



## ارزیابی کیفیت تنه درختان دانه‌زاد بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در ارتباط با طبقه قطری و ارتفاع از سطح دریا در جنگل‌های ایلام

جعفر حسین‌زاده<sup>۱\*</sup>، یاسر کریمی<sup>۲</sup>، نرگس پردل<sup>۳</sup> و حمیدرضا ناجی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>دانشیار گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام

<sup>۲</sup>آ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم جنگل، دانشگاه ایلام، ایلام

<sup>۳</sup>دانشجوی دکتری علوم جنگل، دانشگاه ایلام، ایلام

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۰)

### چکیده

**مقدمه:** جنگل‌های بلوط زاگرس با وجود ارزش‌های بی‌مانند زیست‌محیطی و اقتصادی، با چالش‌های متعددی از جمله قطع درختان، تغییر کاربری اراضی، چرای بی‌رویه دام و فعالیت‌های کشاورزی روبه‌رو هستند که فشار شدیدی بر سلامت و کیفیت درختان وارد می‌آورد. این عوامل مخرب سبب پوسیدگی در تنه، خشکیدگی تاج و تنه، ایجاد زخم و حفره و دیگر ناهنجاری‌ها می‌شود و تداوم این روند تخریبی، به‌ویژه تحت تأثیر گرمایش زمین، ممکن است به تضعیف جمعیت گونه‌های جنگلی و تهدید جدی برای آینده جنگل‌های بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) منجر شود. هدف این پژوهش ارزیابی کیفیت ظاهری تنه درختان بلوط در جنگل‌های زاگرس به‌منظور شناسایی و تحلیل آسیب‌ها و نقایص گوناگون برای مدیریت پایدار و حفظ سلامت جنگل‌هاست.

**مواد و روش‌ها:** در این تحقیق، به ارزیابی کیفیت تنه درختان بلوط ایرانی در سه طبقه ارتفاعی مختلف شامل پایین‌بند (قلارنگ ۱۴۰۰-۱۱۵۰ متر)، میان‌بند (سیوان ۱۶۵۰-۱۴۰۰ متر) و بالا‌بند (مانشت ۱۹۰۰-۱۶۵۰ متر) در جنگل‌های زاگرس پرداخته شد. برای تحلیل جامع آسیب‌ها و نقایص تنه درختان، از الگوی ارزیابی لاریو استفاده شد که شامل شناسایی و طبقه‌بندی نقایص به دسته‌های مختلف مانند حفره‌ها، زخم‌ها و دیگر ناهنجاری‌ها براساس ظاهر درختان است. این الگو ابزار مفیدی برای درک و مدیریت وضعیت سلامت درختان و بهبود روش‌های حفاظت از جنگل‌ها به شمار می‌رود و نتایج مؤید کاربرد مؤثر این الگو در مدیریت پایدار جنگل‌های زاگرس است.

**یافته‌ها:** نتایج این پژوهش نشان داد که درختان در طبقه‌های ارتفاعی و قطری مختلف، آسیب‌دیدگی‌های متفاوتی داشتند. درختان دارای قطر کمتر از ۳۵ سانتی‌متر بیشتر در معرض آسیب‌های مختلف مانند زخم‌ها، حفره‌ها و خشکیدگی در تنه بودند. درختان طبقه قطری دوم (بیشتر از ۳۵ سانتی‌متر) آسیب‌دیدگی کمتری داشتند. در ارتفاعات پایین‌بند، بیشترین آسیب‌دیدگی مشاهده شد و به‌ویژه درختان دارای قطر کمتر از ۳۵ سانتی‌متر آسیب‌های بیشتری را تجربه کردند. تفاوت‌های معنی‌داری بین طبقه‌های قطری و ارتفاعی در مناطق مختلف وجود داشت که نشان‌دهنده تأثیر شرایط اکولوژیکی و ساختار درختان بر آسیب‌دیدگی آنهاست. همچنین تخریب‌های انسانی، حضور دام، انگیزه‌های اقتصادی مانند کشت زیرآشکوب و سرشاخه‌زنی در منطقه پایین‌بند موجب ضعف فیزیولوژیک درختان، ایجاد حفره و زخم، آسیب‌های فیزیکی و در نتیجه خشکیدگی، زوال درخت و کاهش پایه‌های درختان سالم شد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که الگوی لاریو در جنگل‌های زاگرس ایلام به‌عنوان یک ابزار علمی کارآمد و مؤثر می‌تواند نقش مهمی در ارزیابی و مدیریت این جنگل‌ها داشته باشد. این الگو با سنجش شاخص‌های مختلف، وضعیت سلامت جنگل‌ها را ارزیابی می‌کند. این ارزیابی‌ها به مدیران منابع طبیعی امکان می‌دهد که با اطلاعات دقیق‌تری درباره وضعیت جنگل‌ها، تصمیمات مؤثرتری برای حفظ و احیای این منابع ارزشمند بگیرند. استفاده از الگوی لاریو می‌تواند به بهبود مدیریت پایدار، کاهش آسیب‌های ناشی از بهره‌برداری غیرمجاز و افزایش پایداری اکوسیستم‌های جنگلی زاگرس کمک کند. به این ترتیب، این الگو به‌عنوان یک ابزار علمی مؤثر، نقش کلیدی در حفظ و تقویت پایداری جنگل‌های زاگرس دارد.

**واژه‌های کلیدی:** آسیب‌های تنه، الگوی لاریو، بلوط ایرانی، جنگل‌های زاگرس، کیفیت تنه درختان.

## مقدمه

برابر آفات و بیماری‌ها، باد و آتش‌سوزی مقاوم‌ترند و از تاجی سالم و شاداب‌تر برخوردارند (Larrieu et al., 2017). ارزیابی سلامت و کیفیت تنه درخت شامل بررسی‌های ظاهری، فیزیکی و شیمیایی برای تشخیص نشانه‌های بیماری، پوسیدگی و آسیب‌های مکانیکی است (Winter et al., 2008). تنه درخت به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین ساختارهای پشتیبانی‌کننده و تغذیه‌کننده درخت، نقش مهمی در سلامت کلی آن دارد (Rondeux & Sánchez, 2012). بنابراین ترک‌ها و آسیب‌های مکانیکی یکی از شاخص‌های مهم سلامت تنه درخت محسوب می‌شوند. این ترک‌ها و زخم‌ها می‌توانند به‌عنوان ورودی‌هایی برای نفوذ عوامل بیماری‌زا به داخل تنه عمل کنند. نفوذ این عوامل بیماری‌زا ممکن است سبب پوسیدگی و ضعف ساختاری درخت شود (Ranius et al., 2009).

روش‌های متعددی برای ارزیابی سلامت درختان وجود دارد که از جمله می‌توان به ارزیابی ظاهری اشاره کرد. این روش شامل مشاهده مستقیم تنه درخت برای شناسایی نشانه‌های خارجی بیماری، پوسیدگی، ترک‌ها و دیگر آسیب‌هاست (Lindenmayer & Franklin, 2006). استفاده از ابزارهای مکانیکی مانند مقاومت‌سنج<sup>۱</sup> نیز برای شناسایی پوسیدگی داخلی کاربرد دارد. این ابزار با اندازه‌گیری مقاومت چوب در برابر نفوذ سوزن، می‌تواند پوسیدگی‌های داخلی را تشخیص دهد (Tomppo et al., 2010). افزون‌بر این، روش‌های صوتی و فراصوت شامل ارسال امواج صوتی یا فراصوت از طریق تنه درخت و اندازه‌گیری سرعت انتقال این امواج هستند. کاهش سرعت انتقال امواج ممکن است نشان‌دهنده پوسیدگی یا وجود حفره‌های داخلی باشد (Carvalho & Vasconcelos, 2014). همچنین روش‌های نوری مثل تصویربرداری مادون قرمز برای شناسایی نواحی آسیب‌دیده و بررسی تغییرات در

رشته‌کوه زاگرس، وسیع‌ترین و اصلی‌ترین رویشگاه گونه‌های مختلف بلوط در ایران است (Izadi & Sohrabi, 2022). در میان تنوع زیستی غنی این رشته‌کوه، بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) به‌عنوان گونه‌ای غالب در زاگرس جنوبی، نقشی مهم در حفظ تعادل اکولوژیکی و پایداری این سرزمین دارد (Norouzi et al., 2023). تنها ۷ درصد از جنگل‌های زاگرس شکل رویشی دانه‌زاد دارند و ۹۳ درصد شکل پرورشی شاخه‌زاد و دانه و شاخه‌زاد دارند. پایه‌های دانه‌زاد در آشکوب فوقانی و پایه‌های شاخه‌زاد در آشکوب تحتانی رویش دارند (Sharrietnejad & Ebrahimi Rastaqi, 1996).

