



## رابطه تغییرات ارتفاع از سطح دریا و پهنای حلقه‌های رویشی جنس ارس در شمال استان کرمان

قاسم عزیزی<sup>۱</sup>، ایان رابرتسون<sup>۲</sup>، مصطفی کریمی<sup>۳</sup> و محمدمهدی آبادی جو راوری<sup>۴</sup>

۱- استاد اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، (نویسنده مسوول: ghazizi@ut.ac.ir)

۲- استاد گروه جغرافیا، دانشگاه سوانسی ولز

۳- استادیار اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران

۴- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دیرینه، دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۱۷

صفحه: ۱۱۵ تا ۱۲۷

### چکیده

هدف این مطالعه بررسی نقش ارتفاع از سطح دریا بر پهنای حلقه‌های رویشی درختان ارس است. جنس ارس (*Juniperus*) یکی از گونه‌های اصلی بوم‌سامانه‌های طبیعی جنگل‌های کوهستانی ایران به‌شمار می‌رود. گسترش کوهستان‌های مرتفع در استان کرمان سبب شکل‌گیری رویشگاه‌های ارس شده است که می‌توانند برای مطالعات گاه‌شناسی مناسب باشند. با این وجود بیشتر مطالعات گاه‌شناسی درختی در ایران مربوط به رویشگاه‌های زاگرس، البرز و جنگل‌های شمال کشور بوده و در استان کرمان پژوهشی انجام نگرفته است. پژوهش حاضر در ارتفاعات شمالی استان کرمان، بین سه شهرستان راور، زرنده و کوهبنان انجام گرفت. در این پژوهش تعداد ۱۲۸ نمونه از ۶۴ پایه درخت ارس در چهار رویشگاه ارس منطقه با استفاده از مته رویش‌سنج برداشت شد. این چهار رویشگاه به نام‌های کوه‌گاو، بیدشیخ، رودکر و گلوبند شناخته می‌شوند. اختلاف ارتفاع از سطح دریای محل نمونه‌برداری درختان در این چهار رویشگاه به ترتیب ۳۴۹، ۴۰۱، ۴۷۸ و ۲۱۵ متر است. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها و بالا بردن وضوح بصری آن‌ها، تعداد و پهنای حلقه‌ها به‌وسیله میزکار LINTAB و نرم‌افزار TSAPWin با دقت  $\pm 0.1$  میلی‌متر شمارش و اندازه‌گیری شد. تطابق زمانی بین دو منحنی رویشی هر درخت با نرم‌افزار TSAP انجام گرفت و نتایج آماره‌های CDI، GLK، GSL، CC و T-v مربوط به ارزیابی تطابق، کیفیت مطلوب تطابق زمانی منحنی‌های رویشی به‌دست آمده را برای بیشتر درختان نشان داد. ارتباط بین تغییرات ارتفاعی و متوسط پهنای حلقه‌ها با استفاده از ضرایب همبستگی پیرسون و اسپیرمن برای سه رویشگاه و کل درختان سنجیده شد. نتایج ضرایب همبستگی (رویشگاه کوه‌گاو  $+0.67$ ، بیدشیخ  $+0.75$ ، رودکر  $+0.59$ ، کل درختان  $+0.45$ ) و اسپیرمن (رویشگاه کوه‌گاو  $+0.70$ ، بیدشیخ  $+0.79$ ، رودکر  $+0.33$ ، کل درختان  $+0.30$ )، نشان داد که بین متغیرهای ارتفاع و متوسط پهنای حلقه‌های رویشی در دو رویشگاه اول همبستگی منفی بالا و در رویشگاه سوم و همچنین کل درختان همبستگی منفی متوسط وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: گاه‌شناسی درختی، حلقه‌های رویشی، تطابق زمانی، ضریب همبستگی

### مقدمه

خود را نمایان می‌سازند. در حدود بالا و پایین دامنه پراکنش، درختان از فرم واقعی خود دور می‌شوند. شکل تنه از بین می‌رود و مخصوصاً در رویشگاه‌های مرتفع ارتفاع درختان کوتاه‌تر می‌شود و تأثیر شرایط نامساعد را در ساختمان خود انعکاس می‌دهند. بدین ترتیب در رویشگاه‌های پایین و بالا دست حلقه‌های رویشی خیلی حساسند (۲).

مطالعات زیادی در مورد اثرات ارتفاع از سطح دریا بر روی پراکنش و کیفیت رشد درختان ارس و دیگر گونه‌ها تا کنون صورت گرفته است. از جمله می‌توان به پژوهش پورطهماسی و همکاران (۱۸) اشاره کرد که با استفاده از گاه‌شناسی‌های درختان ارس در شمال ایران، به مقایسه سال‌های نمادین رویش درختان این منطقه با مناطق مرتفع مجاور ایران پرداخته و به تشابهات رفتاری بین رویش شعاعی درختان ارس شمال ایران با مناطق مرتفع آسیا نسبت به شرق مدیترانه پی‌بردند. همچنین پورطهماسی و همکاران (۱۹) در پژوهشی تأثیر عامل‌های اقلیمی را بر رویش گونه‌های درختی ارس و اوری در دو دامنه شمال و جنوب البرز در منطقه چهارباغ گرگان مورد بررسی قرار داده و مشخص نمودند که رویش درختان تا میزان زیادی متأثر از تغییرات اقلیمی است و در روابط همبستگی بین عامل‌های اقلیمی و پهنای دواپیر رویشی سالیانه بیان می‌کنند که مهم‌ترین عامل اقلیمی

گونه‌های جنس ارس (*Juniperus*) یکی از درختان با ارزش در مطالعات گاه‌شناسی و به‌ویژه اقلیم‌شناسی درختی، دلیل دیرزیستی طولانی، تنه‌چوبی و حلقه‌های روشی واضح مناسب است. این درختان بعد از بنه (*Pistacia atlantica*) گسترده‌ترین دامنه پراکنش را در میان درختان بومی ایران به‌خود اختصاص داده‌اند و در بیشتر نواحی ارتفاعات البرز، بخشی از زاگرس و در قسمت‌هایی از ارتفاعات مرکزی ایران، گسترش یافته‌اند (۱). ظهور هر گونه گیاهی تحت تأثیر عوامل محیطی و روابط بین گونه‌ای است و یک یا چند عامل محیطی بیشترین تأثیر را در استقرار یک گونه گیاهی دارند. ارتفاع از سطح دریا یکی از مهم‌ترین عامل‌های مؤثر بر پراکنش، رشد و نمو، ترکیب و ساختار پوشش گیاهی در یک منطقه است (۲۳). در مناطق کوهستانی، عامل ارتفاع از سطح دریا با تأثیر بر مقدار و نوع بارش، دما، تبخیر، تعرق، شدت تشعشعات خورشیدی و تشکیل و تکامل خاک بر نوع، تراکم پوشش گیاهی و پهنه‌بندی ارتفاعی توده‌های جنگلی تأثیر مهمی می‌گذارد (۱۱). تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر روی رشد درختان در کنار دیگر عوامل نمایان می‌شود. در رویشگاه‌های پایین‌دست، بارندگی کم همراه با دمای زیاد و در ارتفاعات بالا دست نیز بارندگی زیاد با دمای هوای کم تأثیر بازدارندگی

تأثیرگذار بر رویش گونه‌های درختی ارس و اوری به ترتیب بارندگی و دما است. فلاح و همکاران (۵) با مطالعه گاه‌شناسی درختان ارس شاه‌کوه در شاهرود دریافتند که مهم‌ترین عامل مؤثر بر رویش، دمای هوا در ماه مارس قبل از فصل رویش بوده است.

راستین (۲۱) به بررسی و مقایسه عوامل بوم‌شناختی گونه ارس در رویشگاه‌های طبیعی البرز مرکزی در منطقه چاشم استان سمنان پرداخت و مناسب‌ترین ارتفاع برای استقرار و رشد مطلوب گونه ارس در این منطقه را طبقه ارتفاعی ۲۶۰۰-۲۲۰۰ متر تشخیص داد. رامین (۲۰) با بررسی اثر نسبی عوامل فیزیوگرافی بر مشخصه‌های کمی پوشش توده‌های ارس امین‌آباد فیروزکوه بیان کرد که اثر طبقه ارتفاعی ۲۶۰۰-۲۱۰۰ متر بیش از دیگر طبقات است، همچنین وی با مدل رگرسیونی نشان داد که ارتفاع از سطح دریا و درصد شیب بر مشخصه سطح تاج پوشش درختان ارس اثر معکوس دارد. داغستانی و همکاران (۴) در بررسی ویژگی‌های توده‌های ارس (*Juniperus excelsa*) در طارم زنجان بیان کردند که در این ناحیه ارس در طبقات ارتفاعی ۱۱۰۰ تا ۱۷۰۰ متر حضور دارد. ایشان بیشترین تراکم آن را در ۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ متر دانسته و عمق و حاصل‌خیزی خاک، دما، اشعه فرابنفش، نوع و میزان بارندگی، رطوبت مطلق هوا و شدت وزش باد را در تراکم درختان ارس در رابطه با ارتفاع مؤثر می‌دانند. ملتی (۱۳) ارتفاع از سطح دریا را در پارک ملی تندوره عامل محدود کننده پراکنش ارس دانسته است و بیان کرده است که در این ناحیه عوامل شیب و جهت دامنه بر روی پراکنش ارس تأثیری ندارند. اما قلیچ‌نیا (۷) به‌جز عامل ارتفاع، عوامل شیب و جهت دامنه را نیز دارای همبستگی معنی‌داری در گسترش و کیفیت جوامع ارس می‌داند. مومنی مقدم (۱۴) ویژگی‌های بوم‌شناختی رویشگاه‌های ارس کپه‌داغ شیروان را مطالعه کرده و شیب و ارتفاع از سطح دریا را از عوامل مؤثر بر خصوصیات رویشی ارس دانسته است. پورمجیدیان و مرادی (۱۷) نیز با بررسی ویژگی‌های طبیعی رویشگاه‌های ارس استان قزوین نشان دادند که مشخصه‌های رویشی و زادآوری ارس ارتباط تنگاتنگی با عوامل توپوگرافی و خاک دارند. روانبخش و همکاران (۲۲) طبقه‌بندی پوشش گیاهی جنگل‌های ارس در بخشی از البرز را در ارتباط با متغیرهای محیطی بررسی کرده و بیان کردند که عامل ارتفاع از سطح دریا نقش مهمی در نحوه گسترش و طبقه‌بندی گونه‌های مختلف جنس ارس دارد.

