DOI: 10.22092/irn.2024.132058

نامه‌علمی

تاریخ دریافت ۱۴۰۳/۰۴/۰۲
تاریخ پذیرش ۱۴۰۳/۰۵/۱۶

راش شرقی (*Fagus orientalis* Lipsky) ۳۸۵ ساله، برگ کوچکی از تاریخ جنگل‌های کهن‌رست هیرکانی

فیروزه حاتمی[۱*]، کامبیز پورطهماسی[۲]، محمد امینی[۳] و علیرضا نیکوتدبیر[۴]

چکیده

جنگل‌های هیرکانی، که از باارزش‌ترین اکوسیستم‌های جنگلی ایران ازنظر اقلیم، تولید چوب و فراورده‌های جنگلی به‌شمار می‌آیند، خاستگاه گونه ارزشمند راش شرقی (*Fagus orientalis* Lipsky) به‌عنوان یکی از گونه‌های کهن‌رست متعلق به دوران سوم زمین‌شناسی هستند. با توجه به اهمیت اکولوژیکی و اقتصادی راش در جنگل‌های هیرکانی، پژوهش پیش‌رو با هدف گاه‌شناسی دیسک راش ۱۰۵ سانتی‌متری منطقه هفت‌خال ساری انجام شد. این دیسک توسط آقای دکتر محمد امینی به بخش تحقیقات جنگل مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور اهدا شده است. پس از آماده‌سازی دیسک، پهنای حلقه‌های رویشی از مغز به سمت پوست و در چند جهت با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر توسط استریومیکروسکوپ و میز اندازه‌گیری LINTAB 5 اندازه‌گیری شد. نتایج سن‌یابی بیانگر سن ۳۸۵ ساله این درخت بود. براساس منحنی رویش، روند رویش این درخت تا سن ۱۳۰ تا ۱۴۰سالگی صعودی و سپس نزولی بود که تشابه زیادی به منحنی رویش قطری سایر درختان راش جنگل‌های هیرکانی دارد. متوسط رویش قطری سالانه درخت راش موردمطالعه ۱/۳ میلی‌متر به دست آمد. در این بررسی دیسک راش به‌عنوان برگ کوچکی از تاریخ، شاهد وقایع و اتفاقات مهمی در طول دوران حیات طولانی خود بوده است. درخت راش به‌عنوان یکی از گونه‌های شاخص مطالعات گاه‌شناسی درختی در این پژوهش، دارای حدود چهار قرن اطلاعات اقلیمی گذشته است که تاریخچه ارزشمندی از شرایط آب‌وهوایی این منطقه را به همراه دارد و این در حالی است که داده‌های اقلیمی ثبت‌شده توسط ایستگاه‌های هواشناسی منطقه ساری متعلق به سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۴ شمسی تا به امروز است. درختان، همواره با ثبت رخدادهای اقلیمی در حلقه‌های سالانه خود تاریخچه ارزشمندی را از گذشته حیات رویشی و شرایط منطقه موردمطالعه خود نشان می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: داده‌های اقلیمی، دیسک، راش شرقی، سن‌یابی، گاه‌شناسی درختی.

A 385-year-old Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky): A page from the history book of the Hyrcanian forests

F. Hatami[*1], K. Pourtahmasi[2], M. Amini[3] and A. Nikoutadbir[4]

Abstract

The Hyrcanian forests in Iran are precious due to their climate, wood production, and forest products. They are the origin of the valuable oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky), one of the oldest species dating back to the third geological period. Considering the ecological and economic significance of beech in the Hyrcanian forests, the current research was conducted to chronicle the growth of a 105 cm beech disk in the Haft-Khal Sari region. Doctor Mohammad Amini donated this disk to the Forest Research Division of the Research Institute of Forests and Rangelands. After preparing the disk, the width of the growth rings was measured from the core to the bark and in various directions with an accuracy of 0.01 mm using a stereomicroscope and LINTAB 5 measuring table. Dating results indicated that this tree is 385 years old. The growth pattern of the tree indicates an ascending and descending curve from 130 to 140 years, like other beech trees in the Hyrcanian forests. The average annual diameter growth of the tree was 1.3 mm. As a small piece of history, the beech disk has witnessed significant events and happenings during its long life. As one of the key species of dendrochronology studies in this research, the beech tree provides around four centuries of climate data, which carries a valuable history of the weather conditions in this region. The climate data recorded by the Sari region's meteorological station spans from the years 1998 to 2005 until the present day. Trees maintain a valuable record of climatic events and the history of vegetative life in their annual rings, providing insight into the conditions of the studied area.

Keywords: Climatic data, Dating, Dendrochronology, Disc, Oriental beech.

۱*- کارشناس محقق، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲- استاد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳- استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
۴- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

1*- Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
2- Prof., Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
3- Assistant Prof., Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran
4- Ph.D., Student, Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

● مقدمه

پیدایش جنگل‌های هیرکانی

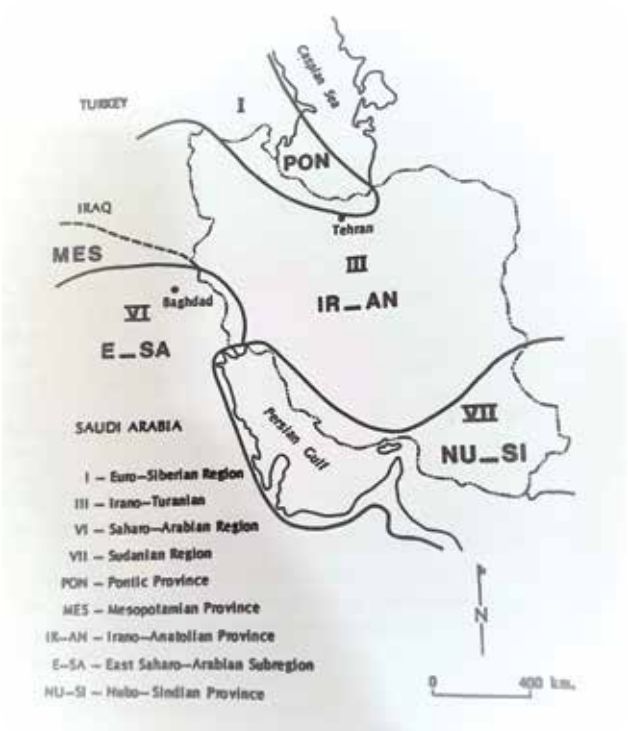
پیدایش جنگل‌های اولیه (سرخس‌های درختی غول‌پیکر) به دوران پالئوزوئیک، حدود ۳۰۰ میلیون سال پیش برمی‌گردد. در ادامه روند تکامل جنگل‌ها، سوزنی‌برگان و پهن‌برگان اولیه، ۶۰ تا ۱۴۰ میلیون سال قبل به وجود آمدند (Feng, 2017). جدیدترین مطالعات انجام‌شده گویای آن است که پیدایش بازدانگان اولیه به ۳۹۰ میلیون سال پیش می‌رسد (Davies *et al.*, 2024). انحراف محور زمین یا تغییر مسیر آن برای اروپا باعث شکل‌گیری یک دوره سرد برای زمین شد. در اواخر دوران سوم زمین‌شناسی، اقلیم کره زمین رو به سردی گذاشت و در اوایل دوران چهارم (حدود یک میلیون سال پیش) در عرض‌های جغرافیایی بالاتر از ۴۰ درجه شمالی و ارتفاعات بالای ۳ تا ۴ هزار متری، یخچال‌های طبیعی و به‌دنبال آن چهار دوره یخبندان گونز، مندل، ریس و ورم شکل گرفت. از حدود ۱۸ هزار سال پیش، که آخرین دوره یخبندان بود، تا کنون ما در یک دوره بین یخچالی به سر می‌بریم (جدول ۱). از دوره کواترنر (دوران چهارم زمین‌شناسی) به بعد نوسانات دما بیشتر می‌شود. مواد و سنگواره‌های بین یخچالی تغییر تدریجی را از شرایط سخت قطبی به شرایط نیمه‌قطبی به‌صورت پوشش توندرا، از شرایط بوره‌آل یا شمالی به‌صورت جنگل توس و کاج تا شرایط معتدله به‌صورت جنگل‌های خزان‌کننده و دوباره برگشت از شرایط بوره‌آل به شرایط قطبی نشان می‌دهند که همان تکامل جنگل‌هاست (مصدق، ۱۳۷۷).