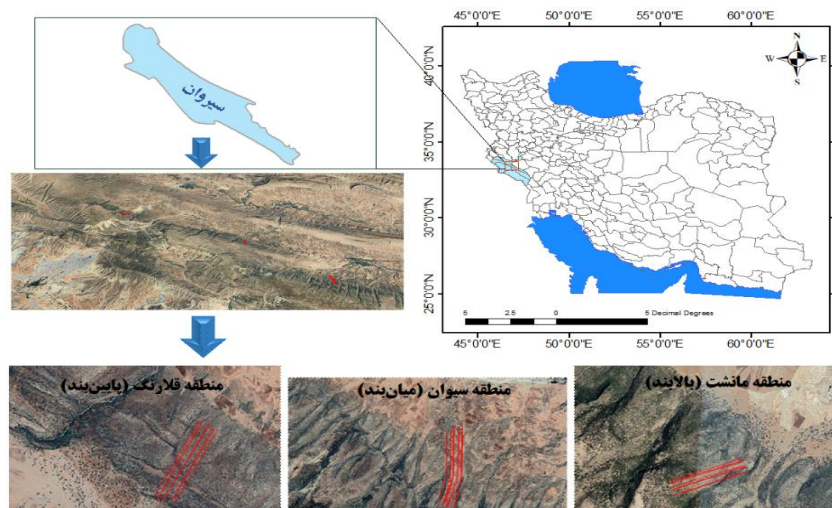
جنگل‌های بلوط زاگرس با وجود ارزش‌های بی‌مانند زیست‌محیطی و اقتصادی، متأسفانه با چالش‌های متعددی از جمله قطع درختان و تغییر کاربری توسط جوامع محلی برای تأمین نیازهای چوبی و سوختی، چرای بی‌رویه دام، فعالیت‌های کشاورزی در عرصه‌های جنگلی و استفاده از بذر بلوط به‌عنوان علوفه دام روبه‌رو هستند (Norouzi et al., 2023). این عوامل مخرب، فشار شدیدی بر درختان و توده‌های جنگلی وارد می‌کنند که پیامدهای آن در سلامت و کیفیت درختان، به‌صورت پوسیدگی تنه، خشکیدگی تاج و تنه، حفره، زخم پوست و دیگر ناهنجاری‌ها آشکار است (Johnstone et al., 2010). تداوم این روند تخریبی و تشدید آن به‌واسطه پدیده گرمایش زمین، در ۵۰ تا ۱۰۰ سال آینده می‌تواند به تضعیف جمعیت بسیاری از گونه‌های جنگلی در رویشگاه‌های کنونی و مخاطرات جدی برای آینده جنگل‌های بلوط ایرانی منجر شود (Norouzi et al., 2023). در چنین شرایطی، ارزیابی کیفیت و سلامت درختان به‌عنوان شاخصی حیاتی برای حفظ و نگهداری خدمات مختلف جنگل از اهمیت زیادی برخوردار است. وضعیت سلامت تنه، از عوامل تعیین‌کننده طول عمر و پایداری درختان است و درختانی با تنه سالم در

## مواد و روش‌ها

### منطقه پژوهش

این پژوهش در مورد درختان دانه‌زاد بلوط ایرانی در سه توده جنگلی واقع در قلارنگ، سیوان و مانشت واقع در منطقه سیروان در استان ایلام انجام گرفت. منطقه پژوهش با وسعت ۳۳ هزار هکتار، در طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی واقع شده است (شکل ۱). متوسط بارندگی سالانه ۵۵۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۷ درجه سانتی‌گراد است. براساس طبقه‌بندی آمبرژه، منطقه دارای اقلیم نیمه‌مرطوب سرد و از نظر خاک‌شناسی شامل دو رده خاک آنتی‌سول و اینسپتی‌سول است (Mirzaei, 2018). دامنه تغییرات ارتفاعی منطقه بین ۱۰۵۰ تا ۲۶۵۰ متر از سطح دریاست (Darvishnia et al., 2012). بنابراین، براساس تفاوت‌های اکولوژیکی و میکروکلیمایی منطقه، تطابق با موقعیت جغرافیایی توده‌های جنگلی بررسی شده و تمرکز بر ویژگی‌های خاص جنگل‌های زاگرس، سه طبقه ارتفاع از سطح دریا (Cheraghi et al., 2018) شامل پایین‌بند (قلارنگ ۱۱۵۰-۱۴۰۰ متر)، میان‌بند (سیوان ۱۶۵۰-۱۴۰۰ متر) و بالابند (مانشت ۱۶۵۰-۱۹۰۰ متر) انتخاب شد. انتخاب این محدوده‌های ارتفاعی با هدف افزایش دقت تحلیل و ارائه نتایج علمی منطقی انجام گرفت. فاصله‌های ۲۵۰ متری در این دسته‌بندی، به‌طور خاص برای تفکیک بهتر شرایط محیطی و پوشش گیاهی طراحی شد. این رویکرد هم با شرایط محلی منطقه سازگار است و هم امکان تحلیل دقیق‌تر تغییرات کیفی درختان بلوط در هر طبقه ارتفاعی را فراهم می‌کند و از تعمیم‌های کلی پرهیز می‌شود. در ارتفاعات مختلف نیز سیمای طبیعی منطقه متفاوت است (Emani Far et al., 2020). در مجاورت هر سه منطقه، تعدادی روستا واقع شده است. در منطقه مانشت، روستای قنات‌آباد، در منطقه قلارنگ، روستاهای شاه‌قلندر، ورمیان و باباشمس و در منطقه سیوان، روستای حسن‌گوداری قرار دارند.

