

Investigating the relationship between the growth of *Amygdalus lyciodes* Spach shrubs and climatic factors in two degraded habitats in Lorestan Province

Zahra Mirazadi^{*1}, Javad Soosani², Babak Pilehvar³, Hamzeh Jafari Sarabi⁴,
Ehsan Badri Hassanabad⁵

1. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran. E-mail: mirazadi.z@lu.ac.ir
2. Associate Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran. E-mail: soosani.j@lu.ac.ir
3. Professor, Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran. E-mail: pilehvar.b@lu.ac.ir
4. Ph.D. in Silviculture and Forest Ecology, Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran. E-mail: jafarisarabi2011@gmail.com
5. Ph.D. Student of Forest Biological Sciences, Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran. E-mail: ehsanb358@gmail.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 02.09.2025
Revised: 03.07.2025
Accepted: 03.07.2025

Keywords:
Almond sp,
Decline,
Dendrochronology,
Drought,
Zagros forest

ABSTRACT

Background and Objectives: Dendrochronological analyses play a critical role in assessing the impact of climatic variables on tree growth. *Amygdalus lyciodes* Spach, a valuable and adaptive species in the Zagros forests, has unfortunately not been spared from the phenomenon of deterioration in recent years, resulting in significant damage to its habitats. This study aimed to investigate the relationship between the annual growth of *Amygdalus lyciodes* Spach and climatic factors in its two primary habitats in Lorestan Province, Iran.

Materials and Methods: Two forest regions, Gaikan and Dadabad, were selected for this study in Lorestan Province. In both regions, *Amygdalus lyciodes* Spach shrubs are in decline and exist in both pure and mixed forms with other species. Given the minimal variation in slope, aspect, and elevation across the regions, five sample plots (100 m × 100 m each) were randomly established in each region to measure the morphological characteristics of the shrubs and estimate their drying percentage. The severity of dieback was categorized into four classes based on visible signs of deterioration: dryness <5%, 5–33%, 34–66%, >66%, and dead wood. Disks were collected from dead or fallen trees, and growth ring widths were measured along two perpendicular directions for each disk. Climate data were obtained from the nearest synoptic station, and cross-dating and data standardization were performed. The relationship between annual growth rings and climatic factors was determined using Pearson correlation coefficients over 30 years. All analyses were conducted using SPSS17 and ARSTAN software.

Results: The results indicated that in the Gaikan region, where dieback severity was higher, the average growth of *Amygdalus lyciodes* Spach shrubs was also greater. In this region, the minimum, average, and maximum temperatures in March (mid-February to mid-April) showed the

strongest correlation with radial growth, with correlation coefficients of 33%, 37%, and 33%, respectively. In contrast, in the Dadabad region (with less dieback), the minimum and average temperatures in May (mid-April to mid-June) exhibited higher correlations with growth, at 44% and 36%, respectively. Regarding precipitation, the highest correlation in Gaikan was observed in May (65%), while in Dadabad, it was observed in November (47%).

Conclusion: The growth trend of *Amygdalus lyciodes* Spach in recent years suggests a decline in growth over time. The correlation between temperature (minimum, average, and maximum) in February and March with growth in the Gaikan region indicates that in high-altitude, cold regions, increased winter and early growing season temperatures may mitigate the negative effects of cold, potentially enhancing radial growth. In the Dadabad region, favorable climatic conditions at the beginning of the growing season, combined with higher temperatures and cambium activation, likely contribute to increased growth during the growing season.

Cite this article: Mirazadi, Zahra, Soosani, Javad, Pilehvar, Babak, Jafari Sarabi, Hamzeh, Badri Hassanabad, Ehsan. 2025. Investigating the relationship between the growth of *Amygdalus lyciodes* Spach shrubs and climatic factors in two degraded habitats in Lorestan Province. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 31 (4), 43-62.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/JWFST.2025.23301.2092

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

بررسی رویش درختچه‌های ارژن *Amygdalus lyciodes* Spach و ارتباط آن‌ها با عوامل اقلیمی در دو رویشگاه زوال یافته در استان لرستان

زهرا میرآزادی^{۱*}، جواد سوسنی^۲، بابک پیلهور^۳، حمزه جعفری سرابی^۴، احسان بدری حسن‌آباد^۵

۱. نویسنده مسئول، استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: mirazadi.z@lu.ac.ir
۲. دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: soosani.j@lu.ac.ir
۳. استاد گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: pilehvar.b@lu.ac.ir
۴. دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: jafarisarabi2011@gmail.com
۵. دانشجوی دکتری علوم زیستی جنگل، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: ehsanb358@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: گاه‌شناسی درختی اهمیت ویژه‌ای در تعیین ارتباط عوامل اقلیمی تأثیرگذار بر رویش درختان دارد. درختچه‌های ارژن <i>Amygdalus lyciodes</i> Spach یکی از گونه‌های ارزشمند و سازگار در جنگل‌های زاگرس است که متأسفانه در سال‌های اخیر از گزند پدیده زوال در امان نمانده و رویشگاه‌های آن دچار آسیب و خسارت شده‌اند. پژوهش حاضر با هدف بررسی ارتباط میزان رویش سالیانه درختچه‌های ارژن با عوامل اقلیمی در دو رویشگاه اصلی آن در استان لرستان انجام شده است.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۱ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۷	مواد و روش‌ها: به‌منظور انجام این پژوهش دو منطقه جنگلی گایکان و دادآباد در استان لرستان انتخاب شدند. درختچه‌های ارژن در هر دو منطقه، به‌صورت خالص و آمیخته با سایر گونه‌ها حضور دارند و دچار پدیده زوال شده‌اند. با توجه به این‌که در هر منطقه از نظر شیب، جهت و ارتفاع تفاوت چندانی مشاهده نشد، جهت انجام نمونه‌برداری و اندازه‌گیری ویژگی‌های مورفولوژیکی درختچه‌های ارژن و برآورد درصد خشکیدگی آن‌ها، در هر منطقه پنج قطعه‌نمونه با ابعاد ۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر به‌صورت تصادفی استقرار یافت. برای بررسی شدت زوال، در هر قطعه‌نمونه درختچه‌ها بر اساس آثار و شواهد وجود زوال، در چهار طبقه کم‌تر از ۵ درصد خشکیدگی، ۳۳-۵ درصد خشکیدگی، ۶۶-۳۴ درصد خشکیدگی و بیش‌تر از ۶۶ درصد خشکیدگی قرار داده شدند. سپس تعدادی دیسک از درختان جنگلی خشکیده یا افتاده، برداشت و پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، پهنای دواپر رویشی سالیانه در دو جهت عمود بر هم اندازه‌گیری
واژه‌های کلیدی: جنس بادام، جنگل‌های زاگرس، خشک‌سالی، خشکیدگی، گاه‌شناسی درختی	

شد. داده‌های اقلیمی نیز از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به هر منطقه تهیه شد. هم‌چنین تطابق زمانی نمونه‌ها و استانداردهای داده‌ها نیز انجام گرفت. در نهایت همبستگی بین شاخص‌های اقلیمی موردنظر با پهنای دایره سالانه، در طی یک دوره ۳۰ ساله، با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شد. تمام آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS 17 و ARSTAN انجام شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج، در منطقه گایکان با شدت خشکیدگی بیش‌تر، میانگین رویش درختچه‌های ارژن نیز بیش‌تر بود، هم‌چنین، حداقل، میانگین و حداکثر درجه حرارت هوا در ماه مارس (اواسط اسفند تا اواسط فروردین) بیش‌ترین همبستگی را با میانگین رویش درختچه‌های ارژن نشان دادند (ضریب همبستگی ۳۳، ۳۷ و ۳۳ درصد)، درحالی‌که در منطقه دادآباد (با خشکیدگی کم‌تر)، حداقل و میانگین درجه حرارت هوا در ماه می (اواسط اردیبهشت تا اواسط خرداد) همبستگی بالاتری با رویش از خود نشان داد (۴۴ و ۳۶ درصد). در خصوص ارتباط بین بارندگی و رویش نیز در منطقه گایکان بیش‌ترین همبستگی در اردیبهشت‌ماه (۶۵ درصد) و در دادآباد بیش‌ترین همبستگی در آبان‌ماه ملاحظه شد (ضریب همبستگی ۴۷ درصد).

نتیجه‌گیری: با توجه به روند رویش گونه ارژن در سال‌های اخیر، می‌توان استنباط کرد که این‌گونه در طول زمان با کاهش رشد همراه بوده است. در خصوص همبستگی دمای هوا (حداقل، میانگین و حداکثر دما) در بهمن و اسفند با میزان رویش ارژن در منطقه گایکان می‌توان بیان داشت که در مناطق مرتفع و سردسیر، افزایش دمای هوای زمستان و اوایل فصل رشد، موجب کاهش اثرات منفی سرما شده و می‌تواند باعث افزایش رویش شعاعی درختان شود. در منطقه دادآباد نیز مناسب بودن شرایط آب‌وهوایی در آغاز فصل رویش و بالا بودن دمای هوا و شروع فعالیت کامبیوم درخت می‌تواند منجر به افزایش رویش در فصل رشد شود.

