



"مقاله پژوهشی"

بررسی تغییرات اقلیم بر ساختار و زوال بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در بوم‌سازگان زاگرس (مورد پژوهشی: جنگل‌های شهرستان گیلانغرب)

محسن جوانمیری پور^۱، جبار ولی پور^۲ و علی حسن زاده^۳

۱- دکترای علوم جنگل، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، کرمانشاه، ایران، (نویسنده مسوول: mjavanmiri@ut.ac.ir)

۲- دکترای گیاه‌پزشکی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۳- دکترای اقلیم‌شناسی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۱

صفحه: ۱۲ تا ۲۳

چکیده مسبوط

مقدمه و هدف: حدود دو دهه است که جنگل‌های زاگرس با خشکیدگی روبه‌رو شده و آثار این بحران در مناطق مختلف نمایان می‌باشد. در این مطالعه اثر تغییرات اقلیم بر زوال بلوط ایرانی در جنگل‌های زاگرس با داده‌های هواشناسی و نمونه‌برداری میدانی در طی زمان بررسی شده است.

مواد و روش‌ها: برای نمونه‌برداری عرصه‌ای از الگوی نمونه‌برداری تصادفی منظم در سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۹۷ استفاده شد. روند چهار عنصر اقلیمی بارش، دمای هوا، یخبندان و رطوبت نسبی در ایستگاه گیلان غرب از سال ۱۳۶۷ تا سال ۱۳۹۷ نیز تحلیل شد. در بخش دیگری از این مطالعه، از مصاحبه‌ی باز یا بدون ساختار با افراد سالخورده به منظور جمع‌آوری اطلاعاتی در مورد تغییرات اقلیم و اثرات آن بر پدیده‌های محیطی اقدام شد.

یافته‌ها: نتایج نمونه‌برداری نشان داد فراوانی و موجودی گونه بلوط ایرانی در دوره دوم نسبت به دوره اول کاهش یافته است. مقدار سطح مقطع بلوط ایرانی دانه‌زاد از ۱۵/۲ در آماربرداری مرحله اول به ۹/۴ و سطح مقطع بلوط شاخه‌زاد از ۵/۲ به ۴/۴ مترمربع در هکتار کاهش یافته است. نتایج مقایسه وضعیت کیفی و سلامت بلوط ایرانی در دو دوره نمونه‌برداری نشان داد در دوره اول ۱۱/۹٪ از درختان بلوط ایرانی پوسیده و خشکیده بوده‌اند در حالی که در دوره دوم ۷۱/۵۵٪ است. میزان خشکیدگی در آماربرداری دوره دوم در درجات سلامت و کیفیت ۲ و ۱ بیشتر (۴۱/۹٪ و ۲۸/۵٪) بوده و در درجات ۴ و ۵ کاهش می‌یابد (۸/۲٪ و ۳/۱٪) اما خشکیدگی در درجات بالاتر منجر به مرگ درختان بلوط ایرانی می‌گردد. نتایج تجزیه عوامل اقلیمی با روش من-کندال نشان داد در دوره مورد مطالعه روند بارش، یخبندان و رطوبت نسبی نزولی، اما روند دما افزایشی است.

نتیجه‌گیری: تغییرات اقلیمی و بروز تنش خشکی شدید باعث می‌گردد درختان بلوط دچار ضعف فیزیولوژیک شوند. ایجاد ضعف فیزیولوژیک در درختان، زمینه حمله آفات و بیماری‌های مختلف را فراهم نموده و درخت بلوط دچار خشکیدگی و زوال می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بوم‌سازگان زاگرس، زوال بلوط، سری زمانی، عناصر اقلیمی، فرآیندهای فیزیولوژیک، ویژگی‌های ساختاری

مقدمه

در خصوص مهم‌ترین عوامل مؤثر بر خشکیدگی بلوط ایرانی بیشترین وزن را به خشک‌سالی و تغییر اقلیم (۰/۲۸۹) و کمترین وزن را به مشخصات کمی و کیفی درخت و خصوصیات جنگل‌شناسی آن (۰/۰۹۷) نسبت داد. سایر معیارها به ترتیب میزان اهمیت عبارت بودند از: آفات و بیماری‌ها (۰/۱۹۴)، عوامل انسانی و دام (۰/۱۹۲)، آلودگی هوا (۰/۱۲۳) و کیفیت رویشگاه (۰/۱۰۵)؛ (۲۳).

در مطالعه‌ای انطباق نقشه زوال جنگل با عوامل اقلیمی نشان داد مهم‌ترین عوامل که همبستگی معنی‌داری را با طبقات زوال جنگل دارند به ترتیب بارش (۰/۷۷۹)، دمای هوا (۰/۷۷۶)، رطوبت نسبی (۰/۶۰۲) و تبخیر/تعرق مرجع (۰/۶۷۰) هستند. پیش‌بینی اثر تغییر اقلیم بر گونه بلوط ایرانی نشان داد بارندگی سالانه و میانگین دمای خشک‌ترین فصل سال به ترتیب بیشترین سهم را در پراکنش این گونه داشتند. پیش‌نگری اثر تغییر اقلیم تحت سناریو RCP^۱ ۴/۵ نشان داد که وسعت رویشگاه بلوط ایرانی ۳۵/۷ درصد در سال ۲۰۵۰ کاهش می‌یابد و در برخی مناطق نیز شاهد بروز مناطق مستعد پیدایش گونه خواهیم بود (۶۱/۴ درصد)؛ (۱۶).

نتایج حاصل در مورد شاخص SPI^۲ در لرستان بیانگر آن بود که پهنه پوشش جنگلی دارای آستانه سبزینگی، حساسیت زیادی به خشک‌سالی دارد (۵). علل بوم‌شناختی پدیده زوال بلوط در جنگل‌های ایران نشان داد کاهش بارش و افزایش مقادیر پارامترهای اقلیمی دمای هوا، سرعت باد، تشعشع خورشیدی، تبخیر، تعرق و گرد و غبار سبب افزایش احتمال زوال درختان یا تشدید این پدیده شده است (۳۱).

خشکیدگی بلوط (زوال بلوط) چالشی پیچیده است که در برخی از جنگل‌های بلوط رخ داده (۳۵،۴،۱۳،۲۷) و در طی سالیان اخیر زیست‌بوم جنگلی زاگرس را نیز تحت تاثیر قرار داده است (۳۳،۲۱،۲۹،۲۰). حدود دو دهه است که آثار این بحران در مناطق مختلف نمایان است (۲۶). بر اساس آخرین آمارهای سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری بین سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳، در حدود یک میلیون و پنجاه هزار هکتار یا به عبارتی سطحی معادل ۲۵ درصد از این جنگل‌ها دچار زوال شده‌اند (۳،۲۰،۱۹). در این راستا، می‌توان به بروز خشکیدگی در سطوح وسیعی از جنگل‌های بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در منطقه زاگرس جنوبی اشاره کرد. زوال جنگل‌های زاگرس از سال ۱۳۸۸ از استان ایلام آغاز و نخستین گزارش زوال گونه‌های جنگلی در این استان تهیه و به دنبال آن در استان‌هایی مانند کرمانشاه، فارس، کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری نیز گزارش شد (۳). این خشکیدگی همچنان در حال افزایش بوده و سبب ایجاد نگرانی در بین جنگل‌بانان و مسئولان ذی‌ربط شده است. به همین علت در خصوص تاثیر عوامل مختلف بر شدت خشکیدگی درختان بلوط در ناحیه رویشی زاگرس مطالعات متعددی انجام شده است.

در تحقیقی گزارش شد به‌طور کلی، بین دامنه شمالی و جنوبی از نظر شدت خشکیدگی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، اما عامل کاهش رطوبت در ریزوسفر ریشه نقش مهم و کلیدی در شیوع خشکیدگی درختان بلوط دارد (۳۷). یافته‌ها

1- Representative Concentration Pathway scenarios

2- Standardized Precipitation Index

اطلاعاتی وجود دارد. بنابراین، در مطالعه حاضر اثر تغییرات اقلیمی بر ساختار و زوال بلوط ایرانی در توده‌های جنگلی زاگرس در غرب ایران با استفاده از داده‌های هواشناسی و نمونه‌برداری از وضعیت کمی و کیفی بلوط ایرانی در قطعات نمونه در طی زمان بررسی می‌شود.

مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

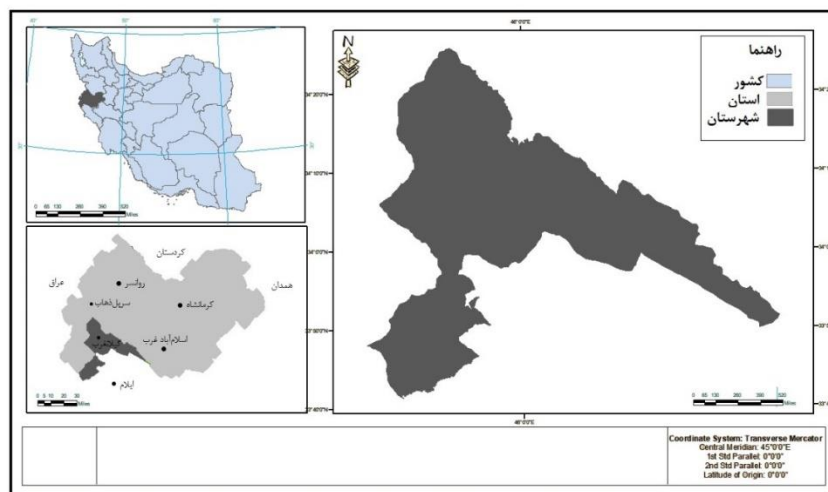
شهرستان گیلانغرب یکی از شهرستان‌های غربی و مرزی استان کرمانشاه است که وسعت آن بالغ بر ۲۲۴۵۰۰ هکتار بوده و از لحاظ وسعت دومین شهرستان این استان می‌باشد. این شهرستان از سمت شمال به شهرستان‌های سرپل‌ذهاب و اسلام‌آباد غرب، از سمت جنوب به شهرستان ایوان‌غرب در استان ایلام و مرز عراق، از سمت غرب به شهرستان قصرشیرین و از سمت شرق به شهرستان سرابله در استان ایلام محدود می‌گردد (شکل ۱). ارتفاع شهرستان گیلانغرب از سطح دریا بین ۲۵۰ متر (سومار) و ۲۳۵۵ متر (قله کچل) متغیر می‌باشد، که همین اختلاف ارتفاع سبب به وجود آمدن سه اقلیم متفاوت گرمسیری، معتدل و سردسیری در منطقه شده است. از لحاظ موقعیت جغرافیایی، این حوزه از $41^{\circ} 24'$ تا 33° تا $43^{\circ} 25'$ عرض شمالی و از $39^{\circ} 35'$ تا $45^{\circ} 58'$ طول شرقی گسترش می‌یابد. منابع جنگلی در این ناحیه جزئی از جنگل‌های زاگرس بوده که گونه غالب آن بلوط ایرانی می‌باشد. پوشش جنگلی با تنوع گونه‌ای کم‌نظیری که دارد، علاوه بر گونه‌های جنگلی غالب جنگل‌های زاگرس از قبیل بلوط، پسته وحشی (بنه)، زالزالک، آلبالوی وحشی (راناس)، کیکم، ارژن، بادام وحشی، گلابی وحشی (امرود) و ارژن، ذخیره‌گاه دو گونه بارزش قره‌تاج و مورد می‌باشد؛ که از این نظر، این منطقه منحصر به فرد است.

بررسی اثرگذاری نوسانات بارندگی بر زوال جنگل‌های ناحیه رویشی زاگرس در استان‌های ایلام و لرستان نشان داد این نوسانات عامل تسریع در بروز و گسترش زوال جنگل‌های زاگرس در این استان‌ها هستند (۸). بر اساس مطالعه‌ای در جنگل‌های پهن‌برگ در شرق ایالات متحده چنانچه خشکسالی‌ها فراوان‌تر یا شدیدتر شوند، زوال بلوط در گونه‌هایی از قبیل *Quercus rubra*، *Q. Velutina*، *Q. coccinea* و *Q. alba* افزایش می‌یابد، و ازدیاد مواد سوختنی ریز و درشت که ناشی از مرگ و میر درختان می‌باشد خطر آتش‌سوزی در جنگل را بیشتر می‌کند (۳۶).

تأثیر تغییرات اقلیمی بر بوم‌سازگان‌های جنگلی نیز مورد توجه قرار گرفته است. این تغییرات، بوم‌سازگان‌های جنگلی را به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تغییر می‌دهد. افزایش دما مستقیماً بر سرعت فتوسنتز و فرآیندهای تنفسی گیاه و همچنین به‌طور غیرمستقیم با افزایش خطر ابتلا به آلودگی تأثیر می‌گذارد. تغییر اقلیم رژیم‌های آشفته‌گی را تغییر می‌دهد به نحوی که بر چرخه کربن، ساختار جنگل، ترکیب گونه‌ها و تغییر عملکرد بوم‌سازگان جنگل اثر دارد (۱۸).

اخیراً، تغییرات گسترده‌ای در پوشش‌های جنگلی در سراسر اروپا رخ داده است، و انتظار می‌رود تغییرات بیشتری در پاسخ به تغییرات پیش‌بینی شده در رژیم‌های خشکسالی و طوفان ایجاد شود. از آنجایی که تاج‌پوشش جنگلی رابط‌های پویا بین جو و سطح زمین هستند، جوامع حشرات ساکن در تاج پوشش در خط مقدم تغییرات عمده در پاسخ به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تغییرات اقلیمی هستند (۳۲).

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد بیشتر تلاش‌ها در این حوزه عمدتاً بر اساس داده‌های هواشناسی مدل‌سازی شده و موجودی کمی و کیفی بلوط ایرانی در بازه‌های زمانی مشخص در نظر گرفته نشده است که از این لحاظ خلأ



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان کرمانشاه
Figure 1. Location of the study area in the country and Kermanshah province

آن ارزیابی فراوانی، موجودی و بررسی وضعیت کمی و کیفی گونه‌های موجود در منطقه به‌ویژه گونه بلوط ایرانی بوده است. نمونه‌برداری در دوره اول با روش تصادفی منظم و با روش

روش انجام مطالعه
داده‌های مورد استفاده در سال ۱۳۷۷ طرح آماربرداری توسط اداره منابع طبیعی شهرستان انجام شده بود که هدف

درشت تبدیل شده، کنده وجود دارد، چوب نرم می‌باشد که بیش از ۷۰ درصد آن به چوب نرم و آردی تبدیل شده است (۲). کیفیت درختان در آماربرداری دوره اول برای کلیه درختان در درجات کیفی چهارگانه به صورت زیر تعیین شد. درجه یک، تنه صاف، بدون شاخه، فاقد گره، بدون پیچیدگی و عاری از پوسیدگی است. درجه دو، دارای ویژگی‌های مشابه با درجه ۱ است اما دارای سه گره و یا سه شاخه است. درجه سه، تعداد گره‌ها و شاخه‌ها بیشتر بوده و پیچیدگی هم وجود دارد. درجه چهار، پوسیدگی (خشکیدگی) و تعداد شاخه‌ها به حدی است که تبدیل به درخت خشک گردیده است. داده‌های آماربرداری دوره اول قبل از شیوع زوال بلوط در زاگرس گردآوری شده و خشکیدگی یا پوسیدگی یکی از طیف‌های طبقه‌بندی کیفی بوده است (۳۸).

عناصر اقلیمی

برای انجام این تحقیق ایستگاه گیلانغرب با طول جغرافیایی $34^{\circ} 08' 10''$ و عرض جغرافیایی $45^{\circ} 56' 19''$ دارای ارتفاع حدود ۸۰۰ متر از سطح دریا با توجه به تنوع اقلیمی منطقه و غالبیت پوشش بلوط ایرانی انتخاب شد. در این پژوهش، به بررسی روند چهار عامل اقلیمی بارش، دمای هوا، یخبندان و رطوبت نسبی در درازمدت و از سال ۱۳۶۷ به بعد تا سال ۱۳۹۷ اقدام شد.

پرسش‌نامه

در بخش دیگری از این مطالعه، از مصاحبه‌ی باز یا بدون ساختار به منظور جمع‌آوری نظرات مردم در مورد تغییر اقلیم در طی زمان و پیامدهای آن بر پدیده‌های طبیعی استفاده شد. در این روش، سوالات استاندارد شده و پاسخ از قبل تعیین شده‌ای وجود ندارد و مصاحبه‌گر درباره‌ی تعدادی از موضوعات از پیش تعیین شده، ذهن پاسخ‌دهنده را به طور عمیق کاوش می‌کند. نوع مصاحبه‌ای که پژوهش‌گر انتخاب می‌کند به اهداف تحقیق و ویژگی‌های اطلاع‌رسانان بستگی دارد (۲۴). از آنجایی که هدف از تحقیق حاضر، بررسی تغییرات اقلیمی در چند دهه گذشته است، لذا تصمیم گرفته شد تا از طریق آزاد گذاردن اطلاع‌رسانان، که عموماً افراد سالخورده، کهن‌سال و میان‌سال روستایی بودند، بتوان موضوع را از جنبه‌های مختلف مورد بررسی قرار داد و پاسخ دهندگان به هر طریقی که می‌خواهند در مورد تغییرات اقلیم در منطقه مورد مطالعه نظر بدهند و روایت بگویند. لازم به ذکر است که مصاحبه‌ها به صورت انفرادی و حضوری انجام شد و تمام مکالمات ضبط و سپس پیاده شدند. برای انجام این کار ۲۵۰ نفر مورد مصاحبه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