در این میان، کشور ایران به‌دلیل موقعیت جغرافیایی خاص خود، که در تلاقی پهنه‌های رویشی مختلف و در قسمت جنوبی نیمکره شمالی و در کمربند خشک جهان قرار دارد، از این یخبندان‌ها مصون مانده و با حداکثر بارندگی ۲۰۰۰ میلی‌متر در نواحی ساحلی دریای خزر و حداقل ۵۰ میلی‌متر در برخی از مناطق مرکزی ایران، به‌عنوان پل ارتباطی اقلیم‌های حیاتی جهان معرفی شده است (شکل ۱). در مطالعات تقسیم‌بندی جنگل‌های ایران، این جنگل‌ها به پنج منطقه اکولوژیکی هیرکانی، ارسباران، ایرانی– تورانی، زاگرس و خلیج‌فارس– عمانی (صحارا– سندی) تقسیم می‌شوند (ثاقب‌طالبی و همکاران، ۱۳۸۳).

در میان این مناطق رویشی، جنگل‌های هیرکانی با سطحی معادل ۱/۶ میلیون هکتار (میرآخورلو و اخوان، ۱۳۹۶)، طول تقریبی ۸۰۰ و عرض ۱۱۰ کیلومتر، همچون کمربند سبزی از جنگل‌های پهن‌برگ خزان‌کننده غنی دنیا، حاشیه جنوبی دریای خزر و نیمرخ شمالی رشته‌کوه البرز را می‌پوشانند. این جنگل‌ها با متوسط بارندگی و دمای سالانه به‌ترتیب ۶۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر و ۱۷/۵–۱۵ درجه سانتی‌گراد از شرق به غرب، یک زون مرطوب را در شمال ایران به وجود آورده و باعث شکل‌گیری اقلیمی با پوشش گیاهی بسیار متنوع در این ناحیه شده‌اند (مروی مهاجر، ۱۳۹۸). جنگل‌های هیرکانی با استقرار بین رشته‌کوه‌های البرز و دریای خزر، با آب‌وهوای معتدل از یخبندان‌ها ایمن ماندند.

جدول ۱– تغییرات اقلیمی دوره‌های مختلف زمین‌شناسی (مصدق، ۱۳۷۷)

تغییرات آب‌وهوا		واحدهای چینه‌شناسی			مدت زمان (10^6 سال)	سن
سردتر	گرم‌تر	دور	دوره	دوران		
		هولوسن	کواترنر	سنوزوئیک	۱/۵	۱۰ هزار سال پیش
						۱/۶ میلیون سال پیش
		پلئیستوسن	ترسیر		۶۳	۶۵ میلیون سال پیش
		کرتاسه		دوم	۷۰	۱۳۵ میلیون سال پیش
		ژوراسیک			۵۵	۱۹۰ میلیون سال پیش
		تریاس			۳۵	۲۲۵ میلیون سال پیش
		پرمین			۵۵	۲۸۰ میلیون سال پیش
		پنسیلوانین می‌سی‌سی‌پین	کربونیفر		۶۵	۳۴۵ میلیون سال پیش
		دونین		اول	۵۰	۳۴۵ میلیون سال پیش
		سیلورین			۴۰	۳۹۵ میلیون سال پیش
		اردویسین			۶۵	۴۳۵ میلیون سال پیش
		کامبرین			۷۰	۵۰۰ میلیون سال پیش
?				پرکامبرین		۵۷۰ میلیون سال پیش



شکل ۱- نقشه جغرافیای گیاهی ایران (زهری، ۱۳۸۳)

این موزه طبیعی با قدمت ۲۵ تا ۵۰ میلیون ساله، که بازمانده دوران سوم زمین‌شناسی یعنی دوران ترشیاری است، مادر جنگل‌های اروپا و آمریکا نامیده می‌شود (Tohidifar *et al.*, 2016). این منطقه با برخورداری از گونه‌هایی مثل انجیلی (*Parrotia persica* C.A.Mey.)، لرگ (*Pterocarya fraxinifolia* Poir.) و سفیدپلت (*Populus caspica* Bornm.)، که به‌عنوان گونه‌های اختصاصی، یا رلیکت شناخته می‌شوند و نیز گونه‌های بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C.A.Mey.)، لیلکی (*Gleditsia caspica* Desf) و زربین (*Cupressus sempervirens* L.)، که در اروپا جزو فسیل‌های دوران سوم هستند، به‌عنوان یکی از پناهگاه‌های اصلی اوراسیا برای درختان پهن‌برگ تابستانی دوره کواترنر محسوب می‌شوند (زهری، ۱۳۸۳). ناحیه هیرکانی به‌عنوان جنگل‌های کهن‌رستی که عمری طولانی داشته و تغییرات کمی را در خود دیده‌اند، طی تغییرات تدریجی طولانی‌مدت خود به پایدارترین موقعیت رسیده‌اند (Luyssaert *et al.*, 2008).

● راش شرقی (*Fagus orientalis* Lipsky)

منطقه اکولوژیکی هیرکانی، یکی از باارزش‌ترین اکوسیستم جنگلی ایران ازنظر اقلیم، تولید چوب و فراورده‌های جنگلی، خاستگاه گونه ارزشمند راش شرقی (مروی مهاجر، ۱۳۹۸) به‌عنوان یکی از گونه‌های کهن‌رست متعلق به دوران سوم زمین‌شناسی معرفی شده است (Dagtekin *et al.*, 2020). مطالعه توسعه پوشش گیاهی هیرکانی از آخرین یخبندان تا امروز، که حدود ۲۰۰۰۰ سال گذشته، بیانگر آن است که تغییرات آب‌وهوایی باعث جابه‌جایی ارتفاعی چشمگیری از کمربندهای گیاهی در این ناحیه شده است، به‌طوری‌که فعالیت‌های انسانی در بخش مرکزی هیرکانی با پاک‌تراشی راش‌ها از ۷۳۰۰ سال پیش وجود داشته است (Ramezani *et al.*, 2023).

