



تغییرات رویش شعاعی درختان سالم و زوال یافته بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) جنگل‌های زاگرس (استان چهارمحال و بختیاری)

فیروزه حاتمی^۱، وحید اعتماد^{۲*}، کامبیز پورطهماسی^۳، یعقوب ایران‌منش^۴ و فاطمه نجفی‌هرسینی^۵

^۱دانشجوی دکتری، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۲دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۳استاد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۴دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

^۵محقق پسادکتری، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۷)

چکیده

مقدمه: زوال بلوط پدیده‌ای جهانی است که آثار چشمگیری بر اکوسیستم‌های جنگلی در بسیاری از نقاط جهان داشته است. جنگل‌های زاگرس نیز از این بحران در امان نمانده و طی سالیان اخیر درختان زیادی به‌ویژه بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) دچار زوال شده‌اند. با توجه به اهمیت پدیده زوال و تأثیر آن بر رویش درختان جنگلی، پژوهش پیش رو با هدف ارزیابی روند تغییرات رویش درختان بلوط ایرانی، تعیین میانگین رویش درختان و سال‌های نمادین کاهش رویش، با استفاده از دانش گاه‌شناسی درختی در استان چهارمحال و بختیاری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: دو رویشگاه متأثر از پدیده زوال با نام‌های تنگ‌زندان و آب‌زالو در منطقه منج شهرستان لردگان استان چهارمحال و بختیاری با این پیشفرض انتخاب شدند که در هر رویشگاه سه گروه از درختان سالم، حد واسط و زوال یافته وجود داشته باشد. پس از انتخاب ۳۰ درخت در هر رویشگاه (از هر گروه ۱۰ درخت) و ثبت مشخصات کمی و کیفی درختان شامل قطر برابر سینه، ارتفاع، شکل تنه و وضعیت سلامت تاج و تنه، از ارتفاع برابر سینه هر درخت دو نمونه مغزی عمود بر هم توسط متد رویش‌سنج تهیه شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه توسط درجات مختلف سنباده (۲۰۰-۲۰۰۰) آماده‌سازی شدند. از هر یک از نمونه‌ها به‌صورت جداگانه توسط برنامه Skippy که حاوی دوربین مجهزی برای تصویربرداری پیوسته است، تصاویر پانورامای باکیفیت تهیه شد. تصاویر توسط نرم‌افزار CooRecorder تحلیل و پهنای حلقه‌های درختی در آنها با دقت از سمت پوست به مغز اندازه‌گیری شد. پس از تطابق سری‌های زمانی به‌دست‌آمده برای هر یک از گروه‌های درختی رویشگاه‌ها، منحنی میانگین رویش جداگانه و میانگین رویش درختان منطقه به دست آمد.

یافته‌ها: از نظر رویش شعاعی، همه درختان سالم، حد واسط و زوال یافته بلوط ایرانی دو رویشگاه الگوی رفتاری رویش مشابهی داشتند و در سال‌های رویش خود دارای دوره‌های افت و اوج بودند. طول دوره میانگین رویش درختان سالم، حد واسط و زوال یافته رویشگاه تنگ‌زندان به ترتیب ۳۱۴، ۲۰۹ و ۲۳۶ سال به دست آمد، در حالی که برای رویشگاه آب‌زالو ۱۴۷، ۲۰۹ و ۱۸۷ سال بود. به‌طور کلی، رویش درختان در همه گروه‌های درختی در ابتدا کاهش بود، به بیشینه مقدار خود رسید و در نهایت دوباره کاهش یافت. بیشینه رویشی درختان سالم و حد واسط دو رویشگاه مربوط به سال‌های ۱۹۹۳-۱۹۶۸ بود که در گروه درختان زوال یافته با طول دوره کمتر، در سال‌های ۱۹۸۳-۱۹۶۸ قرار داشت. میانگین رویش شعاعی درختان بلوط ایرانی در مناطق تحت بررسی ۰/۸۲ میلی‌متر محاسبه شد. بررسی رویش شعاعی گروه‌های درختی سالم، حد واسط و زوال یافته این منطقه در دوره‌های زمانی ۳۰ ساله نشان داد که این تغییرات در هر دو رویشگاه از سال ۱۹۶۲ تا ۱۹۹۲ شروع شد و در ۳۰ سال آخر رویش کاهش چشمگیری یافت. منحنی قطر و سن درختان دو رویشگاه نیز نشان داد که درختان رویشگاه آب‌زالو با میانگین قطر و سن به ترتیب ۳۶/۸۳ سانتی‌متر و ۱۱۰ سال جوان‌تر از درختان رویشگاه تنگ‌زندان با قطر ۴۰/۴۵ سانتی‌متر و ۱۳۶ سال بودند.

نتیجه‌گیری: روند مشابه میانگین منحنی‌های رویش به‌دست‌آمده در این پژوهش نشان داد که درختان متأثر از پدیده زوال نیز با وجود دوره‌های کاهش رویش سعی دارند همچنان مقاومت کنند و رویش خود را ادامه دهند. روند رشد درختان در همه میانگین منحنی‌های رویش بررسی شده در دامنه زمانی ۱۹۹۳-۲۰۰۰ وارد مرحله کاهش زیادی می‌شود، به‌طوری که درختان در این مرحله توان رویش خود را از دست می‌دهند و با وجود شرایط مساعد رویشی سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۲، دوباره در دوره زمانی ۲۰۱۸-۲۰۰۸ وارد مرحله کاهش دیگری می‌شوند که در سال ۲۰۱۸ کمترین رویش خود را نشان می‌دهند. میانگین رویش شعاعی به‌دست‌آمده نیز بیانگر کاهش روند رویش درختان طی سال‌های اخیر است. بررسی تغییرات رویش ۳۰ سال اخیر این گروه‌های درختی بیانگر کاهش رویش درختان بررسی شده در این پژوهش بود که برای گروه‌های درختی سالم، حد واسط و زوال یافته رویشگاه تنگ‌زندان به ترتیب ۱۸/۷۵، ۳۴/۷ و ۳۵/۸ درصد و برای رویشگاه آب‌زالو ۳۴/۹۶، ۳۸/۴۶ و ۳۲/۹۸ درصد بود. با توجه به روند نزدیک تغییرات کاهش رویش گروه‌های مختلف درختی رویشگاه آب‌زالو می‌توان به خطر زیاد خشکیدگی در این رویشگاه نسبت به رویشگاه تنگ‌زندان اشاره کرد که ممکن است به دلیل عوامل اقلیمی، برداشت‌های انسانی یا چرای دام در منطقه باشد و نیازمند پژوهش‌های بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: پهنای حلقه درختی، زوال، گاه‌شناسی درختی، لردگان.

مقدمه

بلوط‌های خزان‌کننده از مهم‌ترین گونه‌های جنس بلوط و جنگل‌های نیمکره شمالی هستند که طی نیم قرن اخیر در بسیاری از رویشگاه‌های طبیعی و جنگل‌های شهری با بحران خشکیدگی و زوال روبه‌رو شده‌اند (Bose et al., 2024). با وجود مقاومت زیاد این گونه، حساسیت کم اقلیمی و افزایش رشد گونه‌های مختلف بلوط، بسیاری از محققان از دهه ۱۹۷۰ شاهد از بین رفتن تعداد زیادی از گونه‌های مختلف بلوط در اروپای مرکزی و بسیاری از نقاط دیگر جهان بودند که علت اصلی آن، عوامل زیستی و اقلیمی بود (Mausolf et al., 2018؛ Thomas et al., 2002؛ Führer, 1998). محققان معتقدند خشکسالی ناشی از گرم شدن آب‌وهوا می‌تواند محرک اصلی از بین رفتن جنگل‌ها در مقیاس بزرگ به‌ویژه در جنس بلوط باشد (Dwomoh et al., 2021). اولین گزارش‌ها مربوط به زوال بلوط در سال ۱۷۳۹ و در کشور آلمان بود. پس از آن در بسیاری از نقاط جهان در اواخر سده بیستم، زوال بلوط (Oak decline) به‌عنوان پدیده‌ای جهانی معرفی شد (Gentilesca et al., 2017).

در ایران نیز جنس بلوط با پراکنش وسیع در جنگل‌های زاگرس، هیرکانی و ارسباران، یکی از جنس‌های اصلی رویشگاه‌های جنگلی محسوب می‌شود (Sagheb Talebi et al., 2014)، به‌طوری‌که جنگل‌های زاگرس با گستره وسیع حدود پنج میلیون هکتاری به‌دلیل غالب بودن سه گونه اصلی وی‌ول (*Quercus libani* Oliv.)، مازودار (*Q. infectoria* Oliv.) و بلوط ایرانی (*Q. brantii* Lindl.) به جنگل‌های بلوط معروف‌اند (Djavanchir Khoei, 1967؛ Sabeti, 1976). در این میان، بلوط ایرانی به‌عنوان گونه‌ای که مقاوم‌تر و بردبارتر از بقیه گونه‌های بلوط است از شمال تا جنوب زاگرس پراکنش دارد (Marvi Mohajer, 2012). تخریب و از بین رفتن این زیست‌بوم منحصربه‌فرد از گذشته تا کنون به همراه تغییرات اقلیمی موجب ضعف فیزیولوژیک گسترده همه

عناصر درختی و درختچه‌ای زاگرس به‌ویژه افزایش خشکیدگی و انباشت خشکه‌دارها (Iranmanesh & Parsapour, 2025)، کاهش تعداد درختان سالم و در نهایت زوال درختان بلوط ایرانی در زاگرس مرکزی و جنوبی شده است (Rahimi et al., 2022). در ایران اولین گزارش‌ها درباره پدیده زوال بلوط مربوط به دهه ۱۳۸۰ و جنگل‌های زاگرس استان ایلام است (Hosseini et al., 2012). بعد از آن در اواخر دهه ۸۰ و اوایل دهه ۹۰ شمسی در بقیه استان‌های زاگرسی نیز گزارش‌هایی از زوال بلوط اعلام شد (Pourhashemi et al., 2017). پدیده زوال بلوط در ایران تا کنون از جنبه‌های مختلف نوع گونه، آفات و بیماری‌ها، کارکرد درختان، مشخصات درخت، ویژگی‌های توده، فیزیوگرافی و خاک منطقه، گذشت زمان، تغییر اقلیم، گردوغبار، پژوهش‌های اجتماعی، اقدامات مدیریتی، کاربرد روش‌های مختلف در پیش‌بینی این رخداد و تعیین ویژگی‌های آناتومی چوب آن توسط گاه‌شناسی بررسی شده است (Pourhashemi & Sadeghi, 2020). در این میان یکی از روش‌های تکمیلی پژوهش درباره این پدیده، بررسی وضعیت رویش شعاعی درختان متأثر از زوال توسط گاه‌شناسی درختی است. گاه‌شناسی درختی، روش شناسایی و تعیین کمیت فرایندهای محیطی توسط تاریخ‌گذاری حلقه‌های رویشی در گیاهان چوبی است که در آن تحلیل حلقه‌های رویشی درختان بیانگر شرایط محیطی گذشته و تأثیرپذیری رویش از عوامل اقلیمی است (Brandes et al., 2022). درختان با تغییر پهنای حلقه‌های رشد خود، به دما، بارندگی و عوامل محیطی دیگر واکنش نشان می‌دهند، به‌طوری‌که این تغییرات نشان‌دهنده دوره‌های خشکسالی و ترسالی است که بیانگر شرایط رشد آنهاست (Fritts, 1987). با توجه به اینکه تغییرات دما و بارندگی اثر مهمی در خشکیدگی و رشد بلوط‌ها دارد، افزایش دما و کاهش بارندگی (به‌ویژه خشکسالی‌های طولانی) می‌تواند مهم‌ترین عوامل کاهش رشد و در نهایت زوال درختان باشد