ساختار داخلی تنه کاربرد دارد (Siitonen, 2012). این روش‌ها به‌طور جامع، ابزارهای علمی و دقیق برای ارزیابی سلامت درختان فراهم می‌آورند و به تشخیص و مدیریت مشکلات مربوط به سلامت درختان کمک می‌کنند. در این میان، ارزیابی چشمی سلامت درختان، هرچند ممکن است آسیب‌های داخلی را به‌طور کامل آشکار نکند، در مقایسه با روش‌های ابزاری مخرب، روشی مناسب‌تر و کم‌خطرتر محسوب می‌شود (Leong et al., 2012). در این زمینه Larrieu et al. (2018) در یک پژوهش جامع، نقایص تنه درختان زنده و خشک سرپا را در جنگل‌های گرمسیر و مدیترانه‌ای اروپا براساس هفت دسته (حفره‌ها، زخم‌های پوست و بیرون‌زدگی چوب، شاخه خشک تاج، زائده‌ها، بافت‌های قارچی و شبه‌قارچی، بافت‌های اپی‌فیتیک و اپی‌سیلیک و ترشحات) طبقه‌بندی و ارزیابی کردند. با توجه به اهمیت این نوع ارزیابی در حفظ سلامت و پایداری جنگل‌ها، در این پژوهش نیز ارزیابی کیفیت ظاهری تنه درختان بلوط در جنگل‌های زاگرس انجام گرفت. این ارزیابی‌ها در شناسایی و تحلیل انواع آسیب و نقص تنه درختان مؤثر است و برای مدیریت پایدار جنگل‌ها ضروری به نظر می‌رسد. به‌منظور پیشگیری از آسیب‌های گسترده‌تر، پایش سلامت تنه درختان باید به‌صورت مستمر، دوره‌ای و با استفاده از روش‌های مختلف انجام گیرد تا مشکلات به‌موقع شناسایی شوند (Larrieu, 2012). بنابراین یافته‌های این تحقیق می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در زمینه مدیریت پایدار جنگل‌های بلوط، حفظ و احیای گونه ارزشمند بلوط و همچنین ارتقای سلامت و پایداری توده‌های جنگلی ارائه دهد. همچنین پژوهش‌های جامع‌تر و همکاری بین‌المللی برای توسعه استانداردهای جهانی در ارزیابی سلامت تنه ضرورت دارد که می‌تواند به تبادل دانش و بهبود روش‌ها منجر شود (Winter & Möller, 2015).



شکل ۱- منطقه و رویشگاه‌های بررسی شده

Figure 1. The study area and habitats

مناطق، درختان نمونه‌برداری شده واجد شرایط طبیعی و مناسب برای ارزیابی کیفی تنه بودند. در هر منطقه، ۱۵۰ درخت و در مجموع ۴۵۰ درخت به‌عنوان حجم نمونه بررسی شد. افزون‌بر اندازه‌گیری مشخصات درختان، موقعیت ارتفاع از سطح دریا نیز برای هر یک ثبت شد. همه اطلاعات مربوط به آسیب‌های تنه درختان در قالب فرم‌های ویژه ثبت شد. درختان براساس آسیب‌های ظاهری ارزیابی شدند (Larrieu et al., 2018). در این ارزیابی، سه نوع آسیب تنه درختان شامل خشکیدگی، زخم پوست و حفره شناسایی شد. مقدار هر آسیب در هر منطقه به‌صورت درصدی از کل آسیب‌دیدگی‌های موجود در آن منطقه محاسبه شد. پس از شناسایی این آسیب‌ها و نقایص موجود در تنه درختان بلوط، دسته‌بندی و توصیف کلی آنها انجام گرفت. در نهایت، با بررسی سلامت و آسیب‌های تنه در مناطق بررسی‌شده، ارتباط آنها با طبقات ارتفاع از سطح دریا و قطر درختان به‌صورت آماری تحلیل شد.

#### روش تحلیل

برای ارزیابی همگنی و نرمال بودن داده‌ها، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها، تحلیل واریانس ANOVA و

#### شیوه اجرای پژوهش

ابتدا در هر یک از توده‌های جنگلی با توجه به وضعیت توپوگرافی، پنج ترانسکت خطی تصادفی با طول متغیر (۲۰۰ تا ۳۰۰ متری) و فاصله هر ترانسکت بین ۷۰ تا ۱۰۰ متر تعیین و پیاده شد. انتخاب درختان براساس معیار قطر برابرینه بود. در هر ترانسکت که از ارتفاعات پایین به سمت ارتفاعات بالایی هر توده و در جهت شیب بود، حداقل ۳۰ درخت دانه‌زاد بلوط که تاج آنها در مسیر خط ترانسکت قرار داشت، بررسی و اندازه‌گیری شدند. میانگین قطر درختان در منطقه بین ۲۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر متغیر بود. بیشتر درختان در طبقه‌های قطری پایین قرار داشتند، بنابراین برای بررسی تفاوت‌های ساختاری و کیفی میان درختان جوان‌تر و بالغ‌تر، درختان به دو طبقه قطری تا ۳۵ سانتی‌متر و بیشتر از ۳۵ سانتی‌متر تقسیم شدند تا تعداد درختان در هر طبقه قطری مساوی باشد. این آستانه قطر با توجه به مراحل مختلف رشد درختان و اهمیت اکولوژیکی آنها در جنگل‌های بلوط زاگرس انتخاب شده است. نمونه‌برداری‌ها از درختانی انجام گرفت که در توده‌های جنگلی با شرایط جنگل‌شناسی مشابه (از جمله تراکم توده، ترکیب گونه‌ای و فرم طبیعی درختان) قرار داشتند و با وجود تخریب در برخی

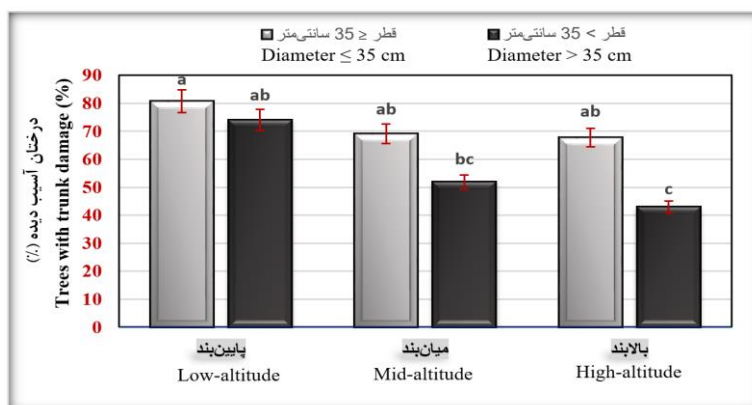


۳/۱۲ و صفر درصد و در ارتفاع بالابند، به ترتیب ۳/۱۸ و صفر درصد از درختان دارای انواع آسیب زخم در تنه بودند. نتایج نشان داد که بین طبقات قطری اول در میان‌بند و بالابند و طبقه قطری دوم در پایین‌بند تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. این اختلاف در طبقه قطری اول در پایین‌بند (در سطح ۵ درصد) معنی‌دار بود. همچنین درختان طبقه قطری اول در پایین‌بند بیشترین مقدار زخم را در پوست تنه خود دارند. همچنین در طبقه قطری دوم در بالابند و میان‌بند، هیچ درختی دارای آسیب زخم نبود (شکل ۳).

بررسی مقدار آسیب حفره در درختان نشان داد که در ارتفاعات پایین‌بند، ۸/۷۱ درصد درختان دارای آسیب در طبقه قطری اول و ۱۲/۰۳ درصد درختان دارای آسیب در طبقه قطری دوم، دچار آسیب از نوع حفره هستند. این ارقام به ترتیب در ارتفاعات میان‌بند، ۱۲/۷۹ و ۹/۱ درصد و در ارتفاعات بالابند، ۱۰/۸۲ و ۷/۵۵ درصد بود. بین طبقات قطری در همه ارتفاعات و همچنین بین هر سه منطقه میان‌بند، پایین‌بند و بالابند تفاوت معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) مشاهده شد. نتایج نشان داد که درختان طبقه قطری اول در میان‌بند دارای بیشترین مقدار حفره و درختان طبقه دوم قطری در بالابند دارای کمترین مقدار حفره در تنه خود هستند (شکل ۴).