راش در جنگل‌های هیرکانی به‌عنوان یک گونه سایه‌پسند، با قدرت رقابت زیاد و عدم مقاومت به یخبندان‌های بهاره از ارتفاع ۷۰۰ تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریا (به‌صورت غالب از ۷۰۰ تا ۱۵۰۰ متر) روی دامنه‌های شمالی البرز به همراه سایر گونه‌های پهن‌برگ به‌صورت توده‌های خالص و آمیخته پراکنش دارد (Sagheb Talebi *et al.*, 2014). راش، درختی بلندقامت با تنه استوانه‌ای و تک‌پایه با ارتفاع ۳۵ تا ۵۰ متر است که قطر برخی پایه‌های آن در ارتفاع برابر سینه به حدود ۲ متر می‌رسد. این گونه ازنظر درصد فراوانی و ارزش چوب تجاری در جنگل‌های هیرکانی قابل‌توجه است (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۸۰)، به‌طوری‌که با برخورداری از چوب صنعتی، در دامنه‌های شمالی البرز، باارزش‌ترین توده‌های جنگلی را تشکیل می‌دهد (Moradi, 2022) جنگل‌های راش در ایران با سطح تقریبی ۱۸درصد، حدود ۲۴درصد تعداد درختان و ۳۰درصد حجم سرپای جنگل‌های هیرکانی را دربرمی‌گیرند (امینی و همکاران، ۱۳۸۸). با درنظرگرفتن تنوع ریخت‌شناسی و ژنتیکی راش، که ناشی از تفاوت ژن‌ها نسبت به شرایط محیطی است، جمعیت راش‌های اروپا در مقایسه با راش ایران به‌دلیل محدودیت پناهگاه‌های زیستی در دوره پلئیستوسن و مهاجرت پس از عصر یخبندان از هموژنی بیشتری برخوردار است (Denk *et al.*, 2002) و با توجه به قدمت راش ایران، پژوهشگران معتقدند راش اروپایی (*F. sylvatica* L.)، از این گونه که بومی جنگل‌های شمال ایران است مشتق شده و بعدها به‌صورت گونه اروپایی مشهور شده و به‌تدریج نقش غالب را در گونه‌های راش اروپا ایفا کرده است (Kurz *et al.*, 2023).

ازدیاد قطر، ارتفاع و درنتیجه سطح مقطع و حجم یک درخت زنده در گذشت زمان رویش نام دارد (زبیری، ۱۳۸۴). با توجه به اینکه رویش درختان جنگلی تحت تأثیر درخت، محیط و زمان قرار دارد، عوامل محیطی تأثیرگذار بر رشد راش در سال‌های با شرایط دما و بارندگی مناسب باعث می‌شوند، دوره رویش این گونه طولانی‌تر و مناسب‌تر و ماده چوبی متراکمی در آن تشکیل شود (Bytebier *et al.*, 2022). راش در گروه درختانی قرار دارد که دارای چوب همگن و پراکنده آوندی هستند، حد دوایر رویشی مشخصی دارد و توسط تفاوت ابعاد فیبرها و آوندها شناخته می‌شود (طغرایی، ۱۳۹۲). با توجه به اهمیت اکولوژیکی و اقتصادی راش در جنگل‌های هیرکانی، مطالعه تغییرات پهنای حلقه‌های رویشی و عوامل مؤثر بر تغییرات آن کمک خوبی برای مدیریت بیولوژیک، پرورش توده، برنامه‌ریزی تولید و برداشت محصول از جنگل توسط برنامه‌ریزان و مدیران طرح‌های جنگل‌داری خواهد بود. درواقع، طولانی‌بودن گردش زمانی مدیریت جنگل‌های طبیعی (بیش از یک‌صد سال) و حساسیت گونه راش نسبت به شرایط نامساعد

اقلیمی، ضرورت مطالعات رویش و ارتباط آن با اقلیم روشن می‌شود.

● گاه‌شناسی درختی (Dendrochronology)

تغییرات ژنتیکی و محیطی، که درختان در سالیان متمادی رشد خود شاهد آن بوده‌اند، باعث تغییر در ساختار و عملکرد آنها می‌شوند. تغییرات موجود در طول زندگی درختان به‌عنوان باارزش‌ترین بایگانی‌های طبیعی شرایط گذشته، اثراتی را در دوایر رویشی آنها به جا می‌گذارد (Franke *et al.*, 2013). درواقع، درختان مانند کتاب‌های تاریخی قادر به ثبت وقایع و رخدادهای طبیعی گذشته مانند خشک‌سالی، سیل، زمین‌لرزه، یا حتی رخدادهای انسان‌ساخت هستند (Stoffel *et al.*, 2013). در این میان، رویش قطری سالانه آنها در مناطق معتدله باعث شکل‌گیری حلقه‌های رشد در مقطع عرضی ساقه آنها می‌شود که متأثر از فاکتورهای محیطی ثابتی مانند ژنتیک، خاک، ارتفاع از سطح دریا، جهت و شیب دامنه و فاکتورهای متغیری مانند عوامل اقلیمی و انسانی است (Fritts & Swetnam, 1989). توالی اقلیم‌های مساعد و نامساعد سبب شکل‌گیری سال‌های پربارش، یا خشکی می‌شود که با تأثیر بر رویش سالانه درختان و حلقه‌های رویشی، دوایر پهن و باریکی را به وجود می‌آورد (Housset *et al.*, 2018). یکی از روش‌های بررسی واکنش درختان به متغیرهای محیطی، گاه‌شناسی درختی است. این دانش، توسط الگوی تغییرات پهنای حلقه‌های رویشی و میزان آب قابل دسترس آنها تغییرات اقلیمی گذشته و دوره‌های خشک‌سالی و ترسالی را بازسازی (Jalilvand *et al.*, 2016) و میزان اهمیت عوامل تأثیرگذار را بر رویش بررسی می‌کند، به‌طوری‌که مطالعه ایزوتوپ‌های پایدار حلقه‌های درختی اروپا نشان داد، تغییرات اخیر اقلیمی اروپا ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای و اثرات انسانی در گرمایش جهانی است (Freund *et al.*, 2023). گاه‌شناسی درختی روش مناسبی برای بررسی ویژگی‌های ساختمانی درخت (Pandey, 2021) و عوامل محیطی آن است که با مطالعه حلقه‌های رویش درخت، سال شروع اتفاقات ناگوار، نظم اجرایی و عواقب آن بر رویش درختان را مطالعه می‌کند (Wimmer, 2002). در این رابطه، درخت راش ازنظر گونه‌ای و کاربرد گسترده چوب آن در تاریخ، شاخص بسیار حساسی است که به‌خوبی تأثیر عوامل اقلیمی و سایر عوامل تأثیرگذار را در مطالعات گاه‌شناسی درختی منعکس می‌کند (Dittmar *et al.*, 2003). درواقع، با مطالعه پهنای حلقه‌های رویشی این گونه و داشتن داده‌های اقلیمی منطقه می‌توان اثر این عوامل را بر رشد آن مطالعه و میزان اهمیت عوامل مختلف را تحلیل کرد.