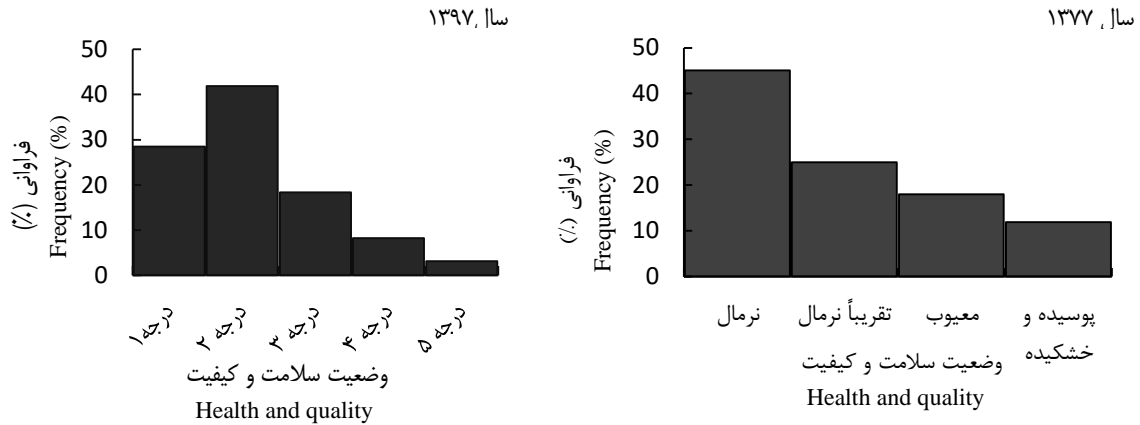
در دوره اول بیشترین میزان فراوانی مربوط به گونه بلوط ایرانی بوده است که حدود ۷۹/۵ درصد بوده است در حالی که در دوره دوم بیشترین فراوانی گونه‌ی بلوط ایرانی در بین گونه‌های موجود در آماربرداری دوره دوم ۷۶/۴ درصد است. فراوانی سایر گونه‌ها در دوره اول آماربرداری ۱۹/۵۵ درصد و در دوره دوم آماربرداری ۲۳/۵۵ درصد است (جدول ۱).

فاصله- آزیموت و با توجه به دستورالعمل‌ها سطح هر قطعه نمونه ۲۰ آر (۲۰۰۰ مترمربع) در نظر گرفته شده بود (۳۸). در آن دوره ۲۲۰ قطعه نمونه با فاصله ۱۰۰۰ متر در ۱۰۰۰ متر از همدیگر نمونه‌برداری شده بودند. همان طور که قبلاً اشاره شده با تطبیق قطعات نمونه آماربرداری شده در آماربرداری سال ۱۳۹۷ بر تعداد برابر از قطعات موجود در آماربرداری ۱۳۷۷ نوعی آماربرداری با قطعات نیمه ثابت انجام شد. برای انجام این تحقیق از الگوی نمونه‌برداری تصادفی منظم با قطعات نمونه نیمه ثابت (دو دوره نمونه‌برداری از ۱۳۷۷-۱۳۹۷) استفاده شد. بدین منظور برای نمونه‌برداری سال ۱۳۹۷، ابتدا نقشه پوشش جنگلی حوزه شهرستان گیلانغرب تهیه شد، سپس تمام سطح منطقه با خطوط فرضی به فاصله ۲۵۰۰ متر به قسمت‌های مساوی تقسیم شد، به طوری که سطح موجود به مربعات کوچک به ابعاد ۲۵۰۰ در ۲۵۰۰ متر تقسیم شد و در مناطق دارای پوشش جنگلی در محل تقاطع خطوط فرضی یا همان راس‌های مربعات نمونه‌برداری انجام شد. برای نمونه‌برداری نقشه این نقاط با استفاده از نرم‌افزار اتوکد ترسیم گردید و سپس این نقشه با گوگل ارث (Google earth) بر روی تصاویر ماهواره‌ای جانمایی شد تا موقعیت کلی این نقاط مشخص گردد. با مراجعه به محل دقیق این نقاط از مختصات جغرافیایی آنها و دستگاه جی‌پی‌اس (GPS) استفاده شد و سپس در سطح این محدوده اطلاعات مورد نظر جمع‌آوری می‌شود. پس از مشخص شدن نقاط نمونه‌برداری روی نقشه، به نقاط مورد نظر در عرصه جنگلی مراجعه گردید. در هر نقطه سطحی مربعی شکل به ابعاد ۵۰ متر و مساحت ۲۵۰۰ متر انتخاب شده و کل درختان موجود در این سطح اندازه‌گیری گردید و اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری شد. در مجموع ۹۲ قطعه نمونه در این مرحله از مطالعه مورد نمونه‌برداری قرار گرفت که سعی گردید بر همین تعداد از قطعات نمونه موجود در آماربرداری مرحله اول (۱۳۷۷) منطبق شود. بازیابی و تطبیق قطعات نمونه با استفاده از نشانه‌های محیطی محدوده قطعه نمونه و مشاوره با نیروهای شرکت کننده در نمونه‌برداری مرحله اول صورت گرفت.

اطلاعاتی که طی این تحقیق در هر قطعه نمونه‌برداری جمع‌آوری شد به شرح ذیل می‌باشد: فرم رویشی آن (دانه‌زاد یا شاخه‌زاد)، قطر برابر سینه درخت در فرم دانه‌زاد، قطر یقه در فرم شاخه‌زاد، ارتفاع درخت، وضعیت درخت (زنده و سالم یا خشکیده) که به پنج درجه شامل درجه ۱ ($<20\%$)، درجه ۲ ($20\% - 40\%$)، درجه ۳ ($40\% - 60\%$)، درجه ۴ ($60\% - 80\%$) و درجه ۵ ($>80\%$) تقسیم‌بندی شد. ویژگی‌های این پنج کلاسه شامل: ۱- درجه اول؛ درخت سرپا، دارای ظاهر و تاج سالم، پوست درخت سالم و چوب آن سخت می‌باشد ۲- درجه دوم؛ درخت سرپا و زنده، بالا و تاج مرده است، چوب درخت سخت است. ۳- درجه سوم؛ درخت سرپا و شاخه‌های قطورتر شروع به افتادن می‌کنند، پوست درخت در شروع جدا شدن از تنه می‌باشد و چوب آن نرم است. ۴- درجه چهارم؛ تاج درخت خشک و شکسته شده، بدون پوست و شاخه، چوب آن نرم می‌باشد. ۵- درجه پنجم؛ درخت افتاده، به مقطوعات کوچک و

درجه ۵ است که حدود ۳/۱ درصد می‌باشد. در سال ۱۳۷۷ بیشترین فراوانی مربوط به درختان نرمال (۴۵/۱ درصد) و کمترین میزان فراوانی مربوط به درختان خشکیده و پوسیده (۱۱/۹٪) بوده است (شکل ۳).

وضعیت فراوانی سلامت و کیفیت گونه بلوط ایرانی در مجموع نشان می‌دهد در سال ۱۳۹۷ بیشترین فراوانی مربوط به وضعیت درجه ۲ است که حدود ۴۲ درصد می‌باشد. به همین ترتیب، وضعیت درجه ۱ دارای حدود ۲۸/۵ درصد فراوانی است. کمترین میزان فراوانی در این دوره مربوط به حالت

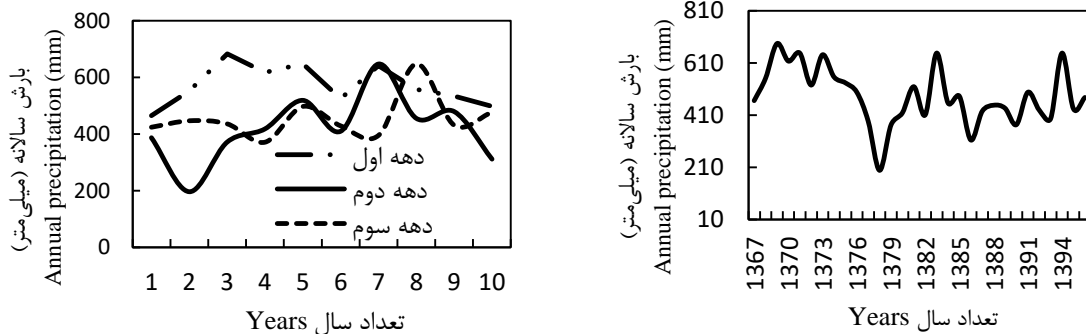


شکل ۳- مقایسه فراوانی درجات خشکیدگی بلوط ایرانی در سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۹۷
Figure 3. Comparison of the frequency of Persian oak decline in 1998 and 2018 sampling

میزان بارش سالانه در سال‌های دهه اول (۱۳۶۷-۱۳۷۶) نسبت به دو دهه دیگر بیشتر و منظم‌تر بوده است. کمترین و نامنظم‌ترین میزان بارش سالانه مربوط به سال‌های دهه سوم (۱۳۸۶-۱۳۹۷) از بازه زمانی مورد مطالعه بوده است (شکل ۴).