جنس ارس در دنیا مورد پژوهش‌های زیادی قرار گرفته است، گری‌بیل و همکاران (۷) از دو گونه *Juniperus turkistanica* و *Juniperus semiglobosa* در قرقیزستان و در محدوده ارتفاعی ۱۴۰۰ تا ۳۴۵۰ متر نمونه‌برداری کرده و دریافتند که نمونه‌هایی که از ارتفاعات پایین‌تر بدست آمده بودند دارای حلقه‌های گمشده و کاذب فراوانی بوده که کار هم‌خوانی زمانی را با مشکل مواجه می‌سازد. براونینگ (۳) که با استفاده از حلقه‌های رویشی ارس در منطقه جنوب تبت بادهای موسمی منطقه آسیا را بازسازی نمود، ثابت کرد که پهنای حلقه‌ها در این منطقه با بارندگی دیر هنگام تابستانه در

فصل رویش قبلی نسبت به دیگر عوامل همبستگی بیشتری داشته است. سیم و همکاران (۲۴) با استفاده از مطالعه اقلیم‌شناسی، درختی، گونه‌های *Juniperus seravschanica* و *Juniperus semiglobosa* و *Juniperus turkistanica* در یامپیر ازبکستان در شش رویشگاه با سطوح ارتفاعی متفاوت دریافتند که شکل‌گیری حلقه‌ها در گونه *J. seravschanica* و در رویشگاه‌های کم ارتفاع به شدت وابسته به شرایط خشکی ماه‌های آوریل تا سپتامبر است. در حالی که گونه *J. semiglobosa* واکنشی ضعیف نسبت به متغیرهای اقلیمی در رابطه با ارتفاع نشان می‌دهد و رشد گونه *J. turkistanica* در رویشگاه‌های مرتفع با بیشینه دمای تابستان بیشترین رابطه مثبت را دارد. نپ و سول (۱۰) وضعیت استقرار گونه *Juniperus occidentalis* را در مناطق مرکزی اورگون آمریکا بررسی کردند و دریافتند که بین ارتفاع از سطح دریا و استقرار ارس رابطه مستقیمی وجود دارد. گاردنر و فیشر (۶) پراکنش و وضعیت تجدید حیات ارس در کوه‌های واقع در شمال عمان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که در این منطقه ارس در دامنه‌های جنوبی در ارتفاع ۲۱۰۰-۳۰۰۰ متر پراکنش دارد. درحالی که در دامنه‌های شمالی در ارتفاع کمتر از ۱۳۷۵ می‌روید.

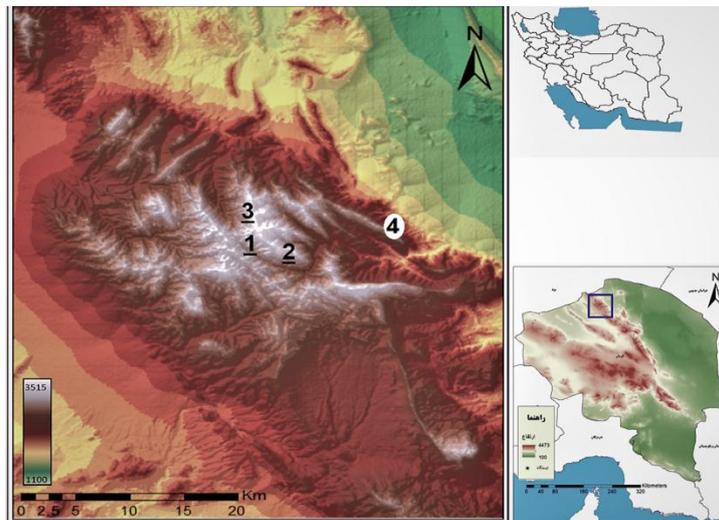
به‌جز ارس، مطالعاتی بر روی تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر روی گونه‌های دیگر نیز انجام گرفته است. اولادی و همکاران (۱۶) با بررسی تغییرات پهنای حلقه‌های رویشی و خصوصیات آناتومی رانش در سطوح متفاوت ارتفاعی جنگل‌های شمال ایران به این نتیجه دست یافتند که میانگین پهنای حلقه‌های رویشی با افزایش ارتفاع کاهش پیدا می‌کند. لمرتعلی (۱۲) اثرات ارتفاع بر چوب درختان زبان گنجشک در رویشگاه‌های خزری را بررسی نمود و به این نتیجه رسید که پهنای کلی حلقه‌ها در رویشگاه‌های پایین‌تر است. حسن‌زاد ناوردی و قادری (۹) اثر ارتفاع از سطح دریا بر خصوصیات رویشی درختان بلوط وی‌ول (*Quercus Libani*) در استان کردستان را در سه سطح ارتفاعی ۱۴۰۰-۱۶۰۰، ۱۶۰۰-۱۸۰۰ و ۱۸۰۰-۲۰۰۰ متری بررسی کرده و نشان دادند که این درختان در سطح ارتفاعی ۱۸۰۰-۱۶۰۰ متری از نظر خصوصیات کمی و کیفی وضعیت مناسب‌تری داشته و در ارتفاعات بالاتر به‌دلیل سنگلاخی بودن و عمق کم خاک رشد و گسترش کمتری داشته‌اند. همچنین نادری‌ورندی و همکاران (۱۵) تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر ویژگی‌های کمی و کیفی درختان صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides*) را در سه رویشگاه واقع در شهرستان ساری در حدود ارتفاعی ۱۵۰ تا ۱۲۰۰ متری سنجیده و بیان داشتند که در ارتفاعات پایین‌تر (۱۵۰-۳۰۰ متر) درختان صنوبر دلتوئیس از رشد قطری و حجمی مطلوب‌تری نسبت به ارتفاعات بالاتر برخوردار هستند. استان کرمان با وجود داشتن رویشگاه‌ها و گونه‌های مناسب برای انجام مطالعات گاه‌شناسی درختی و به‌خصوص اقلیم‌شناسی درختی، تاکنون مورد توجه پژوهشگران قرار نگرفته و عمده تمرکز مطالعات گاه‌شناسی و اقلیم‌شناسی درختی در ایران مربوط به رویشگاه‌های زاگرس، البرز و پوشش جنگلی شمال کشور است. به‌همین دلیل در این

منطقه مورد مطالعه این پژوهش در ارتفاعات شمالی استان کرمان، تقریباً در بین سه شهرستان راور، زرنده و کوهبنان، با طول و عرض جغرافیایی به مرکزیت تقریبی ۳۱ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و ۵۶ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی قرار گرفته است. این ناحیه کوهستانی حدوداً ۴۰ کیلومتر در جهت شرقی-غربی و حدوداً ۶۰ کیلومتر در جهت شمالی-جنوبی امتداد یافته است. بلندترین قله این ارتفاعات به نام کوه گاو شناخته می‌شود و ۳۵۱۵ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. گونه ارس (*Juniperus polycarpus*) در قسمت شمالی و شمال شرقی این ارتفاعات گسترش یافته است (۱). علاوه بر ارس سایر گونه‌های درختی و درختچه‌ای منطقه شامل بادام کوهی، بنه، انجیر کوهی (*Ficus carica*)، سنجد (*Elaeagnus angustifolia*)، بید (*Salix acmophylla*) و زرشک (*Berberis vulgaris*) می‌شود. متوسط سالیانه بارش ثبت شده در نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه (ایستگاه باران‌سنجی روستای فیض‌آباد راور) ۱۹۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه (ایستگاه سینوپتیک زرنده) ۲۰ درجه سانتی‌گراد است. فرآیند نمونه‌برداری برای این پژوهش در چهار رویشگاه منطقه صورت گرفت. نام محلی این رویشگاه‌ها به ترتیب عبارت است از: کوه گاو، بیدشیک، رودکر و گلوبند. شکل ۱ موقعیت نسبی، شرایط ارتفاعی رویشگاه و محل قرارگیری رویشگاه‌ها را نشان می‌دهد.

مطالعه پتانسیل درختان ارس در ارتفاعات شمالی استان کرمان، برای انجام مطالعات گاه‌شماری درختی مورد سنجش قرار گرفت. همچنین به‌دلیل کوهستانی بودن منطقه و پراکنش درختان در ترازهای ارتفاعی مختلف، هدف اصلی این مطالعه بررسی ارتباط عامل ارتفاع از سطح دریا بر روی پهنای حلقه‌های رویشی است.

### مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

وجود کوهستان‌های مرتفع و با وسعت زیاد در استان کرمان، سبب شکل‌گیری پوشش‌های پراکنده درختی مانند ارس، بنه و بادام کوهی (*Amygdalus lycioides*) شده و همچنین اثر جذب این ارتفاعات در جوامع انسانی، موجب پرورش گونه‌هایی با قدمت زیاد مانند گردو (*Juglans regia*)، سرو (*Cupressus sempervirens*) و چنار (*Platanus orientalis*) گشته است. ارس در استان کرمان پراکنش وسیعی دارد. از جمله می‌توان به مناطقی مانند ارتفاعات غربی راور و ارتفاعات کوهبنان، منطقه ده‌بکری و جبال بارز، منطقه دلفارد، منطقه هنزا، منطقه رابر و خیر، منطقه کوه تگر و قنات‌ملک و چندین منطقه دیگر اشاره کرد (۱).