Jalilvand و همکاران (۲۰۰۱) با مطالعه واکنش رشد راش آمریکایی (*F. grandi-folia*) به متغیرهای اقلیمی توسط مدل‌های رگرسیونی، علاوه‌بر اهمیت این گونه برای مطالعات گاه‌شناسی اقلیمی و درختی نشان دادند، رویش راش با بارش سالانه فصل رشد همبستگی زیادی دارد و دمای تابستان سال قبل مهم‌ترین عامل مؤثر بر رویش این گونه است. مطالعه حلقه‌های درختی راش اروپایی نشان داد، فعالیت خورشید نقش مهمی را در رشد راش اروپایی در اروپای مرکزی و جنوبی، به‌ویژه در سال‌های اخیر و تغییرات اقلیم جهانی داشته است (Šimůnek *et al.*, 2021). بررسی واکنش متفاوت رشد و آناتومی چوب راش اروپایی (*F. sylvatica* L) در سه رویشگاه اسلوونی نیز نشان داد، تغییرات در رژیم بارش و دما همان‌گونه که توسط سناریوهای تغییر اقلیم پیش‌بینی می‌شود، بر افزایش حلقه‌های درختی و ساختار چوب تأثیرگذار است (Arnič *et al.*, 2021).

مطالعه حلقه‌های رویشی راش با متغیرهای اقلیمی جنگل دارابکلای ساری نشان داد، راش به‌عنوان یکی از گونه‌های مناسب مطالعات گاه‌شناسی، قابلیت گسترش اقلیم‌شناسی درختی را ورای سالیان متمادی و متوالی در این منطقه دارد (بالاپور و همکاران، ۱۳۸۹). Pourtahmasi و همکاران (۲۰۱۱) نیز با مطالعه رشد حلقه‌های رویشی و مشخصات آوندهای راش شرقی در امتداد شیب ارتفاعی جنگل‌های هیرکانی نشان دادند، متغیرهای آوندی شاخص‌های معنی‌داری از تغییرات دینامیک شکل‌گیری چوب در ارتباط با اقلیم در طول یک شیب ارتفاعی از رشته‌کوه‌های البرز به‌شمار می‌روند. مطالعه مسیر چوب‌کشی بر پهنای دوایر رویش سالانه راش و توسکای ییلاقی در حاشیه مسیر جنگل‌های اسالم نیز نشان داد، میانگین پهنای دوایر سالانه درختان مستقر در این مسیر نسبت به درختان شاهد بیشتر بود (زارعی گلباغی و همکاران، ۱۳۹۵). مطالعه موردنظر با هدف بررسی تغییرات پهنای حلقه‌های رویشی راش ازنظر تاریخی و ارتباط آن با سن‌یابی ادوار گذشته روی دیسک راشی که در بخش تحقیقات جنگل مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور وجود دارد، انجام شده است. کمبود ایستگاه‌های هواشناسی و نبود داده‌های اقلیمی بلندمدت، ناآشنایی با دانش گاه‌شناسی درختی و مطالعات محدود، دلیل وجود بررسی‌های بسیار کمی در این حوزه روی راش است. در این پژوهش، با تهیه داده‌های اقلیمی منطقه موردمطالعه ارتباط پهنای حلقه‌ها با اقلیم نیز ارزیابی شد.

● روش مطالعه

دیسک موردمطالعه، متعلق به یک درخت راش در طرح جنگل‌داری هفت‌خال ساری است که در قالب رساله دکتری آقای دکتر محمد امینی (امینی، ۱۳۸۵) در سال ۱۳۸۳از حوزه آبخیز ۶۹ طرح جامع جنگل‌های هیرکانی، حوزه رودخانه تجن واقع در فاصله ۴۰ کیلومتری شهرستان ساری قطع شده است. این دیسک پس از پایان مطالعات ایشان به بخش تحقیقات جنگل مؤسسه اهدا شد (شکل ۲).

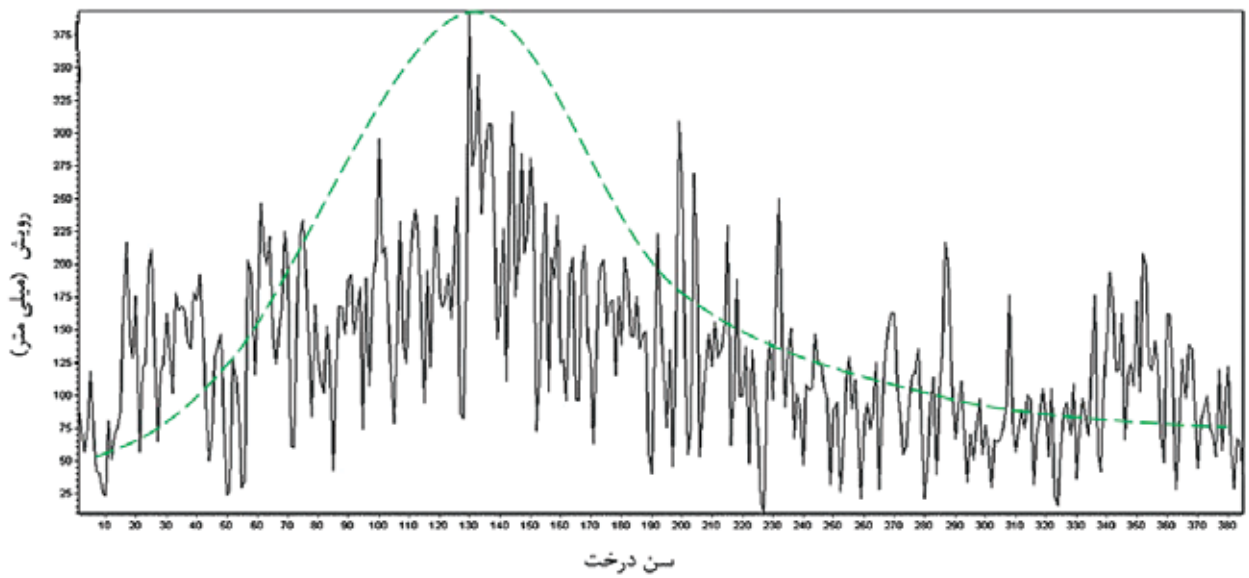
دیسک موردنظر برای آماده‌سازی و سمباده‌زنی به آزمایشگاه چوب دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شد. پس از آماده‌سازی با سمباده برقی و دستی و درجات مختلف سمباده (درشت به ریز)، سطح آن برای اندازه‌گیری آماده شد. با توجه به اینکه این دیسک دارای مغز بود، اندازه‌گیری پهنای حلقه‌های رویشی از مغز به سمت پوست درخت و در چند جهت با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر توسط استریومیکروسکوپ و میز اندازه‌گیری LINTAB 5 انجام شد. برای افزایش دقت، حلقه‌های رویش به‌صورت دسته‌های ۱۰ تایی و ۵۰ تایی روی دیسک ثبت می‌شدند. پس از آن، سری‌های زمانی TSAP-Win ثبت‌شده