استناد: میرآزادی، زهرا، سوسنی، جواد، پیلهور، بابک، جعفری سرابی، حمزه، بدری حسن‌آباد، احسان (۱۴۰۳). بررسی رویش درختچه‌های ارژن *Amygdalus lyciodes* Spach و ارتباط آن‌ها با عوامل اقلیمی در دو رویشگاه زوال‌یافته در استان لرستان. نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۳۱ (۴)، ۶۲-۴۳.

DOI: 10.22069/JWFST.2025.23301.2092



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

جنگل‌های زاگرس به‌عنوان پهناورترین عرصه جنگلی ایران، با مساحتی بیش از پنج میلیون هکتار غرب و جنوب‌غرب کشور را به‌صورت نواری پوشانده‌اند و نقش بسیار ارزنده‌ای در تأمین منابع آب و تعادل اقلیمی کشور ایفا می‌کنند. متأسفانه در سال‌های اخیر این جنگل‌ها با پدیده زوال یا خشکیدگی مواجه شده و هر روز بر وسعت آن افزوده می‌شود. نخستین گزارش‌ها از زوال در جنگل‌های زاگرس به سال ۱۳۸۵ و به جنگل‌های بلوط ایرانی استان ایلام برمی‌گردد و بر اساس آمار رسمی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری تا سال ۱۳۹۳ سطحی در حدود یک میلیون و سیصد و پنجاه هزار هکتار معادل با ۲۵ درصد از جنگل‌های زاگرس درگیر زوال شده‌اند (۱، ۲). اصطلاح زوال برای توصیف درختانی با علائم اولیه هم‌چون کاهش رویش قطری، سبز زردی برگ‌ها و خشکیدگی تاج به‌کار برده می‌شود که در نهایت می‌تواند منجر به مرگ درخت گردد (۳). با توجه به کاهش، تغییر نوع و نامنظم بودن پراکندگی بارش‌ها و گرم شدن کلی هوا در طی سال‌های اخیر، از میان دلایل مطرح شده برای زوال، نقش و اهمیت تنش خشک‌سالی محتمل‌تر از عوامل دیگر است (۴). مساحت جنگل‌های استان لرستان در حدود ۱۲۱۷۲۵۹ هکتار است که تقریباً ۴۴ درصد از مساحت استان را پوشش می‌دهد (۱). متأسفانه در سال‌های اخیر این جنگل‌ها نیز با پدیده زوال و خشکیدگی مواجه شده‌اند، به‌طوری‌که بر اساس مطالعات از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷، ۴۲۸۰۴ هکتار از آنها از بین رفته‌اند (۵). درختچه ارژن (*Amygdalus lyciodes spachs*) متعلق به جنس بادام و خانواده گل‌سرخیان یکی از گونه‌های ارزشمند جنگل‌های زاگرس و استان لرستان است. جنس بادام تقریباً ۳۶ گونه در سراسر جهان دارد و ایران مرکز اصلی تنوع گونه‌های این جنس با ۱۲ گونه بومی است. درختچه ارژن منبع ژنتیکی غنی

از خصوصیات مطلوب مثل مقاومت به تنش‌های زنده (آفات و بیماری‌ها) و غیرزنده (خشکی، شوری، سرمازدگی زمستانه و بهاره) است (۶)، اما متأسفانه در سال‌های اخیر از گزند پدیده زوال در امان نمانده و رویشگاه‌های این‌گونه دچار آسیب و خسارت شده‌اند. گاه‌شناسی درختی (*Dendrochronology*) علمی است که به‌منظور بررسی اثرهای تغییرات اقلیمی بر فرایند اکولوژیک طبیعی از جمله رویش در نواحی معتدل و مناطقی که سالانه فصل‌های سرد و گرم را تجربه می‌کنند، توسعه یافته است. پهنای نسبی یک حلقه رشد سالانه، به مقدار زیادی به‌وسیله نرخ رشد درختان در طول سال رشد، تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. حلقه‌هایی که در طول سال‌های مرطوب، رشد می‌یابند نسبت به آن‌هایی که در طول سال‌های خشک شکل می‌گیرند، پهن‌تر هستند. به‌بیان‌دیگر، تواتر سالانه اقلیم مناسب و نامناسب، در نهایت به‌صورت ترتیبی از حلقه‌های پهن و باریک در درختان مختلف یک منطقه، ثبت می‌شود. این حلقه‌های رشد، در نواحی معتدله، مشخصه قابل اعتمادی برای ارزیابی سن و نرخ رشد درختان هستند (۷). پهنای یک حلقه سالانه، ترکیبی از فرآیندهای مؤثر اقلیمی اتفاق افتاده در سراسر یک دوره طولانی شامل چندین ماه پیش از شروع فصل رویش جاری درخت است. از آن‌جایی‌که با مطالعه دوایر رویشی می‌توان به‌چگونگی تغییرات ناشی از دما، بارش و یا خشکی در جنگل پی برد، بنابراین، دوایر رویشی ابزار مهمی جهت درک دینامیک جنگل و تنوع آب‌وهوایی در مقیاس چند قرن هستند (۸). این دوایر برای تخمین تولید و بهره‌وری میان‌مدت و بلندمدت اکوسیستم‌ها و تشخیص بروز حوادث شدید طبیعی مانند سیل و خشکی به‌کار برده شده‌اند (۹). از طرفی دیگر، بررسی اثرات متغیرهای اقلیمی بر روی رویش گونه‌های درختی جنگل، ما را در شناسایی نیازهای اکولوژیکی گونه‌ها راهنمایی کرده و می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های

هم‌چنین اوستاخ و همکاران (۲۰۱۴)، با مطالعه اثر متغیرهای اقلیمی (دما و بارندگی) بر پهنای دواير سالانه کاج بروسيا به اين نتيجه رسيدند که همبستگی شاخص رویش و عوامل اقلیمی بیانگر اثر مثبت و معنی‌دار کمینه دمای خرداد، متوسط و بیشینه دمای بهمن بر حلقه‌های رویش کاج بروسيا می‌باشد و بارندگی ماه مهر نیز ارتباط مستقیم و معنی‌دار با رویش داشته است (۸). هم‌چنین بر اساس مطالعات، در مناطق جنگلی گرم و نیمه‌خشک افزایش خشک‌سالی باعث تشدید مرگ‌ومیر درختان و در نهایت کاهش گسترده سطح جنگل‌ها در سراسر جهان خواهد شد (۲۱، ۲۲، ۲۳). از آنجایی که رویش درختان از تغییرات اقلیم و توالی سالیانه اقلیم مطلوب و نامطلوب (سال‌های پر باران و کم باران) و وقوع خشک‌سالی تأثیر می‌پذیرد و این تغییرات اقلیمی به‌طور صحیح به‌وسیله توالی حلقه‌های باریک و پهن در اغلب درختان ثبت می‌شود، چنانچه، اطلاعات اقلیمی در حلقه‌ها به‌طور صحیح استخراج و آنالیز شود، می‌تواند تصویری از اقلیم گذشته و تأثیرات آن بر عملکرد رویشی درختان در اختیار پژوهش‌گران قرار دهند (۲۴)؛ بنابراین پژوهش حاضر نیز با هدف بررسی حلقه‌های رویش سالیانه و ارزیابی ارتباط برخی از عوامل اقلیمی با رویش درختچه‌های ارژن در دو رویشگاه آن در استان لرستان که در سال‌های اخیر دچار پدیده زوال شده‌اند، انجام شده است.