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه و رویشگاه‌ها، ۱: کوه‌گاو، ۲: بیدشیک، ۳: رودکر، ۴: گلوبند  
Figure 1. Location map of the area and habitats, 1: Kohe-gav, 2: Bide-shikh, 3: Roode-kor 4: Galouband

استفاده از شاخه‌های ارس برای ساخت کلبه‌های چوپانان و همچنین استفاده تاریخی از تنه‌های ارس برای ساختن دار قالیبافی در مناطق مسکونی مجاور، به‌نظر می‌رسد قطع درختان ارس به‌منظور استفاده‌های ذکر شده از چوب آن‌ها در ارتفاعات پایین‌تر به‌صورت گسترده، انجام گرفته‌است. از همین جهت، درختانی که قسمت بالایی از تنه اصلی، یکی از چند تنه منشعب شده از تنه اصلی و یا شاخه‌های قطور آن‌ها قطع شده است، در رویشگاه‌های منطقه مشاهده شدند. از نظر جهت دامنه بیشترین گسترش درختان ارس در رویشگاه‌های

### نمونه‌برداری و تطابق زمانی

درختان ارس منطقه مورد مطالعه عموماً بر روی دامنه‌های با شیب بالا و مناطق صخره‌ای نزدیک به خط‌الرأس ارتفاعات گسترش یافته‌اند. (مرتفع‌ترین درخت ارس در رویشگاه کوه‌گاو با استفاده از تصاویر هوایی در ارتفاع ۳۵۰۶ متری از سطح دریا شناسایی شد) با این حال تعدادی از درختان در ارتفاعات پایین‌تر نیز رشد کرده‌اند که بیش‌تر به‌صورت تک درخت و نه توده‌های جنگلی، دیده می‌شوند. با توجه به استفاده گسترده منطقه به‌عنوان مرتع از دیرباز و

همبستگی استاندارد بین دو نمونه به دست می‌آید. در مجموع بالا بودن یک آماره به تنهایی یا پایین بودن آماره‌های دیگر، نشان از مناسب بودن یا نبودن تطابق زمانی دو مغزه از یک درخت نیست و باید همه آماره‌ها در کنار هم سنجیده شود. روابط آماره‌های ذکر شده بدین شرح است (۲):

$$Gl_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} |G_{ix} + G_{iy}|$$

در اینجا  $G_{ix}$  و  $G_{iy}$  به ترتیب اختلاف بین مقادیر عرض حلقه‌های رویشی در سال  $i$  نسبت به سال قبل خود در نمودار  $X$  و  $Y$  می‌باشد.

$$CDI = \frac{(G - 50 + 50 * \frac{\sqrt{Overlap}}{\sqrt{Maxoverlap}}) * T}{10}$$

که در اینجا  $G$  مجموع  $Gl_k$  و  $SGl_k$  و  $T$  میانگین  $t$ -value است.

$$CC = \frac{\sum (s_i - s) * (r_i - r)}{\sqrt{\sum (S_i - s)^2 * \sum (r_i - r)^2}}$$

$$t = \frac{CC * \sqrt{n-2}}{\sqrt{(1-CC)^2}}$$

که در اینجا  $r$  همبستگی کلی و  $r_i$  همبستگی هر سری رویشی است.

جهت بررسی ارتباط بین پهنای حلقه‌های رویشی و عامل ارتفاع از سطح دریا آزمون‌های همبستگی پیرسون<sup>۶</sup> و اسپیرمن<sup>۷</sup> در نرم‌افزار SPSS استفاده شد. ضریب همبستگی اسپیرمن معادل ناپارامتریک ضریب همبستگی پیرسون به شمار می‌رود و زمانی استفاده می‌شود که مفروضه‌های آمار پارامتریک (متغیرها فاصله‌ای با رابطه خطی، دارای توزیع نرمال و یکسانی واریانس‌ها) رعایت نشده باشد. همچنین در مواردی که تعداد افراد نمونه کمتر از ۳۰ نفر است، به جای ضریب همبستگی پیرسون به کار برده می‌شود. از آنجا که تعداد درختان نمونه برداری شده در هر رویشگاه کمتر از ۳۰ عدد است، از همبستگی اسپیرمن نیز استفاده شد. برای اطمینان نرمال بودن داده‌ها آزمون‌های چولگی<sup>۸</sup> و کشیدگی<sup>۹</sup> و همچنین آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف<sup>۱۰</sup> و شاپیرو-ویلک<sup>۱۱</sup> استفاده شد. همچنین معادله خط رگرسیون و ضریب تشخیص<sup>۱۲</sup> ( $R^2$ ) برای تعیین میزان اثرگذاری ارتفاع بر پهنای حلقه‌های رویشی به همراه نمودار پراکندگی آن برای هر یک از رویشگاه‌های کوه‌گاو، بیدشبخ و رودکر محاسبه و رسم شد. امکان تعیین اطمینان پیش‌بینی معادله خط بدست آمده را می‌دهد و در واقع مربع ضریب همبستگی پیرسون است.

### نتایج و بحث

جدول ۱ مشخصات درختان نمونه برداری شده (ارتفاع، محیط و قطر تنه در محل برداشت مغزه) و همچنین نتایج شمارش حلقه‌ها و متوسط پهنای حلقه‌های هر درخت را نشان می‌دهد. متوسط پهنای حلقه‌ها پس از انجام تطابق دو نمونه از هر درخت و تهیه گاه‌شماری متوسط از آن‌ها به دست آمد.

منطقه در دامنه‌های جنوبی و جنوب‌غربی و پس از آن در دامنه‌های غربی مشاهده می‌شود. در دامنه‌های رو به شرق و شمال تعداد و تراکم درختان بسیار کمتر است. از نظر ارتفاعی نیز در دامنه‌های شمالی و شرقی درختان ارس منطقه مورد مطالعه بیشتر در ارتفاعات بالای ۳۰۰۰ متر و به ندرت در ارتفاع پایین‌تر دیده می‌شوند. اما در دامنه‌های رو به جنوب، جنوب غرب و غرب منطقه، درختان ارس از ارتفاع تقریباً ۲۰۰۰ متری به صورت تک درخت مشاهده می‌شوند.

با توجه به شرایط کوهستانی منطقه، انتخاب درختان برای نمونه برداری در این پژوهش به عامل دسترسی به درخت محدود گشت. در چندین نوبت نمونه برداری، تعداد ۱۲۸ نمونه از ۶۴ درخت با استفاده از مته رویش‌سنج<sup>۱</sup> با طول ۴۰ سانتی‌متر، تا جای ممکن از درختان دارای تنه مناسب و بدون بریدگی در شاخه‌ها و تنه، در ارتفاع برابر سینه برداشت شد. تعداد نمونه‌های برداشت شده در هر رویشگاه به این صورت بود: کوه گاو (۲۳ نمونه)، بیدشبخ (۲۱ نمونه)، رودگر (۱۶ نمونه) و گلوبند (۴ نمونه). کم بودن نمونه‌های برداشت شده در گلوبند به علت دشواری دسترسی به درختان و صعود از کوه این رویشگاه است. همچنین تا حد امکان محیط تنه درخت در محل نمونه‌گیری اندازه گرفته شد و ارتفاع از سطح دریا برای هر درخت به همراه طول و عرض جغرافیایی دقیق آن توسط GPS ثبت شد. نمونه‌ها پس از قرارگیری بر روی پایه نگه‌دارنده به مدت پنج روز در دمای محیط خشکانده شدند.

به منظور بالا رفتن وضوح بصری ابتدا به وسیله تیغ حدود یک میلی‌متر از سطح نمونه‌ها برداشته شده و سپس سمباده نرم به آن‌ها زده شد. شمارش حلقه‌ها و اندازه‌گیری پهنای آن‌ها به وسیله میزکار LINTAB و نرم‌افزار TSAPWin در آزمایشگاه آناتومی چوب گروه مهندسی و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تهران، انجام شد. شمارش حلقه‌ها از سمت پوست به مغز درخت با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر انجام گرفت. از آن‌جا که گونه ارس خصوصاً در مناطق خشک حلقه‌های کاذب زیادی تولید می‌کند، اندازه‌گیری و شمارش برای هر نمونه دو مرتبه و در نمونه‌های مشکوک سه یا چهار مرتبه انجام گرفت تا اطمینان بیشتری نسبت به صحت سری‌های بدست آمده حاصل شود. هر دو سری بدست آمده از نمونه‌های یک درخت جهت آشکار شدن کیفیت نمونه و قابلیت استفاده از آن در مطالعات گاه‌شناسی به وسیله نرم‌افزار TSAPWin با یکدیگر تطابق زمانی داده شدند. برای سنجش تطابق زمانی از آماره‌های  $GLK^2$ ،  $CDI^3$  و  $GSL^4$  و  $CC^5$  استفاده شد (جدول ۲).  $GLK$  یا ضرایب درصد تطابق واریانس‌ها، معیاری کلی از شباهت بین دو گاه‌شناسی اندازه‌گیری شده است و هرچه مقدار آن به ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده تطابق بیشتر دو نمونه خواهد بود. به طور کلی با توجه به گونه درختی، مقادیر ۶۰ یا ۷۰  $GLK$  برای تطابق قابل قبول در نظر گرفته می‌شوند (۲).  $GSL$  نیز بیانگر سطح معناداری  $GLK$  است.  $CDI$  یا شاخص تطابق زمانی، شاخصی از دو گاه‌شناسی تطبیق داده‌شده با یکدیگر است. این شاخص از مقادیر  $GLK$  و آماره‌ی  $t$ -value برای تعیین کیفیت سری حاصل از گاه‌شماری‌ها به دست می‌آید. درصد  $CC$  از تشابه

1- Increment Borer	2- Gleichlaueufigkeit	3- Cross Date Index	4- Significance for the Glk
5- Cross correlation	6- Pearson Correlation	7- Spearman Correlation	8- Skewness
9- Kurtosis	10- Kolmogorov-Smirnova	11- Shapiro-Wilk	12- Coefficient of Determination

جدول ۱- مشخصات درختان نمونه‌گیری شده و نتایج شمارش و اندازه‌گیری حلقه‌های آن‌ها (\*\*: اندازه‌گیری نشده)

Table 1. Specifications of sampled trees and the result of counting and measuring their rings (\*\*: not measured)