درختان با وجود افزایش بارندگی سال‌های ۱۹۹۱ و ۱۹۹۲ به‌طور متوسط ۳۵ درصد نسبت به سال‌های قبل و بعد کاهش یافته است (Korori et al., 2011). بررسی الگوی رویش درختان وی‌ول جنگل‌های بانه در استان کردستان نیز نشان داد که رویش توده‌های گلازنی شده کاهش چشمگیری نسبت به مناطق فاقد گلازنی داشته و این روش‌های بهره‌برداری سبب تغییر الگوی رویش شعاعی درختان و افزایش سال‌های نمادین منفی به‌عنوان معیاری از کاهش رشد شعاعی در مناطق گلازنی شده است (Abedini et al., 2010). بررسی گاه‌شناسی درختان مازودار منطقه فریادرس استان کرمانشاه بیانگر رطوبت بیشتر سده هجدهم نسبت به سده‌های نوزدهم و بیستم بود. افزون‌بر این دهه آخر سده هجدهم و دهه دوم سده نوزدهم به‌ترتیب مرطوب‌ترین و خشک‌ترین دهه‌ها در بازسازی اقلیمی این منطقه بودند (Azizi et al., 2013). کاهش رویش قطری درختان وی‌ول سامان‌های عرفی متأثر از گلازنی جنگل‌های آرمرده شهرستان بانه توسط پژوهش‌های گاه‌شناسی نشان داد که برای افزایش پایداری درختان و بهبود ساختار جنگل همزمان با افزایش طول دوره گلازنی (دست‌کم ۵ سال)، حداکثر قطر مجاز برای گلازنی درختان نیز محدود شود (Valipour et al., 2021). پاسخ خشکیدگی و زوال پهنای حلقه‌های رویشی درختان بلوط ایرانی سالم و خشکیده استان ایلام توسط گاه‌شناسی درختی نیز بیانگر اهمیت عامل‌های اقلیمی منطقه بود، به‌طوری که آب عامل اصلی کنترل رشد شعاعی درختان خشکیده این جنگل‌ها در زاگرس معرفی شد (Najafi-Harsini et al., 2022).

با توجه به پیشرفت‌های موجود در علم گاه‌شناسی درختی، بررسی روند تغییرات پهنای حلقه‌های رویشی درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های زاگرس برای پژوهش‌های بیشتر زوال که سبب توسعه دانش گاه‌شناسی این منطقه و تکمیل بانک اطلاعات گاه‌شناسی

(Nadi et al., 2015). در این زمینه، چوب بلوط با توجه به طول عمر، خواص مکانیکی، دوام زیاد، پراکنش و استفاده گسترده آن در تاریخ همواره به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین گونه‌ها برای تهیه گاه‌شناسی چندصد یا چندهزارساله در این علم همواره کاربرد داشته است (Sochová et al., 2021).

مطالعه گاه‌شناسی زوال جنگل‌های بلوط Missouri Ozarks نشان داد که رشد درختان با خشکیدگی تاج بیش از ۳۰ درصد به‌طور معنی‌داری کمتر از درختان با خشکیدگی تاجی کمتر از ۳۰ درصد است (Dwyer et al., 1995) سری حلقه‌های درختی بلوط اروپایی (*Q. robur* L. و (Matt.) Liebl. و *Q. petraea*) چارچوب قابل اعتمادی برای بازسازی آب‌وهوای گذشته و تاریخ‌سنجی زمانی در اروپا است (Haneca et al., 2009). بررسی عوامل اقلیمی و زوال جنگل‌های حاشیه شهری نواحی مدیترانه‌ای توسط گاه‌شناسی درختان سالم و زوال یافته بلوط نیز نشان داد که پهنای حلقه و چوب پایان به‌طور مستقیم به بارندگی بهار و به عکس به دمای بهار و تابستان وابسته است (Romagnoli et al., 2018). گاه‌شناسی اثرهای به‌جامانده از خشکسالی‌های گسترده بر رشد ۲۱ گونه از درختان بلوط سراسر نیمکره شمالی طی سال‌های ۲۰۱۶-۱۹۴۰ نشان داد که این اثرها می‌تواند از ۱ تا ۵ سال بعد از خشکیدگی به جا بماند و در رویشگاه‌های خشک ماندگاری بیشتری داشته باشد و سبب کاهش رشد درختان به‌ویژه در بلوط‌های مدیترانه‌ای شود (Bose et al., 2024).

طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۳ بررسی تأثیر آلودگی جنگ خلیج فارس در نواحی جنوب و جنوب غربی ایران بر درختان کهور (*Prosopis cineraria* Druce (L.)), کنار (*Ziziphus spina-christi* (L.) Desf.)), بلوط ایرانی و حرا (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.)) نشان داد که آلودگی بر بافت بیولوژیک این درختان تأثیر داشته و رویش این

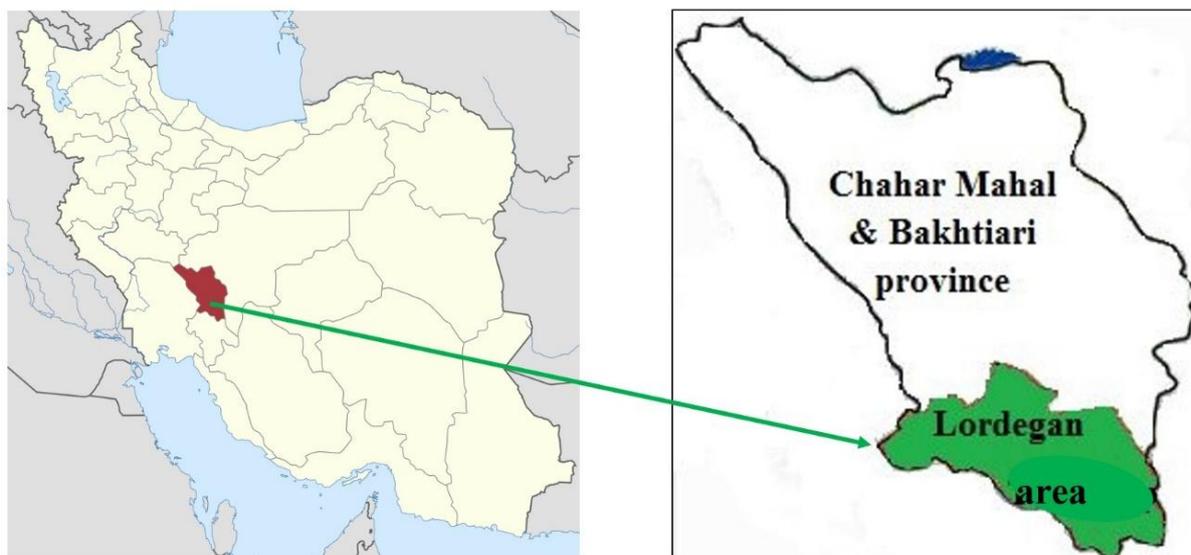
است که برای اولین بار در منطقه زاگرس انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش

یکی از اصول اولیه در پژوهش‌های گاه‌شناسی که در این پژوهش زوال بلوط نیز به آن اضافه شده، انتخاب رویشگاه است. استان چهارمحال و بختیاری که برای این پژوهش انتخاب شد، با مساحت تقریبی ۱۶ هزار کیلومتر مربع یکی از استان‌های زاگرسی است که در سال‌های اخیر با بحران خشکیدگی و زوال روبه‌رو شده و شدت و سرعت خشکیدگی در آن نسبت به بقیه استان‌های زاگرسی در حال پیشروی است (Jahanbazi et al., 2024). این استان با داشتن شرایط آب‌وهوایی نیمه‌خشک دارای دو لکه جنگلی کاملاً جدا در شمال و جنوب خود با مساحت تقریبی ۳۲۸ هزار هکتار جنگل است. تیپ غالب آن بلوط ایرانی و از نوع شاخه‌زاد است که در برخی نقاط با بنه و بادام نیز تشکیل تیپ می‌دهد. با در نظر گرفتن اینکه خشکیدگی‌ها اغلب در جنوب این استان و در منطقه منج شهرستان لردگان قرار دارند، این ناحیه به‌عنوان منطقه پژوهش انتخاب شد (شکل ۱).

کشور می‌شود از اهمیت زیادی برخوردار است. با در نظر گرفتن اهمیت رویش درختان بلوط به‌عنوان یکی از مشخصه‌های مهم مدیریت این اکوسیستم‌های جنگلی که با گذشت زمان، قطر، ارتفاع، سطح مقطع و حجم درخت را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب افزایش یا کاهش رشد درختان و عرصه‌های جنگلی زاگرس می‌شود، بررسی رویش این درختان نه تنها به درک بهتر روندهای تغییرات اکوسیستم جنگلی کمک می‌کند، بلکه ابزاری برای تدوین راهبردهای مدیریتی مؤثر به‌منظور حفاظت و احیای جنگل‌های بلوط زاگرس محسوب می‌شود. با استفاده از این داده‌ها، می‌توان تصمیم‌گیری‌های علمی و هدفمند انجام داد که سبب بهبود سلامت جنگل‌ها، کاهش تخریب و افزایش پایداری این اکوسیستم‌های ارزشمند شود. مطالعه پیش رو با هدف ارزیابی روند تغییرات رویشی درختان بلوط ایرانی سالم و زوال‌یافته به‌عنوان گونه غالب جنگل‌های زاگرس و تعیین سال‌های کاهش رویش درختان توسط گاه‌شناسی درختی در استان چهارمحال و بختیاری انجام گرفت. از مهم‌ترین ویژگی‌های این تحقیق گروه‌بندی درختان به سه دسته سالم، حد واسط زوال (حد واسط) و زوال‌یافته



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان لردگان در استان چهارمحال و بختیاری و ایران

Figure 1. Geographical location of Lordegan region in Chaharmahal and Bakhtiari province and Iran

که در هر گروه از درختان سالم، حد واسط و زوال یافته ۱۰ درخت قرار گیرد (شکل ۲). افزون بر این سعی شد درختان به صورت تک‌تنه با تنه‌ای راست و قطور انتخاب شوند، به گونه‌ای که درختان سالم کاملاً شاداب، درختان حد واسط در مراحل اولیه زوال (حدود ۲۵ تا ۵۰ درصد خشکیدگی که بیشتر در تاج درخت بود) و درختان زوال یافته با بیش از ۵۰ درصد خشکیدگی (خشکیدگی در تاج و تنه) بودند. با توجه به چندبعدی بودن زوال و اینکه همواره درختان مسن‌تر درگیر این پدیده نمی‌شوند، در انتخاب درختان از طبقات قطری نزدیک به هم استفاده شد. در آماربرداری از درختان موقعیت جغرافیایی درختان منطقه، قطر در ارتفاع برابر سینه، ارتفاع درخت، فرم تنه، وضعیت سلامت تاج و تنه و وجود آفات و بیماری‌ها (و بقیه ویژگی‌های جنگل‌شناسی در صورت لزوم) در عرصه نیز اندازه‌گیری و ثبت شد.