شکل ۲- دیسک کامل راش (سمت راست)، قسمتی از دیسک پس از آماده‌سازی

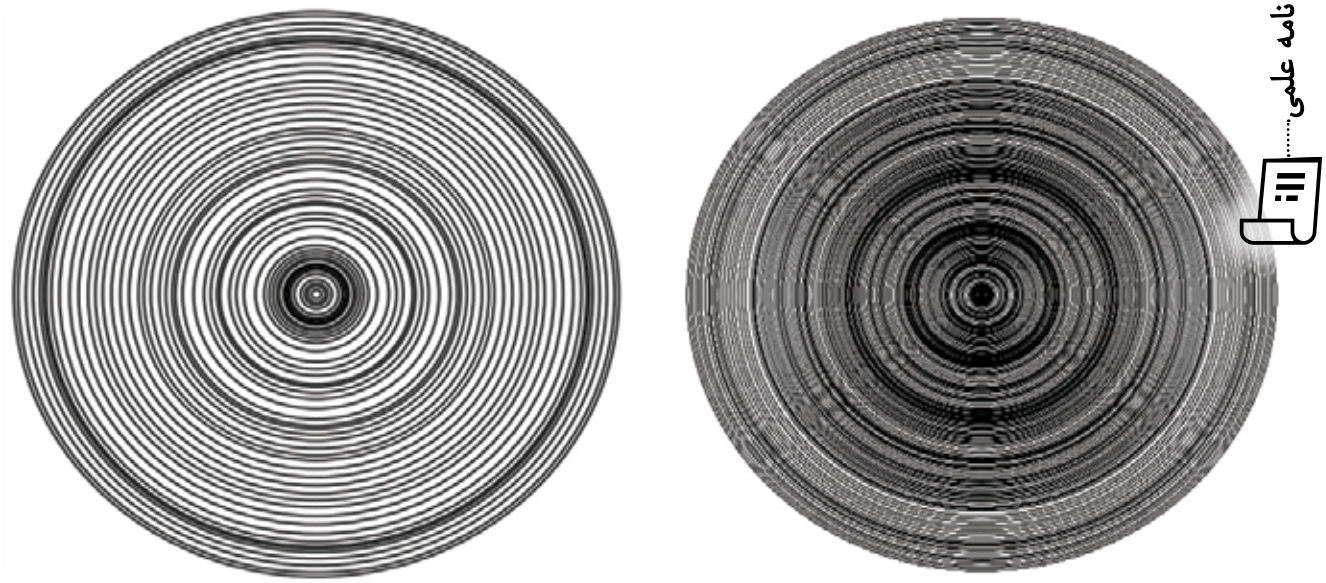
روی دستگاه دوبه‌دو با هم مقایسه شدند. در این بررسی، تطابق سری زمانی حلقه‌های رویشی توسط آزمون آماری علامت (GLK) و آزمون t انجام شد. پس از تاریخ‌گذاری تطبیقی، میانگین پهنای حلقه‌های رویشی برای نمونه موردنظر ثبت شد و درنهایت یک منحنی میانگین رویش قطری برای تحلیل‌های رویش به دست آمد.

● نتایج

قطر دیسک موردمطالعه ۱۰۵ سانتی‌متر بود، نتایج سن‌یابی دیسک نیز بیانگر سن ۳۸۵ ساله این درخت بود. با توجه به اینکه مطالعه موردنظر بیشتر با هدف بررسی تاریخی دیسک راش انجام شد، قطر ۱۰۵ سانتی‌متری دیسک نشان‌دهنده ثبت شواهد تاریخی طولانی‌مدت توسط این درخت در ایران است. مطالعه حلقه‌های رویشی و تطابق سری‌های زمانی بیانگر نبود حلقه‌های گمشده و کاذب در این دیسک بود که این امر می‌تواند به ساختار رویش، تنه استوانه‌ای و شرایط مساعد رویشی آن مرتبط باشد. گاه‌شناسی این دیسک مربوط به بازه زمانی بین سال ۹۹۸ تا ۱۳۸۳ شمسی (۱۶۱۹ تا ۲۰۰۴ میلادی) بود. سال ۹۹۸ شمسی سال شروع رشد شعاعی درخت، روند



شکل ۳- منحنی رویش متوسط راش، هفت‌خال ساری



شکل ۴- ترسیم ۱۵۰ و ۵۰ دایره رویش (به‌ترتیب از راست به چپ) از ۳۸۵ حلقه رویشی راش براساس شعاع‌های اندازه‌گیری‌شده توسط دستگاه LINTAB از مغز درخت به سمت پوست

جدول ۲- مشخصات کمی پهنای حلقه‌های رویشی دیسک راش

سن درخت	پهنای حلقه‌های رویشی (میلی‌متر)			متوسط رویش قطری سالانه (میلی‌متر)
	کمترین	میانگین	بیشترین	
۳۸۵	۱	۱/۳	۳/۹۳	۱/۳

رویش این درخت تا سن ۱۳۰ تا ۱۴۰ سالگی (۱۱۲۸ تا ۱۲۳۸ ش.) صعودی و پس از آن نزولی بوده است.

تنها در برخی سال‌ها، که یا به خاطر آزادسازی حاصل از عملیات بهره‌برداری، یا شرایط مساعد آب‌وهوایی مانند افزایش بارندگی بوده است، درخت شرایط رویشی مناسبی داشته است و منحنی رویش درخت سیر صعودی را در این سال‌ها نشان می‌دهد (شکل ۳). منحنی ۵۰ و ۱۵۰ دایره رویشی دیسک راش، که پهنای آنها توسط دستگاه LINTAB اندازه‌گیری شد، از مغز درخت به‌صورت نمایی که نشان‌دهنده رشد دوایر رویشی راش است، ترسیم شد (شکل ۴).

به‌طورکلی، منحنی رویش راش در این مطالعه نشان داد، این درخت با برخورداری از تنه سیلندریک خود تا نیمه زندگی در نقطه حداکثر رشد بوده و شرایط مساعد رویشی داشته و پس از آن، روند رشدش (مانند بسیاری از گونه‌های جنگلی) رو به کاهش گذاشته است. در خلال کاهش رشد خود طی سنین حدود ۲۰۰، ۲۰۵، ۲۳۲، ۲۸۷، ۳۴۰ و ۳۵۰ سالگی (به‌ترتیب سال‌های ۱۱۹۸، ۱۲۰۳، ۱۲۳۰، ۱۲۸۵، ۱۳۳۸ و ۱۳۴۸ ش.) شاهد افزایش‌های به‌نسبت مساعدی در رشد خود بوده است که می‌تواند ناشی از مساعدشدن شرایط برای رشد این گونه (سال‌های پربارش، افتادن، یا قطع درختان مجاور و بازشدن فضا برای رشد درخت) باشد. علاوه‌براین، در منحنی رشد درخت راش موردنظر دوره‌های کاهشی از رشد در سنین حدود ۱۹۰، ۲۲۷، ۲۸۰ و ۳۲۲سالگی (به‌ترتیب سال‌های ۱۱۸۸، ۱۲۲۵، ۱۲۷۸ و ۱۳۲۰ ش.) نیز دیده می‌شود که می‌تواند ناشی از کاهش محسوس دما (سال‌های کم‌بارش و خشک)، یا سایر عوامل فیزیکی محیط باشد. در این مطالعه، متوسط رویش قطری سالانه درخت راش ۱/۳ میلی‌متر به دست آمد (جدول ۲).