شماره درخت و رویشگاه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	محیط درخت (سانتی‌متر)	قطر درخت (سانتی‌متر)	حلقه‌های شمارش شده	متوسط پهنای حلقه‌ها (م.م. / ۰.۱)	شماره درخت و رویشگاه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	محیط درخت (سانتی‌متر)	قطر درخت (سانتی‌متر)	حلقه‌های شمارش شده	متوسط پهنای حلقه‌ها (م.م. / ۰.۱)
۱-۱	۲۸۵۰	۱۵۷	۵۰	۹۲	۲۴۷/۱	۲-۳۳	۲۶۳۵	**	**	۷۲	۲۱۰/۳
۱-۲	۳۰۳۵	**	**	۲۲۴	۱۱۸/۲	۲-۳۴	۲۶۷۰	۲۲۲	۷۰/۷۰	۱۸۸	۱۳۳/۷
۱-۳	۳۰۴۰	**	**	۱۶۷	۱۸۴/۸	۲-۳۵	۲۶۲۸	۲۲۲	**	۹۳	۲۳۵/۸
۱-۴	۳۰۰۴	**	**	۲۲۱	۹۵/۹	۲-۳۶	۲۷۴۵	۲۲۲	۷۰/۷۰	۲۰۰	۱۱۴/۹
۱-۵	۳۰۱۵	**	**	۲۴۱	۱۴۶/۴	۲-۳۷	۲۷۹۸	۲۰۴	۶۴/۹۷	۴۳۰	۵۳/۲
۱-۶	۲۹۴۷	۳۷۳	۱۱۸/۷۸	۲۲۴	۱۵۸/۹	۲-۳۸	۲۸۰۵	۲۲۴	۷۱/۳۴	۴۷۲	۶۰/۱
۱-۷	۲۹۸۶	**	**	۱۲۹	۹۹/۸	۲-۳۹	۲۸۰۹	۳۱۶	۱۰۰/۶۴	۲۱۸	۱۱۳/۷
۱-۸	۲۸۴۳	۳۱۵	۱۰۰/۳۲	۱۶۵	۲۲۰/۰	۲-۴۰	۲۸۱۱	۱۵۸	۵۰/۳۲	۲۳۴	۱۰۲/۸
۱-۹	۲۹۲۷	۲۱۹	۶۹/۷۵	۱۹۲	۱۳۹/۵	۲-۴۱	۲۸۲۰	۱۲۶	۴۰/۱۳	۲۲۰	۷۰/۳
۱-۱۰	۲۸۵۹	**	**	۱۶۸	۱۰۰/۱	۲-۴۲	۲۸۲۰	۱۳۴	۳۹/۴۹	۲۵۰	۵۳/۸
۱-۱۱	۲۸۵۰	۳۶۵	۱۱۶/۲۴	۱۷۱	۲۰۱/۷	۲-۴۳	۲۸۵۰	۲۲۱	۷۰/۳۸	۳۰۰	۶۶/۱
۱-۱۲	۲۹۰۰	**	**	۲۴۸	۱۲۹/۷	۲-۴۴	۲۹۰۱	۱۲۶	۴۰/۱۳	۲۳۶	۵۸/۳
۱-۱۳	۲۹۷۹	۱۸۹	۶۰/۱۹	۲۷۴	۱۳۴/۳	۳-۴۵	۲۵۵۷	۵۳	۱۶۹/۷۵	۱۷۸	۲۱۶/۷
۱-۱۴	۲۸۱۳	۶۰۳	۱۹۲/۰۴	۱۵۸	۲۲۸/۳	۳-۴۶	۲۵۲۵	۴۷۱	۱۵۰/۰۰	۷۰	۳۲۱/۳
۱-۱۵	۲۸۹۰	۷۸	۲۴/۸۴	۴۵	۱۷۰/۸	۳-۴۷	۳۰۰۳	۳۴۶	۱۱۰/۱۹	۱۳۰	۱۹۶/۲
۱-۱۶	۲۷۳۱	۷۳۱	۲۳۲/۸۰	۱۸۵	۲۰۰/۵	۳-۴۸	۲۹۶۰	۲۳۵	۷۴/۸۴	۱۳۳	۷۶/۹
۱-۱۷	۳۰۵۰	۱۴۱	۴۴/۹۰	۱۵۵	۱۶۴/۱	۳-۴۹	۳۰۰۰	۱۲۶	۴۰/۱۳	۱۴۹	۱۴۳/۶
۱-۱۸	۳۰۶۵	۱۹۲	۶۱/۱۵	۳۰۱	۶۵/۴	۳-۵۰	۲۸۹۰	۱۲۴	۳۹/۴۹	۱۳۱	۱۲۲/۸
۱-۱۹	۳۰۶۰	۱۵۳	۴۸/۷۳	۱۶۷	۱۱۶/۹	۳-۵۱	۲۹۲۰	۹۴	۲۹/۹۴	۲۳۶	۵۵/۲
۱-۲۰	۳۰۶۷	۳۱۵	۱۰۰/۳۲	۳۰۰	۱۲۲/۳	۳-۵۲	۲۹۷۵	۷۸	۲۴/۸۴	۹۷	۱۰۹/۸
۱-۲۱	۳۰۷۰	۸۸	۲۸/۰۳	۱۳۶	۷۵/۳	۳-۵۳	۲۹۷۳	۱۱۱	۳۵/۳۵	۱۵۳	۱۱۶/۷
۱-۲۲	۳۰۸۰	۱۹۰	۶۰/۵۱	۱۶۳	۸۵/۶	۳-۵۴	۲۹۶۰	۱۲۷	۴۰/۴۵	۴۵۵	۴۲/۳
۱-۲۳	۳۰۶۵	۱۲۵	۳۹/۸۱	۲۴۹	۸۴/۶	۳-۵۵	۲۹۷۰	۲۱۱	۷۰/۳۸	۱۴۳	۱۶۸/۰
۲-۲۴	۲۵۵۲	۳۶۸	۱۱۷/۲۰	۱۸۷	۱۷۸/۸	۳-۵۶	۲۸۲۴	**	**	۱۸۶	۱۷۱/۹
۲-۲۵	۲۶۲۸	۱۹۱	۶۰/۸۳	۲۱۰	۸۶/۶	۳-۵۷	۲۸۸۰	۲۵۱	۷۹/۹۴	۱۶۰	۱۴۶/۳
۲-۲۶	۲۵۲۰	۴۷۲	۱۵۰/۳۲	۷۶	۲۳۸/۶	۳-۵۸	۲۸۹۵	**	**	۱۲۷	۱۷۹/۹
۲-۲۷	۲۵۰۰	۲۲۳	۷۱/۰۲	۹۴	۲۶۳/۳	۳-۵۹	۲۸۰۰	**	**	۱۵۳	۸۵/۲
۲-۲۸	۲۶۵۰	**	**	۲۸۲	۸۱/۶	۳-۶۰	۲۵۸۱	۱۸۸	۵۹/۸۷	۱۷۷	۱۴۷/۱
۲-۲۹	۲۶۵۳	۲۵۴	۸۰/۸۹	۲۶۳	۱۴۰/۴	۴-۶۱	۲۰۰۷	۱۶۰	۵۰/۹۶	۲۳۱	۸۴/۹
۲-۳۰	۲۶۸۳	۲۲۱	۷۰/۳۸	۲۷۹	۸۵/۷	۴-۶۲	۲۲۲۲	۶۲	۱۹/۷۵	۸۲	۱۳۰/۸
۲-۳۱	۲۷۰۳	۲۰۵	۶۵/۲۹	۲۴۰	۱۱۷/۸	۴-۶۳	۲۰۹۷	۱۵۹	۵۰/۶۴	۴۳۳	۵۲/۸
۲-۳۲	۲۶۳۰	**	**	۶۴	۲۵۱/۰	۴-۶۴	۲۰۳۰	۳۱۷	۱۰۰/۹۶	۱۳۲	۱۸۹/۷

رعایت این مهم تا حد زیادی به شرایط رویشگاه و درختان آن بستگی داشت. در مشاهده میدانی و همچنین با کمک تصاویر هوایی مشخص شد بیشترین تراکم درختان ارس رویشگاه، در ارتفاع ۲۸۰۰ تا ۳۱۰۰ متری است (جدول ۱). در طبقه ارتفاعی ۲۹۰۰ تا ۳۰۰۰ متری از نظر تعداد و تراکم درختان، کیفیت تنه، سطح پوشش و تراکم تاج و ارتفاع درخت شرایط مطلوب‌تری مشاهده شد. تقریباً از ارتفاع ۳۰۰۰ متری به بعد از ارتفاع درختان و همچنین تراکم تاج آن‌ها کاسته می‌شود. از بین درختانی که امکان اندازه‌گیری محیط تنه آن‌ها وجود داشت، بیشترین محیط اندازه‌گیری شده (در ارتفاع نمونه‌برداری، معادل ارتفاع سینه) در رویشگاه کوه‌گاو مشاهده شد. در این رویشگاه پایه ارسی به محیط ۷۳۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد (درخت شماره ۱۶). بیشترین تعداد حلقه‌های شمارش شده در رویشگاه بیدشخ مشاهده شد که در مغزه درخت مذکور (درخت شماره ۳۸) ۴۷۲ حلقه رویشی شمارش شد. طولانی‌ترین سال شماری بر اساس حلقه‌های رویشی در رویشگاه کوه‌گاو ۳۰۱ سال، در رودکر ۴۵۵ سال و در گلوبند ۴۳۳ سال بدست آمد.

همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد، ارتفاع از سطح دریا درختان ارس نمونه‌برداری شده در چهار رویشگاه مذکور از ۲۰۰۷ متر (درخت شماره ۶۴) در رویشگاه گلوبند تا ۳۰۸۰ متر (درخت شماره ۲۲) در رویشگاه کوه‌گاو متغیر است. البته به‌علت فاصله گلوبند از سه رویشگاه دیگر و همچنین کم بودن تعداد نمونه‌های برداشت‌شده از آن، در بررسی همبستگی ارتفاع از سطح دریا و پهنای حلقه رویشی از این رویشگاه استفاده نشد. پس از رویشگاه گلوبند، کم‌ترین ارتفاع پایه درخت نمونه‌برداری شده در رویشگاه بیدشخ با ۲۵۰۰ متر از سطح دریا است. کم‌ترین و بیش‌ترین ارتفاع از سطح دریا در بین درختان نمونه‌برداری شده به این ترتیب بود: در رویشگاه کوه‌گاو ۲۷۳۱-۳۰۸۰ متر، بیدشخ ۲۵۰۰-۲۹۰۱ متر، رودکر ۲۵۲۵-۳۰۰۳ و گلوبند ۲۰۰۷-۲۲۲۲ متر. بنابراین اختلاف ارتفاع بین نمونه‌های برداشت‌شده در رویشگاه کوه‌گاو ۳۴۹ متر، بیدشخ ۴۰۱ متر، رودکر ۴۷۸ متر و گلوبند ۲۱۵ متر است. از نظر طبقات ارتفاعی، با توجه به هدف این پژوهش سعی شد تا در حد امکان تعداد درختان نمونه‌برداری شده هر رویشگاه در هر طبقه ارتفاعی تقریباً یکسان باشد. با این حال



شکل ۲- تصویر رویشگاه کوه‌گاو، درخت شماره ۱۶ (جلو تصویر) و درخت شماره ۱۴ (سمت چپ تصویر)  
Figure 2. Landscape of Kohe-gav habitat, Tree No. 16 and (Front of Image) Tree No. 14 (left side of the image)

ارتفاع از سطح دریای کمتر حلقه‌های یخ زده بیشتری مشاهده شد. جدول ۲ مقادیر آزمون‌های مربوط به تطابق زمانی دو نمونه برداشت‌شده از هر دو درخت را نشان می‌دهد که توسط نرم‌افزار TSAPWin انجام گرفته است.