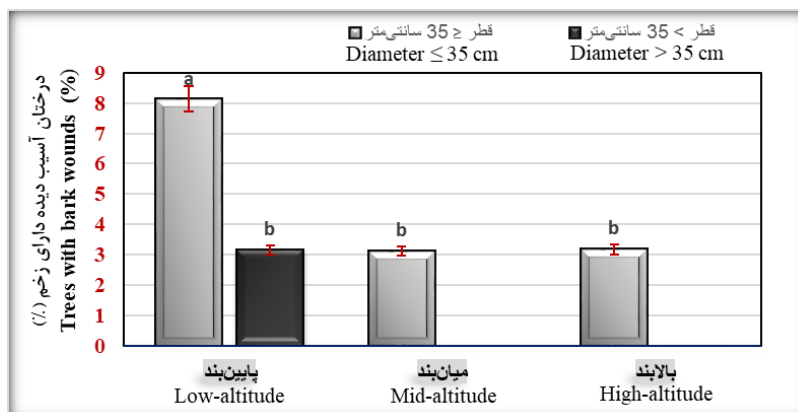
نتایج نشان داد که درختان در طبقات ارتفاعی و قطری مختلف، مقدار سلامت و آسیب‌دیدگی متفاوتی دارند. در ارتفاعات پایین‌بند، ۸۰/۷۴ درصد درختان طبقه قطری اول (تا ۳۵ سانتی‌متر) و ۷۴/۰۷ درصد درختان طبقه قطری دوم (بیش از ۳۵ سانتی‌متر) دارای حداقل یک نوع آسیب در تنه خود بودند. این مقادیر در ارتفاعات میان‌بند، به ترتیب ۶۹/۱۸ و ۵۱/۸۳ درصد و در ارتفاعات بالابند، ۶۷/۷۵ و ۴۲/۹۸ درصد کل درختان را شامل می‌شوند. نتایج نشان داد که بین طبقات قطری و طبقات ارتفاعی در هر سه منطقه تفاوت معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) وجود دارد. همچنین درختان طبقه قطری دوم در بالابند، کمترین درصد آسیب‌دیدگی تنه را داشتند، در حالی که درختان طبقه قطری اول در پایین‌بند، بیشترین درصد را دارا بودند. همچنین، درختان طبقه قطری بیشتر (طبقه دوم) نسبت به طبقه قطری کمتر (طبقه اول) دچار آسیب کمتری هستند و از این‌رو سالم‌تر محسوب می‌شوند (شکل ۲).

در بررسی انواع آسیب‌دیدگی تنه درختان، نتایج نشان داد که ۸/۱۴ درصد از درختان دارای انواع آسیب تنه در طبقه قطری کمتر از ۳۵ سانتی‌متر و ۳/۱۶ درصد در طبقه قطری بیش از ۳۵ سانتی‌متر، دارای زخم در پوست تنه بودند. این مقادیر در ارتفاع میان‌بند، به ترتیب



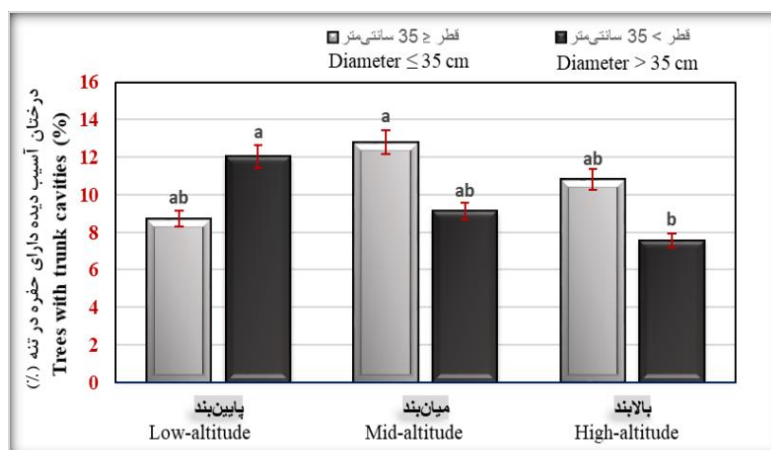
شکل ۲- توزیع فراوانی درختان آسیب‌دیده به تفکیک دو طبقه قطری در سه منطقه بررسی شده (حروف ناهمسان در ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است)

Figure 2. Distribution of damaged trees by diameter class in the three study areas (Different letters on the columns indicate significant differences at the 0.05 level)



شکل ۳- توزیع فراوانی درختان آسیب‌دیده دارای زخم در پوست تنه به تفکیک دو طبقه قطری در سه منطقه بررسی شده (حروف ناهمسان در ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است)

Figure 3. Distribution of the frequency of damaged trees with trunk bark wounds, categorized by two diameter classes across the three study areas (Different letters on the columns indicate significant differences at the 0.05 level)



شکل ۴- توزیع فراوانی درختان دچار آسیب حفره به تفکیک دو طبقه قطری در سه منطقه بررسی شده (حروف ناهمسان در ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است)

Figure 4. Distribution of the frequency of trees with cavity damage, categorized by two diameter classes across the three study areas (Different letters on the columns indicate significant differences at the 0.05 level)

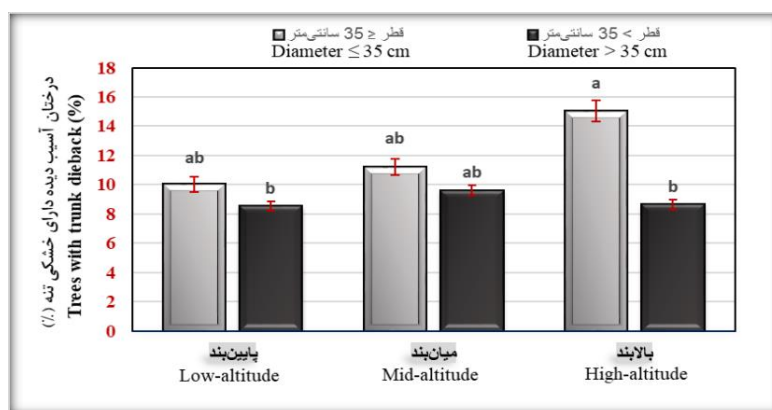
میان‌بند، همچنین طبقه قطری دوم در پایین‌بند و بالا‌بند اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. درختان طبقه قطری اول در بالا‌بند بیشترین و درختان طبقه قطری دوم در پایین‌بند، کمترین مقدار آسیب از نوع خشکیدگی تنه را دارا هستند (شکل ۵).

بررسی درختانی که دارای دو نوع آسیب حفره و زخم در ارتفاع پایین‌بند بودند نشان داد که در طبقه قطری اول، ۱۹/۰۸ درصد و در طبقه قطری دوم، ۱۶/۷۹ درصد از درختان دچار آسیب هستند. این ارقام به ترتیب در ارتفاع میان‌بند ۱۱/۸۲ و ۷/۹ درصد

بررسی مقدار آسیب خشکیدگی در تنه درختان نشان داد که در ارتفاعات پایین‌بند ۱۰/۰۲ درصد از درختان آسیب‌دیده در طبقه قطری کمتر از ۳۵ سانتی‌متر و ۸/۵۴ درصد در طبقه قطری بیش از ۳۵ سانتی‌متر، دچار آسیب از نوع خشکیدگی هستند. این ارقام به ترتیب در ارتفاعات میان‌بند ۱۱/۲۱ و ۹/۶۱ درصد و در ارتفاعات بالا‌بند ۱۵/۰۴ و ۸/۶۴ درصد است. نتایج نشان داد که بین طبقات قطری در پایین‌بند و بالا‌بند تفاوت معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) مشاهده شد. در طبقه قطری اول در پایین‌بند و