بارش

بارش سالانه در سال در طی سه دهه نشان داد بیشترین میزان بارش سالانه مربوط به ۱۳۶۹ می‌باشد که ۶۸۴ میلی‌متر بوده است در حالی که کمترین میزان بارش سالانه ۱۹۸ میلی‌متر مربوط به سال ۱۳۷۸ است (شکل ۴). مقایسه بارش سالانه در سال در دهه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد

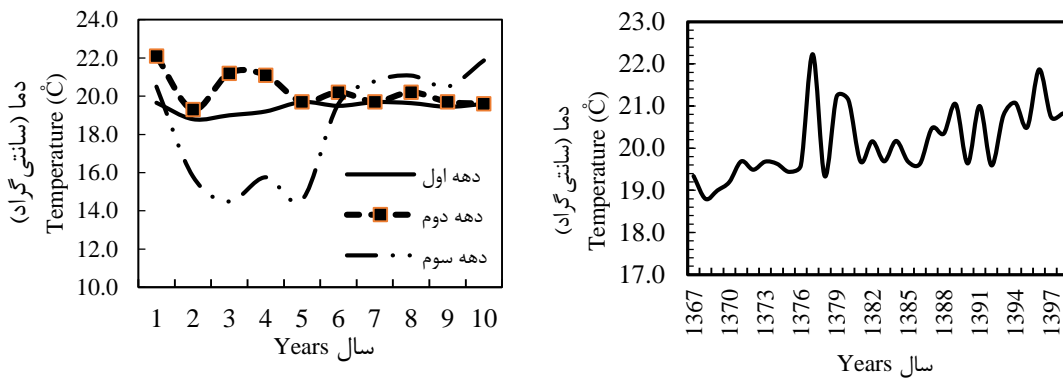


شکل ۴- بارش سالانه در بازه زمانی مورد مطالعه (سمت چپ) و مقایسه آن در سال در سه دهه مورد مطالعه (سمت راست)
Figure 4. Annual rainfall in the study period (left) and year comparison in the three decades (right)

(۱۳۸۵-۱۳۷۶) نسبت به دو دهه دیگر بیشتر و همراه با نوساناتی بوده است. کمترین و نامنظم‌ترین میزان دمای سالانه مربوط به نیمه اول دهه سوم (۱۳۸۶-۱۳۹۷) از بازه زمانی مورد مطالعه بوده است اما در نیمه دوم این دهه میزان دما به بیشترین مقدار می‌رسد (شکل ۴). دهه اول دارای بایات‌ترین حالت ممکن است (شکل ۵).

دما

مجموع دمای سالانه در طی سه دهه نشان داد بیشترین میزان دمای سالانه ۲۲/۲ درجه سانتی‌گراد است که مربوط به سال ۱۳۷۷ می‌باشد در حالی که کمترین میزان دمای سالانه با ۱۹/۳ درجه سانتی‌گراد مربوط به سال ۱۳۷۸ است (شکل ۵). مقایسه دمای سالانه در سه دهه مورد مطالعه نشان می‌دهد میزان دمای سالانه در طی سال‌های دهه دوم

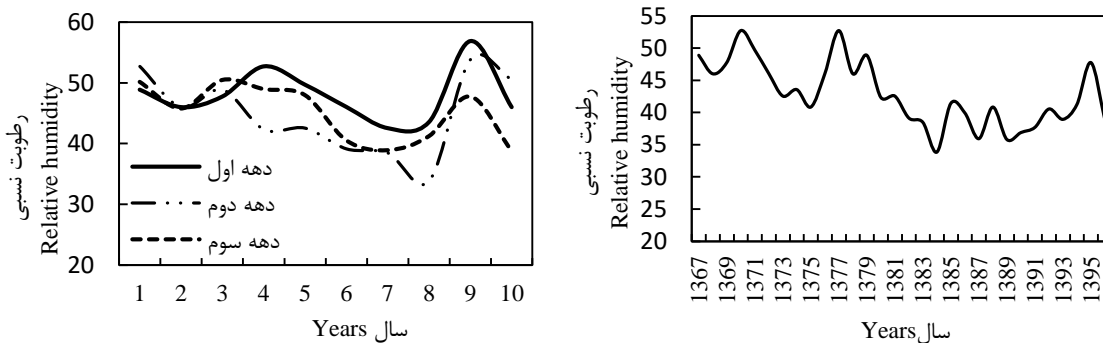


شکل ۵- دمای سالانه در بازه زمانی مورد مطالعه (سمت راست) و مقایسه دمای سالانه در سه دهه مورد مطالعه (سمت چپ)
Figure 5. Annual temperature in the study period (right) and comparison of annual temperature in the three decades studied (left)

دو دهه دیگر بیشتر بوده است. کمترین و نامنظم‌ترین میزان رطوبت نسبی سالانه مربوط به سال‌های دهه دوم (۱۳۸۶-۱۳۷۷) از بازه زمانی مورد مطالعه بوده است (شکل ۶). در ابتدای دهه سوم میزان رطوبت نسبی ماهیانه بیشتر از دهه دوم بوده است اما در دو سال آخر این دهه میزان رطوبت نسبی به کمترین مقدار می‌رسد (شکل ۶).

رطوبت نسبی

رطوبت نسبی سالانه در طی سه دهه نشان داد بیشترین میزان رطوبت نسبی سالانه ۵۳٪ است که مربوط به سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۷۷ می‌باشد در حالی که کمترین میزان رطوبت نسبی سالانه با ۳۴٪ مربوط به سال ۱۳۸۴ است (شکل ۶). مقایسه رطوبت نسبی سالانه نشان می‌دهد میزان رطوبت نسبی سالانه در سال‌های دهه اول (۱۳۶۷-۱۳۷۶) نسبت به

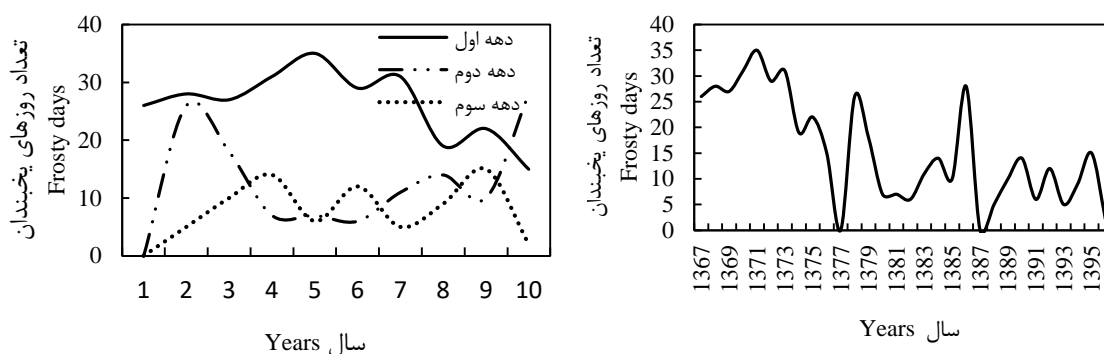


شکل ۶- رطوبت نسبی سالانه در بازه زمانی مورد مطالعه (سمت راست) و مقایسه رطوبت نسبی سالانه در سه دهه مورد مطالعه (سمت چپ)
Figure 6. Annual relative humidity in the study period (right) and comparison of annual relative humidity in the three decades (left)

در سال‌های دهه اول (۱۳۶۷-۱۳۷۶) نسبت به دو دهه دیگر بیشتر و دارای روند کاهش یابنده بوده است. کمترین و نامنظم‌ترین میزان میانگین تعداد روزهای یخبندان مربوط به سال‌های دهه‌های دوم و سوم (۱۳۸۶-۱۳۹۷) از بازه زمانی مورد مطالعه بوده است (شکل ۷).