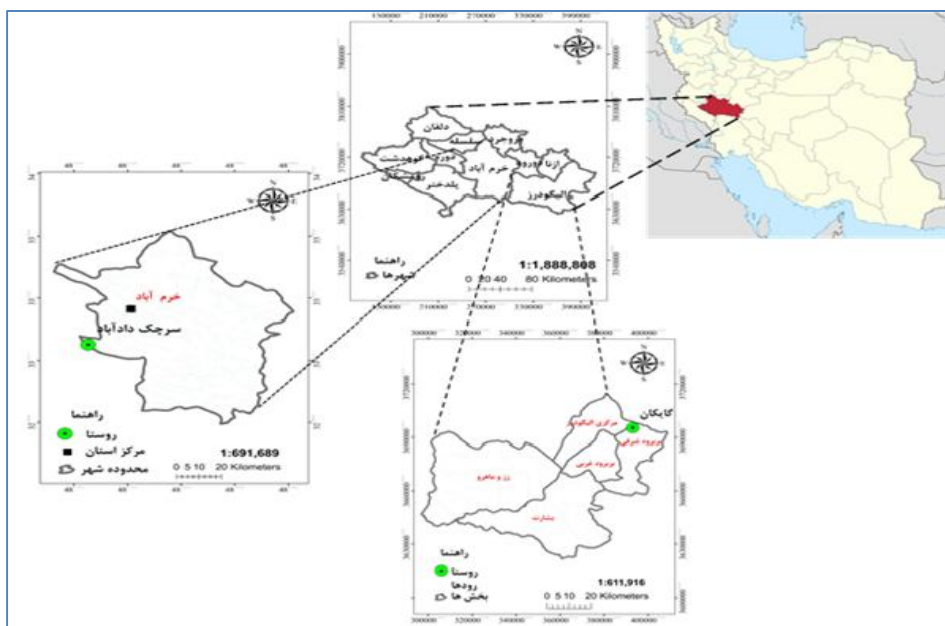
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: به‌منظور انجام این پژوهش پس از بررسی‌های میدانی و کسب اطلاعات از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان لرستان، دو منطقه به‌عنوان مناطق مورد مطالعه انتخاب شدند. منطقه جنگلی سرچک دادآباد به وسعت ۵/۴۲ هکتار، با متوسط دمای ۱۷/۶ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی ۵۱۲ میلی‌متر که در محدوده جغرافیایی ۲۷' ۱۲' ۴۸° طول

بلندمدت کارساز باشد (۱۰). در سال‌های اخیر، در پژوهش‌های مختلفی، به بررسی دلایل وقوع و اثرات زوال گونه‌های مختلف جنس بلوط در جنگل‌های زاگرس پرداخته شده است از آن جمله می‌توان به مطالعات حیدری و همکاران (۲۰۲۳a,b)، جهانبازی و همکاران (۲۰۲۳)، حیدری و همکاران (۲۰۲۴)، احمدی و رستمی (۲۰۲۱) اشاره نمود (۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴). هم‌چنین در پژوهش‌هایی دیگری نیز پویایی درونی سالانه تشکیل چوب در درختان، زمان‌بندی، طول دوره و نرخ تولید و تمایز سلولی در طی مراحل زندگی گیاه (۱۶) و ارتباط تشکیل حلقه‌های رویشی درخت با عوامل درونی یا عوامل بیرونی (۱۷) بررسی شده است. زارعی و همکاران (۲۰۱۴)، تغییرات پهنای دواير سالیانه درختان راش را در نتیجه جاده‌سازی در جنگل‌های اسالم مورد ارزیابی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که رویش دواير سالیانه ۴۰ سال پس از ساخت جاده نسبت به ۴۰ سال پیش از ساخت جاده معنی‌دار بوده و پهنای دواير سالیانه بعد از جاده‌سازی افزایش یافته است (۱۸). جلیوند و بالاپور (۲۰۱۳)، با بررسی تأثیر اقلیم بر رویش سالانه بلوط (*Fisch. & C.A.Mey. ex Hohen. Quercus macranthera*) در جنگل‌های هیرکانی به این نتیجه رسیدند که دوره‌های ترسالی و خشک‌سالی احتمالی دو و سه سال ادامه دارد و می‌توان از آن در مدیریت بحران‌های طبیعی و خشک‌سالی‌ها در آینده و هم‌چنین در مدیریت و برنامه‌ریزی جنگل و پرورش آن استفاده نمود (۱۹). فلاح و حیدری (۲۰۱۸)، در پژوهش خود به بررسی تأثیر مشخصه‌های اقلیمی بر مقدار رویش قطری درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های سامان عرفی سراب کارزان ایلام پرداختند، نتایج پژوهش نشان داد که بیش‌ترین همبستگی بین رویش قطری با رطوبت نسبی در ماه‌های شهریور و تیر و همبستگی بین رویش قطری با دما و بارندگی در ماه‌های شهریور و اردیبهشت مشاهده شد (۲۰).

دو منطقه به ترتیب ۱۹ و ۱۷ درصد و جهت دامنه در آن‌ها شمالی بود. با وجودی که دو رویشگاه از نظر نشانه‌ها و علائم ظاهری، شدت‌های مختلفی از زوال را دارا بودند، در این پژوهش، شدت زوال دو منطقه به‌طور دقیق‌تری مورد بررسی قرار گرفت. در شکل ۲ تصاویری از درختچه‌های ارژن مشاهده می‌گردد.

شرقی و $33^{\circ} 17' 39''$ عرض شمالی در جنوب شهرستان خرم‌آباد واقع شده است (۲۵) و رویشگاه گایکان الیگودرز نیز با $87/46$ هکتار وسعت، میانگین دمای ۱۶ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه ۶۷۹ میلی‌متر، در محدوده جغرافیایی $49^{\circ} 50' 56''$ طول شرقی و $33^{\circ} 23' 35''$ عرض شمالی قرار دارد. میانگین ارتفاع از سطح دریا در منطقه گایکان ۲۴۳۰ متر و در دادآباد ۱۸۹۸ متر است. میانگین درصد شیب



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه در ایران و استان لرستان.

Figure 1. The location of the study areas in Iran and Lorestan Province.



شکل ۲- تصاویری از درختچه‌های ارژن در مناطق مورد مطالعه.

Figure 2. The images of *Amygdalus lycioides* shrubs in the studied area.

در ادامه توسط سمباده شماره ۴۰۰ صیقل داده شدند. سپس برای وضوح بیشتر حلقه‌های سالیانه، سطح نمونه‌ها به وسیله الکل صنعتی ۹۰ درصد مرطوب گردید و به وسیله اسکنر با قدرت تفکیک ۲۴۰۰ dpi اسکن شدند و پهنای دواير سالیانه در دو جهت عمود بر هم تا دقت یک‌صدم میلی‌متر اندازه‌گیری شد تا رویش نمونه‌ها تعیین شود، سپس میانگین رویش دو مسیر به‌عنوان میانگین رویش سالانه درخت محاسبه شد (شکل ۲).

به‌منظور بررسی ارتباط حلقه‌های رویش سالیانه با عوامل آب‌وهوایی، داده‌های اقلیمی ۳۰ ساله، از سازمان هواشناسی ایران و از ایستگاه‌های هواشناسی خرم‌آباد و الیگودرز که به مناطق موردبررسی نزدیک بودند، تهیه شد (۲۸). سری‌های پهنای حلقه رویشی ابتدا با استفاده از برنامه ARSTAN تاریخ‌گذاری تطبیقی شدند. تاریخ‌گذاری تطبیقی مهم‌ترین گام قبل از تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی است، بر اساس آن اگر حلقه‌های تشکیل‌شده در یک سال مشخص بین نمونه‌های یک گونه روند مشابهی داشته باشند منطقاً ارزیابی می‌شوند و اگر روند مشابهی نداشته باشند نامنطبق هستند (۲۹). سپس به‌منظور حذف روندهای ناهنجار از سری حلقه‌های رویشی، استانداردسازی انجام گرفت. بدین ترتیب مقدار استاندارد شده رویش، فاقد هر گونه اثری هم‌چون سن درختچه‌ها، موقعیت رویشگاه و خواص ژنتیکی است و تنها اثر آب‌وهوا را بر روی حلقه‌های رویشی نشان می‌دهد (۲۸).

روش پژوهش: به‌منظور برداشت داده‌های میدانی، ابتدا در هر منطقه پنج قطعه‌نمونه یک هکتاری با ابعاد ۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر استقرار یافت. در هر قطعه‌نمونه مختصات جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت و ویژگی‌های مورفولوژیکی درختچه‌های ارژن اندازه‌گیری و ثبت شدند. با توجه به این‌که هر منطقه از نظر شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا همگن بود نمونه‌برداری در واحدهای همگن انجام شد. تعیین درصد خشکیدگی درختچه‌های ارژن به‌صورت بصری و با تخمین تقریبی در هر قطعه‌نمونه و بر اساس علائمی هم‌چون خشکیدگی تنه و تاج، آثار آفات و بیماری‌ها و پوسیدگی کامل طوقه ثبت شد. بر این اساس، درختچه‌های ارژن در چهار کلاسه خشکیدگی سالم (صفر تا ۵٪ خشکیدگی)، ضعیف (۵ تا ۳۳ درصد خشکیدگی)، متوسط (۳۴ تا ۶۶ درصد خشکیدگی)، شدید (بیش‌تر از ۶۶ درصد خشکیدگی) طبقه‌بندی شدند (۲۶). به‌منظور اندازه‌گیری و محاسبه رویش، در هر قطعه‌نمونه پنج درختچه هدف سرپای خشک‌شده یا افتاده انتخاب و از آن‌ها دیسک تهیه شد، با توجه به همگن بودن منطقه، درختچه‌ها اغلب در طبقه قطری ۴ و ۵ سانتی‌متر قرار داشتند و از این نظر اختلاف چندانی با یکدیگر نداشتند. نکته قابل‌توجه این‌که درختچه‌های افتاده نیز به‌طور کامل از محل طوقه جدا نشده بودند و از قسمت کوچکی به زمین متصل بودند و به‌دلیل مشخص بودن جهت افتادن درختان، تعیین جهت دیسک‌ها نیز میسر بود (۲۷). دیسک‌ها ابتدا به وسیله سمباده شماره ۱۰۰ و



شکل ۳- تصاویر دیسک‌های اسکن شده و مسیر شمارش حلقه‌های رویش سالانه.