شمارش و اندازه‌گیری پهنای حلقه‌ها نشان داد که تعداد حلقه‌های کاذب و یا گمشده در درختان واقع در ارتفاعات بالاتر رویشگاه به‌مراتب بیشتر بوده و سری‌های بدست آمده از این درختان نیاز به اصلاح بیشتری داشتند. در درختان با

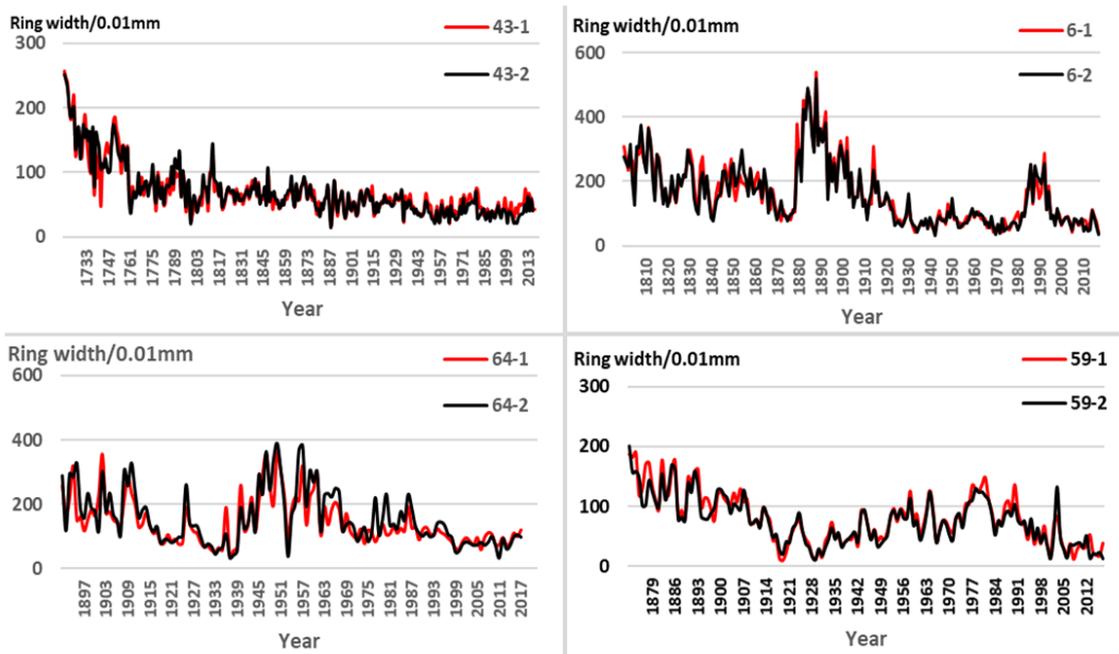
جدول ۲- نتایج تطابق زمانی بین دو نمونه هر درخت

Table 2. Cross-dating results between two samples of each tree

CDI	TV	CC	GLS	GLK	شماره درخت و رویشگاه	CDI	TV	CC	GLS	GLK	شماره درخت و رویشگاه
۸۶	۱۸/۵	۹۲	***	۸۷	۲-۳۳	۱۴۲	۸/۲	۶۶	***	۸۶	۱-۱
۹۹	۲۰/۹	۸۶	***	۷۹	۲-۳۴	۵۸	۱۹/۱	۸۳	***	۷۲	۱-۲
۷۰	۱۵/۶	۸۶	***	۸۲	۲-۳۵	۱۴۷	۱۹/۵	۸۴	***	۸۴	۱-۳
۸۸	3	۲۳	***	۷۲	۲-۳۶	۶۲	۱۴/۹	۷۱	***	۷۱	۱-۴
۲۵	۲۳/۹	۷۶	***	۶۲	۲-۳۷	۶۲	۱۲	۶۵	***	۶۹	۱-۵
۵۵	۲۷/۳	۷۹	***	۶۶	۲-۳۸	۵۲	۳۵/۴	۹۲	***	۶۸	۱-۶
۲۵	9	۵۴	***	۶۶	۲-۳۹	۸۳	۴/۹	۴۳	***	۷۷	۱-۷
۱۵۴	۲۱/۴	۸۴	***	۷۸	۲-۴۰	۹۷	۲۹/۸	۹۲	***	۷۹	۱-۸
۳۵	۲۱/۸	۸۳	***	۶۲	۲-۴۱	۳۱	۱۰/۷	۷۲	***	۷۲	۱-۹
۱۳	3	۲۷	***	۶۳	۲-۴۲	۳۰	۱۹/۶	۸۶	***	۶۶	۱-۱۰
۱۶۷	۴۰/۳	۹۲	***	۷۹	۲-۴۳	۲۷	۱۰/۲	۶۳	***	۶۳	۱-۱۱
۱۵	۱۰/۱	۵۲	***	۶۹	۲-۴۴	۹۴	۸/۷	۵۰	***	۷۳	۱-۱۲
۷۴	۱۲/۴	۷۰	***	۷۴	۳-۴۵	۴۲	۹/۱	۵۴	***	۶۴	۱-۱۳
۹۹	۱۵/۸	۹۱	***	۸۲	۳-۴۶	۴۰	۴/۱	۳۳	***	۶۶	۱-۱۴
۷۹	۲۳/۹	۹۰	***	۸۲	۳-۴۷	۶۹	۶	۶۸	***	۷۵	۱-۱۵
۱۹	۴/۸	۵۷	**	۶۸	۳-۴۸	۹۲	۹	۵۹	***	۷۵	۱-۱۶
۲۴	۷/۸	۵۶	**	۷۱	۳-۴۹	۲۳	۱۰/۷	۶۹	***	۶۷	۱-۱۷
۲۳	2	۱۸	**	۶۶	۳-۵۰	۸۹	۱۴/۳	۶۹	***	۷۴	۱-۱۸
۸۲	۲۴/۱	۸۵	***	۷۰	۳-۵۱	۹۳	۱۹/۶	۸۶	***	۷۹	۱-۱۹
۲۹	۶/۵	۶۰	***	۷۳	۳-۵۲	۵۵	۱۷/۹	۸۵	***	۶۹	۱-۲۰
۶۶	۹/۲	۶۴	***	۸۱	۳-۵۳	۲۳	۷/۸	۶۴	***	۷۱	۱-۲۱
۱۷	۱/۹	۱۲	***	۶۳	۳-۵۴	۲۵	۱۶/۴	۷۹	***	۶۴	۱-۲۲
۱۵۷	33	۹۴	***	۸۱	۳-۵۵	۱۴۳	۳۳/۱	۹۰	***	۷۸	۱-۲۳
۳۱	۹/۲	۵۹	***	۶۴	۳-۵۶	۵۵	۴/۳	۳۲	***	۶۸	۲-۲۴
۷۰	۲۰/۴	۸۸	***	۷۹	۳-۵۷	۲۲	۹/۴	۲۷	***	۶۴	۲-۲۵
۶۲	۷/۹	۶۱	***	۷۸	۳-۵۸	۱۲۶	۲۵/۲	۹۷	***	۹۲	۲-۲۶
۹۳	۲۹/۸	۹۳	***	۸۳	۳-۵۹	۶۷	۱/۷	۲۴	***	۸۳	۲-۲۷
۹۹	۲۵/۴	۸۹	***	۷۵	۳-۶۰	۴۸	۲۰/۵	۷۸	***	۶۸	۲-۲۸
۲۰	۳/۶	۲۶	***	۸۱	۴-۶۱	۶۴	۲۰/۹	۸۰	***	۷۰	۲-۲۹
۶۵	۷/۸	۶۶	***	۷۲	۴-۶۲	۱۱۸	۲۹/۴	۸۹	***	۷۹	۲-۳۰
۲۷	۷/۶	۳۶	***	۶۰	۴-۶۳	۲۴	۲/۹	۲۴	***	۶۴	۲-۳۱
۲۷	۷/۲	۵۴	***	۶۷	۴-۶۴	۵۴	۷	۷۲	***	۸۱	۲-۳۲

بالای ۵۰ درصد تشابه بین دو مغزه برداشت شده داشتند. بنابراین بیش از ۸۰ درصد نمونه‌ها تشابه خوبی با هم دارند. آماره CDI نیز برای نمونه‌های ۲۵ درخت زیر ۵۰ و ۳۹ درخت مقادیر بالای ۵۰ را نشان داد. مقادیر آماره t نیز به جز چهار درخت برای دیگر درختان بالای سه را نشان می‌دهد. در مجموع به نظر می‌رسد از ۶۴ درخت ارسی که در چهار رویشگاه مورد نظر نمونه‌برداری از آن‌ها صورت گرفته است، نمونه‌های ۵۸ درخت شرایط قابل قبول برای انجام مطالعات گاه‌شناسی داشتند و شش درخت

همانطور که جدول ۲ نشان می‌دهد آماره GLK برای ۲۵ درخت بین ۶۰ تا ۶۹ برای ۲۶ درخت بین ۷۰ تا ۷۹ و برای ۱۳ درخت ۸۰ و بالاتر بوده است و بیشترین مقدار آن درخت ۲۶ در رویشگاه بیدشخ با ۹۲ و کمترین مقدار آن با مقدار ۶۰ برای درخت شماره ۶۳ در رویشگاه گلوبند بوده است. آماره GLK در ۶۱ درخت در سطح ۹۹/۹ درصد معنی‌دار (GLS) بوده و فقط سه اصله درخت در رویشگاه رودکر معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد نشان دادند. بررسی آماره CC نشان داد که از بین تمامی نمونه‌ها ۱۲ درخت زیر ۵۰ درصد و ۵۲ درخت



