، گندمان و میرحسام با ۲۳، ۲۲، ۲۱ و ۱۵ درخت بود و در سایت‌های سارکی و بلوه، بیشترین کاهش درختان سالم مشاهده شد و بعکس در سایت میرحسام کمترین کاهش درختان سالم (با ۱۵ درخت) مشاهده شد (شکل ۵). بیشترین افزایش درختان سرخشکیده به‌ترتیب در سایت‌های گندمان، بلوه، سارکی و میرحسام با ۲۱، ۲۰، ۱۹ و ۱۵ درخت مشاهده شد و درختان واقع در دامنه جنوبی (سایت‌های بلوه و گندمان) بیشترین افزایش درختان سرخشکیده را داشتند (شکل ۶). در مورد درختان با خشکیدگی و زوال تا ۵۰ درصد بیشترین تغییرات در سایت‌های بلوه و سارکی (به‌ترتیب با ۳ و ۲ درخت) مشاهده شد و در توده‌های گندمان و میرحسام هیچ درختی با طبقه‌های خشکیدگی ۳ تا ۵ مشاهده نشد (شکل ۷).

آزمون فریدمن نشان داد که اختلاف بین تغییرات کدهای زوال در چهار سایت مورد مطالعه در سال ۱۳۹۸ معنی‌دار بود. درمورد اختلاف کدهای زوال در چهار سایت مورد مطالعه در سال ۱۳۹۹ نیز در سطح اطمینان ۹۹ درصد، اختلاف آماری مشاهده شد (جدول ۳). بنابراین، بین طبقه‌های زوال در چهار سایت مورد مطالعه در هر سال آماربرداری اختلاف معنی‌دار وجود داشت و تغییرات درختان سالم، سرخشکیده و دارای خشکیدگی تا ۵۰ درصد در دو سال متوالی معنی‌دار بود. Brouwers و همکاران (۲۰۱۳)، Dezfoli و همکاران (۲۰۱۹)، Golmohamadi و همکاران (۲۰۱۷)، Goodarzi و همکاران (۲۰۱۶)، Hosseinzadeh و همکاران (۲۰۱۵)، Huesca و همکاران (۲۰۲۰)، Mahdavi و همکاران (۲۰۱۵) و Mirzaei و همکاران (۲۰۱۹) نیز بر تأثیر عوامل فیزیوگرافی و جهت دامنه بر زوال بلوط تأکید کرده‌اند و دامنه‌های جنوبی زوال بلوط بیشتر بود و افزایش تبخیر و تعرق، کاهش بارندگی سالانه و افزایش دمای هوا نیز تشدیدکننده زوال بلوط در سال ۱۳۹۹ بودند.

نتایج کلی مطالعه نشان داد که بیشترین تغییر طبقه زوال در سایت سارکی (با ۰/۲۷ تغییر) مشاهده شد و در چهار سایت مورد مطالعه، درختان در سال دوم آماربرداری به سمت طبقه‌های زوال در حال تغییر بودند و از نظر آماری تغییر طبقه‌های زوال در هر سایت در دو سال متوالی (آزمون ویلکاکسون) معنی‌دار بود. همچنین، تغییر طبقه‌های زوال در چهار سایت در دو سال متوالی (آزمون فریدمن) از نظر آماری معنی‌دار بود. در کل، سهم درختان دارای زوال (سرخشکیده و خشکیدگی تا ۵۰ درصد) از ۲۴ درصد در سال ۱۳۹۸ به ۴۴ درصد در سال ۱۳۹۹ تغییر یافته بود و درختان چهار سایت به سمت زوال تغییر طبقه داشتند. درمجموع سرعت زوال در توده‌های سارکی و بلوه بیشتر از میرحسام و گندمان بود و بیشترین زوال بلوط در دامنه جنوبی مشاهده شد. بنابراین، بیشترین فراوانی طبقه‌های خشکیدگی مربوط به سرخشکیدگی درختان بود و پایش طبقه‌های زوال نشان‌دهنده حرکت توده‌های جنگلی به سمت زوال بود. درصورتی‌که شرایط خشک‌سالی تداوم یافته و تخریب اکوسیستم ادامه یابد، درختان از طبقه‌های سالم و پایین‌تر زوال به طبقات بالاتر منتقل شده و توده به سمت زوال شدیدتر حرکت می‌کند و این سرعت در دامنه‌های جنوبی بیشتر است (دامنه‌های جنوبی نیازمند توجه بیشتر هستند). برای مدیریت بهینه این جنگل‌ها، ضرورت دارد عوامل تشدیدکننده خشکیدگی مدیریت شده و دخالت‌های انسانی و تخریب‌های جنگل کنترل شوند تا وضعیت کنونی تثبیت شده، یا توده‌های جنگل به سمت طبقه‌های سالم حرکت نمایند. در این صورت می‌توان امیدوار به احیای این جنگل‌ها بود.

منابع مورد استفاده

-Amir Ahmadi, B., Zolfaghari, R. and Mirzaei, M.R., 2015. Relation between Dieback of Quercus brantii Lindl. Trees with Ecological and Sylvicultural Factors, (Study Area: Dena Protected Area).