Figure 3. Images of scand disk and path for counting the annual growth rings.

نتایج

همان‌گونه که در نتایج مشخص شده است، در منطقه گایکان در تمام طبقات، درختان خشکیده بیش‌تری مشاهده شده است و بنابراین این منطقه از نظر زوال در وضعیت نامناسب‌تری قرار دارد. نتایج در جدول ۱ ارائه شده است. برخی از اطلاعات ساختاری اندازه‌گیری شده از درختچه‌های ارژن در دو منطقه موردبررسی در جدول ۲ ارائه شده است.

برای انجام تحلیل‌های آماری، ابتدا با کمک آزمون کولموگروف اسمیرنوف نرمال بودن داده‌های قطری و رویشی بررسی شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، همبستگی بین دما (حداقل، میانگین و حداکثر) و بارندگی با پهنای دوایر سالیانه، در طول یک دوره ۳۰ ساله، با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شد. تمام آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 17 انجام شد و منحنی‌های گاه‌شناسی درختان در دو منطقه نیز با نرم‌افزار ARSTAN رسم شد.

جدول ۱- درصد خشکیدگی (به تفکیک طبقات خشکیدگی) درختچه‌های ارژن دو منطقه.

Table 1. Dryness percentage (separated by drying classes) of *Amygdalus lyciodes* spachs shrubs in two regions.

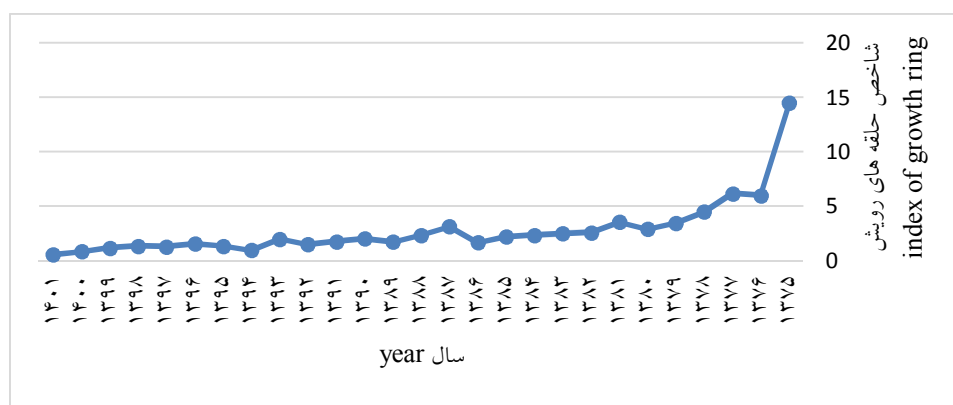
منطقه Area	طبقه ۱٪ Class 1%	طبقه ۲٪ Class 2%	طبقه ۳٪ Class 3%	طبقه ۴٪ Class 4%
گایکان Gaikan	8.2	27.9	25.4	38.5
دادآباد Dadabad	36.41	47.37	10.92	5.49

جدول ۲- ویژگی‌های ساختاری و میانگین رویش درختچه‌های ارژن دو منطقه.

Table 2. Structure characteristics and average growth of *Amygdalus lyciodes* spachs shrubs in two regions.

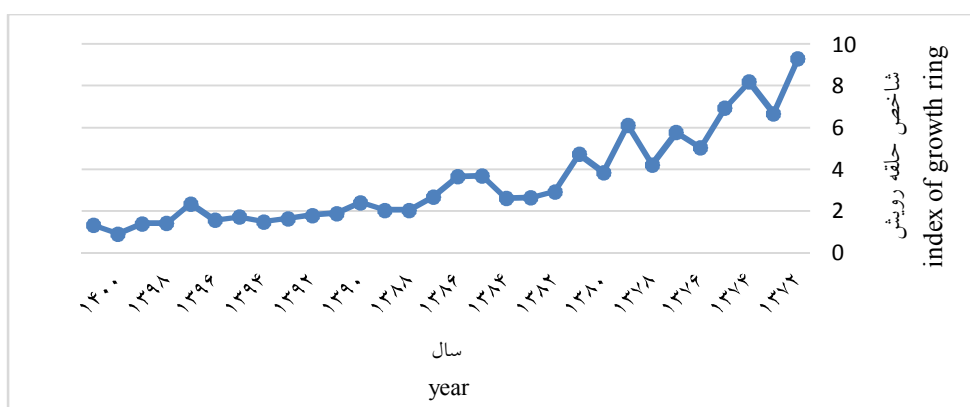
منطقه Area	تعداد در هکتار Trees number per hectare (n/ha)	سطح تاج crown area (m ²)	درصد تاج Percentage of canopy	میانگین رویش (میلی‌متر) Mean of growth (mm)
گایکان Gaikan	159.8	4.13	3.58	3.44
دادآباد Dadabad	153.8	2.96	7.41	2.83

پهنای حلقه‌های رویشی تمام نمونه‌ها محاسبه و بعد از تاریخ‌گذاری تطبیقی و رفع هرگونه خطا، منحنی میانگین رویشی درختچه‌های ارژن تهیه شد که در شکل‌های ۴ و ۵ ارائه شده‌اند.



شکل ۴- میانگین حلقه‌های رویشی درختچه‌های ارژن در منطقه دادآباد بر حسب میلی‌متر.

Figure 4. Average growth rings curve of *Amygdalus lyciodes* spachs shrubs in Dadabad region in millimeters.

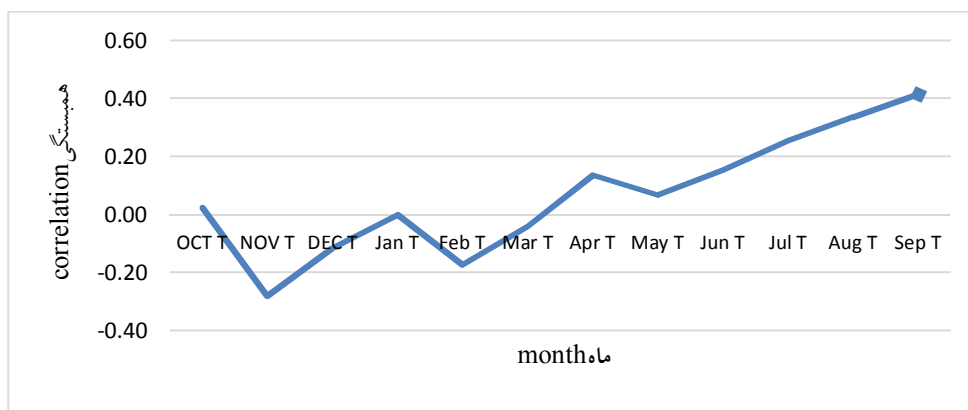


شکل ۵- میانگین حلقه‌های رویشی درختچه‌های ارژن در منطقه گایکان بر حسب میلی‌متر.

Figure 5. Average growth rings curve of *Amygdalus lyciodes* spachs shrubs in Gaikan region in millimeters.

بارندگی سالانه) با رویش شعاعی درختچه‌های ارژن در دو رویشگاه بررسی شد که نتایج آن در شکل‌های زیر آمده است.

رابطه متغیرهای اقلیمی با میانگین رویش شعاعی گونه ارژن: در مرحله بعد همبستگی بین متغیرهای اقلیمی (میانگین، کمینه و بیشینه دمای هوا و مجموع

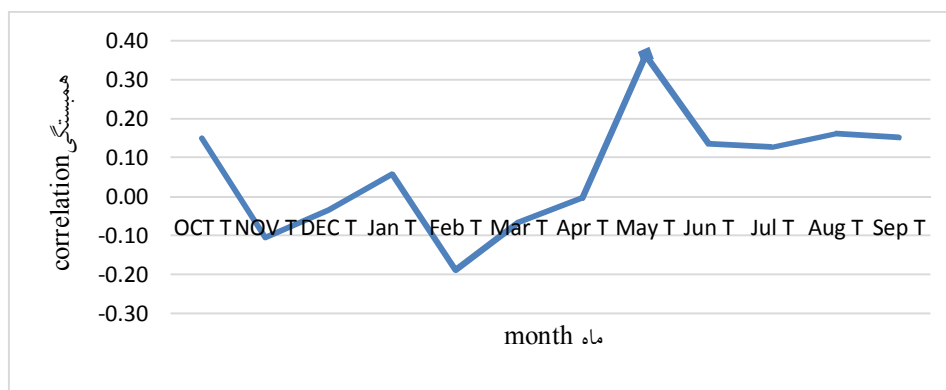


شکل ۶- همبستگی حداکثر دمای هوای ایستگاه خرم‌آباد با رویش گونه ارژن در منطقه دادآباد.