اقلیم منطقه نیمه‌مرطوب معتدل با زمستان‌های نیمه‌سرد است. میانگین دمای سالانه ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه ۵۶۷ میلی‌متر است (Kianisalmi et al., Delpasand et al., 2022). با توجه به اینکه مقرر شده بود روند تغییرات رویش درختان سالم و زوال یافته بررسی شود، برای جامعیت بیشتر تحلیل‌ها و براساس نظرهای کارشناسی و موقعیت جنگل‌های منطقه، دو رویشگاه آب‌زالو و تنگ‌زندان در این ناحیه با پیشفرض وجود سه گروه از درختان بلوط ایرانی سالم، زوال یافته و حد واسط (بینابینی) در هر رویشگاه انتخاب شدند.

شیوه اجرای پژوهش

انتخاب درختان و نمونه‌برداری از آنها

پس از انتخاب رویشگاه‌ها، نمونه‌ها به صورت گزینشی با توجه به موفق بودن در تطابق زمانی (Cross dating) انتخاب شدند (Fritts, 1987). بر این اساس از هر رویشگاه ۳۰ درخت به نحوی انتخاب شد



شکل ۲- از راست به چپ: الف) رویشگاه آب‌زالو و درختان ج) زوال یافته، د) حد واسط ر)، سالم

ب) رویشگاه تنگ‌زندان و درختان ز) زوال یافته، س) حد واسط و ش) سالم

Figure 2. From right to left; A) Abzalo habitat and G) declined, D) intermediate, R) healthy trees
B) Tangezandan habitat and Z) declined, S) intermediate, SH) healthy trees

دارای دو آماره GLK (درصد تطابق واریانس دو سری زمانی) و t-values (میزان شباهت میان دو سری زمانی) است، ارزیابی دقیق تری از تطابق زمانی سری‌های به‌دست‌آمده انجام گرفت (Eckstein & Bauch, 1969). یعنی پس از اندازه‌گیری پهنای دوایر رویش در هر نمونه درختی، تطابق میانگین رویش شعاعی تک‌تک درختان گروه‌های مختلف درختان سالم، حد واسط زوال و زوال‌یافته که هر یک شامل ۲۰ سری زمانی بود انجام گرفت و میانگین رویش هر رویشگاه مقایسه شد. در صورت مشاهده اختلاف زیاد در تطابق زمانی، اندازه‌گیری‌ها دوباره تکرار می‌شد تا بیشترین تطابق زمانی به دست آید. در انتها برای بررسی صحت تطابق‌های زمانی ارائه‌شده توسط نرم‌افزار COFECHA نیز تطابق زمانی دیگری برای مقایسه همبستگی میان داده‌ها انجام گرفت که بیشتر تحلیل‌های آماری در این نرم‌افزار به‌خوبی درباره نمونه‌ها مشهود است. به این ترتیب برای هر رویشگاه سه منحنی میانگین رویش در هر یک از گروه‌های مختلف درختی (سالم، حد واسط زوال و زوال‌یافته) به دست آمد و در نهایت میانگین رویش‌های به‌دست‌آمده و منحنی‌ها تحلیل شد.

نتایج

نتایج پژوهش درباره رویش شعاعی درختان سالم، حد واسط زوال و زوال‌یافته بلوط ایرانی دو رویشگاه تنگ‌زدان و آب زالو بیانگر آن بود که همه درختان منطقه منج شهرستان لردگان الگوی رفتاری رویش مشابهی را در سال‌های افزایش یا کاهش رویش خود نشان می‌دهند و روند تغییرات پهنای حلقه‌های رویش درختان در هر سه گروه درختی کمابیش یکسان است. منحنی‌های میانگین رویش به‌دست‌آمده از گروه‌های درختی رویشگاه تنگ‌زدان نشان داد که روند رشد درختان و افت و اوج‌های آنها که ناشی از ژنتیک درخت، عوامل محیطی و انسانی است تا حد زیادی شبیه به یکدیگر است. طول دوره میانگین

بعد از انتخاب درختان، دو نمونه مغزی عمود بر هم شامل مغز و پوست درخت، توسط متد رویش‌سنج (سال‌سنج) از ارتفاع برابرسینه هر درخت و گاهی مقداری پایین‌تر برای دستیابی به حلقه‌های رویش بیشتر تهیه شد. نمونه‌ها پس از گردآوری و کدگذاری در عرصه داخل قاب‌های پلاستیکی قرار گرفتند و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از تهیه نمونه‌ها محل نمونه‌برداری در درختان با چسب پیوند ترمیم شد (سوراخ متد کاملاً پر شد).

آماده‌سازی و اندازه‌گیری پهنای حلقه‌های رویشی

نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه و خشک شدن، در شرایط آماده‌سازی قرار گرفتند. برای این کار هر نمونه روی نگهدارنده چوبی با در نظر گرفتن راستای طولی الیاف تثبیت شد و روی آن با درجات مختلف سنباده (۲۰۰۰-۲۰۰) از شماره درشت به سمت شماره ظریف با دقت آماده شد تا امکان تفکیک حلقه‌های رویشی فراهم شود. پس از آن در آزمایشگاه گیاه‌شناسی مؤسسه جنگل، برف و منظر سوئیس (WSL) از هر یک از نمونه‌ها به‌صورت جداگانه توسط برنامه Skippy (<https://www.wsl.ch/it/services-/produkte/skippy>) که حاوی دوربین مجهزی برای تصویربرداری است تصاویر پانورامای باکیفیت (1200dpi) تهیه شد. تصاویر تهیه‌شده توسط نرم‌افزار CoolRecorder 9.6 تحلیل شده و پهنای حلقه‌های رویشی در آنها با دقت لازم (۰/۰۱ میلی‌متر) از سمت پوست به مغز اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری پهنای دوایر رویش تطابق زمانی توسط نرم‌افزار CDendroo 9.6 روی منحنی‌های رویش نمونه‌ها انجام گرفت. در نرم‌افزار CDendroo 9.6 در ابتدا با تهیه منحنی مرجع می‌توان تطابق زمانی بهتری از نمونه‌ها را در زمان اندازه‌گیری نشان داد (شکل ۳) که برای یافتن حلقه‌های گمشده یا نمونه‌های زوال‌یافته در این تحقیق بسیار مفید بود (Maxwell & Larsson, 2021). سپس توسط نرم‌افزار TSAP که



شکل ۳- از راست به چپ، الف و ب) نمونه‌برداری از درختان توسط مت‌ه رویش‌سنج، ج) آماده‌سازی نمونه‌ها، د) حلقه‌های رویشی در زیر بینوکولار، ر) تصویربرداری از نمونه‌ها توسط Skippy، ز) اندازه‌گیری نمونه‌ها توسط برنامه Coorecorder در آزمایشگاه گاه‌شناسی مؤسسه جنگل، برف و منظر سوئیس (WSL)

Figure 3. Right to left, A and B) Sampling of trees using increment borer, G) Sample preparation, D) Growth rings under binoculars, R) Imaging of samples using Skippy, Z) Measurement of samples using Coorecorder program in the dendrochronological laboratory of the Swiss Federal Institute of Forest, Snow and Landscape (WSL)

کاهشی دوساله در رشد درختان دیده می‌شود). منحنی رویش درختان زوال یافته (۴ ج) این رویشگاه که نسبت به دو گروه قبل دوره‌های افت و اوج بیشتری دارد، افزون‌بر اینکه با طول دوره کوتاه‌تری به حداکثر رویش خود می‌رسد (۱۹۸۳-۱۹۶۸)، دوره‌های کاهش رشد آن بیشتر است (۱۸۲۰-۱۸۰۷، ۱۸۳۸-۱۸۵۱ و ۱۸۸۰-۱۸۶۵) و افزایش رشد آن طول کوتاه‌تری (۱۸۹۶-۱۸۸۲ و ۱۹۳۹-۱۹۲۸) نسبت به دو گروه پیشین دارد. با در نظر گرفتن اینکه پس از رسیدن به حداکثر رشد، روند رشد درختان نزولی خواهد بود، در هر سه گروه یادشده دوره‌های افت رشد دیگری (۱۹۸۶-۱۹۸۳، ۱۹۹۱-۱۹۸۸، ۱۹۹۸-۲۰۰۱ و ۲۰۱۸-۲۰۰۸) نیز دیده می‌شود که پس از آن درختان شاهد یک دوره افزایشی در رشد خود طی سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۲ هستند (شکل ۴ د).

رویش درختان سالم، حد واسط و زوال یافته این رویشگاه به ترتیب ۳۱۴ (۲۰۲۳-۱۷۰۹)، ۲۰۹ (۲۰۲۳-۱۸۱۴) و ۲۳۶ سال (۲۰۲۳-۱۷۸۷) به دست آمد. همان‌گونه که در شکل ۴ دیده می‌شود، در همه درختان این گروه‌ها منحنی‌های میانگین رویش به دست آمده از روند رویشی ثابت درختان که در ابتدا به صورت افزایشی است، سپس به بیشترین حد خود می‌رسد و در نهایت کاهشی است پیروی می‌کنند (شکل ۴).