شکل ۳- نمودارهای سری بدست آمده از دو مغزه درختان شماره شش در رویشگاه کوه‌گاو، شماره ۴۳ بیدشیک، شماره ۵۹ رودکر و شماره ۶۴ گلوبند

Figure 3. Graphs obtained from two cores of trees: No. 6: Koohe-gav, No. 43: Bide-shikh, No. 59: Roode-kor, No. 64: Galouband (Excel)

آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و شاپیرو-ویلک برای تمامی داده‌های ارتفاع و پهناهای حلقه رویشی هر سه رویشگاه مورد مطالعه، مقدار بالاتری از ۰/۰۵ را نشان داد، اما سطح معنی‌داری این آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای داده‌های ارتفاع و پهناهای حلقه در رویشگاه بیدشیک و ارتفاع در رویشگاه رودکر پایین‌تر از میزان قابل قبول یعنی ۰/۰۵ درصد بود. همچنین در آزمون شاپیرو-ویلک سطح معنی‌داری داده‌های پهناهای حلقه‌ها در رویشگاه بیدشیک و ارتفاع در رویشگاه رودکر پایین‌تر از سطح قابل قبول بود. در مجموع داده‌های مربوط به هر دو متغیر در رویشگاه کوه‌گاو نرمال، در رویشگاه بیدشیک غیر نرمال، داده‌های ارتفاع رویشگاه رودکر غیر نرمال و داده‌های پهناهای حلقه آن نرمال بودند. اما باید در نظر داشت که تعداد نمونه‌های هر متغیر در این آزمون‌ها کم بوده و چه بسا با بیشتر بودن تعداد نمونه‌ها توزیع داده‌های هر متغیر وضعیت نرمال را نشان می‌دادند. در مجموع می‌توان گفت با توجه به حجم کم نمونه داده‌ها از توزیع نسبتاً نرمال برخوردار بوده‌اند؛ اما با این حال برای رسیدن به نتایج بهتر در کنار ضریب همبستگی پیرسون از ضریب همبستگی ناپارامتری اسپیرمن نیز استفاده شد. جدول ۳ نتایج مربوط به آزمون‌های توزیع نرمال را نشان می‌دهد.

درخت‌های (۳۱-۴۲-۴۸-۴۹-۵۰-۵۴) دارای شرایطی هستند که استفاده از نمونه آن‌ها باید با احتیاط صورت گیرد. همچنین تطابق نمونه‌ها برای اطمینان بیشتر به صورت چشمی نیز صورت گرفت. شکل ۳ سری‌های بدست آمده از دو مغزه درخت‌های شش در رویشگاه کوه‌گاو، ۴۳ در رویشگاه بیدشیک و ۵۹ در رویشگاه رودکر و ۶۴ در رویشگاه گلوبند را نشان می‌دهد. همانطور که از شکل ۳ پیداست هم‌پوشانی خوبی بین دو سری بدست آمده از هر درخت مشاهده می‌شود.

نتایج آزمون‌های توزیع نرمال برای داده‌های ارتفاع از سطح دریای هر پایه درخت و پهناهای رویشی آن نشان داد که داده‌های ارتفاع از سطح دریا برای تمام درختان در سه رویشگاه کوه‌گاو، بیدشیک و رودکر از نظر کشیدگی در محدوده نرمال (بین ۲ تا -۲) قرار دارند اما چولگی داده‌های مربوط به پهناهای حلقه‌ها در رویشگاه بیدشیک بالاتر از نرمال را (۴/۱۱) نشان می‌دهد. کشیدگی مربوط این داده نیز تنها کمی از سطح قابل قبول پایین‌تر است. پس از بررسی توزیع چولگی و کشیدگی نرمال بودن داده‌ها با آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و شاپیرو-ویلک در سطح خطای پنج درصد سنجیده شد. بنابراین اگر آماره آزمون بزرگ‌تر یا مساوی پنج درصد بدست آید، توزیع داده‌ها نرمال خواهد بود. آماره

جدول ۳- نتایج آزمون‌های توزیع نرمال داده‌های ارتفاع از سطح دریا و پهنای حلقه‌های رویشی در سه رویشگاه: ۱. کوگا، ۲. بیدشیک، ۳. رودکر  
Table 3. Results of normal distribution tests for altitude height and width data of growth rings in habitats: 1: Koohe-gav, 2: Bide-shikh, 3: Roode-kor

داده‌ها و شماره رویشگاه	تعداد نمونه	کشیدگی			چولگی			کولموگروف-اسمیرنوف		شاپیرو-ویلک
		آماره	خطای استاندارد	خطای استاندارد	آماره	خطای استاندارد	خطای استاندارد	آماره	معنی‌داری	معنی‌داری
ارتفاع ۱	۲۳	-۰/۶۱	۰/۴۸	۰/۹۳	-۰/۷۲	۰/۹۳	-۰/۱۳۱	۰/۲۰۰	۰/۹۵	۰/۵۲۸
پهنای حلقه‌ها ۱	۲۳	۰/۳۱	۰/۴۸	۰/۹۳	-۰/۸۴	۰/۹۳	-۰/۱۱۹	۰/۲۰۰	۰/۹۵	۰/۴۴۲
ارتفاع ۲	۲۱	-۰/۱۱	۰/۵۰	۰/۹۷	-۰/۹۴	۰/۹۷	-۰/۲۳۵	۰/۰۲	۰/۹۱	۰/۰۹۷
پهنای حلقه‌ها ۲	۲۱	۱/۸۴	۰/۵۰	۰/۹۷	۴/۱۱	۰/۹۷	-۰/۲۴۹	۰/۰۱	۰/۷۵	۰/۰۰۱
ارتفاع ۳	۱۶	-۱/۳۰	۰/۵۶	۱/۰۹	-۰/۳۶	۱/۰۹	-۰/۲۴۴	۰/۰۱	۰/۷۹	۰/۰۰۲
پهنای حلقه‌ها ۳	۱۶	۰/۹۲	۰/۵۶	۱/۰۹	۱/۸۳	۱/۰۹	-۰/۱۱۲	۰/۲۰۰	۰/۹۴	۰/۴۰۳

رویشگاه‌ها نشان داد. این ضریب برای رودکر ۰/۳۳- و همبستگی منفی متوسطی را نشان داد. به عبارت دیگر افزایش ارتفاع از سطح دریا پهنای حلقه رویشی در این رویشگاه‌ها کاهش می‌یابد. به غیر از سه رویشگاه مذکور ضرایب همبستگی برای تمام ۶۰ درخت این سه رویشگاه به صورت یکجا نیز محاسبه شد. ضریب همبستگی پیرسون برای تمام ۶۰ درخت ۰/۴۵- و ضریب همبستگی اسپیرمن نیز مقدار ۰/۳۰- را نشان داد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در تمام منطقه مورد مطالعه نیز بین عامل ارتفاع از سطح دریا و متوسط پهنای حلقه‌های رویشی همبستگی منفی متوسط برقرار است.

پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها دو ضریب همبستگی پیرسون و اسپیرمن بین دو متغیر ارتفاع و پهنای حلقه‌های رویشی گرفته شد (جدول ۴). نتایج نشان داد که ضریب همبستگی پیرسون برای رویشگاه کوگا ۰/۶۷-، برای رویشگاه بیدشیک ۰/۷۵- و برای رویشگاه رودکر ۰/۵۹- بود. بنابراین براساس ضریب پیرسون، همبستگی منفی قوی بین ارتفاع از سطح دریا و پهنای حلقه‌های رویشی در رویشگاه بیدشیک و در رویشگاه‌های کوگا و رودکر این همبستگی منفی متوسط وجود داشت. ضریب همبستگی اسپیرمن نیز برای رویشگاه کوگا ۰/۷۰- و برای رویشگاه بیدشیک ۰/۷۹- بدست آمد و همبستگی منفی قوی بین دو متغیر را در این

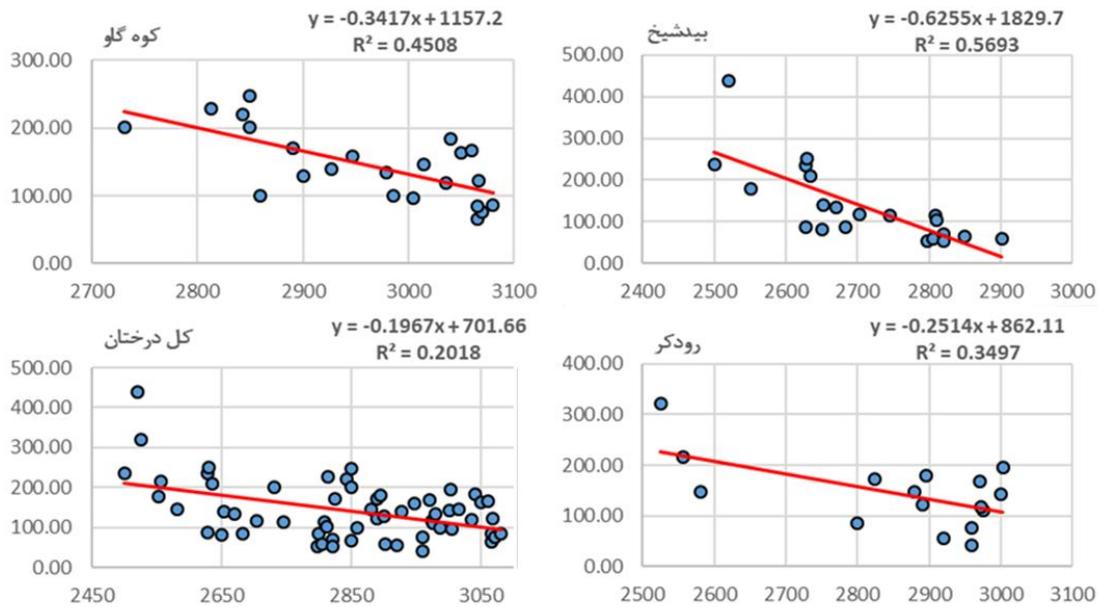
جدول ۴- ضرایب همبستگی پیرسون و اسپیرمن بین ارتفاع از سطح دریا و پهنای حلقه‌های رویشی (معنی‌داری در سطح \*\*: ۰/۰۱ و \* : ۰/۰۵)

Table 4. Pearson and Spearman correlation coefficients between altitude and width of growth Rings (Significance at Level \*\*: 0.01 and \*: 0.05)

اسپیرمن	پیرسون	رویشگاه
-۰/۷۰**	-۰/۶۷**	کوه گاو
-۰/۷۹**	-۰/۷۵**	بید شیک
-۰/۳۳*	-۰/۵۹*	رودکر
-۰/۳۰*	-۰/۴۵**	کل درختان

کوه‌گاو و بیدشیک درجه اطمینان‌پذیری متوسط و برای رویشگاه رودکر درجه اطمینان‌پذیری کمی را نشان دادند. همچنین معادله برای تمام ۶۰ درخت منطقه برابر است با  $y = -0.1967x + 701.66$  و  $R^2 = 0.20$ . مقدار  $R^2$  برای کل نمونه‌ها نشان‌دهنده درجه اطمینان‌پذیری پایین برای معادله خط رگرسیون تمام منطقه است. شکل ۳ این معادلات را به همراه پراکندگی نمونه‌ها پیرامون خط رگرسیون نشان می‌دهد.