Figure 6. The correlation between the maximum air temperature of Khorramabad station and the growth of *Amygdalus lyciodes* spachs species in the Dadabad region.

اواخر تابستان مثبت است.

بر اساس شکل ۶، رابطه بین حداکثر دمای هوا و رویش شعاعی درختچه ارژن در منطقه دادآباد در

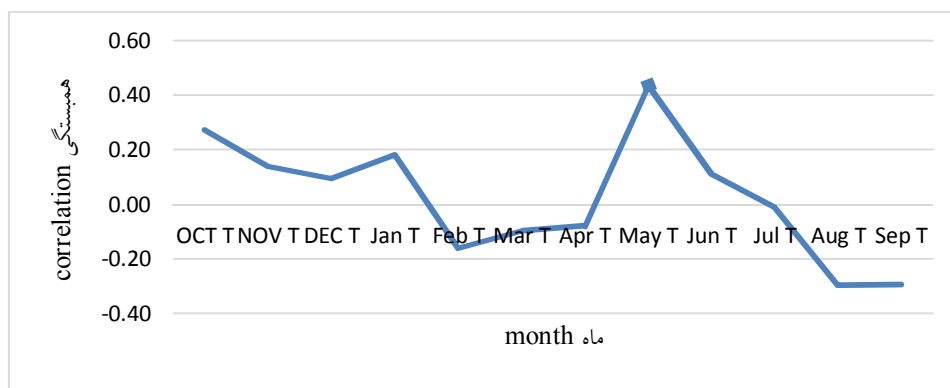


شکل ۷- همبستگی میانگین دمای هوای ایستگاه خرم‌آباد با میانگین رویش گونه ارژن در منطقه دادآباد.

Figure 7. The correlation between the average air temperature of Khorramabad station and the average growth of *Amygdalus lyciodes* spachs species in the Dadabad region.

اردیبهشت‌ماه به بعد مثبت می‌باشد.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود رابطه بین میانگین دمای هوا و میانگین رویش ارژن در منطقه دادآباد از

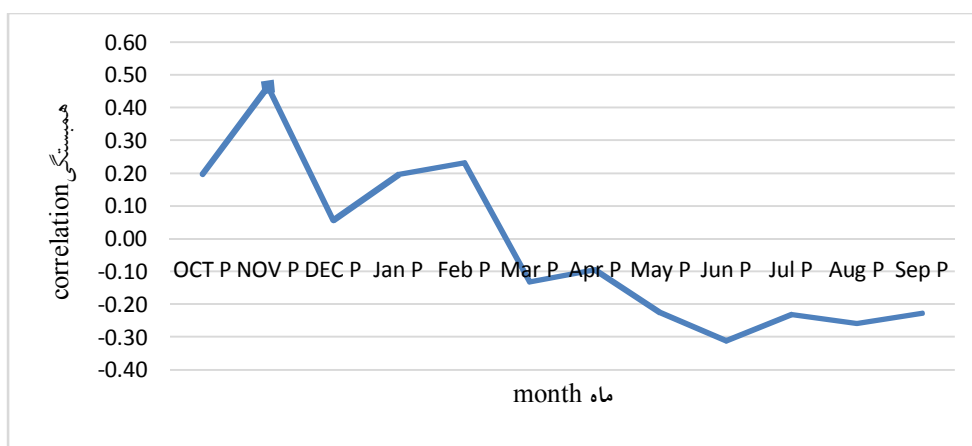


شکل ۸- همبستگی حداقل دمای هوای ایستگاه خرم‌آباد با رویش گونه ارژن در منطقه دادآباد.

Figure 8. The correlation between the minimum air temperature of Khorramabad station and the growth of *Amygdalus lyciodes* spachs species in the Dadabad region.

سپتامبر (مرداد و شهریور) همبستگی منفی مشاهده شده است.

شکل ۸ نشان‌دهنده رابطه مثبت بین حداقل دمای هوا و رویش ارژن در منطقه دادآباد در فصل بهار است، درحالی‌که در دو ماه آگوست و



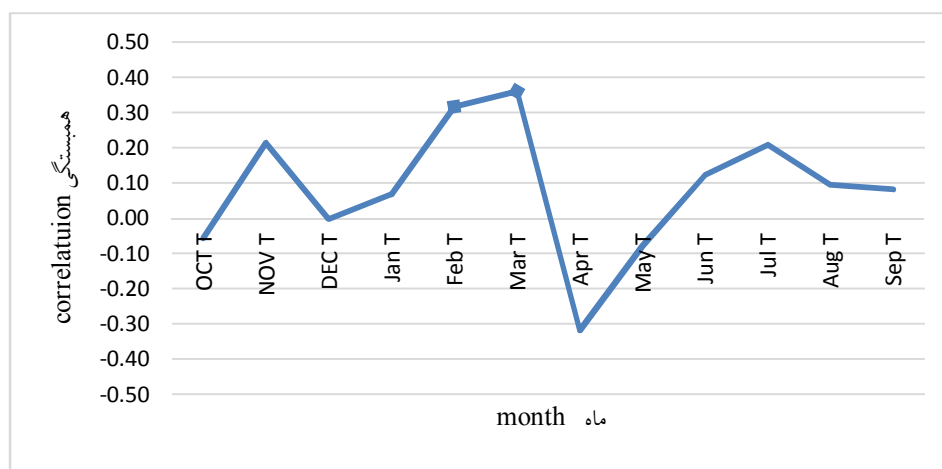
شکل ۹- همبستگی مجموع بارندگی سالانه ایستگاه خرم‌آباد با رویش گونه ارژن در منطقه دادآباد.

Figure 9. The correlation between the total annual rainfall of Khorram Abad station and the growth of *Amygdalus lyciodes* spachs species in the Dadabad region.

رویش شعاعی درختچه‌های ارژن رابطه مثبتی نشان داد و در آبان ماه این رابطه معنی‌دار بود.

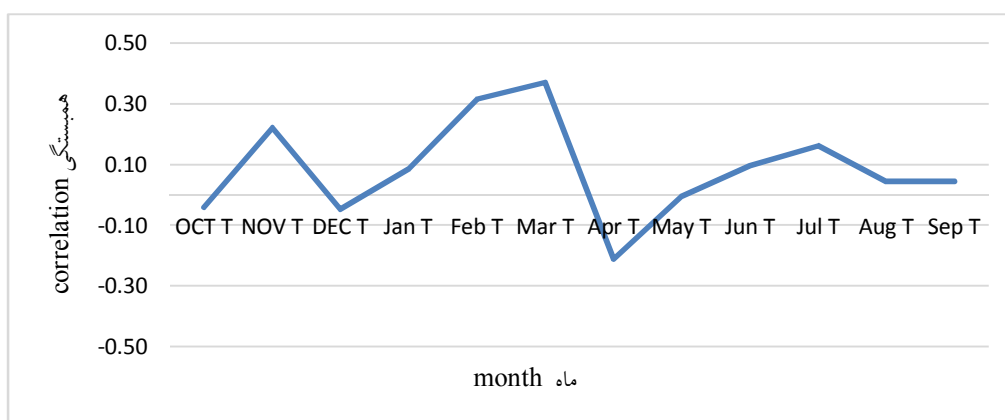
بر اساس شکل بالا مجموع بارندگی سالانه ایستگاه خرم‌آباد در دو فصل پاییز و زمستان با میزان

رابطه متغیرهای اقلیمی با میانگین رویش شعاعی گونه ارژن در منطقه گایکان



شکل ۱۰- رابطه حداکثر دمای هوای ایستگاه الیگودرز با رویش گونه ارژن در منطقه گایکان.

Figure 10. The relationship between the maximum air temperature of Aliguderz station and the growth of *Amygdalus lyciodes* spachs species in the Gaikan region.