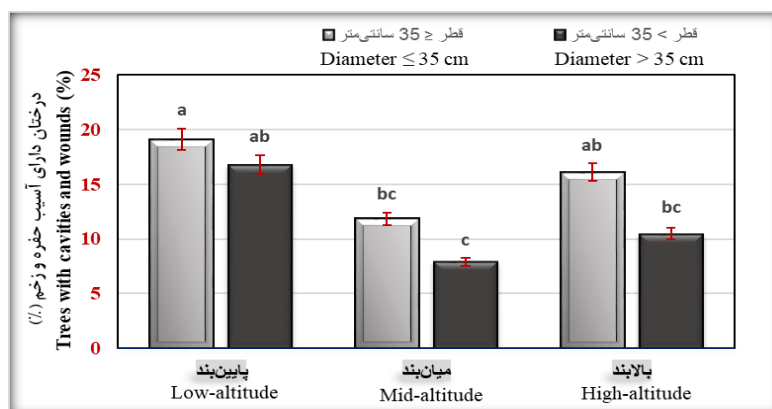
خشکیدگی با هم هستند. این ارقام به ترتیب در ارتفاع میان‌بند ۱۰/۸ و ۷/۵ درصد و در ارتفاع بالا‌بند ۱۱/۳۸ و ۷/۹ درصد است. براساس نتایج، بین طبقات قطری در میان‌بند و پایین‌بند اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) مشاهده شد و این اختلاف در پایین‌بند معنی‌دار نبود. ارتفاع پایین‌بند نیز دارای تفاوت معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) با ارتفاعات بالا‌بند و میانی است. درختان پایین‌بند (در هر دو طبقه قطری)، بیشترین و درختان طبقه قطری دوم در میان‌بند کمترین نرخ دو آسیب زخم و خشکیدگی با هم را داشته‌اند (شکل ۷).

و در ارتفاع بالا‌بند ۱۶/۱۰ و ۱۰/۴۷ درصد است. نتایج نشان داد که بین طبقات قطری و طبقات ارتفاعی در هر سه منطقه تفاوت معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) وجود دارد. همچنین درختان طبقه قطری اول در پایین‌بند بیشترین و درختان طبقه قطری دوم در میان‌بند کمترین مقدار آسیب همزمان حفره و زخم را دارا هستند (شکل ۶). بررسی درختان دارای دو آسیب زخم پوست و خشکیدگی تنه در ارتفاع پایین‌بند نشان داد که در طبقه قطری اول ۱۴/۳۸ درصد و در طبقه قطری دوم ۱۳/۸۷ درصد از درختان آسیب‌دیده، دارای زخم و



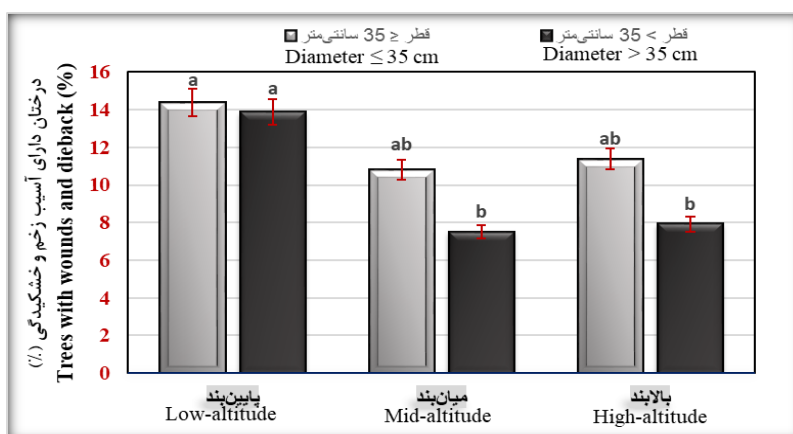
شکل ۵- توزیع فراوانی درختان دارای خشکیدگی در تنه به تفکیک دو طبقه قطری در سه منطقه بررسی شده (حروف ناهمسان در ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است)

Figure 5. Distribution of the frequency of trees with trunk dieback, categorized by two diameter classes across the three study areas (Different letters on the columns indicate significant differences at the 0.05 level)



شکل ۶- توزیع فراوانی درختان دارای دو آسیب حفره و زخم به تفکیک دو طبقه قطری در سه منطقه بررسی شده (حروف ناهمسان در ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است)

Figure 6. Distribution of the frequency of trees with both cavity and wound damage, categorized by two diameter classes across the three study areas (Different letters on the columns indicate significant differences at the 0.05 level)

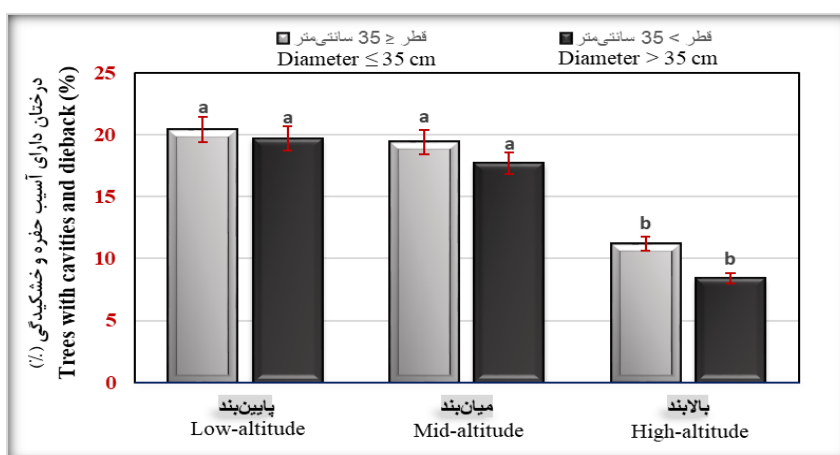


شکل ۷- توزیع فراوانی درختان دچار آسیب توأم زخم و خشکیدگی به تفکیک دو طبقه قطری در سه منطقه بررسی شده (حروف ناهمسان در ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است)

Figure 7. Distribution of the frequency of trees with combined wound and dieback damage, categorized by two diameter classes across the three study areas (Different letters on the columns indicate significant differences at the 0.05 level)

اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، ولی ارتفاع بالابند دارای تفاوت معنی‌دار (سطح ۵ درصد) با ارتفاعات پایین و میانی است. این نتایج نشان داد که درختان واقع در ارتفاعات پایین‌بند و میان‌بند، بیشترین مقدار آسیب توأم حفره و خشکیدگی را دارند. کمترین آسیب‌دیدگی توأم حفره و خشکیدگی با اختلاف معنی‌دار مربوط به ارتفاع بالابند است (شکل ۸).

براساس نتایج پژوهش، درختان دچار آسیب توأم حفره و خشکیدگی در ارتفاعات پایین‌بند در طبقه قطری اول ۲۰/۴۰ درصد و در طبقه قطری دوم ۱۹/۶۸ درصد هستند. این ارقام به ترتیب در ارتفاع میان‌بند ۱۹/۴۳ و ۱۷/۷۱ درصد و در ارتفاع بالابند ۱۱/۲۳ و ۸/۴ درصد است. بین طبقات قطری در همه ارتفاعات و همچنین بین ارتفاع میان‌بند با پایین‌بند



شکل ۸- توزیع فراوانی درختان دارای آسیب توأم حفره و خشکیدگی به تفکیک دو طبقه قطری و سه منطقه بررسی شده (حروف ناهمسان در ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد است)

Figure 8. Distribution of the frequency of trees with combined cavity and dieback damage, categorized by two diameter classes and three study areas (Different letters on the columns indicate significant differences at the 0.05 level)