یخبندان

تعداد روزهای یخبندان سالانه در طی سه دهه نشان داد بیشترین میزان تعداد روزهای یخبندان سالانه ۳۵ روز بوده است که مربوط به سال ۱۳۷۱ می‌باشد در حالی که در سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۷ تعداد روزهای یخبندان صفر بوده است (شکل ۷). مقایسه میانگین تعداد روزهای یخبندان سالانه نشان می‌دهد میزان میانگین تعداد روزهای یخبندان

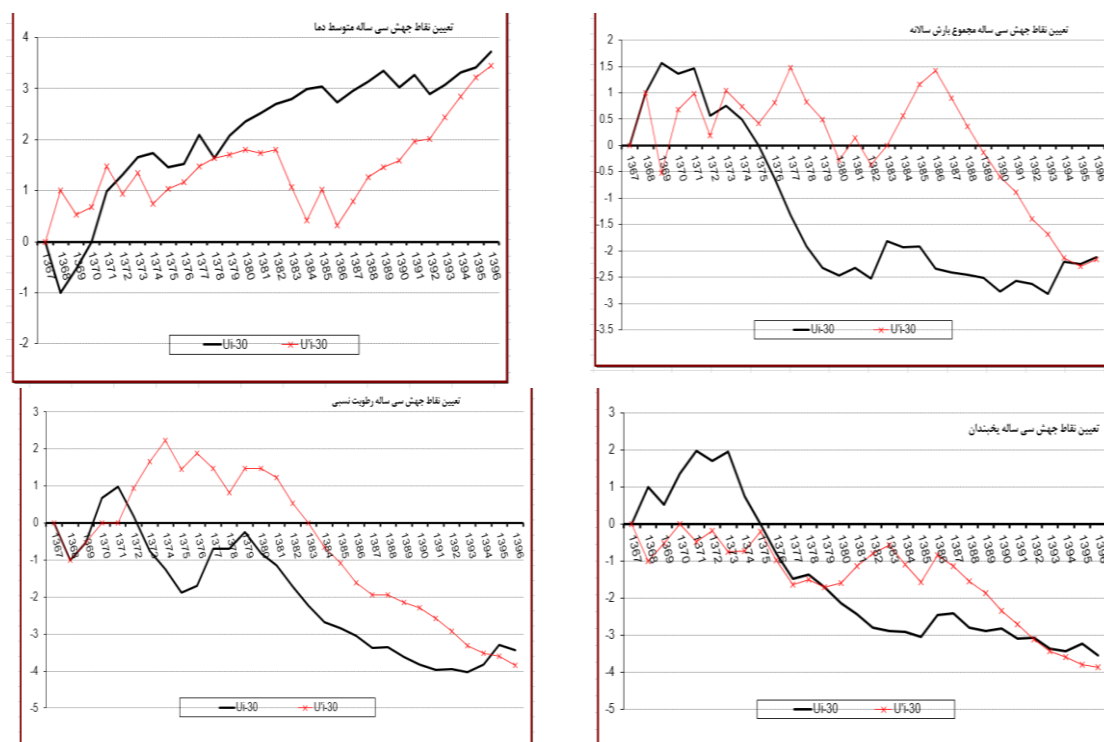


شکل ۷- تعداد روزهای یخبندان سالانه در بازه زمانی مورد مطالعه (سمت راست) و مقایسه میانگین تعداد روزهای یخبندان سالانه در سه دهه مورد مطالعه (سمت چپ)

Figure 7. Number of annual frost days in the studied time period (right) and comparison of the mean number of annual frost days in three decades (left)

نشان دهنده منفی بودن روند عناصر بارش، رطوبت نسبی و یخبندان و مثبت بودن روند عنصر دما می‌باشد (شکل ۸).

دنباله U و U' برای تعیین نقاط جهش ۳۰ ساله با استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال بر اساس i به صورت نموداری



شکل ۸- نمودار آزمون من-کندال برای بارش، دما، رطوبت نسبی و یخبندان بازه زمانی ۳۰ سال در منطقه مورد مطالعه
Figure 8. Man-Kendall test diagram for precipitation, temperature, relative humidity and frost over a period of 30 years

مهمترین موارد ناشی از تغییرات اقلیمی در چند محور اصلی از اطلاع‌رسانان دریافت شد که این موارد شامل افزایش دما، کاهش بارش‌ها، کاهش برودت هوا، افزایش طول فصل رویش، خشکیدگی بعضی گونه‌های درختی از قبیل بلوط ایرانی است (جدول ۳).

به‌طور کلی در این پژوهش، اولین معانی استخراج شده از مصاحبه‌ها، «مفاهیم»؛ مقوله‌بندی مفاهیم، «کدهای فرعی»؛ و مقوله‌بندی کدهای فرعی، «کدهای اصلی»؛ در بخش تغییرات اقلیمی در جنگل‌های منطقه نام‌گذاری شدند. با توجه به اهمیت بسیار بالای مفاهیم استخراج شده، نتایج حاصل از سطح مفاهیم در کنار مقوله‌های فرعی و اصلی، در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- خلاصه مهمترین موارد ناشی از تغییرات اقلیمی در منطقه مورد مطالعه

Table 3. Summary of the most important cases of climate change in the study area

ردیف Row	مفاهیم Concepts	کد فرعی Sub code	کد اصلی Original code
۱	افزایش دما Rise in temperature افزایش تعدد آتش‌سوزی‌ها در منطقه Increasing the fires frequency in the region افزایش شدت آتش‌سوزی‌ها Increasing the intensity of fires	افزایش دما Rise in temperature افزایش تعداد و شدت آتش‌سوزی Increasing the number and intensity of fires	افزایش دما و پیامدهای آن Rise in temperature and its consequences
	افزایش وزش بادهای داغ و سوزان در فصل تابستان Increase in hot and burning winds in the summer season افزایش گرد و غبار Increase in dust	افزایش ریزگردهای جوی Increase in atmospheric fine dust	
۲	کاهش بارش Decrease in precipitation افزایش خشکسالی Increase in drought کاهش بارش برف Decrease in snowfall	کاهش بارش Decrease in precipitation	کاهش بارش و پیامدهای آن Decrease in precipitation and its consequences
	کاهش و خشک شدن آب رودخانه‌های دائمی و فصلی Reduction and drying of permanent and seasonal rivers نوسانات شدید پدیده‌های جوی Extreme fluctuations in weather events افزایش سیلاب‌ها Increase in floods افزایش رگبارها و کاهش ریز بارش‌ها An increase in showers and a decrease in rainfall	کاهش جریان‌های آبی Reduction of water flows نوسانات شدید پدیده‌های جوی Extreme fluctuations in weather events	
۳	کاهش برودت هوا و یخبندان در فصل سرد سال Reduction of cold air and frost in winter کاهش مدت جبهه‌های هوای سرد Reducing the duration of cold weather fronts ملایم شدن هوا در فصل‌های سرد گاهی مشاهده چند فصل در حتی یک روز	کاهش برودت هوا Reduction of cold air گاهی مشاهده چند فصل در حتی یک روز Sometimes the occurrence of several seasons in even one day	کاهش برودت هوا و ناپایداری جریان‌های جوی سرد Reducing the coldness of the air and the instability of cold atmospheric currents
	افزایش طول فصل رویش Increasing the duration of the growing season گلدهی و شکوفایی بعضی گونه‌های درختی در اواسط بهمن ماه The flowering of some tree species in the middle of February افزایش یخبندان‌های دیررس Increase in late frosts	افزایش طول فصل رویش Increasing the duration of the growing season افزایش یخبندان‌های دیررس بهار Increased late frosts in spring	افزایش طول فصل رویش و پیامدهای مربوط به آن Increasing the duration of the growing season and its consequences
۴	خشک شدن و از بین رفتن بعضی گونه‌های گیاهی از قبیل بلوط Mortality and loss of some plant species such as oak ادامه چرخه حشراتی از قبیل سوسک‌های چوبخوار و لاروهای آنها و برگخوارها و شپشک‌ها در فصل سرد سال The continuation of the cycle of insects such as wood-borer beetles and their larvae and leaf-eaters and weevils in the cold season ادامه فعالیت حیوانات خونسرد و خزندگان در فصل سرد سال Continued activity of cold-blooded animals and reptiles in the cold season	خشک شدن و از بین رفتن بعضی گونه‌های گیاهی Mortality and loss of some plant species تأثیر بر چرخه زندگی برخی حشرات و ادامه فعالیت خزندگان و حیوانات خونسرد در فصل سرما The impact on the life cycle of some insects and the continued activity of reptiles and cold-blooded animals in the cold season	خشک شدن و از بین رفتن بعضی گونه‌های گیاهی Mortality and loss of some plant species
	افزایش آفات و امراض در گونه‌های گیاهی Increase of pests and diseases in plant species	افزایش آفات و امراض در گونه‌های گیاهی Increase of pests and diseases in plant species	

یخبندان، و رطوبت نسبی در طی این مدت دارای روند منفی بوده و کاهش یافته است. به‌طور کلی بارش سالانه در سه دهه مورد مطالعه ۴۸۰ میلی‌متر سالانه بوده است که در دهه اول بارش‌ها دارای ثبات، نظم و فراوانی خوبی بوده است اما در دهه‌های دوم و سوم بی‌نظمی‌ها و نوسانات زیادی در بارش‌ها مشاهده می‌شود. آنچه در مورد دما مشاهده می‌شود برعکس سه عامل مورد مطالعه دیگر است که روند افزایشی در طی سه دهه را نشان می‌دهد. میانگین دما در دهه اول کمتر و باثبات‌تر از دو دهه بعد بوده است. در مطالعه شناسایی نواحی بهینه آب و هوایی برای بازرویی جنگل‌های بلوط در استان کرمانشاه اصلی‌ترین عامل محدود کننده پراکنش بلوط و زوال آن را عامل دما دانسته‌اند. در مرتبه‌ی بعدی، عامل جهت باد- بارش با مهیا کردن شرایط مناسب بارشی، روند