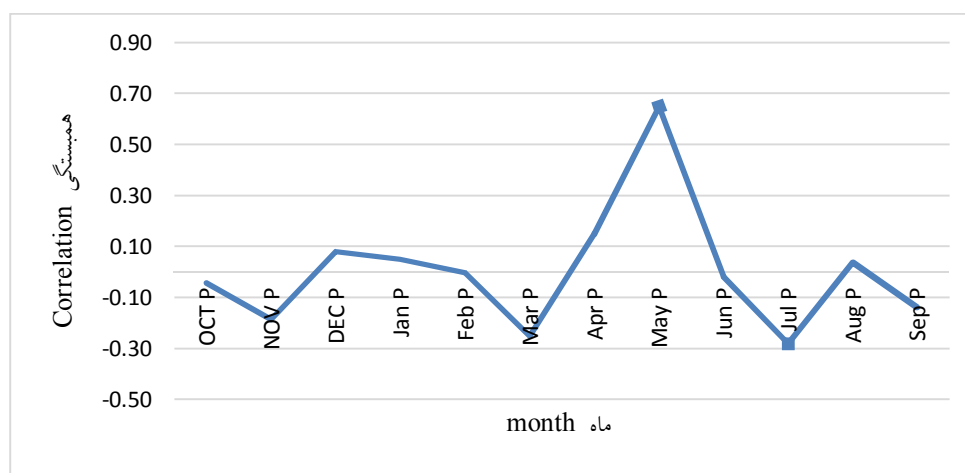


شکل ۱۱- رابطه میانگین دمای هوای ایستگاه الیگودرز با رویش گونه ارژن در منطقه گایکان.

Figure 11. The relationship between the average air temperature of Aliguderz station and the growth of *Amygdalus lyciodes* spachs species in the Gaikan region.

(بهمن و اسفند) معنی‌دار است. درحالی‌که در ماه آوریل (اواسط فروردین تا اردیبهشت) ضریب همبستگی به‌شدت کاهش یافته است و سپس مجدداً روند افزایشی پیدا کرده است.

بر اساس دو شکل ۹ و ۱۰ بین حداکثر و میانگین دمای سالانه با میانگین رویش شعاعی درختچه‌های ارژن در بیش‌تر ماه‌های سال همبستگی مثبت مشاهده شد که این همبستگی در ماه‌های فوریه و مارس



شکل ۱۲- همبستگی مجموع بارندگی سالانه ایستگاه الیگودرز با رویش گونه ارژن در منطقه گایکان.

Figure 12. The relationship between the annual rainfall of Aliguderz station and the growth of *Amygdalus lyciodes spachs* species in the Gaikan region.

می‌توان استنباط کرد که این‌گونه در طول‌زمان با کاهش خفیف رشد همراه بوده و افزایش مشخصی در مقادیر رویش این درختچه مشاهده نشده است، این امر در سال‌های اخیر که پدیده زوال گریبان‌گیر جنگل‌های زاگرس شده، محسوس‌تر بوده است.

در خصوص همبستگی دمای هوا (حداقل، میانگین و حداکثر دما) در بهمن و اسفند با میزان رویش ارژن در منطقه گایکان می‌توان بیان داشت که در مناطق مرتفع و سردسیر، افزایش دمای هوای زمستان و اوایل فصل رشد، موجب کاهش اثرات منفی سرما و یخبندان شده و می‌تواند باعث افزایش رویش شعاعی درختان شود (۳۱). در تأیید این نتیجه می‌توان به مطالعه جلیلود و بالاپور (۲۰۱۴) اشاره نمود که دمای هوای ماه مارس (اوایل فصل رشد) و جولای (اواسط فصل رشد) را مهم‌ترین عوامل اقلیمی تأثیرگذار بر رشد قطری درختان اوری در دارمرز دانستند (۱۹)، هم‌چنین فلاح و همکاران (۲۰۱۳) نیز در بررسی درختان ارس منطقه شاه‌کوه شاهرود بیان داشتند که میانگین دمای هوا در ماه مارس (اواخر زمستان) قبل از فصل رشد مهم‌ترین عامل مؤثر بر رشد درختان بوده است (۳۱). این نتیجه هم‌چنین در

بررسی نتایج روابط مجموع بارندگی ماهیانه ایستگاه الیگودرز با میانگین رویشی شعاعی ارژن در منطقه گایکان نشان داد، بارندگی در ماه اردیبهشت (می) و مرداد (جولای) به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین همبستگی مثبت و منفی را با میزان رویش شعاعی درختچه‌های ارژن نشان دادند.

بحث

در پژوهش حاضر با کمک دانش گاهشناسی درختی به بررسی تأثیر زوال و دو عامل دما و بارندگی بر رویش شعاعی درختچه‌های ارژن در دو رویشگاه زوال‌یافته گایکان و دادآباد در استان لرستان پرداخته شد. نتایج این مطالعه نشان داد که درختچه‌های ارژن در منطقه گایکان درصد خشکیدگی بالاتری داشتند و دادآباد از خشکیدگی کم‌تر و شرایط بهتری برخوردار بود، در این ارتباط می‌توان بالاتر بودن ارتفاع از سطح دریا و آب‌وهوای سردتر در رویشگاه گایکان و هم‌چنین خالص بودن توده و به تبع آن، گسترش بیش‌تر زوال را از دلایل احتمالی این امر دانست (۳۱). هم‌چنین با توجه به روند رویش گونه ارژن در هر دو منطقه (شکل‌های سه و چهار)،

درختچه‌های ارژن نیز می‌توان به مواردی هم‌چون کاهش بارش در این ماه‌ها، تعرق بیش‌تر، افزایش افت آب موجود در درخت، کاهش شاخه‌های جدید و در نتیجه کاهش فتوسنتز خالص، انتقال اندک مواد غذایی، کاهش نرخ تقسیم سلولی و دیواره و در نتیجه تشکیل حلقه‌های باریک اشاره کرد. هم‌چنین کمبود بارندگی و کم‌آبی می‌تواند بر کاهش رطوبت خاک نیز مؤثر باشد (۲۸). در تأیید این مطالب، شنگ و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر منفی دمای تابستان بر پهنای دوایر سالپانه گونه *Quercus liaotungensis* را گزارش دادند (۳۳). ون‌درورف و همکاران (۲۰۰۷) نیز در پژوهش خود، افزایش تبخیر و تعرق و کاهش ذخیره رطوبت خاک را از اثرات گرمای تابستان و در نتیجه کاهش رویش درختان دانستند که با نتایج این پژوهش هم‌راستا است (۳۸). دمای بالا هم‌چنین باعث ایجاد تنش‌های خشکی در درختان شده و موجب کاهش فتوسنتز، افزایش نسبت تنفس به فتوسنتز و نهایتاً کاهش رویش درختان می‌شود (۳۹). در اینجا می‌توان بیان داشت که در تحلیل وضعیت رویش درختچه‌های ارژن در منطقه گایکان نمی‌توان تنها عامل درجه حرارت یا بارندگی را مورد توجه قرار داد، زیرا هر دو عامل در آغاز فصل رویش می‌توانند به افزایش رویش کمک کنند.

در این مطالعه در بخشی از نتایج، همبستگی مثبتی بین رویش و حداکثر دما در ماه شهریور (سپتامبر) در رویشگاه دادآباد مشاهده شد، به‌نظر می‌رسد که رشد ارژن در ارتفاعات رویشگاه دادآباد به گرمای هوای اواخر تابستان وابسته است و افزایش فعالیت فتوسنتزی و به دنبال آن افزایش تولید و ایجاد حلقه‌های پهن رویشی را در اواخر تابستان در پی داشته است. پژوهش مک‌کین (۱۹۹۸)، در جنوب فنلاند، روی رویش شعاعی کاج جنگلی نیز نشان داد که رشد شعاعی اساساً به‌وسیله دما در طول همه ماه‌های

تطابق با پژوهش‌های گالی و همکاران (۲۰۲۲)، کاستالدی و همکاران (۲۰۲۰) و شنگ و همکاران (۲۰۰۷) است که همبستگی بالایی بین دمای هوای زمستان (ژانویه، فوریه و مارس) با رویش درختان کاج و صنوبر را گزارش دادند (۳۰، ۳۲، ۳۳). در همین ارتباط می‌توان به آمار ایستگاه هواشناسی الیگودرز نیز توجه کرد، بر اساس آمار، از آذرماه ۱۴۰۰ تا پایان اردیبهشت ۱۴۰۱ و پیش از شروع گرمای تابستان، میزان بارندگی قابل‌قبولی در منطقه گایکان به ثبت رسیده است، این اتفاق در کنار دمای مناسب هوا در فروردین و اردیبهشت ۱۴۰۱، عامل مؤثری در افزایش رویش شعاعی درختان است؛ زیرا بارندگی اوایل فصل رویش باعث افزایش رطوبت خاک، رشد گیاهان و افزایش مواد غذایی در درختان شده و به‌تبع آن پهنای حلقه رویشی نیز افزایش می‌یابد؛ درحالی‌که با افزایش دما در فصل تابستان و کاهش بارندگی، رطوبت خاک نیز کاهش یافته و تنش آبی در گیاهان رخ می‌دهد (۳۴). در این راستا چروبینی و همکاران (۲۰۰۳) بیان داشتند که در مناطق خشک و نیمه‌خشک با افزایش دما و پدیدار شدن برگ‌ها و آغاز فعالیت کامبیوم درختان آب بیش‌تری مصرف می‌کنند و مقدار اندکی بارندگی و رطوبت می‌تواند برای فتوسنتز و رشد شعاعی درختان مفید باشد (۳۵). در همین ارتباط، در مطالعه رادمهر و همکاران (۲۰۱۵) نیز بر وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین بارندگی اوایل فصل رشد و رویش شعاعی درختان بلوط ایرانی تأکید شد (۳۶). هم‌چنین کاظمی و همکاران، (۲۰۱۳)، در پژوهش خود بارندگی کافی در ماه آوریل (فروردین) را عامل مهم و مؤثری بر رویش شعاعی درختان دانستند (۳۷). بالاپور و کاظمی (۲۰۱۲) نیز در پژوهش خود به نتیجه مشابهی رسیدند (۲۸). در ارتباط با همبستگی منفی دمای هوای ماه‌های تابستان با میزان رویش