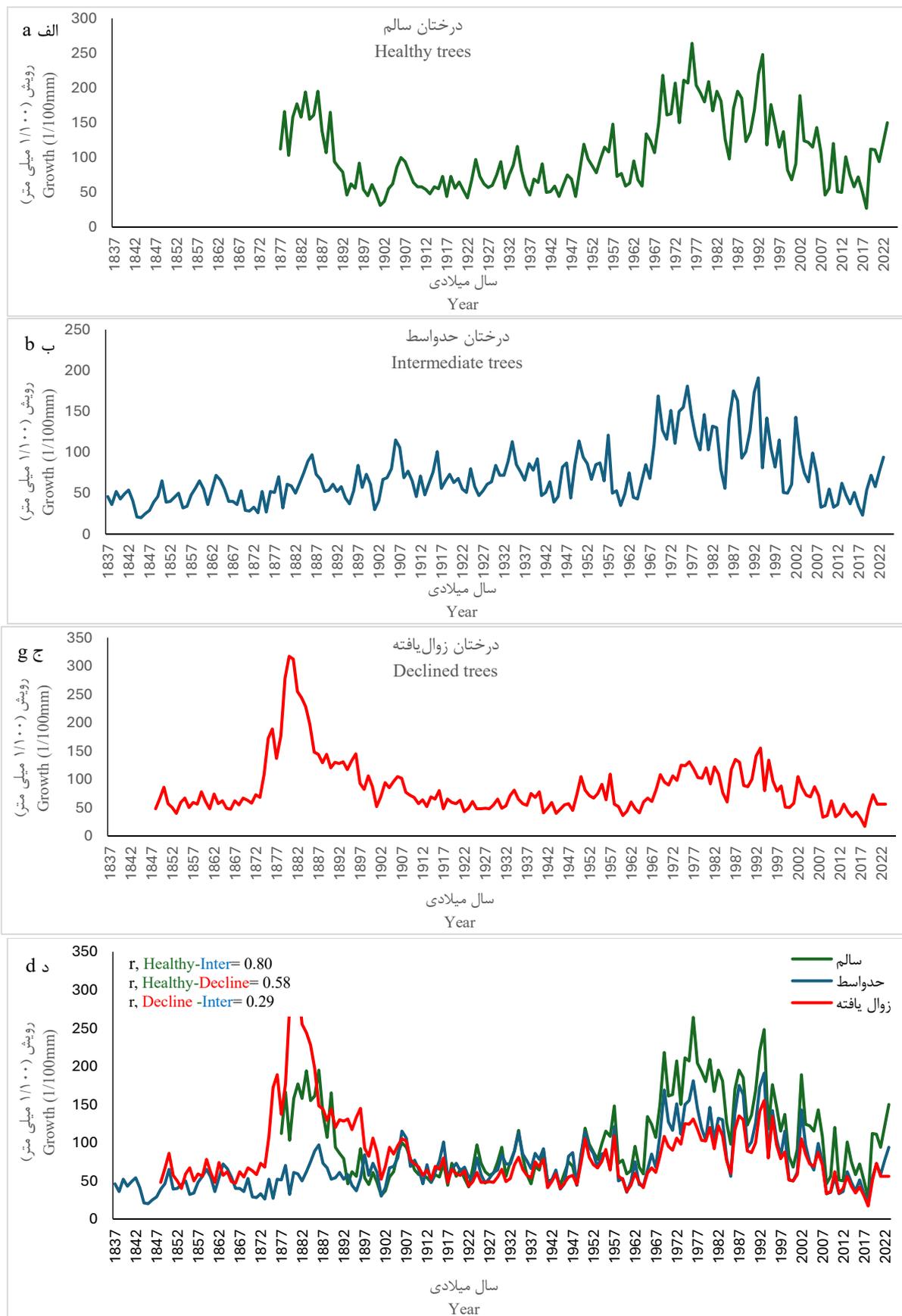
منحنی‌های رویش درختان سالم (۴ الف) و حد واسط زوال (۴ ب) این رویشگاه به ترتیب پس از سپری کردن دوره‌های افت (۱۸۷۳-۱۸۶۵، ۱۹۲۳-۱۹۰۸، ۱۹۴۸-۱۹۴۱ و ۱۹۶۵-۱۹۵۸) و اوج (۱۸۷۵-۱۸۹۶، ۱۹۲۷-۱۹۴۰ و ۱۹۵۷-۱۹۵۰) رویش خود، طی سال‌های ۱۹۹۳-۱۹۶۸ به بیشترین مقدار رویش خود می‌رسند (در این دوره نیز دو روند

دو گروه سالم و حد واسط نشان‌دهنده بی‌ثباتی در رشد و پراکندگی بیشتر درختان این گروه است که ممکن است به دلیل شرایط محیطی یا اثرهای انسانی باشد. محاسبه ضریب همبستگی گروه‌های درختی دو رویشگاه در شکل ۶ نیز نشان داد که رشد درختان سالم هر دو رویشگاه به عوامل مشترکی وابسته است.

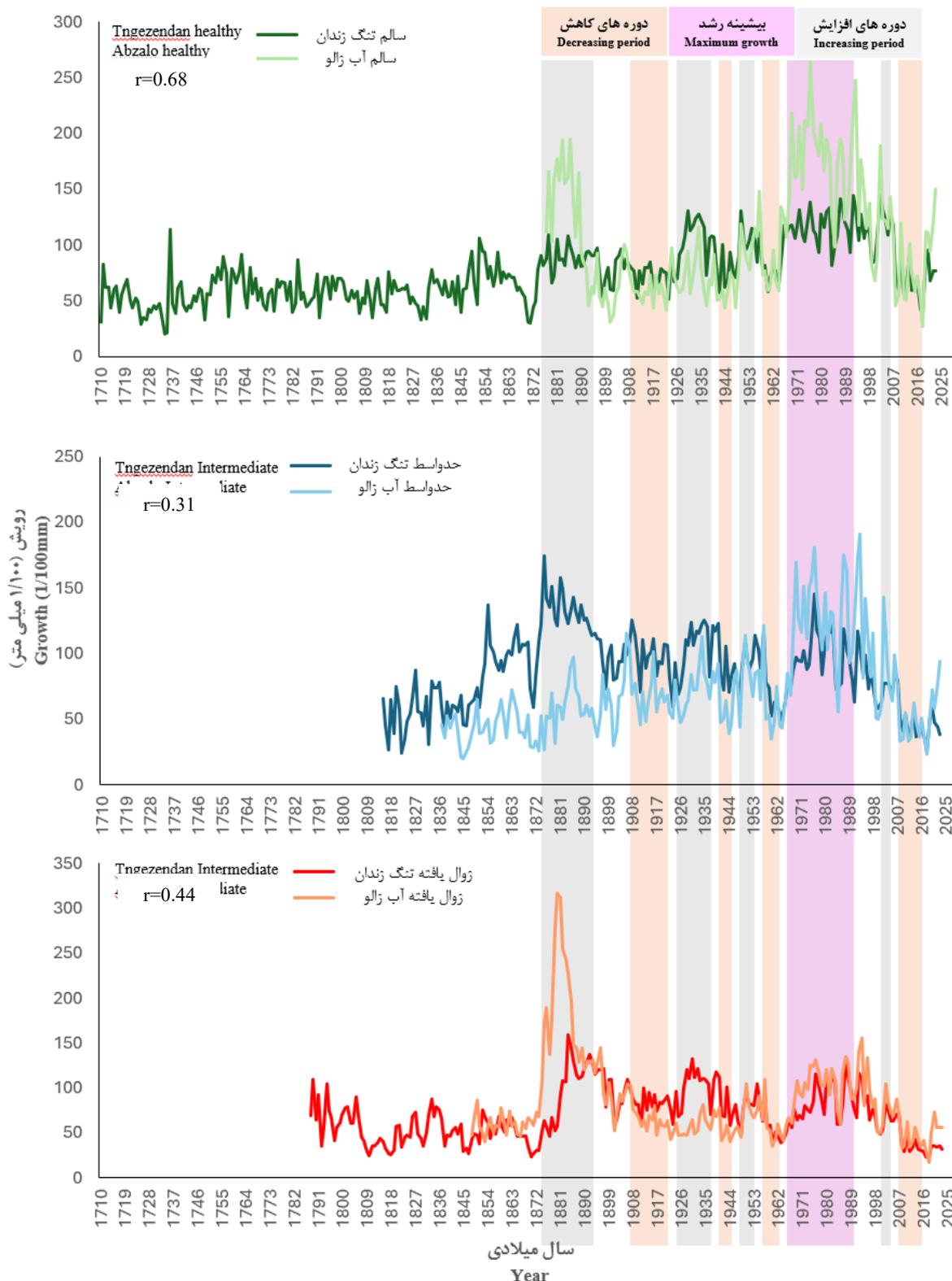
براساس جدول ۱ میانگین رویش شعاعی درختان بلوط ایرانی دو رویشگاه تنگ زندان و آب‌زالو به ترتیب ۰/۷۷ و ۰/۸۷ میلی‌متر و برای کل منطقه لردگان ۰/۸۲ میلی‌متر به دست آمد. افزون‌بر این، میزان رویش شعاعی این درختان در گروه‌های مختلف سالم، حد واسط و زوال یافته هر رویشگاه نیز به تفکیک نشان داده شده است. با در نظر گرفتن این موضوع که رویش درختان متأثر از عوامل مختلفی شامل ژنتیک خود درخت و عوامل محیطی و انسانی در گذر زمان است و این که در انتخاب درختان در این تحقیق، ویژگی‌های فیزیولوژی درخت (میزان خشکیدگی در تاج و تنه درختان) اهمیت زیادی داشت، مقادیر میانگین به‌دست‌آمده تنها برای همین گروه‌های درختی سالم، حد واسط و زوال یافته مناسب است و نمی‌توان آنها را با هم مقایسه کرد. بنابراین برای مقایسه گروه‌های مختلف درختی و بررسی تغییرات به‌وجودآمده در این گروه‌ها مقرر شد این تغییرات در دامنه کوچک‌تری از زمان که بیانگر روند این تغییرات در گذشت زمان است نشان داده شود که به‌صورت دوره‌های زمانی ۳۰ ساله در جدول‌های ۲ و ۳ برای هر دو رویشگاه محاسبه شد (با توجه به سن کم درختان که خیلی مسن نبودند مقرر شد براساس دوره‌های ۳۰ ساله این بررسی انجام گیرد). بر این اساس، تغییرات رویش شعاعی (آغاز زوال) گروه‌های مختلف درختان سالم، حد واسط و زوال یافته رویشگاه تنگ‌زندان از سال ۱۹۶۲ تا ۱۹۹۲ با روند کاهشی که به ترتیب شامل مقادیر ۱/۱۲، ۰/۹۲ و ۰/۸۱ میلی‌متر بود شروع می‌شود و در دامنه زمانی ۲۰۲۳-۱۹۹۳ به مقادیر ۰/۹۱، ۰/۶۰ و ۰/۵۲ میلی‌متر می‌رسد (جدول ۲).