بر اساس مطالعات انجام شده جنگل‌های بلوط زاگرس حدود ۵۵۰۰ سال پیش به اوج توالی رسیده است. جنگل‌های بلوط زاگرس کوهستانی بوده که از ملزومات بوم‌شناختی آنها نیاز به سرما و فصل سرد است (۱۹). گونه‌های مختلف بلوط نسبت به تغییرات آب و هوایی حساس، ولی در مجموع جنس بلوط سازش بوم‌شناختی و میزان بردباری بسیار زیادی داشته به‌طوری‌که تغییرات درجه حرارت را در گستره ۳۱- تا ۴۵+ درجه سانتی‌گراد و بارندگی ۲۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر را تحمل می‌کنند (۳۱). اما، مناسب‌ترین رویشگاه بلوط مناطقی با بارندگی ۳۵۰ تا ۷۵۰ میلی‌متر بوده که در آن مناطق بیشترین گسترش را دارد که با استناد به داده‌های آب و هوایی منطقه مورد مطالعه در گذشته نه چندان دور دارای این ویژگی بوده است (۱). نتایج آنالیز فاکتورهای اقلیمی نشان می‌دهد بارش،

حضور جنگل‌های مترکم بلوط را در گذشته بهبود بخشیده است (۱۰). نتایج مطالعه (۳۵) نیز راستای تحقیق حاضر مبنی بر افزایش دما و کاهش بارش در طی زمان و افزایش زوال بلوط در منطقه است. نتایج پژوهش (۸) نشان داد که نوسانات بارندگی در ناحیه رویشی زاگرس عامل تسریع‌کننده در بروز و گسترش زوال جنگل در استان‌های لرستان و ایلام باشد. در تحقیقی نیز اثبات شد پهنه پوشش جنگلی در لرستان حساسیت قابل توجهی به خشکسالی دارد، در واقع رابطه بین مقادیر بارش سالانه و مساحت پوشش جنگلی مستقیم بوده و ارتباط معنی‌داری بین آنها برقرار است. به نحوی که به ازای هر ۰/۱ واحد تغییر در شاخص SPI میزان مساحت پهنه پوشش جنگلی ۱۴۸۸۰ هکتار در همان جهت تغییر خواهد کرد. به عبارت دیگر در صورتی که شاخص بارش استاندارد شده به سمت ترسالی تمایل داشته باشد، مساحت پوشش جنگلی افزایش خواهد یافت و در صورتی که به سمت خشکسالی تمایل داشته باشد مساحت پهنه جنگلی ۱۴۸۸۰ هکتار به ازای هر ۰/۱ واحد تمایل به سمت ارقام منفی کاسته می‌شود (۵). تغییرات اقلیمی در طی زمان بر روی شرایط زیستی و فیزیولوژیک گیاهان، بهره‌وری و رویش جنگل تأثیرگذار است که این تغییر در رویش با تحت تأثیر قرار دادن دما، درجه حرارت و طول دوره رویشی رخ می‌دهد. علاوه بر آن باعث بروز خشک‌سالی، آتش‌سوزی و شیوع آفات و بیماری‌ها می‌شود. عوامل متعددی در بروز تغییرات اقلیمی موثر است که از آن جمله می‌توان به افزایش دی‌اکسید کربن جو و گازهای گلخانه‌ای، تغییرات کاربری اراضی و مصرف سوخت‌های فسیلی اشاره نمود.

با بالا رفتن دمای جهانی برخی از گونه‌های درختان با شرایط جدید سازگار نمی‌شوند. هرچند، برخی از گونه‌های درختی این قابلیت را دارند تا خود را با شرایط جدید سازگار کنند (۲۱). به طور مثال، گونه‌هایی که بهتر می‌توانند در آب و هوای خشک دوام داشته باشند بیشتر احتمال دارد در شرایط جدید سازگارتر شوند درحالی که احتمال از بین رفتن درختان سازگار با آب و هوای مرطوب بیشتر می‌شود. با تغییر عناصر اقلیمی (کاهش بارندگی، افزایش دما، طول دوره خشکی و...) و بروز تنش‌های خشکی شدید درختان قادر نمی‌باشند آب مورد نیاز خود را به اندازه کافی به دست آورده و دچار ضعف فیزیولوژیک می‌شوند (۲۸). چنانچه این تنش‌های ناشی از خشکی به طور متمادی بر درختان وارد شوند، دچار ضعف فیزیولوژیک گردیده و زمینه برای بروز عوامل و تنش‌های ثانویه‌ای همچون طغیان آفات و بیماری‌ها فراهم می‌شود (۶). با ایجاد ضعف فیزیولوژیک در درختان، زمینه حمله آفات و بیماری‌های مختلف به آن‌ها فراهم گردیده و درخت دیگر توان تحمل در برابر این‌همه ناملایمت را ندارد و به سمت خشکیدگی و زوال می‌رود (۱۲). درختان نسبت به تنش ناشی از خشکسالی طولانی واکنش نشان داده و دچار خزان و خشکیدگی می‌شوند. خزان درختان ناشی از تبدیل نشاسته ذخیره شده در ریشه‌ها به قند با هدف حمایت از ادامه حیات و متابولیسم درختان است، اما به یکباره ذخیره درختان تهی شده و آنها قادر به حفظ وضعیت موجود نبوده و خشک می‌شوند

(۱۴). در فرآیندهای فیزیولوژیک آب علاوه بر رفع نیازهای آبی گیاه، در انتقال عناصر معدنی از خاک به گیاه و نیز تبادلات مواد در درون گیاه نقش حیاتی دارد. زمانی که رطوبت خاک کاهش می‌یابد، نقل و انتقال مواد معدنی از خاک به گیاه دچار اختلال شده و درخت دچار تنش می‌شود (۶). با کاهش تدریجی رطوبت خاک، روند تبادلات مواد معدنی در پیکره گیاه به هم خورده و وضعیت رشد درختان مختل شده و حتی به بافت‌ها و اندام‌های آنها آسیب می‌رسد (۱۴). اثرات منفی کمبود آب و رطوبت خاک در فصل رشد درختان و گیاهان دو چندان شده و در نتیجه آن، مواد معدنی کمتری جذب ریشه‌ها شده و موجب می‌گردد که رشد رویشی و زایشی درختان کاهش یابد (۹، ۳۴).

مصادیق و موارد تغییر اقلیم در سطح منطقه مورد مطالعه شامل کاهش نزولات جوی، کمیاب شدن یا عدم بارش برف در مناطق کوهستانی و کوه‌هایی که در گذشته در فصول سرد سال دارای پوشش برف و یخبندان بودند. افزایش ناپایداری جبهه‌های هوای سرد و کاهش شدید و یا در مواردی عدم وجود یخبندان در مناطق کوهستانی منطقه، خشک شدن آب رودخانه‌های دائمی از قبیل رودخانه‌های چله و سرمست و پایین رفتن سطح آب چاه‌ها، افزایش محسوس دمای هوا و به تبع آن خشکیدگی برخی گونه‌های درختی از قبیل بلوط ایرانی، افزایش دوره فصل رویش گیاهی و در مواقعی عدم خزان در برخی گونه‌ها در فصل سرد، گلدهی زودرس یا ناموقع برخی گونه‌ها در اواسط فصل زمستان عدم توقف چرخه زیستی برخی حشرات و خزندگان در فصل سرد سال. تغییر اقلیم از قبیل درجه حرارت ملایم‌تر در زمستان و فصل رویشی طولانی‌تر ممکن است باعث حمله حشرات آفت و بیماری‌ها شود که در گذشته مشکلات قابل توجهی به حساب نمی‌آمدند. در حالی که تغییر اقلیم بر پتانسیل شیوع حشرات به شکل‌های متنوعی تأثیر می‌گذارد، ارتباط مستقیم بین درجه حرارت فصلی و افزایش جمعیت نشان می‌دهد که گرمایش اقلیمی ممکن است زیاد بوده و موجب افزایش نگرانی شود (۱۱). در راستای تایید نتایج تحقیق جاری، (۲۳) در بررسی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر خشکیدگی بلوط ایرانی در استان ایلام دریافتند در بین عوامل مؤثر بر خشکیدگی بیشترین وزن شامل معیار خشکسالی و تغییر اقلیم (۰/۲۸۹) و کمترین وزن برای معیار مشخصات کمی و کیفی درخت و خصوصیات جنگل‌شناسی آن (۰/۰۹۷) بودند. سایر معیارها به ترتیب میزان اهمیت شامل آفات و بیماری‌ها (۰/۱۹۴)، عوامل انسانی و دام (۰/۱۹۲)، آلودگی هوا (۰/۱۲۳) و کیفیت رویشگاه (۰/۱۰۵) گزارش شدند.