شکل ۹- نمودار همبستگی بین آسیب‌های تنه درختان

Figure 9 - Correlation chart between trunk damages

چرای (Sassen & Sheil, 2013; Houghton, 2019). چرای بیش از حد دام‌ها نیز از عوامل مهم آسیب‌دیدگی درختان در مناطق جنگلی است (Yang et al., 2021). افزون‌بر این، تغییرات اقلیمی سبب بروز شرایطی همانند خشکسالی، گرما و سرما می‌شود که ممکن است به ضعف و آسیب‌پذیری بیشتر درختان منجر شود (Charrier et al., 2021; Magalhães et al., 2021). درختان دارای قطر کمتر، به دلیل ساختار فیزیکی ضعیف‌تر و حساسیت بیشتر، در برابر عوامل مخرب حساس‌ترند (Williams, 2020). این همخوانی بین پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که آسیب‌دیدگی تنه درختان در منطقه پایین‌بند جنگل‌های زاگرس نتیجه ترکیبی از عوامل انسانی و طبیعی است. فعالیت‌های انسانی مانند جمع‌آوری هیزم، چرای دام و ساخت‌وساز به صورت مستقیم به درختان آسیب می‌زنند و شرایط طبیعی مانند خشکسالی و سرما این آسیب‌ها را تشدید می‌کنند. به‌طور کلی، می‌توان انتظار داشت که در منطقه پایین‌بند، به دلیل خشکسالی‌های اخیر در جنگل‌های زاگرس (Alirezai et al., 2019) و نزدیکی مناطق بررسی‌شده به مناطق مسکونی، تخریب‌های انسانی، حضور دام و انگیزه‌های اقتصادی مانند کشت زیرآشکوب سبب آسیب‌دیدگی تنه درختان و ضعف فیزیولوژیکی آنها شده است که در نهایت در معرض

## بحث

در دهه‌های اخیر، جنگل‌های منطقه زاگرس، همانند دیگر جنگل‌های کشور، با چالش‌های متعددی روبه‌رو بوده‌اند. این چالش‌ها شامل خشکسالی، آتش‌سوزی، تغییر کاربری اراضی، قطع درختان، چرای بی‌رویه دام و به‌ویژه حمله آفات و بیماری‌ها می‌شود. ترکیب این عوامل سبب کاهش سطح جنگل‌ها، کاهش تراکم پوشش گیاهی در عرصه‌های طبیعی، کاهش یا نبود زادآوری گونه‌های مهم و گرم شدن هوا است (Hamzhepour et al., 2011). نتایج این پژوهش نیز نشان می‌دهد که درختان مناطق بررسی‌شده به آسیب‌دیدگی زیادی دچارند. به‌طور کلی، در منطقه پایین‌بند، بیشترین مقدار آسیب‌دیدگی تنه درختان مشاهده شد. همچنین درختان دارای آسیب توأم حفره و زخم در طبقه قطری اول منطقه پایین‌بند (۱۹/۰۸ درصد) بیشترین نسبت را نشان دادند (شکل ۶). به نظر می‌رسد نزدیکی این توده جنگلی به مناطق مسکونی و روستاها (روستای شاه‌قلندر، ورمیان و باباشمس) که با تخریب‌های انسانی همراه است، در این رابطه مؤثر باشد (Hashemi-Khabir et al., 2023). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که فعالیت‌های انسانی همچون جمع‌آوری هیزم و توسعه ساخت‌وساز به شدت بر تخریب جنگل‌ها و آسیب درختان تأثیر می‌گذارد

رفت‌وآمدهای مکرر به جنگل برای مصارف شخصی و دامداری، این عوامل سبب ایجاد زخم و آسیب در درختان شده است. افزون بر این، به دلیل خشکسالی، خشکی در این درختان بیشتر می‌شود و زخم‌ها به دلیل ناتوانی درختان در ترمیم، به حفره تبدیل می‌شوند. (Hamzhepour et al., 2011) نیز در بررسی خشکیدگی درختان بلوط ایرانی به نتیجه مشابهی دست یافتند.

افزون بر این نتایج نشان داد که درختان دارای آسیب زخم در طبقه قطری دوم ارتفاعات میان‌بند و بالابند (بدون آسیب) کمترین نسبت را در کل منطقه بررسی شده دارند. این پدیده ممکن است به دلیل مقاومت بیشتر درختان قطورتر، شرایط محیطی مطلوب‌تر و کاهش فشارهای زیستی در این مناطق باشد. با توجه به اینکه نزدیکی به مناطق مسکونی و روستاها در مناطق بررسی شده و به تبع آن، افزایش تخریب‌های انسانی مانند ایجاد زخم روی تنه درختان ناشی از قطع درختان، از عوامل اصلی ایجاد آسیب به درختان به شمار می‌رود (Hashemi-Khabir et al., 2023) در مناطق میان‌بند و بالابند نسبت به منطقه پایین‌بند، تعداد روستاهای نزدیک‌تر است و همچنین به دلیل محدودیت‌های دسترسی به ارتفاعات بالاتر، فعالیت‌های انسانی و تردد در این مناطق کاهش یافته است. این کاهش فعالیت‌های انسانی سبب کاهش ایجاد زخم‌های ناشی از چرا و دیگر فعالیت‌های مخرب بر تنه درختان می‌شود. به‌ویژه، درختان قطورتر که به دلیل ویژگی‌های ساختاری و زیستی خود نسبت به درختان با قطر کمتر مقاوم‌ترند، آسیب کمتری از زخم‌ها را تجربه کرده‌اند. نتایج پژوهش Tavankar et al. (2010) که به بررسی صدمات و مشخصات زخم‌های تنه درختان باقی‌مانده در اثر بهره‌برداری به روش چوبکشی زمینی پرداخته‌اند، نشان داد که مهم‌ترین عامل ایجاد زخم در درختان، دسترسی به جنگل و روش‌های بهره‌برداری از آن است. این نتایج با تحقیق حاضر تطابق دارد و نشان

حمله آفات قرار می‌گیرند و آسیب‌دیدگی‌های موجود در تنه محل تجمع آنها خواهد بود. نتایج پژوهش‌های (Jozian et al., 2016) در بررسی سوسک‌های چوبخوار بلوط و دشمنان طبیعی آنها در جنگل‌های استان ایلام و (Javanmiri Pour et al., 2011) با عنوان آشفستگی‌های انسانی مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده اکوسیستم و مدیریت پایدار جنگل‌های زاگرس در جنگل‌های بلوط منطقه قلاجه در استان کرمانشاه، مؤید این مطلب است.

نتایج همچنین نشان داد که در مجموع آسیب‌ها در طبقه قطری اول از طبقه قطری دوم بیشتر بوده است (شکل ۲). به نظر می‌رسد درختانی که قطر کمتری دارند، به دلیل ساختار فیزیکی ضعیف‌تر و حساسیت بیشتر به عوامل مخرب، بیشتر در معرض انواع آسیب قرار می‌گیرند. این درختان به‌طور معمول به دلیل داشتن دیواره‌های نازک‌تر و ضخامت و استحکام کمتر لایه‌های خارجی، در برابر زخم‌ها و آسیب‌های مکانیکی ضعیف‌ترند. همچنین، نسبت سطح زخم به حجم کلی درخت در این درختان بیشتر است که تأثیرات شدیدتری بر سلامت کلی آنها دارد. (Sudin et al., 2007; Williams, 2020). آسیب‌های بزرگ‌تر و بیشتر در درختان با قطر کمتر سبب می‌شود که عوامل بیماری‌زا سریع‌تر و راحت‌تر به داخل درخت نفوذ کنند و سبب پوسیدگی چوب و عفونت‌های جدی‌تر شوند (Lindenmayer et al., 2000). این درختان به دلیل منابع محدودتر توانایی کمتری برای ترمیم آسیب‌ها و زخم‌ها و مقابله با استرس‌های محیطی دارند و بهبود زخم‌ها در آنها ممکن است زمان بیشتری ببرد، زیرا باید انرژی بیشتری برای رشد و ترمیم صرف کنند (Lindenmayer et al., 2000; Tavankar et al., 2018; Jones et al., 2015). در مجموع، این عوامل موجب می‌شوند که درختان با قطر کمتر نسبت به درختان با قطر بیشتر، آسیب‌پذیرتر باشند. در مناطق بررسی شده، با توجه به نزدیکی روستاها و در نتیجه