در رویشگاه آب زالو نیز درختان گروه‌های سنی سالم، حد واسط زوال و زوال یافته به ترتیب با طول دوره‌های ۱۴۷ (۲۰۲۳-۱۸۷۶)، ۲۰۹ (۲۰۲۳-۱۸۱۴) و ۱۸۷ (۲۰۲۳-۱۸۳۶) سال، میانگین رویش گروه‌های درختی این رویشگاه را شامل می‌شوند. درختان سالم و حد واسط (شکل ۵ الف و ب) این ناحیه نیز پس از سپری کردن دوره‌های افت (۱۹۲۲-۱۹۰۸، ۱۹۴۱-۱۹۴۸ و ۱۹۶۵-۱۹۵۸) و اوج (۱۸۸۹-۱۸۷۵، ۱۹۲۶-۱۹۳۵ و ۱۹۵۷-۱۹۵۰) رشد خود طی سال‌های ۱۹۶۸-۱۹۹۳ به حداکثر رویش خود می‌رسند که این دوره در گروه درختان زوال یافته این رویشگاه نیز مانند رویشگاه قبل کوتاه‌تر (۱۹۸۳-۱۹۶۸) است. درختان هر سه گروه این رویشگاه پس از رسیدن به بیشترین مقدار رویش خود، دوره‌های کاهش (۱۹۸۶-۱۹۸۳، ۱۹۹۱-۱۹۸۸، ۲۰۱۱-۱۹۹۸ و ۲۰۱۸-۲۰۰۸) و افزایش (۲۰۰۷-۲۰۰۲) رشد دیگری نیز دارند که در گروه درختان زوال یافته (شکل ۵ ج) نیز مانند رویشگاه قبل دوره‌های افزایش رشد کوتاه‌تر و دوره‌های کاهش رشد طولانی‌تر (به‌اندازه دو تا سه سال) است (شکل ۵).

در نهایت در مقایسه میانگین منحنی‌های رویش هر سه گروه درختی (سالم، حد واسط و زوال یافته) دو رویشگاه تنگ‌زندان و آب‌زالو نیز همان‌گونه که در شکل ۶ دیده می‌شود، روند تغییرات و افت و اوج‌های هر دو رویشگاه بسیار به هم نزدیک است. در این شکل روند تغییرات رویش گروه درختان سالم هر دو رویشگاه از نظم بیشتری برخوردار است، تغییرات این روند در درختان حد واسط اندک است و در گروه درختان زوال یافته بیشتر می‌شود. افزون‌بر این در مقایسه میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات گروه‌های مختلف درختی دو رویشگاه (جدول ۱) نیز دیده می‌شود که تغییرات این متغیرها در گروه‌های سالم و حد واسط تا حدی شبیه به یکدیگر است و در درختان زوال یافته بیشتر می‌شود، به‌گونه‌ای که ضریب تغییرات بزرگ‌تر گروه‌های درختی زوال یافته نسبت به



شکل ۵- منحنی رویش درختان سالم (الف)، حد واسط (ب)، زوال یافته (ج) و ترکیب هر سه منحنی (د) رویشگاه آب‌زالو
 Figure 5. Growth curve of healthy (a), intermediate (b), declined trees (g) and mixture of them in Abzalo site (d)



شکل ۶- مقایسه منحنی رویش درختان سالم، حد واسط زوال و زوال یافته دو رویشگاه تنگ زندان و آب زالو
 Figure 6. Comparison of the growth curves of healthy, intermediate, and declined trees in two habitats: Tangezdan and Abzalo

جدول ۱- رویش شعاعی درختان بلوط ایرانی
Table 1. Radial growth of *Q. brantii* trees

میانگین کل منطقه (میلی‌متر) Total average (mm)	هر رویشگاه (میلی‌متر) Per habitat (mm)	درختان زوال‌یافته (میلی‌متر) Declined trees (mm)	درختان حد واسط (میلی‌متر) Intermediate trees (mm)	درختان سالم (میلی‌متر) Healthy trees (mm)	گروه درختی متغیر Tree group Variables	رویشگاه Habitat
Mean 0.82	0.77	0.71	0.87	0.74	میانگین Mean	تنگ‌زندان Tangezendan
Sd 0.06	0.01	0.28	0.29	0.26	انحراف معیار Sd	
CV 6.77%	1.92%	40.76%	33.36%	35.38%	ضریب تغییرات CV	
Mean 0.82	0.87	0.85	0.71	1.05	میانگین Mean	آب‌زالو Abzalo
Sd 0.06	0.09	0.49	0.35	0.53	انحراف معیار Sd	
CV 6.77%	10.76%	57.54%	48.87%	50.32%	ضریب تغییرات CV	

جدول ۲- تغییرات رویش شعاعی درختان بلوط ایرانی رویشگاه تنگ‌زندان طی دوره‌های ۳۰ ساله
Table 2. Changes in the radial growth of *Q. brantii* in Tangezendan habitat in 30-year periods

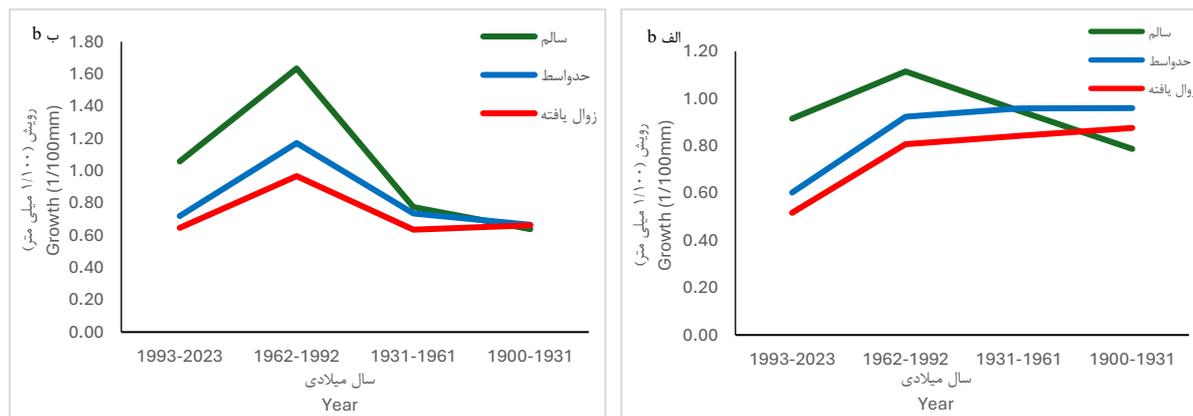
درختان زوال‌یافته (میلی‌متر) Declined trees (mm)	درختان حد واسط (میلی‌متر) Intermediate trees (mm)	درختان سالم (میلی‌متر) Healthy trees (mm)	گروه درختی Tree group
0.52	0.60	0.91	سال Years
0.81	0.92	1.12	1993-2023
0.84	0.96	0.95	1961-1992
0.88	0.96	0.79	1931-1961
			1900-1930

جدول ۳- تغییرات رویش شعاعی درختان بلوط ایرانی رویشگاه آب‌زالو طی دوره‌های ۳۰ ساله
Table 3. Changes in the radial growth of *Q. brantii* in Abzalo habitat in 30-year periods

درختان زوال‌یافته (میلی‌متر) Declined trees (mm)	درختان حد واسط (میلی‌متر) Intermediate trees (mm)	درختان سالم (میلی‌متر) Healthy trees (mm)	گروه درختی Tree group	سال Year
0.65	0.72	1.06		1993-2023
0.97	1.17	1.63		1962-1992
0.63	0.74	0.78		1931-1961
0.66	0.67	0.64		1900-1930

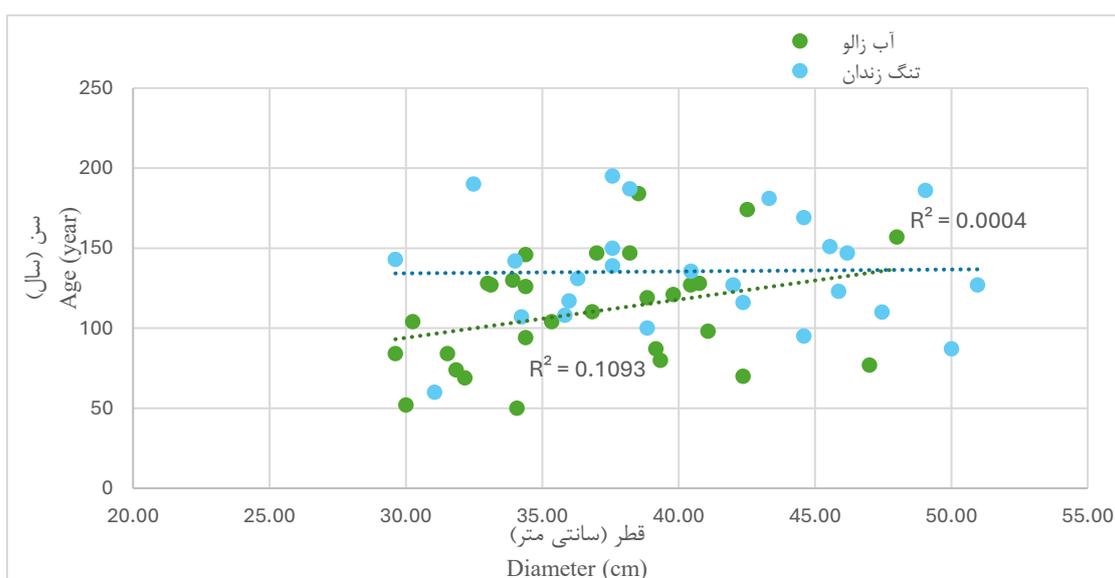
۱/۱۷ و ۰/۹۷ آغاز می‌شود و در ۳۰ سال آخر رویش با کاهش چشمگیر به ۰/۷۲، ۰/۶۵ و ۰/۶۳ می‌رسد (شکل ۷).

بررسی تغییرات رویش دوره‌های زمانی ۳۰ ساله گروه‌های مختلف درختان بلوط ایرانی رویشگاه آب‌زالو (جدول ۳) نیز نشان داد که این تغییرات از دامنه زمانی ۳۰ ساله دوم (۱۹۹۲-۱۹۶۲) با مقادیر ۰/۶۳،



شکل ۷- تغییرات رویش شعاعی دوره‌های زمانی ۳۰ ساله تنگ‌زدان (الف) و آب‌زالو (ب)

Figure 7. Changes in the radial growth of 30-year periods of Tangezendan (a) and Abzalo (b)



شکل ۸- منحنی قطر و سن درختان دو رویشگاه آب‌زالو و تنگ‌زدان

Figure 8. Tree diameter and age curve of two habitats Tangezendan and Abzalo

تنگ‌زدان با دامنه قطر و تنوع بیشتر در محدوده قطری ۳۵-۵۰ سانتی‌متر و سنی ۱۰۰-۲۰۰ سال قرار می‌گیرند. در این میان متوسط قطر و سن درختان این رویشگاه نیز ۴۰/۴۵ سانتی‌متر و ۱۳۶ سال است (شکل ۸). منحنی برآزش درختان دو رویشگاه نیز نشان‌دهنده آن است که روند رشد درختان تنگ‌زدان با توجه به قطور بودن پایه‌های درختی به صورت خطی و ثابت است، در حالی که در درختان رویشگاه آب‌زالو با توجه به جوان بودن درختان، منحنی برآزش رشد قطری درختان افزایشی است.