خشکی هوا میزان رویش درختان به کم‌ترین مقدار خود رسید. این امر در نتایج چین و همکاران (۲۰۰۸) و دی‌فیلیو و همکاران (۲۰۱۰) نیز مورد تأکید قرار گرفت (۴۳، ۴۴).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، در مجموع افزایش بارندگی پاییزه و بهاره و درجه حرارت زمستانه در هر فصل با پهنای حلقه‌های رویش سالیانه درختچه‌های ارژن در سال‌های بعدی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت؛ بنابراین انجام اقداماتی از جمله عملیات آبخیزداری مناسب و حفظ لاشبرگ‌ها به‌عنوان پوشش طبیعی زمین در رویشگاه‌های زوال‌یافته، می‌تواند به حفظ رطوبت خاک کمک نموده و منجر به تقویت خاک و در نتیجه بیش‌تر شدن جذب عناصر غذایی توسط درختچه‌ها شود. همچنین با توجه به شدت بالای زوال در رویشگاه خالص گایکان، کاشت گونه‌های بومی به‌صورت آمیخته می‌تواند موجب افزایش مقاومت رویشگاه در برابر زوال شود و گام مهمی در جهت احیا و بازسازی آن‌ها باشد. از طرف دیگر، با توجه به خالص بوده رویشگاه گایکان و شدت بالای زوال درختچه‌های ارژن در این رویشگاه، پیشنهاد می‌شود که این منطقه به‌عنوان یکی از رویشگاه‌های مهم ارژن در استان لرستان مورد توجه بیش‌تری قرار گیرد و با اجرای طرح پایلوت زوال ارژن در این رویشگاه، بررسی‌های همه‌جانبه و کامل‌تری برای تعیین دلایل بروز زوال و شناخت عوامل اصلی تأثیرگذار بر آن به انجام رسد تا ضمن شناخت هرچه بیش‌تر اکوسیستم و تعمیم نتایج حاصله به سایر رویشگاه‌های زوال‌یافته ارژن، در صورت لزوم مداخلات مؤثر جهت جلوگیری از آسیب بیش‌تر به این‌گونه ارزشمند صورت پذیرد و اقدامات پرورشی و مدیریتی مؤثر و راهگشا به انجام رسد.

تابستان تعیین می‌شود و دما در تابستان جاری و پیشین قوی‌ترین اثر را روی رشد شعاعی داشته است (۳۹). البته رویش درختچه‌های ارژن منطقه دادآباد با میانگین و حداقل دما در ماه می (اواخر اردیبهشت- اواسط خرداد) و مجموع بارندگی نوامبر (اواسط آبان- اواخر آذر) رابطه مثبت نشان داد. ارتباط مثبت و معنی‌دار حداقل دما با شاخص رویش را می‌توان این‌گونه توجیه نمود که اردیبهشت‌ماه آغاز دوره رویش گیاه است و گرمای این ماه در تشکیل چوب نقش مهمی دارد. نتایج مطالعه آرچامبول و همکاران، (۱۹۹۹) نیز تأثیرپذیری مثبت و معنی‌دار حلقه‌های رویش درختان سرو خمره‌ای از حداقل دمای ماه‌های خرداد (ژوئن) و تیر (جولای) را نشان می‌دهد (۴۰). در منطقه دادآباد، بارندگی در ماه‌های قبل از شروع فصل رویش (ماه‌های پاییز) باعث افزایش رطوبت خاک در فصل رویش بعدی می‌گردد، زیرا با افزایش بارندگی، فعالیت میکروبی خاک افزایش یافته، دسترس به ذخیره کربن و عناصر برای رشد درختان نیز آسان‌تر می‌شود (۳۳). در تأیید این امر، فلاح و حیدری (۲۰۱۸)، نیز در مطالعه خود بیان داشتند که بین میزان رویش قطری بلوط و میزان بارندگی آبان همبستگی و ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد (۲۰). مطالعات انجام‌شده توسط آککمیک (۲۰۰۴) و شی و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان می‌دهد که بارندگی در جنگل‌های پایین‌دست اثر مثبت بر روی رشد دارد (۴۱، ۴۲). همان‌گونه که در نتایج مشخص شد که در دو رویشگاه گایکان و دادآباد میزان رویش در فصل بهار مثبت بود و ارتباط معنی‌داری بین دمای هوا و میزان رویش در این فصل مشاهده شد، در این خصوص می‌توان به مناسب بودن شرایط آب‌وهوایی در آغاز فصل رویش و بالا بودن دمای هوا و شروع فعالیت کامبیوم درخت اشاره کرد، درحالی‌که در فصل تابستان به دلیل گرمای هوا، کاهش بارندگی و افزایش

مفرد، محمدرضا وحیدی اصل، سامان فلاح، پیمان امیری و سایر عزیزانی که در بخش‌های مختلف این پژوهش ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان لرستان به دلیل همکاری و حمایت از بخش‌های عملیاتی و اجرایی این پژوهش سپاسگزاری می‌گردد. هم‌چنین از آقایان شمس‌الدین بالاپور، محسن یوسفوند

منابع

1. Attarod, P., Sadeghi, S. M. M., Taheri Sarteshnizi, F., Saroyi, S., Abbasian, P., Masihpoor, M., Kordrostami, F., & Arash Dirikvandi, A. (2016). Meteorological parameters and evapotranspiration affecting the Zagros forests decline in Lorestan province. *Iranian J. of Forests and Rangelands Protection Research*. 13 (2), 97-112. [In Persian]
2. Modaberi, A., & Soosani, J. (2016). Dynamic assessment of changes in the statistical distribution of the canopy in the central Zagros forests with the impact of the decline (Case study: Dadabad- Lorestan). *Forest research and development*. 2 (1), 73-83. [In Persian]
3. Yousafvand, M. (2022). The effects of decay on the radial growth of Iranian oak trees (case study: Lorestan-Khorramabad). PhD thesis, Faculty of Natural Resources, Lorestan University.
4. Ostakh, A., Soosani, J., Abdulkhani, A., & Naghavi, H. (2018). The effect of deterioration on the concentration of chemical elements in the wood of decayed and healthy Iranian oak trees (*Quercus brantii* Lindl.). *Iranian J. of Forest and Spruce Research*. 27 (4), 413-424. [In Persian]
5. Shiravand, H., Khaledi, SH., Behzadi, S., & Sanjabi, H. A. (2020). Monitoring and assessing the changes in the coverage and decline of oak forests in Lorestan province using satellite images and the BFAST model. *J. of Applied Researches in Geographical Sciences*. 20 (57), 265-280. [In Persian]
6. Sabeti, H. (2003). Forests, Trees, and Shrubs of Iran. Yazd University Publications. 886p.
7. Schweingruber, F. H. (1988). Tree ring: Basic and Application of dendrochronology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherland. 276p.
8. Ostakh, E., Soosani, J., Pilevar, B., Poursartip, L., & Musavi, S. (2014). Investigation on climate variables (temperature and precipitation) effects on annual width rings of *Pinus brutia* in Lorestan province *Pinus* in Lorestan province. *J. of Ecology of Iranian forest*. 2, 19-27. [In Persian]
9. VFonti, P., Von Arx, G., García-González, I., Eilmann, B., Sass-Klaassen, U., Gärtner, H., & Eckstein, D. (2010). Studying global change through investigation of the plastic responses of xylem anatomy in tree rings. *New Phytologist*. 185 (1), 42-53.
10. AtaiGiglova, A., Jalilvand, H., Poormajidian, M. R., & Didar, R. (2010). Mix cultivation of new methods for the development of the rural economy (case study: Parsabad). *Marine sciences and natural resources*. 5 (4), 49-51.
11. Haidari, M., Jahanbazi Goujani, H., & Pourhashemi, M. (2023). Investigating the oak trees dieback in the northern and southern aspects of Baneh forests, Iran. *J. of forest and wood products*. 76 (3), 257-268. [In Persian]
12. Heidari, M., Pourhashemi, M. M., & Jahanbazi Goujani, H. (2023). Annual changes of oak decline in the forests of Kurdistan province. *Iranian J. of Forest and Range Protection Research*. 20 (2), 235-247. [In Persian]