نتایج آماربرداری زمینی نشان داد فراوانی و موجودی فرم دانه‌زاد گونه بلوط ایرانی در دوره دوم نسبت به دوره اول کاهش یافته است به عنوان مثال مقدار سطح مقطع در هکتار بلوط ایرانی از ۱۵/۲ در آماربرداری مرحله اول به ۹/۴ در آماربرداری مرحله دوم کاهش یافته است. تاکنون مطالعه مشابهی در مورد پایش موجودی جنگل‌های بلوط ایرانی در طی زمان انجام نشده است که بتوان برای مقایسه و بحث از نتایج آن استفاده نمود اما برخی آمارهای پراکنده مربوط به

این منظور هستند. در مواقع بروز آتش‌سوزی نیز درختان کاملاً خشکیده سرپا و افتاده بیشتر از سایر درختان طعمه حریق می‌گردند. وجود درختان سرپا و افتاده خشکیده در جنگل عامل موثری در افزایش فراوانی و شدت آتش‌سوزی در جنگل‌های زاگرس می‌باشد که در سالیان اخیر به شدت افزایش یافته است. در حالت اولیه ماده سوختنی در کف جنگل شامل پوشش‌های علفی می‌باشد که منجر به ایجاد آتش‌سوزی سطحی می‌گردد. اما بعد از وقوع پدیده زوال بلوط وجود درختان خشکیده اعم از سرپا و افتاده منجر به تغییر رژیم آتش‌سوزی از سطحی به تاجی می‌گردد که به مراتب خطرناک‌تر و شدیدتر است.

استنباط اینکه آیا تغییرات در پراکنش، فراوانی و خشکیدگی بلوط ایرانی در واکنش به تغییرات اقلیمی اتفاق می‌افتد، به دلیل عدم وجود سری‌های زمانی طولانی و باکیفیت در ارتباط با پراکنش این گونه، و تا حدودی به دلیل اقدامات گسترده با هدف تغییر کاربری در اکثر سیمای سرزمین دشوار است اما مطالعه حاضر بر وجود ارتباط بین تغییر عناصر اقلیمی و زوال بلوط صحنه می‌گذارد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد نقش نوسانات عناصر اقلیمی بر زوال گونه بلوط ایرانی غیرقابل انکار است. زیرا تغییر عناصر اقلیمی، تغییر رژیم هیدرولوژیک و بروز تنش‌های خشکی شدید عاملی است تا درختان نتوانند رطوبت مورد نیاز خود را به اندازه کافی به دست آورده و دچار ضعف فیزیولوژیک شوند. ضعف فیزیولوژیک در درختان، زمینه حمله آفات و بیماری‌های مختلف به آن‌ها را فراهم نموده و درخت که دیگر توان مقاومت در برابر این مخاطرات را ندارد دچار خشکیدگی و زوال می‌گردد.

سالیان مختلف وجود دارد که به‌طور کلی کاهش موجودی این جنگل‌ها را در طی زمان گزارش نموده‌اند. به‌عنوان مثال، متوسط موجودی سرپا در طرح ذغال‌گیری شادمان در آذربایجان غربی در سال ۱۳۴۲، به‌طور متوسط ۹۲ سیلو در هکتار، در سری دوم طرح ذغال‌گیری مریوان ۳۲/۴ سیلو در هکتار در سال ۱۳۴۳، در طرح ذغال‌گیری هیانان ایلام به‌طور متوسط ۴۶/۴ سیلو در هکتار در سال ۱۳۴۳، به‌طور متوسط ۴۸/۷ سیلو در هکتار در طرح ذغال‌گیری منج در استان چهارمحال و بختیاری در دهه چهل، به‌طور متوسط کمتر از ۱۵ سیلو در هکتار در دهه ۸۰ شمسی کاهش یافته است (۲۲). وضعیت کیفی، سلامت و آلودگی بلوط ایرانی در دو دوره مورد بررسی کاملاً برعکس شده است. نتایج مقایسه وضعیت کیفی و سلامت بلوط ایرانی در دو دوره آماربرداری نشان می‌دهد میزان خشکیدگی در آماربرداری دوره اول در درجات اولیه خشکیدگی بیشتر بوده و در درجات بالاتر کاهش می‌یابد اما در دوره دوم میزان خشکیدگی در درجات بالاتر زیاد است که منجر به مرگ درختان بلوط می‌گردد.

مهمترین علت کاهش فراوانی درختان در درجات بالاتر وضعیت سلامتی و کیفی مربوط به عوامل انسانی و پیامدهای ناشی از آن می‌باشد. زیرا علی‌رغم توسعه ساختار استفاده از سوخت‌های فسیلی بسیاری از اهالی روستاهای مجاور عرصه‌های جنگلی همچنان از چوب درختان بلوط ایرانی برای مصارف سنتی و سوخت استفاده می‌کنند که منبع اصلی آن درختان خشکیده می‌باشد. گسترش رویکردهای تفرج و کمپینگ در مناطق جنگلی توسط گردشگران بومی و غیربومی از دیگر عوامل موثر در این زمینه است زیرا به شدت به چوب و هیزم وابسته‌اند و درختان خشکیده بهترین منبع ممکن برای

منابع

1. Afshar, M., E. Jahantab, Z. Javadani Gandmani, Kh. Ahmadi and A. Hosseini. 2010. Study of medicinal species of oak (*Quercus Persica*) in Zagros forests (Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad provinces). First National Conference on Medicinal Plants. 1-10 (In Persian).
2. Aghajani, H., M.R. Marvie Mohadjer, E. Bari, K.M. Ohno, A. Shirvany and M.R. Asef. 2018. Assessing the biodiversity of wood decay fungi in northern forests of Iran. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences, 88(4): 1463-1469.
3. Ahmadi, Sh., Q. Zahedi Amiri and M. Marvi Mohajer. 2016. Preparation of Persian oak (*Quercus brantii* Lindl.) Map using geostatistical method in Boram plain of Fars province. Iranian Forest and Poplar Research, 24(3): 439-450 (In Persian).
4. Allen, C., A.K. Macalady, H. Chenchouni, D. Bachelet, N. McDowell, M. Vennetier, T. Kitzberger, A. Rigling, D. Breshears, (Ted) E.H. Hogg, P. Gonzalez, R. Fensham, Z. Zhang, J. Castro, N. Demidova, J. Lim, G. Allard, S. Running, A. Semerci and N. Cobb. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. Forest Ecology and Management, 259(4): 660-684.
5. Alirezaee, Z., A. Gandomkar, M. Khodaghali and A. Abassi. 2019. Spatiotemporal Dynamics of Oak Forest of Zagros in Response to Drought Case Study: Oak Forest of Lorestan. Iranian Forest Journal, 17(1): 107-123 (In Persian).
6. Arend, M., T. Kuster, M.S. Günthardt-Goerg and M. Dobbertin. 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.
7. Attarod, P., S. Sadeghi, F. Taheri Sartshanzizi, S. Saroei, P. Abbasian, M. Masihpour, F. Kordastami, and A. Drikundi. 2015. The effect of climatic factors and evapotranspiration on the decline of Central Zagros forests in Lorestan province. Research on protection and conservation of forests and rangelands of Iran, 13(2): 97-112 (In Persian).
8. Attarod, P., S. Biranvand, M. Asgari, N. Fanaei and M. Hashemzadeh. 2021. The effect of rainfall fluctuations on the decline of forests in the Zagros vegetation zone in Ilam and Lorestan provinces. Iranian Forest Journal, 13(2): 141-154 (In Persian).
9. Azim Nejad, Z., Z. Bادهیان and A. Rezaei Nejad. 2021. The relationship between Iranian oak decline (*Quercus brantii* Lindl.) and some properties of soil and determining the ecophysiological responses of this. Iranian Forest Journal, 13(3): 221-236 (In Persian).