● بحث و نتیجه‌گیری

رویش راش و ارتباط آن با گاه‌شناسی

با توجه به اهمیت جنگل‌های کهن‌رست هیرکانی و اینکه برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار منابع جنگلی آن نیازمند دانش کافی از رویش درختان است، داشتن اطلاعات دقیق از رویش گونه‌های باارزشی مانند راش ضروری است. مطالعه رویش قطری راش به‌عنوان گونه اصلی جنگل‌های هیرکانی در پژوهش‌های مربوط به تولید چوب، ذخیره کربن، بهره‌برداری و تعیین رویش جنگل فاکتور مهم و همواره مورد توجه است. یکی از روش‌های برآورد رویش درختان استفاده از مته رویش‌سنج و دیسک توسط گاه‌شناسی درختی است که در این مطالعه حداکثر و حداقل رویش به‌ترتیب در سنین ۱۳۰ و ۲۲۷ سالگی درخت بود و متوسط رویش شعاعی معادل ۱/۳ میلی‌متر به دست آمد. در مطالعه رویش حجمی راش، سیاهی‌پور و همکاران (۱۳۸۰) نشان دادند، مقدار رویش در هکتار این گونه در توده‌های آمیخته جنگل‌های استان گیلان ۳/۴۷ مترمکعب است و حسن‌زاده ناورودی و حسین‌قلی‌زاده (۱۳۹۴) نیز مقدار رویش

حجمی راش را در توده‌های راش آمیخته گرازبن در شمال ایران، ۴ سیلو در هکتار گزارش کردند. امینی و همکاران (۱۳۸۸) نیز با تحلیل سری‌های زمانی رویش چهار اصله از قطورترین درختان راش شرقی نشان دادند، پهنای حلقه‌های رویش سالیانه تا سن ۱۲۰ سالگی درخت سیر صعودی و پس از آن روند کاهشی دارد. پورطهماسی و همکاران (۱۴۰۳) با مطالعه رویش شعاعی راش ایرانی در گرادیان ارتفاعی غرب به شرق جنگل‌های هیرکانی توسط گاه‌شناسی درختی، میانگین رویش شعاعی درختان ۳۰۰ تا ۳۵۰ ساله بالابند و میان‌بند اسالم را به‌ترتیب ۱/۲۵ و ۱/۳۲ میلی‌متر گزارش نمودند. مدل‌سازی رویش قطری درختان راش ۱۲۰ ساله جنگل‌های استان گلستان نیز نشان داد، با افزایش سن درختان، رویش قطری سالیانه آنها تا سن ۵۰ سالگی صعودی و سپس نزولی است (محمدی و همکاران، ۱۴۰۰).

با آگاهی از اینکه تشابه شکل ساقه درختان با یکدیگر متناسب با مراحل رویشی، کلاسه‌های قطری و شرایط آنها تغییر می‌کند، منحنی رویش تک‌درخت موردنظر تشابه زیادی به منحنی رویش قطری راشی دارد که تا سن میان‌سالی خود روند رشد آن افزایشی و پس از آن کاهشی است. مطالعه رویش قطری راش اروپایی توده‌های آمیخته و خالص کوهستانی در اروپا نشان داد، رویش قطری و رشد درختان با افزایش سن آنها بیشتر می‌شود و درنهایت به نقطه اوج خود می‌رسد، رشد قطری این درختان در توده‌های آمیخته بیشتر از توده‌های خالص است (Pretzsch *et al.*, 2021).

● تاریخ دیسک راش و ارتباط آن با گاه‌شناسی

دیسک راش موردمطالعه به‌عنوان برگ کوچکی از تاریخ، شاهد وقایع و اتفاقات مهمی از قبیل انقراض دولت صفویه، آغاز انقلاب صنعتی در اروپا، جنگ جهانی اول و دوم، تأسیس نخستین تشکیلات جنگل‌بانی (توسط زنده‌یاد استاد ساعی)، تأسیس دانشکده جنگلداری (منابع طبیعی)، تأسیس مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور و درنهایت پیروزی انقلاب اسلامی بوده است. ازآنجایی‌که درختان مانند کتاب‌های تاریخی کلیه وقایع را در حلقه‌های رویشی خود ثبت و ضبط می‌کنند، برخی از مهم‌ترین وقایع ثبت‌شده در دوران حیات این دیسک نیز در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- تاریخ‌های مهم ضبط‌شده در دیسک راش موردمطالعه

ردیف	واقعه تاریخی	سال/ شمسی	سال/ میلادی
۱	انقراض دولت صفویه	۱۱۰۰	1721
۲	آغاز انقلاب صنعتی در اروپا	۱۱۵۰	1771
۳	آغاز سلطنت قاجاریه	۱۱۷۴	1795
۴	عهدنامه گلستان	۱۱۹۱	1812
۵	انتشار اولین شماره روزنامه وقایع اتفاقیه توسط امیرکبیر	۱۲۲۹	1850
۶	عهدنامه آخال	۱۲۶۰	1881
۷	صدارت امیرکبیر	۱۲۶۴	1885
۸	قرارداد استفاده روسیه از درختان زیتون و شمشاد	۱۲۶۹	1890
۹	امتیاز استفاده از چوب جنگل‌های هیرکانی توسط روسیه	۱۲۷۳	1894
۱۰	انقلاب مشروطیت	۱۲۸۵	1906
۱۱	تولد استاد ساعی بنیانگذارجنگل‌داری نوین	۱۲۸۹	1910
۱۲	جنگ جهانی اول	۱۲۹۴	1915
۱۳	انقلاب روسیه	۱۲۹۶	1917
۱۴	آغاز سلطنت پهلوی	۱۳۰۴	1925
۱۵	جنگ جهانی دوم	۱۳۱۸	1939
۱۶	ایجاد نخستین تشکیلات جنگل‌بانی توسط زنده‌یاد استاد ساعی	۱۳۱۶	1937
۱۷	تأسیس دانشکده جنگل‌داری (منابع طبیعی)	۱۳۴۵	1966
۱۸	تأسیس مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور و بخش تحقیقات جنگل	۱۳۴۷	1968
۱۹	انقلاب اسلامی ایران	۱۳۵۷	1978

● اقلیم‌شناسی راش و ارتباط آن با گاه‌شناسی

در کشور ایران طول داده‌های ثبت‌شده در ایستگاه‌های هواشناسی، که قدیمی‌ترین آنها مربوط به ایستگاه هواشناسی مهرآباد است، به نیمه دوم قرن بیستم برمی‌گردد، بنابراین، ارزیابی اقلیم گذشته با تکیه بر داده‌های اقلیمی تنها محدود به چند دهه اخیر خواهد بود. برای گسترش اطلاعات اقلیمی باید سراغ شواهد دورتری زفت، که قادر به ثبت این وقایع باشند، یکی از شواهد ارزشمند اقلیم گذشته، درختان هستند (https://climatology.ir/?p=16067). سلول‌های بافت چوبی در گیاهان که در ابتدای دوره رویش چوب، آغاز و در ادامه فصل رویش آن، پایان را به وجود می‌آورند، تشکیل دوایر رویشی را می‌دهند (Pearson *et al*., 2022) که با شمارش سالانه آنها می‌توان سن درختان و با اندازه‌گیری برخی از پارامترهای حلقه‌های رویشی آنها می‌توان، شرایط اقلیمی تأثیرگذار بر تشکیل آنها را بازسازی کرد که همان گاه‌شناسی درختی است (https://climatology.ir/?p=16067). ازآنجایی‌که وجود داده‌های ایستگاه هواشناسی منطقه برای بازسازی اقلیمی ضروری است و داده‌های اقلیمی ثبت‌شده توسط ایستگاه‌های هواشناسی منطقه ساری تنها به سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۴ شمسی (۲۰۰۶ و ۱۹۹۹ م.) محدود می‌شد و فراوانی‌شان نسبت به طول داده‌های راش بسیار کم بود، امکان بازسازی شرایط اقلیمی در این مطالعه وجود نداشت. به‌طورکلی، با داشتن داده‌ها و اطلاعات بیشتر در هر زمینه‌ای (Hatami *et al*., 2024)، که در این مطالعه داده‌های اقلیمی است، می‌توان بازسازی‌های اقلیمی خوبی را انجام داد. به‌طوری‌که گاه‌شناسی ۳۵۸ ساله جنگل قدیمی راش اروپایی (*Fagus sylvatica* L.) در کوه‌های بالکان (بلغارستان) نشان‌دهنده اهمیت دما نسبت به بارش‌های این منطقه بود ( ). تأثیر دما و بارش بر الگوی رویش شعاعی راش ارتفاعات رشته‌کوه البرز مرکزی نشان داد، این درختان در ارتفاع بالابند رابطه مثبتی با بارندگی اسفند (پیش از رویش) و بارندگی فصل تابستان دارند، اما در ارتفاع پایین‌بند همبستگی معنی‌داری بین رویش راش و اقلیم وجود نداشت (کنعانی و همکاران، ۱۳۹۷).