13. Jahanbazi Goujani, H., Pourhashemi, M., Iranmanesh, Y., Khanhasani, M., Haidari, M., Rahimi, H., Zarafshar, M., Asgari, Y., Karamian, R., Negahdar Saber, M. R., Mehdifar, D., Henar Khalini, J., Rasahii, F., Hosseini, A., & Tahmasbi, M. (2022). Oak decline trend in the forest habitats of Zagros. *J. of Iran Nature*. 7 (5), 7-11. [In Persian]
14. Haidari, M., Matinzadeh, M., Pourhashemi, M., Nouri, E., & Bagheri Delijani, N. (2024). Investigating changes in the physical and chemical characteristics of soil in control and dieback stands in Marivan county, Kurdistan province in Iran. *Forest Research and Development*, 10 (1), 95-111. [In Persian]
15. Ahmadi, M., & Rostami, A. (2021). Investigation of the relationship between drought of Iranian Oak trees with Stand structure, physiographic factors, and soil (Case study: Mian Tang forests of Ilam). *J. of Renewable Natural Resources Research*. 11 (2), 155-167. [In Persian]
16. Rossi, S., Deslauriers, A., & Anfodillo, T. (2006). Assessment of cambial activity and xylogenesis by microsampling tree species: an example at the alpine timberline. *International Association of Wood Anatomists J.* 27 (4), 383-394.
17. Savidge, R. A. (2001). Intrinsic regulation of cambial growth. *J. of Plant Growth Regulation*. 20 (1), 52-77.
18. Zarei, M., Nikoi, M., Turkman, J., & Kermian, L. (2013). Evaluation of changes in the annual width of beech trees before and after road construction, 4th International Conference on Environmental Challenges and Dendrochronology, Sari.
19. Jalilvand, H., & Balapour, S. (2013). Effect of climate on Oak (*Quercus macranthera*) annual tree-ring chronologies at the tree line of Hyrcanian forest. *J. of Wood and Forest Science and Technology*, 20 (4), 1-19. [In Persian]
20. Fallah, A., & Haidari, 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). *J. of Forest Research and Development*. 3 (4), 361-375. [In Persian]
21. Adams, H. D., Guardiola-Claramonte, M., & Barron-Gafford, G. A. (2009). Temperature sensitivity of drought-induced tree mortality portends increased regional die-off under global-change-type drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 106, 7063-7066.
22. McDowell, N. G., Allen, C. D., Anderson-Teixeira, K., et al. (2020). Pervasive shifts in forest dynamics in a changing world. *Science*, 368 (6494), eaaz9463.
23. Allen, C. D., Macalady, A. K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, N., Kitzbeger, T., Rigling, A., Breshears, D., Hogg, E. H., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J., Allard, G., Running, S., Semerci, A., & Cobb, N. (2010). A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*. 259 (4), 660-684.
24. Nikray, S. J., Omidvar, A., Tabarsa, T., Jalilvand, H., & Oladi, R. (2017). Dendroclimatological study on zelkova carpinifolia in Dland National Park in Golestan province. *J. of Wood and Forest Science and Technology Research*. 24 (1), 161-174.
25. Chamanpira, R., & Roushani, M. M. (2018). Evaluation of the effects of watershed management operation in flood mitigation of Dadabad watershed. *Watershed Engineering and Management*. 10 (3), 350-360.
26. Kabrick, J. M., Dey, D. C., Jensen, R. G., & Wallendorf, M. (2008). The role of environmental factors in oak decline and mortality in the Ozark Highlands. *Forest Ecology and Management*. 255, 1409-1417.
27. Jahanbazi Goujani, H., Mir Badin, A., & Talebi, M. (2001). Determination of

- diameter increment of persian oak (*Quercus brantii*) in West- Iran (Chaharmahal va Bakhtiari Province). *Iranian J. of Forest and Poplar Research*. 254, 1-32. [In Persian]
28. Balapour, S. H., & Kazemi, M. (2012). Effect of climatic factors (temperature and precipitation) on *Zelkova carpinifolia* growth. *Iranian J. of wood and paper researches*. 27 (1), 69-80. [In Persian]
29. Alipoor Fard, M., Raeini Sarjaz, M., Pourtahmasi, K., & Nadi, M. (2018). The effect of climatic variables on annual tree-rings width of Persian juniper trees in Kyguran habitat of Lorestan province. *J. of Forest and Wood Products*, 70 (4), 599-608. [In Persian]
30. Castaldi, C., Marchi, M., Vacchiano, G., & Corona, P. (2020). Douglas-fir climate sensitivity at two contrasting sites along the southern limit of the European planting range. *J. of Forest Research*. 31, 2193-2204.
31. Fallah, A., Balapour, S., Yekekhan, M., & Jalilund, H. (2013). Dendrochronology study of Juniper (*Juniperus polycarpus* C. Koch) in Alborz mountain range (case study: Shah Kouh Shahroud). *Iranian J. of Wood and Paper Science Research*. 29 (1), 94-105. [In Persian]
32. Gauli, A., Neupane, P. R., Mundhenk, P., & Köhl, M. (2022). Effect of Climate Change on the Growth of Tree Species: Dendroclimatological Analysis. *Forests*. 13, 496.
33. Sheng, D. U., Yamanaka, N., Yamamoto, F., Otsuki, K., Wang, S. H., & Hou, Q. (2007). The effect of climate on radial growth of *Quercus liaotungensis* forest trees in Loess Plateau, China. *Dendrochronologia*. 25, 29-36.
34. Holzhammer, S., Kuhry, P., Seija, K., Björn, G., & Eloni, S. (2008). Stable isotopes in tree rings as proxies for winter precipitation changes in the Russian Arctic over the past 150 years. *Geochronometria*, 32, 37-46. [In Persian]
35. Cherubini, P., Gartner, B. L., Tognetti, R., Braker, O. U., Schoch, W., & Innes, J. L. (2003). Identification, measurement, and interpretation of tree rings in woody species from Mediterranean climates. *Biological Reviews*. 78, 119-148.
36. Radmehra, A., Soosani, J., Balapour, Sh., Hosseini Ghaleh Bahmani, S. M., & Sepahvand, A. (2015). Effects of climate variables (temperature and precipitation) on the width of rings-growth in Persian coppice oak in the central Zagros (Case study: Khoramabad). *J. of Wood & Forest Science and Technology*. 22 (1), 93-110. [In Persian]
37. Kazemi, S. M., Asadpour, H., & Balapour, S. A. (2013). Investigation on the relationship between tree rings of *Cupressus sempervirence* L. var. *horizontalis* and climatic variables. 2012. *Iranian J. of Wood and Paper Sciences Research*. 2 (39), 361-371. [In Persian]
38. Van der werf, G. W., Sass-Klaassen, U. G. W., & Mohren, G. M. J. (2007). The impact of the 2003 summer drought on the intra-annual growth pattern of beech (*Fagus sylvatica* L.) and oak (*Quercus robur* L.) on a dry site in the Netherlands. *Dendrochronologia*. 25, 103-112.
39. Maekine, H. (1998). The suitability of height and radial increment variation in *Pinus sylvestris* (L.) for expressing environmental signals. *Forest Ecology and Management*. 112, 191-197.
40. Archambault, S., & Bergeron, Y. (1999). An 802-year tree ring chronology from the Quebec boreal forest. *Canadian J. of Forest Research*. 22, 674-682.
41. Akkemik, U. (2004). *Dendrochronology (its Principles Basic-Methods-Application Fields)*. Istanbul University Press. 260p.
42. Shi, Z., Gao, J., Yang, X., Jia, Z., Shang, J., Feng, C., & Lu, S. (2012). Response of Mongolian pine radial growth to climate in Hulunbuir Sand Land, Inner Mongolia, China. *J. of Food, Agriculture and Environment*. 10 (2), 884-890.

43. Chhin, S., Hogg, E. H., Lieffers, V. J., & Huang, S. (2008). Potential effects of climate change on the growth of lodgepole pine across diameter size classes and regions. *Forest Ecology and Management*. 256, 10. 1692-1703.
44. Di Filippo, A., Alessandrini, A., Biondi, F., S. Blasi, Portoghesi, L., & Piovesan, G. (2010). Climate change and oak growth decline: Dendroecology and stand productivity of a Turkey oak (*Quercus cerris* L.) old stored coppice in Central Italy. *Annals of Forest Science*. 67 (7), 706.