معادله خط رگرسیون و ضریب تبیین اطمینان‌پذیری ( $R^2$ ) برای کاهش پهنای متوسط حلقه‌های درخت در برابر افزایش ارتفاع پایه از سطح دریا، برای درختان رویشگاه کوگا برابر با  $y = -0.3417x + 1157.2$  و  $R^2 = 0.45$ ، برای رویشگاه بیدشیک برابر است با  $y = -0.6255x + 1829.7$  و  $R^2 = 0.56$  و برای رویشگاه رودکر برابر است با  $y = -0.2514x + 862.11$  و  $R^2 = 0.34$ . در این روابط  $Y$  برابر با پهنای متوسط حلقه رویشی برای هر درخت و  $X$  برابر با ارتفاع از سطح دریا است. مقادیر  $R^2$  برای رویشگاه‌های



شکل ۳- معادله خط رگرسیون متغیر ارتفاع از سطح دریا (محور X) و متغیر متوسط پهناهای حلقه رویشی (محور Y)  
Figure 3. Linear regression equation for altitude (x-axis) and average ring width growth (y-axis)

فراهم می‌کند. بین تغییرات ارتفاع از سطح دریا و پهناهای حلقه‌های رویشی تمام درختان نمونه‌برداری شده در کل رویشگاه‌ها ارتباط منفی کمی وجود داشت که مسلماً تفاوت‌های طبیعی نظیر جهت دامنه بین هر رویشگاه سبب این موضوع شده است. در مجموع می‌توان چنین نتیجه گرفت که در رویشگاه واقع در ارتفاعات شمالی استان کرمان، همبستگی منفی بین متغیر ارتفاع از سطح دریا و پهناهای حلقه‌های رویشی درختان ارس وجود داشت. یا به عبارتی با افزایش ارتفاع از سطح دریا، متوسط پهناهای حلقه‌های رویشی درختان ارس در این ناحیه کم می‌شود. همچنین ضریب تشخیص اطمینان‌پذیری ( $R^2$ ) برای معادلات خط رگرسیون برازش شده نشان داد که این معادلات برای دو رویشگاه کوه‌گاو و بیدشیک درجه اطمینان قابل قبول‌تری نسبت به رویشگاه رودکر را نشان دادند.

شمارش تعداد و اندازه‌گیری پهناهای حلقه‌های در این پژوهش نشان داد که تعداد حلقه‌های کاذب و گمشده درختان ارس واقع در ارتفاعات بالا، بیشتر است. این موضوع برخلاف نتایج گری‌بیل و همکاران (۸) در مورد دو گونه *Juniperus turkistanica* و *Juniperus semiglobosa* در ارتفاعات قرقیزستان است که بیان می‌کنند حلقه‌های کاذب و گمشده در ارتفاعات پایین بیشتر است. به نظر می‌رسد وجود حلقه‌های کاذب دلالت بر ناهنجاری‌های دمایی در فصل زمستان داشته باشد. گاهی در فصل زمستان رخداد دوره‌های گرم سبب شروع فعالیت زود هنگام درخت شده و با موج سرمای بهاری (بویژه در ارتفاعات بالایی که شدت سرما بیشتر است) رشد متوقف شده و مجدداً با گرم شدن کلی هوا در بهار شروع دیگری رخ می‌دهد. در رویشگاه مورد مطالعه تعداد و تراکم درختان ارس در دامنه‌های جنوبی، غربی و جنوب غربی بیشتر است. در این دامنه‌ها درختان از ارتفاع ۲۰۰۰ متری تا ۳۵۰۰ متری مشاهده می‌شوند. اما در دامنه‌های شمالی و شرقی

مطالعات گاه‌شناسی درختی قبل از هر چیزی نیاز به وجود درختان و رویشگاه‌های مناسب دارد. وجود درختان ارس با تنه‌های مناسب برای نمونه‌برداری و تطابق مطلوب بین دو نمونه برداشت‌شده از هر درخت، پوسیدگی کم داخل تنه همچنین فراوانی قابل توجه درختان ارس در رویشگاه مورد نظر نشان می‌دهد که مناطق کوهستانی شمال استان کرمان و درختان ارس آن پتانسیل خوبی برای استفاده در مطالعات گاه‌شناسی درختی دارند. بیشترین تعداد حلقه‌ها یا طولانی‌ترین سال شماری صورت گرفته در این پژوهش ۴۷۲ سال بدست آمد. این امر در حالی است که بسیاری از درختان در این رویشگاه نمونه‌برداری نشدند، یا اینکه طول مته مورد استفاده (۴۰ سانتی‌متر) برای رسیدن به مرکز درختان قطور کافی نبود. لذا با نمونه برداری بیشتر و یا استفاده از مته‌های بلندتر امکان طولانی‌تر شدن گاه‌شناسی این رویشگاه بسیار بالا است. اختلاف ارتفاع از سطح دریا برای درختان ارس رویشگاه‌های مورد مطالعه و ارتباط آن با پهناهای حلقه‌های رویشی، در مجموع نشان از همبستگی منفی بالا در دو رویشگاه کوه‌گاو و بیدشیک و همبستگی منفی متوسط در رویشگاه رودکر داشت. در مورد رویشگاه رودکر کم بودن نمونه‌ها در ارتفاع پایین می‌تواند دلیل برآورد همبستگی کمتر نسبت به دو رویشگاه دیگر باشد. البته در رابطه با این رویشگاه بایستی جهت رو به غرب دامنه آن را نیز در نظر گرفت. جهت دامنه غربی در عرض جغرافیایی که این رویشگاه واقع شده است به معنی رو به سامانه‌های بارشی بودن است. بنابراین با افزایش ارتفاع در این رویشگاه، ضمن کاهش دما، مقداری بر میزان بارش افزوده می‌گردد. افزایش بارش به همراه کاهش نیاز آبی ناشی از دمای پایین‌تر، در درختان واقع در ارتفاعات بالاتر خصوصاً در دوره گرم تابستان شرایط بهتری را برای رویش و رشد درخت نسبت به درختان واقع در ارتفاع پایینتر که دمای بالاتر و نیاز آبی بیشتری دارند

رویشگاه‌های ارس از جهت دامنه نیز تأثیر می‌پذیرند. مومنی‌مقدم (۱۴) ویژگی‌های اکولوژیک رویشگاه‌های ارس کپه داغ را متأثر از ارتفاع از سطح دریا و شیب می‌داند. تأثیر ارتفاع در رویشگاه مورد مطالعه این پژوهش به‌خوبی روشن است اما شیب در پراکنش درختان ارس رویشگاه تأثیر چندانی نداشته است. تنها اثر آن بر روی سطح پوشش تاج مشاهده شد. پورمجیدیان و مرادی (۱۷) و همچنین روانبخش و همکاران نیز مشخصه‌های رویشی و پراکنش ارس را به‌ترتیب در استان‌های قزوین و بخشی از البرز متأثر از ارتفاع می‌دانند که با نتایج پژوهش حاضر در یک راستا است. در مقایسه با گونه‌های دیگر درختان، کاهش قطر حلقه‌ها به ازای افزایش ارتفاع از سطح دریا برای درختان ارس این رویشگاه همگام با نتایج اولادی و همکاران (۱۶) در بررسی تغییرات پهنای حلقه‌های رویشی و خصوصیات آناتومی راش در سطوح ارتفاعی جنگل‌های شمال ایران، نتایج لمترعلی (۱۲) در مورد اثرات ارتفاع بر چوب درختان زبان گنجشک در رویشگاه‌های خزری و نتایج نادری‌ورندی همکاران (۱۵) در مورد رشد قطری مطلوب‌تر صنوبر دلتوئیدس در ارتفاعات پایین‌تر است. به‌طور کلی می‌توان گفت در رویشگاه‌های ارس ارتفاعات شمالی استان کرمان، عامل ارتفاع از سطح دریا رابطه منفی با پهنای حلقه‌های رویشی درختان ارس دارد. جهت دامنه بر روی پراکنش درختان اثرگذار است بیشترین تراکم درختان در دامنه‌های جنوبی، جنوب‌غربی و غربی دیده می‌شود. عامل شیب نیز تا حدودی رابطه عکس با سطح پوشش تاج دارد. همچنین وضعیت کلی این رویشگاه‌ها شرایط مطلوبی را برای انجام پژوهش‌های مرتبط با حلقه‌های درختی نشان می‌دهد.