در این بررسی، راش ایرانی ۳۸۵ ساله به‌عنوان گونه غالب و باارزش جنگل‌های کهن هیرکانی، که تکامل جوامع وابسته به آن از دوران سوم تا کنون همواره ادامه داشته، از گونه‌های شاخص مطالعات گاه‌شناسی درختی محسوب می‌شود که دارای حدود چهار قرن اطلاعات اقلیمی و داده‌ای است و تاریخچه اقلیمی ارزشمندی را از شرایط آب‌وهوایی گذشته این منطقه به همراه دارد. از طرفی با توجه به طول کم داده‌های اقلیمی منطقه و اینکه تنها یک دیسک مطالعه شده است، امکان تحلیل بیشتر و بازسازی اقلیمی برای آن وجود ندارد و تنها می‌توان به اهمیت این گونه به‌عنوان نماد مطالعات گاه‌شناسی و اقلیمی در جنگل‌های شمال ایران تأکید داشت. درنهایت پیشنهاد می‌شود، برای تکمیل مطالعات جنگل‌های هیرکانی با وجود داده‌های اقلیمی اخیر و به‌کارگیری داده‌های شبیه‌سازی‌شده، مطالعات تکمیلی گاه‌شناسی درختی روی راش با هدف آگاهی دقیق از تغییرات اقلیمی بر رویش درختان جنگلی و برنامه‌ریزی مدیریت بهینه جنگل‌های شمال انجام شود.

● منابع

امینی، م.، ۱۳۸۵. بررسی تغییرات رویش قطری و طولی درختان راش در راشستان‌های شرق مازندران (مطالعه موردی در طرح جنگل‌داری هفت‌خال ساری). رساله دکتری دانشگاه تهران، ۱۱۷ صفحه.

امینی، م.، ثاقب‌طالبی، خ.، نمیرانیان، م. و امینی، ر.، ۱۳۸۸. بررسی رویش راش خزر (*Fagus orientalis* Lipsky) با استفاده از تحلیل سری‌های زمانی. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۷(۳): ۴۲۱-۴۰۴.

بالاپور، ش.، ا.، جلیلوند، ح.، رائینی، س.م. و اسدپور، ح.، ۱۳۸۹. رابطه حلقه‌های رویشی راش با برخی از متغیرهای اقلیمی در جنگل آموزشی- پژوهشی دانشکده منابع طبیعی ساری (دارابکلا). پژوهش‌های آبخیزداری، ۲۳(۳): ۱۰-۱.

پورطهماسبی، ک.، نجفی هرسینی، ف.، نادری، م.، کوشا، م.، اولادی، ر. و نادی، م.، ۱۴۰۳. بررسی مقایسه‌ای رویش شعاعی راش ایرانی (*Fagus orientalis* Lipsky) در گرادیان ارتفاعی جنگل‌های هیرکانی. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۳۲(۱): ۱۵-۱.

ثاقب‌طالبی، خ.، ساجدی، ت.، و یزدیان، ف.، ۱۳۸۳. نگاهی به جنگل‌های ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۵۵ صفحه.

حسن‌زاده ناورودی، ا. و حسن‌قلی‌پور، ح.، ۱۳۹۴. تعیین رویش حجمی درختان در سری یک ناو اسالم. اولین همایش ملی محیط‌زیست طبیعی. رشت. ۶-۱ صفحه.

حسین‌زاده، ع.، گلبابائی، ف.، نوربخش، ا. و حسین‌خانی، ح.، ۱۳۸۰. تغییرات ویژگی‌های مهندسی چوب گونه راش در جنگل‌های اسالم (گیلان). تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۱۴(۲۷۲): ۲۶-۱.

زبیری، م.، ۱۳۷۹. آماربرداری در جنگل (اندازه‌گیری درخت و جنگل). انتشارات دانشگاه تهران. ۴۲۴ صفحه.

زهری، م.، ۱۳۸۳. شالوده‌های ژئوبتانیکی خاورمیانه. انتشارات دایره سبز، ۴۹۹ صفحه.

زارعی گلباغی، م.، نیکوی، م.، ترکمن، ج. و کرمیان عمرانی، ل.، ۱۳۹۵. ارزیابی تأثیر مسیر چوب‌کشی بر تغییرات پهنای دوایر سالیانه راش (*Fagus orientalis* Lipsky) و توسکای ییلاقی (Alnus subcordata C. A. Mey.) حاشیه مسیر (مطالعه موردی: جنگل‌های اسالم، سری یک ناو). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۴(۱): ۸-۱.

سیاهی‌پور بالاده، ذ.، میربادین، ع.، امان‌زاده، ب.، همتی، ا. و خانجانی شیراز، ب.، ۱۳۸۰. رویش قطری راش در راشستان‌های شمال کشور (استان گیلان). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۷(۱): ۱۲۹-۱۰۱.

طغرایی، ن.، ۱۳۹۲. شناخت چوب. سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی، ۶۷۴ صفحه.

کنعانی، ن.، فلاح، ا.، عابدینی، ر. و خورنکه، س.ا.، ۱۳۹۷. تأثیر عوامل اقلیمی دما و بارش بر الگوی رویش شعاعی راش و بلندمازو در ارتفاعات رشته‌کوه البرز مرکزی. مجله جنگل ایران، ۱۰(۲): ۲۳۵-۲۲۱.

محمدی، ج.، سید موسوی، ز. و قربانی، خ.، ۱۴۰۰. تعیین و مدل‌سازی رویش قطری و سطح مقطع درخت راش (*Fagus orientalis* Lipsky) در جنگل‌های استان گلستان. پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۲۸(۴): ۶۴-۴۵.

مروی مهاجر، م.ر.، ۱۳۹۸. جنگل‌شناسی و پرورش جنگل. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۰ صفحه.

مصدق، ا.، ۱۳۷۷. جغرافیای جنگل‌های جهان. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۴ صفحه.