10. Baghideh, M., A. Entezari, Y. Babaei and M. Abbasnia. 2013. Identification of optimal climatic zones for oak forest restoration (Case study: Kermanshah province). *Geography and environmental sustainability*, 3(6): 121-142 (In Persian).
11. Bale, J., G. Masters, I. Hodkinson, C. Awmack, T. Bezemer, V. Brown, J. Butterfield, A. Buse, J. Coulson and J. Farrar. 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global change biology*, 8: 1.
12. Batos, B., Z. Miletic, S. Orlovic and D. Miljkovic. 2010. Variability of nutritive macroelements in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) leaves in Serbia. *Genetika*, 42(3): 435-453.
13. Buras, A., A. Rammig and Ch. Zang. 2021. The European Forest Condition Monitor: Using Remotely Sensed Forest Greenness to Identify Hot Spots of Forest Decline, 12: 2355.
14. Clatterbuck, W.K. and B. Kauffman. 2006. Managing oak decline. A Regional Peer-Reviewed Technology Extension Publication University of Kentucky's Cooperative Extension Publication, 6 p.
15. Delavar, A. 2020. Theoretical and practical foundations of research in humanities and social sciences. Roshd Publications, 432 p (In Persian).
16. Fettig, Ch., K. Klepzig, R. Billings, A. Munson, T. Nebeker, J. Negron and J. Nowak. 2007. The effectiveness of vegetation management practices for prevention and control of bark beetle infestations in coniferous forests of the western and southern U.S. *Forest Ecology and Management*, 238: 24-53.
17. Heydarian Aghakhani, M., R. Tamratash, Z. Jafarian, M. Torkash Esfahani and M. Tatian. 2017. Predicting the effect of climate change on Iranian oak (*Quercus brantii*) using modeling of species distribution for conservation planning. *Environmental Science*, 43(3): 497-511 (In Persian).
18. Hosseinzadeh, J. and A. Najafifar. 2016. Study of Association between Diameter and Height of Trees and Decline Distribution in Oak Forest Stands of Ilam Province. *Wood and Forest Science and Technology Research*, 23(2): 75-87 (In Persian).
19. Gebeyehu, M. and F. Hirpo. 2019. Review on Effect of Climate Change on Forest Ecosystem. *International Journal of Environmental Sciences and Natural Resources*, 17(4): 555968.
20. Gheibi, F., A. Pirzadian and M. Mosaghi. 2021. Introducing the Joint Action Plan of the Forests, Rangelands and Watershed Management Organization of the country in the management of Zagros Ecologists. *Forest and Rangeland Quarterly*, (116): 8-19.
21. Jafari, M., A. Hosseini, S. Asgari, A. Najafifar and M. Tahmasebi. 2021. Evaluation of oak forest drought in physiographic and land use units in Ilam province using Landsat 8 satellite images. *Ecology of Iranian forests*, 9(18): 9-1 (In Persian).
22. Jandl, R., P. Spathelf, A. Bolte and C. Prescott. 2019. Forest adaptation to climate change is non-management an option? *Annals of Forest Science*, 76: 48.
23. Jazirei, M.H. and M. Ebrahimi Rostaghi. 2013. *Zagros Forestry*. University of Tehran Press, Second Edition. 600 p (In Persian).
24. Karamian, M. and J. Mirzaei. 2020. The most important factors affecting the drying of Persian oak (*Quercus brantii*) in Ilam province. *Ecology of Iranian Forests*, 8(15): 93-103 (In Persian).
25. Karimi, P. and R. Nasr. 2012. Methods of analyzing interview data. *Research grade in humanities*, 4(1): 71-94.
26. Khodakarami, Y. 2017. Background of the decline of Zagros oak forests. *Nature of Iran*, 2(1): 37-30 (In Persian).
27. Kooch Soltani, S., A. Alesheikh, B. Ghermezcheshmeh and S. Mehri. 2018. An evaluation of potential Oak decline Forest of the Zagros using GIS, RS, FAHP methods. *Iranian journal of Ecohydrology*, 5(2): 713-725 (In Persian).
28. Mirzaei, M., A. Bonyad, R. Akhavan and R. Naqdi. 2019. Drought modeling of Iranian oak trees under the influence of physiographic factors in Dalab Ilam forests. *Forest research and development*, 5(2): 329-342.
29. Palik, B., A. D'Amato, J. Franklin and K. Norman. 2020. *Ecological Silviculture: Foundations and Applications*. Waveland Press, 343.
30. Panahi, H. and N. Ismaeil Darjani. 2020. Investigating the effect of global warming and climate change on economic growth (Case study: Iranian provinces during 2001-2011). *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(1): 79-88 (In Persian).
31. Pourhashmi, M., H. Jahangazi Gojani, J. Hosseinzadeh, S.K. Bradbar, Y. Iranmanesh and Khodakarami, Y. 2016. The history of oak decline in Zagros forests. *Journal of Iran Nature*, 2(1): 30-37 (In Persian).
32. Pourhashemi, M. and M. Sadeghi. 2020. A review of the ecological causes of oak decay in the forests of Iran. *Ecology of Iranian forests*, 8(16): 164-148 (In Persian).
33. Sallé, A., J. Cours, E. Le Souchu, C. Lopez-Vaamonde, S. Pincebourde and C. Bouget. 2021. Climate Change Alters Temperate Forest Canopies and Indirectly Reshapes Arthropod Communities. *Front. For. Glob. Change* 4: 710854.
34. Sedaghat, M. and H. Nazari-pour. 2015. Temporal-spatial changes of cold period rainfall in Iran (1950-2009). *Natural Geography Research (Geographical Research)*, 47(3): 421-433 (In Persian).
35. Sohar, K., S. Helama, A. Laanelaid, J. Raisio and H. Tuomenvirta. 2014. Oak decline in a southern finish forest as affected by drought sequence. *Geochronometria*, 41(1): 92-103.
36. Spies, T., T. Giessen, F. Swanson, J. Franklin, D. Lach and K. Norman. 2010. Climate change adaptation strategies for federal forests of the Pacific Northwest, USA: ecological, policy, and socio-economic perspectives. *Landscape Ecology*, 25(8): 1185-1199.
37. Vose, J.M., D.L. Peterson, T. Patel-Weynand. 2012. Effects of climatic variability and change on forest ecosystems: a comprehensive science synthesis for the U.S. forest sector. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-870. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 265 p.
38. Zarafshar, M., M. Neghdar Saber, H. Jahanbazi Gojani, M. Pourhashemi, K. Bordbar, M. Matinizadeh and A. Abbasi. 2020. Drying of pure masses of Persian oak (*Quercus brantii* Lindl.) In the forests of South Zagros, Koochmorehsorkhi region of Fars province. *Iranian Forest Journal*, 12(2): 291-303 (In Persian).
39. Zobeiri, M. 2009. *Forest Survey (Tree and Forest Measurement)*, University of Tehran publication, 4th Edition. 424 p (In Persian).

Study of Climate Change on the Structure and Decline of Persian Oak (*Quercus brantii* Lindl.) in Zagros Ecosystems (Case study: Forests of Gilan-e-Gharb County)

Mohsen Javanmiripour¹, Jabar Valipour² and Ali Hasanzadeh³

-
- 1- Ph.D. in Forest Sciences, Forests, Rangelands and Watershed Management Organization, Kermanshah, Iran,
(Corresponding author: mjavanmiri@ut.ac.ir)
2- Ph.D. Student in Plant Protection, General Department of Natural Resources and Watershed Management of
Kermanshah Province, Kermanshah, Iran
3- Ph.D. in Climatology, General Department of Natural Resources and Watershed Management of Kermanshah
Province, Kermanshah, Iran

Received: 13 March, 2022 Accepted: 1 May, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: For about two decades, the Zagros forests have been facing a declining issue, and the effects of this crisis are visible in various regions.

Material and Methods: In the current study, the effect of climate change on the decline of Persian oak in the Zagros forest stands is probed using meteorological data and sample plots over time. To conduct this research, in order to collect field data, a regular random sampling model with fixed sample plots with two sampling periods in 1998 and 2018 was used. Furthermore, the trend of four climatic elements of precipitation, temperature, frost, and relative humidity in Gilan-e-Gharb station from 1988 to 2018 was studied.

Results: The results showed that the frequency and stock of Persian oak species in the second period compared to the first period was decreased. The cross-sectional per hectare of Iranian oak was decreased from 5.2 in the first stage sampling to 4.4 in the second sampling. The results of comparing the quality and health conditions in two samples showed that in the first period, 11.9% of Persian oak trees were decayed and dried, while in the second period it was 71.55%. The oak decline rate in the second-period sampling was higher in health and quality grades 2 and 1 (41.9% and 28.5%, respectively) and was decreased in grades 4 and 5 (8.2% and 3/1%, respectively). However, the deterioration in higher degrees leads to the death of Persian oak trees. The Mann-Kendall analysis results of climatic elements showed that during the study period, the trend of precipitation, frost, and relative humidity was decreasing and the temperature was increasing. In the first decade and to some extent in the second decade, noticeable stability was observed in the studied indices, but in the third decade, there were many fluctuations.

Conclusion: According to the obtained results, it can be said that climate change and the occurrence of severe drought stresses cause oak trees to suffer from physiological weakness. By creating physiological weakness in the trees, the conditions for the invasion of pests and various diseases are provided to them and the oak tree goes to dryness and decay.

Keywords: Climatic elements, Oak decline, Physiological processes, Structural features, Time series, Zagros ecosystems