درختان ارس تنها در ارتفاعات بالاتر از ۳۰۰۰ متر و به‌تعداد خیلی کم پراکنده شده‌اند. گاردنر و فیشر (۶) پراکنش ارس را در دامنه‌های جنوبی ارتفاعات شمال عمان بین ارتفاع ۲۱۰۰ تا ۳۰۰۰ متری می‌دانند آنها بیان می‌کنند که در دامنه‌های شمالی این ارتفاعات درختان ارس تا ارتفاع ۱۳۷۵ متری می‌رویند. رویش درختان ارس در ارتفاع پایین‌تر دامنه‌های شمالی کوه‌های عمان بر خلاف کوه‌های منطقه مورد مطالعه این پژوهش است. در بیان این تفاوت به‌نظر می‌رسد رو به دریا بودن دامنه شمالی ارتفاعات عمان و دریافت رطوبت از دریای عمان و همچنین تبخیر کمتر در دامنه شمالی عواملی اثرگذار باشند. رامین (۲۰) عامل ارتفاع از سطح دریا و شیب را در بر مشخصه سطح پوشش تاج توده‌های ارس امین‌آباد مؤثر می‌داند. بررسی‌های میدانی در رویشگاه‌های ارس کوهستان‌های شمالی استان کرمان نیز نشان‌داد عوامل ارتفاع از سطح دریا و شیب دامنه تأثیر بسزایی در وضعیت سطح پوشش تاج دارند. به‌طوری که در ارتفاع بالاتر از ۳۰۰۰ متر بوضوح از سطح پوشش تاج درختان کاسته می‌شود و همچنین در زمین‌هایی با شیب کمتر (درختان شماره ۱۶ و ۱۴) وضعیت تاج درختان بسیار مطلوب است. داغستانی و همکاران (۴) دامنه پراکنش ارس در ناحیه طارم زنجان را ۱۱۰۰ تا ۱۷۰۰ متری می‌دانند و بیشترین تراکم درختان در آن را ۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ متری می‌دانند اما در رویشگاه‌های مورد مطالعه این پژوهش درختان ارس در ارتفاع پایین‌تر از ۲۰۰۰ متری اصلاً مشاهده نمی‌شوند. ملتی (۱۳) عامل ارتفاع را در پارک ملی تندوره تنها عامل محدودکننده پراکنش درختان ارس این پارک می‌داند در صورتی که در ارتفاعات شمال استان کرمان،

## منابع

1. AliAhmad Korori, S., M. Khoshnevis and M. Matinzade. 2012. Comprehensive studies of Juniperus species in Iran, publisher: Pooneh, Tehran, Iran, 550 pp (In Persian).
2. Balapour, S. and T. Mohammadov. 2015. Principles, Methods and Applications of Dendrochronology, publisher: Jedikar, Tehran, Iran, 337 pp (In Persian).
3. Bräuning, A. 2001. Climate history of the Tibetan Plateau during the last 1,000 years derived from a network of Juniper chronologies. *Dendro-chronologia*, 19(1): 127-137.
4. Daghestani, M., M. Zanganeh and M. Taheri. 2017. Investigation on quantitative characteristic and soil properties of *Juniperus excelsa* M. Bieb stands in Tarom Zanjan. *Journal of Forest Research and Development*, 3(2): 175-190 (In Persian).
5. Fallah, A., B. Balapour, M. Yekekhanian and H. Jalilvand. 2014. Dendrochronological studies of *Juniperus polycarpus* in Alborz mountains (case study: Shahkuh of Shahrood). *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 29(1) (In Persian).
6. Gardner, A.S. and M. Fisher. 1996. The Distribution and Status of the Mountains Juniper Woodlands of Oman. *Journal of Biogeography*, 23(6): 791-803.
7. Ghilichnia, H. 1999. Investigating the degree of correlation of vegetation communities with topographical factors (slope and direction) in the Nardin region. *Journal of Research and Development*, 37-42 (In Persian).
8. Graybill, D.A., S.V. Shiyatov and V. F. Burmistrov. 1992. Recent dendrochronological investigations in Kirghizia. *USSR. Lundqua Rep.* 34: 123-127.
9. Hassanzad Navroodi, I. and E. ghaderi. 2017. Effects of Altitude on the Growth Characteristics of Lebanon Oak (*Quercus libani* Olive.) in Kurdistan Province. *Ecology of Iranian Forests*, 5(9): 1-7 (In Persian).
10. Knapp, P.A. and P.T. Soule. 2002. Recent *Juniperus occidentalis* (Western Juniperus) expansion on a protected site in central Oregon. *Global Change Biology*, 4(3): 347-357.
11. Korner, C. 2007. The use of altitude in ecological research. *Trends in Ecology & Evolution*, 22(11): 569-574.

12. Lamtarali, Z. 2015. The effect of altitude on some wood anatomical features of *fraxinus excelsior*. MS thesis. University of Tehran (In Persian).
13. Mellati, F. 1996. GeoBotanical Study of Tandoure National Park, M.Sc. Thesis, Tehran University, 150 pp (In Persian).
14. Momeni Moghaddam, T., S.M. Hosseini, M. Makhdoom and M. Akbarinia. 2006. Qualitative and Quatitative Investigation of Juniper stands in Kop-e-Dagh hillsides, Shirvan. Jurnal of Enviromental Studies, 32(40): 109-116 (In Persian).
15. Naderi Varandi, M., A. Kialashaki, R. Veisy and Sheykheslami. 2018. Effect of Altitude on some Quantitative and Qualitative Characteristics of Populus Deltoids Trees. Ecology of Iranian Forests, 6(12): 30-38 (In Persian).
16. Oladi, R., K. Pourtahmasi, D. Eckstein and A. Brauning. 2011. Seasonal dynamics of wood formation in Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) along an altitudinal gradient in the Hyrcanian forest, Iran. Trees, 25: 425-433.
17. Pourmajidian, M. and M. Moradi. 2009. Investigation on the site and silvicultural properties of Juniperus excelsa in natural forests of Ilan in Qazvin province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(3): 487-475.
18. Pourtahmasi, K., D. Parsapjough, A. Bräuning, J. Esper and F.H. Schweingruber. 2007. Climatic analysis of pointer years in tree-ring chronologies from northern Iran and neighbouring high mountain areas. Geo-öko, 28: 27-42.
19. Pourtahmasi, K., L. Poursartip, A. Brauning and D. Parsapjough. 2009. Comparison between the radial growth of Juniper (*Juniperus polycarpus*) and Oak (*Quercus macranthera*) trees in two sides of the Alborz Mountains in Chaharbagh region of Gorgan. Journal of Forest and Wood Products (JFWP), Iranian Journal of Natural Resource, 62(2): 159-169 (In Persian).
20. Ramin, M. 2009. Investigation of Spatial distribution of juniperus Masses in Aminabad Firouzkooh and Its relation to environmental parameters, MS thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 222 pp (In Persian).
21. Rastin, M. 2008. Investigation and comparison of the ecological parameters of juniperus excels in the natural central Alborz stands (Chashem of Semnan). M.Sc. Thesis. Science and Research Branch, Islamic Azad University Tehran. Iran (In Persian).
22. Ravanbakhsh, H., M. Marvi Mohajer, M. Asadi, M. Zobeiri, V.A. Etemad. 2013. Classification of Juniperus excelsa Communities and Analysis of Vegetation in Relation to Environmental Variables (Case Study: Some Parts of Alborz Mountains, Iran). Journal of Forest and Wood Products, 66(3): 277-292 (In Persian).
23. Razavi, S.A., R. Rahmani and A. Sattarian. 2009. The Investigation of effective factors on biodiversity using MLR (Case Study; Zav research forest). Jurnal of Woof & Forest Science and Technology, 1(1): 33-5 (In Persian).
24. Seim, A., T. Tulyaganov, G. Omurova, L. Nikolyai, E. Botman and H. Linderholm. 2015. Dendroclimatological potential of three juniper species from the Turkestan range, northwestern Pamir-Alay Mountains, Uzbekistan. Trees, 10.1007/s00468-015-1316-y.

## Relationship between Altitude and Juniper Genus Tree-Rings Width Case Study: Juniperus Habitats in North of Kerman Province

**Ghasem Azizi<sup>1</sup>, Iain Robertson<sup>2</sup>, Mostafa Karimi<sup>3</sup>, Mohammad Mahdi Abadijoui Ravari<sup>4</sup>**

1- Professor of Climatology, University of Tehran, (Corresponding author: ghazizi@ut.ac.ir)

2- Reader of Geography department, Swansea University

3- Assistant Professor of Climatology, University of Tehran

4- Ph.D. Student of Climatology, University of Tehran

Received: February 18, 2019

Accepted: September 8, 2019

### Abstract

In this research, the role of altitude at *Juniperus* trees growth rings width in North Mountains of Kerman province has been investigated. *Juniperus* is one of the main pillars of natural ecosystems in Iran's mountainous forests. High mountains with vast expanse in Kerman province has caused the formation of tree coverings such as *Juniperus* and has created suitable habitats for Dendrochronology studies. However, most of the Dendrochronology studies in Iran are related to Zagros, Alborz and Hyrcanian forest, and no research has been carried out in Kerman province. The habitat of this study is located in the northern mountainous area of Kerman province, almost among the three counties of Ravar, Zarand and Kuhbanan. In this research, 128 cores from 64 *Juniperus* trees has taken in 4 sites of habitat by using an Increment Borer. These 4 sites and the difference in altitude between the lowest and highest trees of them are Kooh-e-gav 349 meters, Bid-e-shikh 401 meters, Rood-e-kor 478 meters and Galouband 215 meters. After preparing the samples and enhancing their visual clarity, the number and width of the rings were counted and measured by LINTAB and TSAPWin software with a precision of 0.01 millimeters. The Cross-Dating between two cores of any tree was performed by TSAP and the results of GLK, CDI, GSL, CC, and T-v statistics showed the optimum quality of Cross-Dating for growth series that obtained from the trees. The relationship between altitude differences and average ringwidth was measured using Pearson and Spearman correlation coefficients for 3 sites and all trees. Results of Pearson coefficients (Kooh-e-gav: -0.67, Bid-e-shikh: -0.75, Rood-e-kor: -0.59 and all trees: -0.45) and Spearman (Kooh-e-gav: -0.70, Bid-e-shikh: -0.79, Rood-e-kor: -0.33 and all trees: -0.30) showed that between the altitude and average ringwidth variables in the first two sites, the negative correlation is high, and on the third site as well as the all trees, there is a moderate negative correlation.

**Keywords:** Dendrochronology, growth rings, Cross-Dating, Correlation Coefficients