میرآخورلو، خ. و اخوان، ر.، ۱۳۹۶. ارزیابی تغییرات سطح جنگل‌های هیرکانی از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵. طبیعت ایران، ۲(۳): ۴۰-۴۵.

Arnič, D., Gricar, J., Jevsenak, J., Bozic, G., Von Arx, G. and Prislan, P., 2021. Different wood wnatomical and growth responses in European beech (*Fagus sylvatica* L.) at three forest sites in Slovenia. Frontiers in Plant Science, 12.

Bytebier, J., De Mil, T., Vanhellemont, M.,

ring width and vessel characteristics of oriental beech (Fagus orientalis) along an altitudinal gradient in the caspian forests, northern Iran. IAWA Journal, 32, 461–473.
Pretzsch, H., Hilmers, T., Uhl, E. *et al*. 2021. European beech stem diameter grows better in mixed than in mono-specific stands at the edge of its distribution in mountain forests. Eur J Forest Res 140, 127–145
Ramezani, E., de Klerk, P., Mrotzek, A. and Joosten, H., 2023. From the coldest ice age to green carpets of beauty: A 20,000-year vegetation history from the Hyrcanian forest refugium of northern Iran. Quaternary Science Reviews, 320.
Sagheb Talebi, K., Sajedi, T. and Pour hashemi, M., 2014. Forests of Iran: A treasure from the past, A hope for the future. Springer. 152p.
Šimůnek, V., Vacek, Z., Vacek, S., Ripullone, F., Hájek, V. and D'Andrea, G., 2021. Tree rings of European beech (Fagus sylvatica L.) indicate the relationship with solar cycles during climate change in central and southern Europe. Forests, 12(3): 1-21
Stoffel, M., Luckman, B. H., Butler, D. R. and Bollschweiler, M., 2013. 12.9 Dendrogeomorphology: dating earth-surface processes with tree rings (J. F. B. T.-T. on G. Shroder (Ed.); pp. 125–144). Academic Press.
Tohidifar, M., Moser, M., Zehzad, B. and Ghadirian, T., 2016. Biodiversity of the Hyrcanian Forests: A synthesis report.
Wimmer, R., 2002. Wood anatomical features in tree-rings as indicators of environmental change. Dendrochronologia, 20(1): 21–36. https://climatology.ir/?p=16067
13(2): 247–256.
Housset, J., Nadeau, S., Isabel, N., De pardieu, C., Duchesne, I., Lenz, P. and Girardin, M., 2018. Tree rings provide a new class of phenotypes for genetic associations that foster insights into adaptation of conifers to climate change. New Phytologist, 218. h
Jalilvand, H., Jalali, S. Gh., Akbarian, M., Tabari, M. and Hosseini, S.M., 2001. Growth response of eight hardwood species to current and past climatic variations using regression models TT. Mdrsjrns, 3(3): 209-225.
Jalilvand, H., Zarean, H., Yazdanpanah, H. A., Movahedi, S., Momeni, M. and Y, N A., 2016. The reconstruction of the annual rainfall of over a century through from Quercus persica Tree Rings in Zagros Forests (Case Study of Dena Region). Geography and Planning, 20(55): 65–86.
Kurz, M., Kölz, A., Gorges, J., Pablo Carmona, B., Brang, P., Vitasse, Y., Kohler, M., Rezzonico, F., Smits, T.H. M., Bauhus, J., Rudow, A., Kim Hansen, O., Vatanparast, M., Sevik, H., Zhelev, P., Gömöry, D., Paule, L., Sperisen, C. and Csilléry, K. 2023. Tracing the origin of Oriental beech stands across Western Europe and reporting hybridization with European beech-Implications for assisted gene flow. Forest Ecology and Management, 531, 120801.
Luyssaert, S., Ernst Detlef, S., Borner, A., Knohl, A., Hessenmöller, D., Law, B., Ciais, P. and Grace, J., 2008. Old-growth forests as global carbon sinks. Nature. Nature, v.455, 213-215 (2008), 455(11).
Moradi, Gh., 2022. A study of the richness of woody plants in the forests of northern Iran and temperate broadleaf forests of Central Europe. Man and the Environment, 19(2): 75-90.
Paffetti, D., Vettori, C., Caramelli, D., Vernesi, C., Lari, M., Paganelli, A., Paule, L. and Giannini, R., 2007. Unexpected presence of Fagus orientalis complex in Italy as inferred from 45,000-year-old DNA pollen samples from Venice lagoon. BMC Evolutionary Biology, 7(2): S6.
Pandey, S., 2021. Climatic influence on tree wood anatomy: a review. Journal of Wood Science, 67(1): 24.
Pearson, C. L., Leavitt, S. W., Kromer, B., Solanki, S. K., and Usoskin, I., 2022. Dendrochronology and radiocarbon dating. Radiocarbon, 64(3): 569–588
Pourtahmasi, K., Lotfiomran, N., Bräuning, A. and Parsapajouh, D., 2011. Tree-
Verheyen, K., Haneca, K. and Van den Bulcke, J., 2022. Linking wood density records of common beech (*Fagus sylvatica* L.) with temperature and precipitation variability from a temperate lowland site. Dendrochronologia, 76, 126018.
Dagtekin, D., Şahan, E., Denk, T., Köse, N. and Dalfes, N., 2020. Past, present and future distributions of Oriental beech (*Fagus orientalis*) under climate change projections. PLoS ONE, 15.
Davies, N., Mcmahon, W., and Berry, C., 2024. Earth's earliest forest: fossilized trees and vegetation-induced sedimentary structures from the Middle Devonian (Eifelian) Hangman Sandstone Formation, Somerset and Devon, SW England. Journal of the Geological Society, 181.
Denk, T., Grimm, G., Stögerer, K., Langer, M. and Hemleben, V., 2002. The evolutionary history of Fagus in western Eurasia: Evidence from genes, morphology and the fossil record. Plant Systematics and Evolution, 232(3): 213–236.
Dittmar, C., Zech, W. and Elling, W., 2003. Growth variations of common beech (*Fagus sylvatica* L.) under different climatic and environmental conditions in Europe - A dendroecological study. Forest Ecology and Management, 173: 63–78.
Dimitrov, D. P., 2020. Dendrochronology of 358-years-old European beech (*Fagus sylvatica* L.) forest stand from tree-line zone of the Balkan range mountain, Bulgaria. Silva Balcanica, 20(3): 19–26
Feng, Z., 2017. Late Palaeozoic plants. Current Biology, 27(17): R905–R909
Franke, J., Frank, D., Raible, C., Esper, J. and Brönnimann, S., 2013. Spectral biases in tree-ring climate proxies. Nature Climate Change, 3l: 360–364.
Freund, M., Helle, G., Balting, D., Ballis, N., Schleser, G. and Cubasch, U., 2023. European tree-ring isotopes indicate unusual recent hydroclimate. Communications Earth & Environment, 4, 26.
Fritts, H. C. and Swetnam, T. W., 1989. Dendroecology: A tool for evaluating variations in past and present forest environments (M. Begon, A. H. Fitter, E. D. Ford, & A. B. T.-A. in E. R. MacFadyen (Eds.); 19:111-188. Academic Press.
Hatami, S., Hatami-B, M. and Kahrizi, D., 2024. Data mining approach in the agricultural industry, medicinal plants (case study); A Review. Journal of Medicinal Plants and By-Products,