رویش کم است. اما به دلیل کم بودن مقدار تخریب، سرشاخه‌زنی و دخالت‌های انسانی در این منطقه، فراوانی درختان آسیب‌دیده نسبت به منطقه پایین‌بند کمتر است. همچنین مقدار رویش در ارتفاع میانی (۱۴۰۰-۱۶۵۰ متر) بیشتر از دو منطقه دیگر است و فراوانی درختان سالم و بدون آسیب در این منطقه نسبت به دو منطقه دیگر بهتر است که نشان‌دهنده وضعیت بهتر درختان بلوط در منطقه سیوان در ارتفاع میان‌بند است. بنابراین با توجه به نتایج، می‌توان نتیجه گرفت که الگوی لاریو در جنگل‌های زاگرس ایلام کاربردی مؤثر دارد. این الگو به‌عنوان یک ابزار علمی می‌تواند وضعیت سلامت جنگل‌ها را ارزیابی کند و به مدیریت بهتر و پایدارتر این منابع طبیعی ارزشمند کمک کند. همچنین برای بهبود جنگل‌های زاگرس، پیشنهاد می‌شود برنامه‌های حفاظتی در مناطق پرخطر اجرا شود، استفاده از الگوی لاریو برای پایش سلامت جنگل‌ها تقویت شود و فعالیت‌های احیا و بازسازی در مناطق آسیب‌دیده توسعه یابد.

می‌دهد که درختان موجود در جنگل‌های زاگرس نیز به دلیل استفاده از روش‌های مشابه بهره‌برداری، به‌ویژه در مناطق با دسترسی آسان، در معرض آسیب‌های مکانیکی و زخم‌های تنه قرار دارند.

به‌طور کلی، می‌توان بیان کرد که امروزه تغییرات عمده در مناطق شهری و سکونتگاهی و نحوه استفاده از زمین و منابع آن اثرهای نامطلوب محیطی برجای گذاشته است. نزدیکی مناطق بررسی‌شده به مناطق شهری و روستایی موجب نابودی بلوط‌های منطقه بررسی‌شده شده است. بنابراین تخریب‌های انسانی، حضور دام، انگیزه‌های اقتصادی مانند کشت زیرآشکوب و سرشاخه‌زنی در منطقه پایین‌بند رو به افزایش است که موجب ضعف فیزیولوژیک درختان، ایجاد حفره و زخم، آسیب‌های فیزیکی و در نتیجه خشکیدگی، زوال درخت و کاهش پایه‌های درختان سالم می‌شود. در منطقه بررسی‌شده، در ارتفاعات بالابند، به دلیل شرایط اکولوژیکی نامناسب (رطوبت و دما)، خاک‌های کم‌عمق و سنگلاخی، شیب‌های تند و فرسایش موجود، مقدار

## References

- Alirezaei, Z., Ghandamkar, A., Khodaqali, M., & Abbasi, A. (2019). Spatiotemporal dynamics of oak forest of Zagros in response to drought: Case study: Oak forest of Lorestan. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 17(1), 103–127. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/IJFRPR.2019.119997>
- Carvalho, J.P., & Vasconcelos, T. (2014). Tree-related microhabitats and their role in forest biodiversity conservation. *Forest Ecology and Management*, 321, 47–58.
- Charrier, G., Martin-StPaul, N., Damesin, C., Delpierre, N., Hänninen, H., Torres-Ruiz, J.M., & Davi, H. (2021). Interaction of drought and frost in tree ecophysiology: Rethinking the timing of risks. *Annals of Forest Science*, 78(40). <https://doi.org/10.1007/s13595-021-01052-5>
- Cheraghi, J., Heydari, M., Mirab-balou, M., & Omidipour, R. (2018). Efficiency of numerical and parametrical indices to evaluate biodiversity of soil and litter arthropods mesofauna in different physiographic positions in Zagros oak forests. *Journal of Forest Research and Development*, 3(4), 394. (In Persian).
- Darvishnia, H., Dehghani Kazemi, M., Forghani, A.H., & Kavyani Fard, A.A. (2012). Study and introduction of flora of the protected area of Manesht and Qalarang in Ilam province. *Taxonomy and Biosystematics*, 4(11), 5. <https://doi.org/20.1001.1.20088906.1391.4.11.6.7>
- Emani Far, N., Zarei, R., & Javadi, A. (2020). Fungi associated with declined oak trees in Chaharmahal va Bakhtiary province. *Plant Disease Quarterly*, 56(3), 329–333. (In Persian).
- Hamzehpour, M., Kia-daliri, H., & Bardbar, S. (2011). Preliminary study of manna oak (*Quercus brantii* Lindl.) tree decline in Dashte-Barm of Kazeroon, Fars province. *Scientific-Research Journal of Poplar Research*, 19(2), 352–362. (In Persian).

- Hashemi-Khabir, Z., Farashiani, M., Tavakoli, M., Hanifeh, S., & Rahim-Dokht, R. (2023). Human interventions in the Zagros forests of West Azerbaijan and their impact on oak budworm populations. *National Conference on Forest and Rangeland Protection and Conservation in Iran*. (In Persian).
- Hosseini, E., Hosseini, S., Rahmani, E., & Azadfar, D. (2012). Effect of tree mortality on structure of Brant's oak (*Quercus brantii*) forests of Ilam province of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(4), 565–577. (In Persian).
- Houghton, R. A. (2019). The annual net flux of carbon to the atmosphere from land-use changes 1850–2015. *Nature*, 51(2), 298–313. DOI:10.3402/tellusb.v51i2.16288
- Izadi, S., & Sohrabi, H. (2022). Estimating the spatial distribution of above-ground carbon of Zagros forests using regression kriging, geographically weighted regression kriging and Landsat 8 imagery. *Journal of Environmental Science and Technology*, 24(3).17-30. (In Persian).
- Javanmiri Pour, M., Jashni, Z., & Etemad, V. (2011). Human disturbances as major threats to the ecosystem and sustainable management of Zagros forests: Case study: Oak forests of Qalajeh region, Kermanshah Province. *National Conference on Central Zagros Forests: Capacities and Constraints*. (In Persian).
- Johnstone, D., Moore, G., Tausz, M., et al. (2010). The measurement of wood decay in landscape trees. *Arboriculture & Urban Forestry*, 36(2), 121–127.
- Jones, D.A., Harrington, C., & Marshall, D. (2018). Modeling wound-closure response over time in Douglas-fir trees. *Forest Science*, 65(2), 156–163. <https://doi.org/10.1093/forsci/fxy049>
- Jozian, A., Vafae Shoushtari, R., & Asgari, H. (2016). Study of oak woodboring beetles and their natural enemies in forests of Ilam Province. *Journal of Forest and Rangeland Research*, 14(2), 107–121. <https://doi.org/10.22092/IJFRPR.2017.109526>
- Larrieu, L. (2012). Species, live status, and diameter are important tree features for diversity and abundance of tree microhabitats in subnatural montane beech–fir forests. *Journal of Forest Research*, 42(8), 1433–1445. <https://doi.org/10.1139/x2012-077>
- Larrieu, L., Cabanettes, A., Gouix, N., Burnel, L., Bouget, C., & Deconchat, M. (2017). Development over time of the tree-related microhabitat profile: The case of lowland beech–oak coppice-with-standards set-aside stands in France. *Forest Ecology and Management*, 136, 37–49. <https://doi.org/10.1007/s10342-016-1006-3>
- Larrieu, L., Paillet, Y., Winter, S., Büttler, R., Kraus, D., Krumm, F., Lachat, T., Michel, A.K., Müller, J., Regnery, B., & Vandekerckhove, K. (2018). Tree-related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standardization. *Ecological Indicators*, 84, 194–207. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.08.029>
- Lindenmayer, D.B., & Franklin, J.F. (2006). Habitat fragmentation and landscape change: An ecological and conservation synthesis. *Island Press*, 82(3).<https://doi.org/10.1086/523187>
- Lindenmayer, D., Cunningham, R., Pope, M., Gibbons, P., & Donnelly, C. (2000). Cavity sizes and types in Australian eucalypts from wet and dry forest types: A simple rule of thumb for estimating size and number of cavities. *Forest Ecology and Management*, 137, 139–150. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00322-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00322-9)
- Magalhães, J.G.deS., Amoroso, M.M., & Larson, B.C. (2021). What evidence exists on the effects of competition on trees' responses to climate change? A systematic map protocol. *Environmental Evidence*, 10(34). <https://doi.org/10.14288/1.0406230>
- Leong, E.C., Burcham, D.C., & Yok-King, F. (2012). A purposeful classification of tree decay detection tools. *Arboricultural Journal: The International Journal of Urban Forestry*, 34, 91–115. <https://doi.org/10.1080/03071375.2012.701430>
- Mirzaei, J. (2018). Detailed design of Manesht-Qhalarang protected area (phase 2). Ilam University. (In Persian).