-Huesca, M., Ustin, S.L., Shapiro, K.D., Boynton, R. and Thorne, J.H., 2020. Detection of drought-induced blue oak mortality in the Sierra Nevada Mountains, California. Ecosphere, 12(6): e03558.
-Jazirehi, M.H. and Ebrahimi Rastaghei, M., 2003. Silviculture in Zagros. Tehran University Press, Tehran, 560p.
-Karamian, M. and Mirzaei, J., 2020. The most important factors affecting Persian Oak (*Quercus brantii*) Decline in Ilam province. Ecology of Iranian Forest, 8(15): 93-103.
-Mahdavi, A., Mirzaei Zadeh, V., Niknezhad, M. and 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 (IJFRPR), 13(1): 20-33.
-Mirzaei, M., Bonyad, A.E., Akhavan, R. and 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.
-Pourhashemi, M., Jahanbazei, H., Hosseinzadeh, J., Bordbar, S.K., Iranmanesh, Y. and Khodakaramei, Y., 2017a. The history of oak decline in Zagros forests. Journal of Iranian Nature, 2(1): 30-37.
-Pourhashemi, M., Masoumi, A.A., Marvi Mohajer, M.R., Sagheb Talebi, K., Ghasriani, F., Azizkhani, E., Parhizkar, P., Hoseinzadeh, J., Bordbar, S.K., Jahanbazi Goujani, H., Tavakkoli, M., Khodakarami, Y., Ebrahimi Rostaghi, M., Pourmoghaddam, K. and Khanjanzadeh, M., 2017b. Control of the decline of Zagros forests depends on the implementation of the action plan. Journal of Iranian Nature, 2(2): 14-19.
-Sadeghi, S., Mohammadi Samani, K., Hosseini, V. and Shakeri, Z., 2019. Effect of grazing intensity and type of livestock on physical and chemical properties of forest soil (Case study: Armardeh Forest, Baneh, Iran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 27(3): 349-363.
-Sagheb Talebi, Kh., Sajedi, T. and Pourhashemi, M., 2014. Forests of Iran: A Treasure from the Past, A Hope for the Future. Springer, 152p.
-Voelker, S.L., Muzika, R.M. and Guyette. R.P., 2018. Individual tree and stand level influences on the growth, vigor, and decline of red oaks in the Ozarks. Forest Science, 54(1): 8-20.
-Zandebasiri, M, Soosani, J. and 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.
Ecology of Iranian Forest, 3(6) :19-27.
-Anonymous., 2018. Tudar Mullah forestry plan. Natural Resources and Watershed Management General Office of Kurdistan Province, Sanandaj, 88p.
-Badrovd, F., Ghazanfari, H. and Valipour, A., 2019. Application of meta-framework rationale in oak dieback assessment. The Second National Conference on Sustainable Development in Iranian Agricultural Sciences and Natural Resources, Tehran, 6 March 2019, p.5.
-Brouwers, N., Matusick, G., Ruthrof, K., Lyons, T. and Hardy, G., 2013. Landscape scale assessment of tree crown dieback following extreme drought and heat in a Mediterranean eucalypt forest ecosystem. Landscape Ecology, 28(1): 69-80.
-Čater, M., 2015. A 20-Year overview of *Quercus robur* L. mortality and crown conditions in Slovenia. Forests, 6(3): 581-593.
-Dezfoli, H., Badehian, Z., Naghavi, H. and 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.
-Fallah, A. and 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.
-Golmohamadi, F., Hassanzad, I., Bonyad, A. and 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.
-Goodarzi, N., Zargaran, M.R., Banj Shafiei, A. and 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.
-Havrdová, L., Zahradník, D., Romport, D., Pešková, V. and Cerny, K., 2017. Environmental and silvicultural characteristics influencing the extent of ash dieback in forest stands. Baltic Forestry, 23: 168-182.
-Hosseinzadeh, J. and 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.
-Hosseinzade, J. and Pourhashemi, M., 2017. Emergence of desiccation within Zagros forests decline. Journal of Iranian Nature, 2(4): 18-21.
-Hosseinzadeh, J., Aazami, A. and 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.

Annual changes of oak decline in the forests of Kurdistan province

M. Haidari[1*], M. Pourhashemi[2] and H. Jahanbazi Goujani[3]

1*-Corresponding Author, Assistant Prof., Forests and Rangelands Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran, E-mail: m.haidari@areeo.ac.ir

2- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3- Associate Prof., Forests and Rangelands Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran

Received: 17.09.2021 Accepted: 02.03.2022

Abstract

One of the environmental problems of the Zagros forests, especially in the last two decades, is the occurrence of oak decline phenomenon in Zagros Forest. The intensity of oak decline in the North Zagros is slower than in the Middle and South Zagros. The purpose of this study was to investigate the trends of oak decline in forests of Baneh city (Kurdistan province) from 2019 to 2020.Four sites including Belveh and Gandman (southern aspect) and Saraki and Mirhesam (northern aspect) were selected and 100 trees were evaluated in each site. Oak decline status was recorded during two years of research in five classes: healthy trees, dieback in crwon, dieback up to 50%, dieback more than 50% and standing dead tree. Wilcoxon and Friedman (non-parametric tests) were used to compare the decline codes at each site for two consecutive years and to compare the decline codes at four sites per year (separately). The results showed that the greatest change of oak decline class was in Saraki site (with 0.27 change). At all four sites, the trees were shifting to oak decline classes in the second year of the research, and the change in oak decline classes at each site for two consecutive years (Wilcoxon test) was statistically significant. Besides, the change of dieback trees (dieback and dieback up to 50%) from 24% of trees in 2019 to 44% of trees in 2020 had changed. Most oak decline was observed on the southern aspect. Overall, it is suggested that human intervention and deforestation be controlled as much as possible to control the Oak decline.

Key words: Healthy trees, dieback trees, Baneh county, aspect, oak decline