منحنی قطر و سن درختان دو رویشگاه نیز نشان داد که توزیع دامنه قطر و سن درختان این دو رویشگاه به ترتیب ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر و ۵۰ تا ۲۰۰ سال است. با در نظر گرفتن اینکه بیشتر درختان رویشگاه آب‌زالو در محدوده قطری ۳۰-۴۰ سانتی‌متر و سن ۱۵۰-۵۰ سال قرار دارند، می‌توان اظهار داشت که درختان این رویشگاه جوان‌تر از رویشگاه تنگ‌زدان هستند. افزون‌بر این، میانگین قطر و سن درختان ثبت‌شده در این رویشگاه نیز به ترتیب ۳۶/۸۳ سانتی‌متر و ۱۱۰ سال بود. بیشتر درختان رویشگاه

بحث

منحنی میانگین رویش درختان بلوط ایرانی منطقه منج شهرستان لردگان استان چهارمحال و بختیاری طی یک دوره ۳۱۴ ساله (بیشترین میانگین رویش ثبت شده در گروه‌های درختی) دارای دوره‌های افزایش و کاهش در طول دوره رشد خود است که بیانگر شرایط ویژه‌ای است که رشد شعاعی درخت را تحت تأثیر قرار داده است. بررسی تغییرات رویش درختان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مشخصه‌ها در مدیریت منابع طبیعی سبب دستیابی اطلاعات ارزشمندی در خصوص چگونگی رشد درختان و پویایی توده‌های جنگلی خواهد شد (D'Aprile et al., 2015) در بازدیدهای میدانی و جنگل‌پیمایی‌های صورت‌گرفته در انتخاب درختان نیز سعی بر آن بود که تا حد ممکن ویژگی‌های فیزیولوژیک درختان بیانگر شرایط رویشی آنها باشد که منحنی‌های رویش به‌دست آمده از هر دو رویشگاه و همخوانی روند تغییرات گروه‌های درختی آنها به‌خوبی بیانگر مشخصات ظاهری درختان با منحنی‌های رویش آنها است. در بررسی قطر و سن درختان دو رویشگاه نیز دیده می‌شود که درختان رویشگاه آب‌زالو جوان‌تر از رویشگاه تنگ‌زندان بودند.

منحنی میانگین رویش درختان سالم هر دو رویشگاه تنگ‌زندان و آب‌زالو نشان داد که روند تغییرات رویش نسبت به دو گروه دیگر منظم‌تر است. افزون‌بر این در مشاهدات فیزیکی نمونه‌های چوبی جمع‌آوری شده از درختان در پژوهش‌های آزمایشگاهی نیز شاهد پهنای خوبی از حلقه‌ها و طول مناسبی از آنها بودیم که در منحنی میانگین رویش درختان در نمودارها این موارد به‌خوبی دیده شد. در جدول‌های تغییرات رویش شعاعی دوره‌های زمانی ۳۰ ساله دو رویشگاه نیز تغییر در میزان رویش درختان در بازه زمانی ۳۰ سال آخر تازه شروع می‌شود، ولی متأسفانه با روند به‌نسبت سریعی که شامل کاهش رشد یک تا دو ساله در قسمت پیک رشد منحنی‌ها و شیب منحنی

رشد درختان از ۱۹۹۸ تا ۲۰۲۳ است، این کاهش‌های متوالی طی چند سال آینده سبب خشکیدگی و زوال بیشتر این درختان در منطقه خواهد شد. درباره گروه‌های درختی دوم هر دو رویشگاه که با ۵۰ درصد خشکیدگی در تاج و تنه به‌عنوان درختان حد واسط در این پژوهش انتخاب شده بودند، نیز بررسی تغییرات رویش شعاعی دوره‌های زمانی ۳۰ ساله نشان داد که شروع خشکیدگی‌ها از حدود ۶۰ سال پیش در این گروه‌های درختی آغاز شده و کاهش رویش درختان در رویشگاه‌های تنگ‌زندان و در آب‌زالو، به‌ترتیب از ۰/۹۲ به ۰/۶ و از ۱/۱۷ به ۰/۷۲ میلی‌متر رسیده است. روند تغییرات و شیب منحنی میانگین رویش درختان این گروه سنی نسبت به گروه درختان سالم از شدت بیشتری برخوردار است. در گروه درختان زوال‌یافته که به‌عنوان درختان هدف در این پژوهش شناخته می‌شوند، خشکیدگی زیاد تاج و تنه درختان (بیش از ۵۰ درصد) هر دو رویشگاه در کنار مشاهدات فیزیکی بیشتر نمونه‌ها (پهنای باریک حلقه‌های رویشی) سبب شکل‌گیری میانگین رویشی از درختان با افت و اوج‌های متوالی شده است که در آن دوره‌های کاهش رویش با دوره طولانی‌تر و کاهش دوره‌های افزایشی با دوره کوتاه‌تر دیده می‌شوند. تغییرات رویش شعاعی درختان زوال‌یافته این منطقه در دامنه‌های زمانی ۳۰ ساله نیز نشان داد که این تغییرات در هر دو رویشگاه از ۶۰ سال پیش تاکنون با شیب تندی آغاز شده و طی ۳۰ سال اخیر به حداکثر خود رسیده است، به‌طوری که کاهش رویش این گروه درختی در رویشگاه تنگ‌زندان از ۰/۸۱ به ۰/۵۲ میلی‌متر و در رویشگاه آب‌زالو از ۰/۹۷ به ۰/۶۵ میلی‌متر رسیده است. بررسی جمعیت بلوط‌های خشکیده و زوال‌یافته غرب آمریکا نشان داد که بیشتر بلوط‌های مرده در این منطقه، پیش از خشکسالی رشد شعاعی کمتری از بازماندگان همان گونه داشتند (Leblanc, 1998). بررسی خشکسالی‌های مکرر به‌جامانده در بلوط‌های مدیترانه‌ای نیز نشان داد که

زوال یافته مشاهده نمی‌شود (Poursartip et al., 2017). تطابق سری‌های زمانی پهنای حلقه‌های رویشی درختان زنده و مرده منطقه دالاب استان ایلام نشان داد که مرگ بیشتر درختان خشکیده در این منطقه در سال ۲۰۰۸ رخ داد و از سال‌های نخستین سده بیستم، روند تغییرات سالیانه ویژگی‌های آوندی درختان زوال یافته با درختان سالم متفاوت شد و در همین زمان پهنای حلقه‌های رویشی بلوط افت کرد (Najafi Harsini et al., 2018). خشکسالی‌های گسترده ۲۰۱۵-۲۰۰۴ جنوب چین سبب کاهش چشمگیر رشد جنگل‌های نیمه‌گرمسیری سوزنی‌برگ و پهن‌برگ این منطقه شده است (Zhang et al., 2023). پژوهش‌های ایزوتوپ کربن و اکسیژن حلقه‌های درختی شبکه‌ای از رویشگاه‌های جنگلی اروپا نیز نشان داده که با وجود خشکسالی‌های مکرر چندساله سده‌های هفدهم و هجدهم میلادی، خشکسالی تابستان سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۱۵ بخش‌های وسیعی از اروپای غربی و مرکزی در ۴۰۰ سال گذشته، از نظر بزرگی شرایط خشکسالی استثنایی بوده است (Freund et al., 2023).

میانگین رویش شعاعی درختان بلوط ایرانی بررسی شده در این پژوهش (میانگین درختان هر سه گروه درختی سالم، حد واسط و زوال یافته) ۰/۸۲ میلی‌متر به دست آمد و همان‌گونه که در جدول ۱ دیده می‌شود میانگین رویش شعاعی درختان سالم بین ۰/۷ تا ۱ و درختان زوال یافته بین ۰/۷ تا ۰/۸ میلی‌متر متغیر بود. (Jahanbazi 1996) با بررسی رویش قطری بلوط ایرانی استان چهارمحال و بختیاری، متوسط رویش قطری سالیانه با پوست این گونه را ۳/۱۱ میلی‌متر به دست آورد. او در بررسی دیگری، میانگین رویش قطری درختان دانه‌زاد با پوست و قطور بلوط ایرانی منطقه قلعه مدرسه در این استان را ۵/۶ میلی‌متر برآورد کرد (Jahanbazi et al., 2022). (Fallah & Heidari 2018) میانگین رویش

این درختان حساسیت رشد خود به اقلیم، خشکسالی‌های فصلی و شرایط خاص گونه‌ای خود را بیشتر از درختان دیگر نشان می‌دهند (Bose et al., 2024). (Hosseini et al. 2024) نیز اظهار داشتند که خشکیدگی تاج درختان بلوط ایرانی جنگل‌های زوال یافته استان ایلام با سازوکارهای فیزیولوژیکی آنها در جذب آب و عناصر غذایی ارتباط دارد.

به‌طور کلی روند رشد درختان در تمام میانگین منحنی‌های رویش به‌دست آمده از گروه‌های مختلف درختی دو رویشگاه منطقه لردگان در دامنه زمانی ۱۹۹۳-۲۰۰۰ وارد مرحله کاهش چشمگیری می‌شود که در گروه درختان سالم از شیب کمتری برخوردار است و در گروه درختان زوال یافته به حداکثر شیب خود می‌رسد؛ به‌طوری که درخت در این مرحله توان رویش خود را از دست می‌دهد. کاهش روند رویش درختان منطقه به‌گونه‌ای است که به‌رغم افزایش رشدهای یک تا دوساله پس از آن این منحنی دیگر نمی‌تواند سیر صعودی پیدا کند. کاهش فعالیت لایه زاینده درختان سبب می‌شود که حتی با بهبود شرایط اقلیمی امکان ازسرگیری رویش وجود نداشته باشد؛ به‌طوری که در دامنه زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ به کمترین مقدار رویش خود رسیده و سال ۲۰۱۸ دارای کمترین رویش ثبت شده در درختان این ناحیه است. نتایج این پژوهش با یافته‌های (Dargahian & Pourhashemi 2021) که معتقدند خشکیدگی و زوال در استان چهارمحال و بختیاری از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۰ (سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۸۹) شروع شده و هر روز بر وسعت آن افزوده می‌شود همخوانی دارد. بررسی توده‌های سالم و زوال یافته بلوط ایرانی شهرستان خرم‌آباد نشان داد که تا سال ۲۰۱۰ میلادی روند رشد درختان تقریباً مشابه بوده است، ولی از این سال به بعد منحنی رویش درختان در حال زوال افت رویش مشخصی را نشان می‌دهد، به‌طوری که به‌رغم بارندگی‌های پس از آن افزایش رویشی در درختان