- Norouzi, A., Miri, M., Nik-Kami, D., Razinei, T., Sarreshtedari, A., & Shoaee, Z. (2023). Assessment of climatic hazards impact on oak dieback in west of Iran. *Watershed Engineering and Management Journal*, 14(4), 424–437. (In Persian).
- Ranius, T., Niklasson, M., & Berg, N. (2009). Development of tree hollows in pedunculate oak (*Quercus robur*). *Forest Ecology and Management*, 257(1), 303–310. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.09.007>
- Rondeux, J., & Sánchez, C. (2012). Forest structure as a key element in biodiversity monitoring. *Annals of Forest Science*, 69(3), 239–247.
- Sassen, M., & Sheil, D. (2013). Human impacts on forest structure and species richness on the edges of a protected mountain forest in Uganda. *Forest Ecology and Management*, 307, 206–218. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.07.010>
- Sharietnejad, S., & Ebrahimi Rastaqi, M. (1996). Zagros: Current status and management options. *National Conference on the Management of Zagros Forests*. Khorramabad, Iran.
- Siitonen, J. (2012). Microhabitats in forest ecology and management. *Forest Ecology and Management*, 285, 1–2.
- Sudin, M., Woodward, S., Lee, S.S., & Pinard, M. (2007). Wood decay associated with logging wounds in *Parashorea malaanonan*. *Australasian Plant Pathology*, 36, 565–572. <https://doi.org/10.1071/AP07060>
- Talebi, M., Sagheb-Talebi, T., & Jahanbazi, H. (2006). Site demands and some quantitative and qualitative characteristics of Persian oak (*Quercus brantii* Lindl.) in Chaharmahal & Bakhtiari Province (western Iran). *Scientific-Research Journal of Forest and Poplar Research*, 14(1), 67–79. (In Persian).
- Tavankar, F., Bonyad, A., Marchi, E., Venanzi, R., & Picchio, R. (2015). Effect of logging wounds on diameter growth of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) trees following selection cutting in Caspian forests of Iran. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 45, 1–7.
- Tavankar, F., Eslam Bonyad, A., Majnounian, B., & Iranparast-Badaghi, E. (2010). Investigation on the damages to residual trees by ground-based logging system: Case study: Asalem-Nav forest area. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 17(2). (In Persian).
- Tomppo, E., Gschwantner, T., Lawrence, M., & McRoberts, R.E. (Eds.). (2010). *National forest inventories: Pathways for common reporting*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3233-1>
- Williams, V.L. (2020). Wound occlusion and annual stem growth rates of five woodland tree species in South Africa. *South African Journal of Botany*, 132, 316–327. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.05.014>
- Winter, S., & Möller, G. (2015). The importance of microhabitats for the ecological integrity of forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 355, 1–3.
- Winter, S., Möller, G., & Baier, R. (2008). The significance of tree-related microhabitats for biodiversity assessments. *Forest Ecology and Management*, 255(3–4), 1253–1260.
- Yang, C., & Sun, J. (2021). Impact of soil degradation on plant communities in an overgrazed Tibetan alpine meadow. *Journal of Arid Environments*, 193, 104586. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104586>



## Evaluation of quality of Iranian oak (*Quercus brantii* Lindl.) tree trunks in relation to diameter class and height above sea level in Ilam forests

J. Hossinzadeh<sup>1\*</sup>, Y. Karimi<sup>2</sup>, N. Pordel<sup>3</sup>, and H. Naji<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Associate Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

<sup>2</sup>M.Sc. Graduate in Forestry, Ilam University, Ilam, Iran

<sup>3</sup>Ph.D. Candidate in Forestry, Ilam University, Ilam, Iran

(Received: 17 September 2024; Accepted: 30 December 2024)

### Abstract

**Introduction:** The Zagros oak forests, known for their exceptional environmental and economic significance, are facing significant threats such as deforestation, land-use changes, overgrazing, and agricultural encroachment. These pressures are severely affecting the health and vitality of the trees. Such damaging factors lead to trunk decay, dieback of crowns and trunks, the development of wounds and cavities, and other abnormalities. If this destructive trend continues, especially in the context of global warming, it could drastically reduce the population of forest species and pose a serious risk to the future of the *Quercus brantii* forests. This study aims to evaluate the visible trunk quality of oak trees in the Zagros forests to identify and analyze various forms of damage and defects, supporting efforts toward sustainable forest management and the preservation of forest health.

**Materials and Methods:** This study evaluated the trunk quality of *Quercus brantii* trees across three elevation zones: the lower zone (Qalarang, 1150-1400 meters), the middle zone (Siwan, 1400-1650 meters), and the upper zone (Mansht, 1650-1900 meters) in the Zagros forests. To thoroughly assess trunk damage and defects, the Larrieu assessment model was utilized, which involves identifying and classifying defects into categories such as cavities, wounds, and other abnormalities based on the trees' external characteristics. This model is a valuable tool for understanding and managing tree health, enhancing forest conservation strategies, and the results indicate its effectiveness for the sustainable management of the Zagros forests.

**Results:** The results of this study showed that trees in different altitudinal and diameter classes exhibit varying levels of damage. Trees with a diameter of less than 35 cm are more susceptible to various types of damage, such as wounds, cavities, and stem dieback. Additionally, trees in the second diameter class (over 35 cm) generally experience less damage. The highest level of damage was observed at lower elevations, especially among trees with diameters smaller than 35 cm, which sustained the most damage. Significant differences were found between diameter and elevation classes across the study areas, indicating the influence of ecological conditions and tree structure on their damage. Furthermore, human-induced degradation, livestock presence, economic motivations such as understory cultivation and coppicing in the lower elevation areas, lead to physiological weakening of trees, the creation of cavities and wounds, physical damage, and, consequently, dieback, decay, and a reduction in the number of healthy trees.

**Conclusion:** The findings indicate that the Larrieu model can serve as an effective and practical scientific tool for assessing and managing the Zagros forests in Ilam. By evaluating various indicators of forest health, this model provides natural resource managers with more accurate data on forest conditions, enabling them to make better-informed decisions for the conservation and restoration of these valuable ecosystems. Utilizing the Larrieu model can enhance sustainable management practices, reduce damage from unauthorized exploitation, and improve the resilience of the Zagros forest ecosystems. As such, this model plays a crucial role as an effective scientific tool in maintaining and strengthening the sustainability of the Zagros forests.

**Keywords:** Larrieu model, *Quercus brantii*, Tree trunk quality, Trunk damage, Zagros forests.