درختان بلوط ایرانی این ناحیه زاگرسی نیز بیانگر کاهش روند رویش درختان طی سال‌های اخیر بوده است. تحقیق درباره تغییرات رویش ۳۰ سال اخیر این گروه‌های درختی بیانگر کاهش رویش درختان بررسی شده در این پژوهش بود که برای گروه‌های درختی سالم، حد واسط و زوال یافته رویشگاه تنگ‌زدان به ترتیب ۱۸/۷۵، ۳۴/۷ و ۳۵/۸ درصد و برای رویشگاه آب‌زالو ۳۴/۹۶، ۳۸/۴۶ و ۳۲/۹۸ درصد بود. بر این اساس، میزان کاهش رویش درختان حد واسط و زوال یافته رویشگاه تنگ‌زدان در مقایسه با درختان سالم بسیار زیاد است، درحالی که در منطقه آب‌زالو روند کاهش درختان در هر سه گروه درختی نزدیک به یکدیگر و زیاد است و این زنگ خطر مهمی برای منطقه است که علت آن ممکن است عوامل اقلیمی، برداشت‌های انسانی یا چرای دام در منطقه باشد. این موضوع نیازمند پژوهش‌های بیشتر برای بررسی عوامل کاهش رویش درختان است.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از رساله دکتری دانشگاه تهران و بخشی از طرح بین‌المللی شماره ۴۰۲۱۴۶۱ بنیاد ملی علم ایران است، نویسندگان لازم می‌دانند مراتب قدردانی خود را از دانشگاه تهران، بنیاد ملی علم ایران، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، اداره منابع طبیعی شهرستان منج و مؤسسه جنگل، برف و منظر کشور سوئیس (WSL) اعلام کنند.

قطری درختان بلوط ایرانی استان ایلام را به‌وسیله مت‌رویش‌سنج و به‌مدت ۲۹ سال (۱۳۹۳-۱۳۶۵) ۲/۴۴ میلی‌متر به دست آوردند. از طرفی با در نظر گرفتن اینکه رویش درختان متأثر از عوامل محیطی و انسانی است (Anderson-Teixeira et al., 2021)، کاهش رویش به‌دست‌آمده در این پژوهش با توجه به روند تغییرات اقلیمی، نقش دخالت‌های انسانی و چرای دام، تغییر پوشش گیاهی و خاک طی سالیان متمادی منطقی است و اگر با وجود صعب‌العبور بودن، اثر عوامل انسانی در کنار عوامل اقلیمی و محیطی همچنان ادامه داشته باشد، این مهم می‌تواند سبب خشکیدگی و افزایش زوال درختان در این منطقه شود. به‌طور کلی مدیریت مبتنی بر حفاظت از رویشگاه‌های زاگرس تأثیر زیادی در سلامت درختان بلوطی که با معضل زوال روبه‌رو هستند خواهد داشت (Teimouri et al. 2023).

نتیجه‌گیری

نتایج کلی این پژوهش بیانگر آن است که خشکیدگی درختان بلوط ایرانی منطقه لردگان استان چهارمحال و بختیاری از سال ۱۹۹۳ در این منطقه آغاز شده است و همچنان ادامه دارد. با وجود شرایط مساعد رویشی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۷ رویش این درختان در سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ دوباره وارد دوره کاهشی شد، به‌طوری که تمام منحنی‌های رویش درختان سالم، حد واسط و زوال یافته منطقه لردگان استان چهارمحال و بختیاری سال ۲۰۱۸ را به‌عنوان سالی با کمترین مقدار رویش ثبت کرده‌اند. میانگین رویش شعاعی ۰/۸۲ میلی‌متر به‌دست‌آمده از

References

- Abedini, R., Pourtahmasi, K., Ghazanfari, H., & Karimi, A.N. (2010). Effect of severe lopping on radial growth of Lebanon Oak (*Quercus libani* Oliv.) trees in Baneh adjacent forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(4), 556-568. (In Persian)
- Anderson-Teixeira, K., Herrmann, V., Rollinson, C., Gonzalez, B., Gonzalez-Akre, E., Pederson, N., Alexander, M., Allen, C., Alfaro Sánchez, R., Awada, T., Baltzer, J., Baker, P., Birch, J., Bunyavejchewin, S., Cherubini, P., Davies, S., Dow, C., Helcoski, R., Kašpar, J., Lutz, J., Margolis, E., Maxwell, J., McMahon, S., Piponiot, C., Russo, S., Šamonil, P., Sniderhan, A., Tepley, A., Vašíčková, I., Vlam, M., & Zuidema, P. (2021). Joint effects of climate, tree size, and year on annual

tree growth derived from tree-ring records of ten globally distributed forests. *Global Change Biology*, 28, 245-266 <https://doi.org/10.1111/gcb.15934>

Azizi, G., Arsalani, M., Arsalani, E., & Safai rad, R. (2013). Reconstruction of Spring-Summer Maximum Temperatures Based on a Regional Chronology (1750-2010) in the Western Ridge of Central Zagros, Iran. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 1(4), 51-64. <https://doi.org/10.22067/geo.v1i4.20199>. (In Persian)

Bose, A.K., Doležal, J., Scherrer, D., Altman, J., Ziche, D., Martínez-Sancho, E., Bigler, C., Bolte, A., Colangelo, M., Dorado-Liñán, I., Drobyshev, I., Etzold, S., Fonti, P., Gessler, A., Kolář, T., Koňasová, E., Korznikov, K.A., Lebourgeois, F., Lucas-Borja, M.E., Menzel, A., Neuwirth, B., Nicolas, M., Omelko, A.M., Pederson, N., Petritan, A.M., Rigling, A., Rybníček, M., Scharnweber, T., Schröder, J., Silla, F., Sochová, I., Sohar, K., Ukhvatkina, O. N., Vozmishcheva, A.S., Zweifel, R., & Camarero, J.J. (2024). Revealing legacy effects of extreme droughts on tree growth of oaks across the Northern Hemisphere. *Science of The Total Environment*, 926, 172049. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172049>

Brandes, A.F., das N., Rizzieri, Y.C., Tamaio, N., Pace, M.R., & Barros, C.F. (2022). A global review on wood growth rings in lianas. *Dendrochronologia*, 71, 125920. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2021.125920>

D'Aprile, F., Tapper, N., & Marchetti, M. (2015). Forestry under Climate Change. Is Time a Tool for Sustainable Forest Management? *Open Journal of Forestry*, 05, 329-336. <https://doi.org/10.4236/ojf.2015.54028>

Dargahian, F., & Pourhashemi, M. (2021). Detection of Climate Change Based on Warm Temperature Indices in Zagros Forest Ecosystem; Chaharmahal and Bakhtiari Province TT. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 10(3), 81-99. <https://doi.org/10.47176/ijae.10.3.13601>. (In Persian)

Delpasand, S., Maleknia, R., & Naghavi, H. (2022). Modelling of forest cover change to identify suitable areas for REDD+ projects (case study: Lordegan county). *Forest Research and Development*, 7(4), 577-594. <https://doi.org/10.30466/jfrd.2021.53301.1528>. (In Persian)

Djavanchir Khoei, K. (1967). Les Chênes de L'Iran. Ph.D Thesis, Universite de Montpellier, Faculte des Sciences, 221pp.

Dwomoh, F., Brown, J., Tollerud, H., & Auch, R. (2021). Hotter Drought Escalates Tree Cover Declines in Blue Oak Woodlands of California. *Frontiers in Climate*, 3, 689945. <https://doi.org/10.3389/fclim.2021.689945>

Dwyer, J.P., Cutter, B.E., & Wetteroff, J.J. (1995). A dendrochronological study of black and scarlet oak decline in the Missouri Ozarks. *Forest Ecology and Management*, 75(1), 69-75. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03537-K](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03537-K)

Eckstein, D., & Bauch, J. (1969). Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 88(1), 230-250. <https://doi.org/10.1007/BF02741777>

Fallah, A., & Heidari, M. (2018). Studying the diameter growth of Persian oak and its relationship with climatic parameters in Zagros forests (Case study: Sarab-Karzan forests of Ilam). *Forest Research and Development*, 3(4), 361-375. https://jfrd.urmia.ac.ir/article_20526.html. (In Persian)

Freund, M., Helle, G., Balting, D., Ballis, N., Schleser, G., & Cubasch, U. (2023). European tree-ring isotopes indicate unusual recent hydroclimate. *Communications Earth & Environment*, 4, 26. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00648-7>

Fritts, H.C. (1987). Tree-ring analysis *BT - Climatology* (pp. 858-875). Springer US. https://doi.org/10.1007/0-387-30749-4_182

- Führer, E. (1998). Oak decline in central Europe: A synopsis of hypotheses. *Proceedings: Population Dynamics, Impacts, and Integrated Management of Forest Defoliating Insects*, 7–24.
- Gentilesca, T., Camarero, J., Colangelo, M., Nole, A., & Ripullone, F. (2017). Drought-induced oak decline in the western Mediterranean region: an overview on current evidences, mechanisms and management options to improve forest resilience. *IForest - Biogeosciences and Forestry*, 10, 796–806. <https://doi.org/10.3832/ifor2317-010>
- Haneca, K., Čufar, K., & Beeckman, H. (2009). Oaks, tree-rings and wooden cultural heritage: a review of the main characteristics and applications of oak dendrochronology in Europe. *Journal of Archaeological Science*, 36(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.07.005>
- Hosseini, A., Hosseini, S.M., Rahmani, A., & 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. <https://doi.org/10.22092/ijfpr.2012.107462> (In Persian)
- Hosseini, A., Matinzadeh, M., Soleimani R., & Asgari, SH. (2024). Three-Year Results of Monitoring the Leaf Nutrients of Persian Oak Trees in Declining Forests. *Iranian Journal of Forest*, 16(1)-55-69. <https://doi.org/10.22034/ijf.2023.376819.1910>. (In Persian)
- Iranmanesh, Y., & Parsapour, M.K. (2025). Biomass and carbon stock in deadwood, litter, and soil of Persian oak (*Quercus brantii*. Lindl) stands in Lordegan County, Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 32(A), 373-389. <https://doi.org/10.22092/ijfpr.2024.365345.2156>. (In Persian)
- Jahanbazi, H. (1996). Study diameter growth Oak in Chaharmahal va Bakhtiari Province, Research Project: Agricultural and Natural Resources Research Center in Chaharmahal va Bakhtiari province, 78p. (In Persian)
- Jahanbazi, H., Pourhashemi, M., Iranmanesh, Y., Khanhasani, M., Heidari, M., Rahimi, H., Zarafshar, M., Asgari, Y., Karamian, R., Negahdar Saber, M.R., Mehdifar, D., Henare Khaliani, J., Rasahidi, F., Hosseini, A., & Tahmasbi, M. (2022). Oak decline trend in the forest habitats of Zagros. *Iran Nature*, 7(5), 7–11. <https://doi.org/10.22092/irn.2022.127987>. (In Persian)
- Jahanbazi, H., Pourhashemi, M., Iranmanesh, Y., Khanhasani, M., Heidari, M., Rahimi, H., Zarafshar, M., Asgari, Y., Karamian, R., Negahdar Saber, M.R., Mehdifar, D., Henare Khaliani, J., Rasahidi, F., Hosseini, A., & Tahmasbi, M. (2024). Measuring and monitoring of oak decline in Zagros forests (Phase one). Final report of the research project of the Research Institute of Forests and Rangeland. 160p.
- Kianisalmi, S., Musavi, S.H., & Yeganeh Dastgerdi, P. (2017). Spatial planning and feasibility of areas susceptible to ecotourism with land use planning approach Case study: Chaharmahal & Bakhtiari Province. *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 26(102), 217–228. <https://doi.org/10.22131/sepehr.2017.27479>
- Korori, S.A.A., Shirvany, A., Matinzadeh, M., Shabestani, S., & Valipour K., H. (2011). Study of increment variations in plane tree species at 5 sites in Tehran (case study: *Platanus orientalis*). *Iranian Journal of Forest*, 2(4), 345–355. (In Persian)
- Leblanc, D. (1998). Interactive effects of acidic deposition, drought, and insect attack on oak populations in the midwestern United States. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere - CAN J FOREST RES*, 28, 1184–1197. <https://doi.org/10.1139/cjfr-28-8-1184>
- Marvi Mohajer, M.R., (2012). *Silviculture and Forest Management*. University of Tehran Press, 418p.
- Mausolf, K., Wilm, P., Haerdtle, W., Jansen, K., Schuldt, B., Sturm, K., Oheimb, G., Hertel, D., Leuschner, C., & Fichtner, A. (2018). Higher drought sensitivity of radial growth of European beech in managed than in unmanaged forests. *Science of The Total Environment*, 642. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.065>
- Maxwell, R. S., & Larsson, L.A. (2021). Measuring tree-ring widths using the CooRecorder software application. *Dendrochronologia*, 67, 125841. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2021.125841>

- Nadi, M., Bazrafshan, J., Pourtahmasi, K., & Najafi Harsini, F. (2015). Relationship between oak's tree-ring width and climatic indices (in regional and global scales) in Javanroud region, Kermanshah. *Journal of Water and Soil Conservation*, 22(3), 57–71. https://jwsc.gau.ac.ir/article_2611.html. (In Persian)
- Najafi Harsini, F., Oladi, R., & Pourtahmasi, K. (2018). The Mutual Relationship between Earlywood Vessel Features of Persian oak (*Quercus brantii* Lindl.) and Tree Mortality. *Iranian Journal of Forest*, 10(2), 167–179. https://www.ijf-isaforestry.ir/article_68165.html. (In Persian)
- Najafi-Harsini, F., Oladi, R., Pourtahmasi, K., Souto-Herrero, M., & García-González, I. (2022). Using tree-ring width and earlywood vessel features to study the decline of *Quercus brantii* Lindl in Zagros forests of Iran. *European Journal of Forest Research*, 141(3), 379–393. <https://doi.org/10.1007/s10342-022-01450-y>
- Pourhashemi, M., Jahanbazi Goujani, H., Hoseinzadeh, J., Bordbar, S., kazem, Iranmanesh, Y., & Khodakarami, Y. (2017). The history of oak decline in Zagros forests. *Iran Nature*, 2(1), 30–37. <https://doi.org/10.22092/irn.2017.109535>. (In Persian)
- Pourhashemi, M., & Sadeghi, SM. M. (2020). A Review on Ecological Causes of Oak Decline Phenomenon in Forests of Iran. *Ecology of Iranian Forests*, 8, 148–164. <https://doi.org/10.52547/ifej.8.16.148>. (In Persian)
- Poursartip, L., Naseri Karimvand, S., Moradi, M., & Susani, J. (2017). Comparing the impact of climate variables on healthy and declined masses of oak (*Quercus brantii* Lindl) in the “Khorram Abad” city. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*, 7(4), 591–600. https://www.ijwp.ir/article_20334.html. (In Persian)
- Rahimi, H., Jahanbazy Goujani, H., Pourhashemi, M., Khanhasani, M., Safari, H., & Jalilian, N. (2022). The trend of dieback and decline of oak forests (Case study: Totshami and Barzeh forests of Kermanshah province). *Iran Nature*, 7(5), 35–40. <https://doi.org/10.22092/irn.2022.359029.1469>. (In Persian)
- Romagnoli, M., Moroni, S., Recanatesi, F., Salvati, R., & Mugnozsa, G.S. (2018). Climate factors and oak decline based on tree-ring analysis. A case study of peri-urban forest in the Mediterranean area. *Urban Forestry & Urban Greening*, 34, 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.05.010>
- Sabeti, H. (1976) Forests, Trees, and Shrubs of Iran. Ministry of Agriculture and Natural Resources, 808p.
- Sagheb Talebi, K., Sajedi, T., & Pourhashemi, M. (2014). Forests of Iran: A Treasure from the Past, A Hope for the Future. Springer.
- Sochová, I., Kolar, T., & Rybníček, M. (2021). A Review of Oak Dendrochronology in Eastern Europe. *Tree-Ring Research*, 77(1), 10-19. <https://doi.org/10.3959/TRR2020-2>
- Thomas, F., Blank, R., & Hartmann, G. (2002). Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. *Forest Pathology*, 32, 277–307. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0329.2002.00291.x>
- Teimouri, M. et al. (2023). Evaluation of Changes in the Chemical and Biological Soil Properties of Brant's Oak (*Quercus Brantii* Lindl.) Forests in the Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 31(1), 14–26. <https://doi.org/10.22092/ijfpr.2023.360374.2075>. (In Persian)
- Valipour, A., Ebrahimi, S., Namiranian, M., & Ahmadaali, K. (2021). Analysis the diameter increment of Lebanon oak (*Quercus libani* Oliv.) under Galazani- a traditional silvopastoral system- in northern Zagros Forests of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 29(3), 245–258. <https://doi.org/10.22092/ijfpr.2021.353982.1992>. (In Persian)
- Zhang, R., Hu, Z., Cherubini, P., Cooper, D.J., Zhu, L., & Lei, P. (2023). Tree-ring data reveal trees are suffering from severe drought stress in the humid subtropical forest. *Forest Ecology and Management*, 546, 121330. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121330>



Radial Growth Variation of Declined and Healthy Brant's Oak (*Quercus brantii* Lindl.) trees in the Zagros Forests (Chaharmahal and Bakhtiari Province)

F. Hatami¹, V. Etemad^{2*}, K. Pourtahmasi³, Y. Iranmanesh⁴, and F. Najafi Harsini⁵

¹Ph.D. Student Dept. of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

²Associate Prof., Dept. of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

³Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

⁴Associate Prof., Forests and Rangelands Research Dept. Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Isfahan, I. R. Iran

⁵Postdoctoral Researcher, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: 29 January 2025; Accepted: 06 April 2025)

Abstract

Introduction: Oak decline as a global phenomenon has significantly impacted forest ecosystems in many parts of the world. In this regard, the Zagros forests in western Iran have not been spared from this crisis, and their drying and decline have increased, especially in the Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl.). Given the importance of the dieback phenomenon on the growth of oak forests, the present study aimed to investigate changes of *Q. brantii* growth, including the average growth and pointer years of declining growth using dendrochronology in Chaharmahal and Bakhtiari Province.

Materials and Methods: This research was conducted in two declined habitats (Tangezendan & Abzalo) in the Monj area of Lordegan city of Chaharmahal and Bakhtiari province, in a way that in each site, three groups of healthy, intermediate, and declined trees coexisted. In each site 30 trees were selected (10 trees from each group). Various quantitative and qualitative characteristics, including diameter at breast height, height, trunk shape, and the health status of crown and trunk, were recorded. Two cores were extracted from the breast height of each tree using an increment borer. After transporting the samples to the laboratory, the surface of each core was prepared with different sandpapers (200-2000). Then high-quality panoramic images of each sample were captured individually using the Skippy program, tree-ring widths (TRWs) were measured with CooRecorder software from bark to pith. After aligning the obtained time series for each group of sites, separate average growth curves were derived and the average growth of the trees in the region was calculated.

Results: Comparing radial growth of healthy, intermediate, and declined trees of *Q. brantii* in the two sites of Tangezendan and Abzalo, it was shown that all trees in the region displayed a very similar trend of growth and had periods of decline as well as peaks in their growth years. In Tangezendan, the average growth periods for healthy, intermediate, and declined trees were 314, 209, and 236 years, respectively. For the Abzalo trees, the periods were 147, 209, and 187 years. In general, all groups of trees initially had an increasing growth trend, reached a peak at some point, and then declined again. Maximum growth of healthy and intermediate trees at both sites was in the years 1968-1993, while for decline it occurred over a much shorter period from 1968-1983. The average radial growth of *Q. brantii* was observed at 0.82 mm. Considering the presence of healthy, intermediate, and declined tree groups, a study of the change in radial growth in 30-year periods demonstrated that wherever intermediate and declined tree radial growth began to change in both habitats during the period from 1962 to 1992, there was a significant decline in the last 30 years over the diametrically opposed class. Diameter and age curves showed that trees in Abzalo were younger, having an average of 36.83 cm diameter and 110 years of age, in contrast with those in Tangezendan, with diameters of 40.45 cm and 136 years.

Conclusion: The growth trend is the same between the average growth's curves obtained, and hence it states that trees that face dieback, although during some periods growth is reduced, resist the deterioration factors and manage to keep up with growth. In all the average growth curves studied, there is a significant decreasing phase in tree growth trends for the period 1993-2000, indicating that the trees at this stage have lost their growth capacity. Despite the favorable growth conditions during 2002-2007, trees entered another decreasing phase for the period 2008-2018, while the lowest increment rate was determined in 2018. The radial growth obtained in this area with Brant's oak, amounting to 0.82 mm, also proved the decrease in tree growth in recent years. The chronological change in growth over the past 30 years of those tree groups showed a decline in the growth of trees studied during this study was 18.75, 34.7, and 35.8% for healthy, intermediate, and declined trees of Tangezendan, respectively, and 34.96, 38.46, and 32.98% for Abzalo, respectively. While looking at the trend in the recent change in growth reduction for various groups of trees in Abzalo, higher risk in this habitat related to desiccation in comparison with other habitats can be marked. These are possibly due to some kind of climatic factor or human or livestock resource utilization within the region and need further study.

Keywords: Decline, Dendrochronology, Lordegan, Tree ring width.