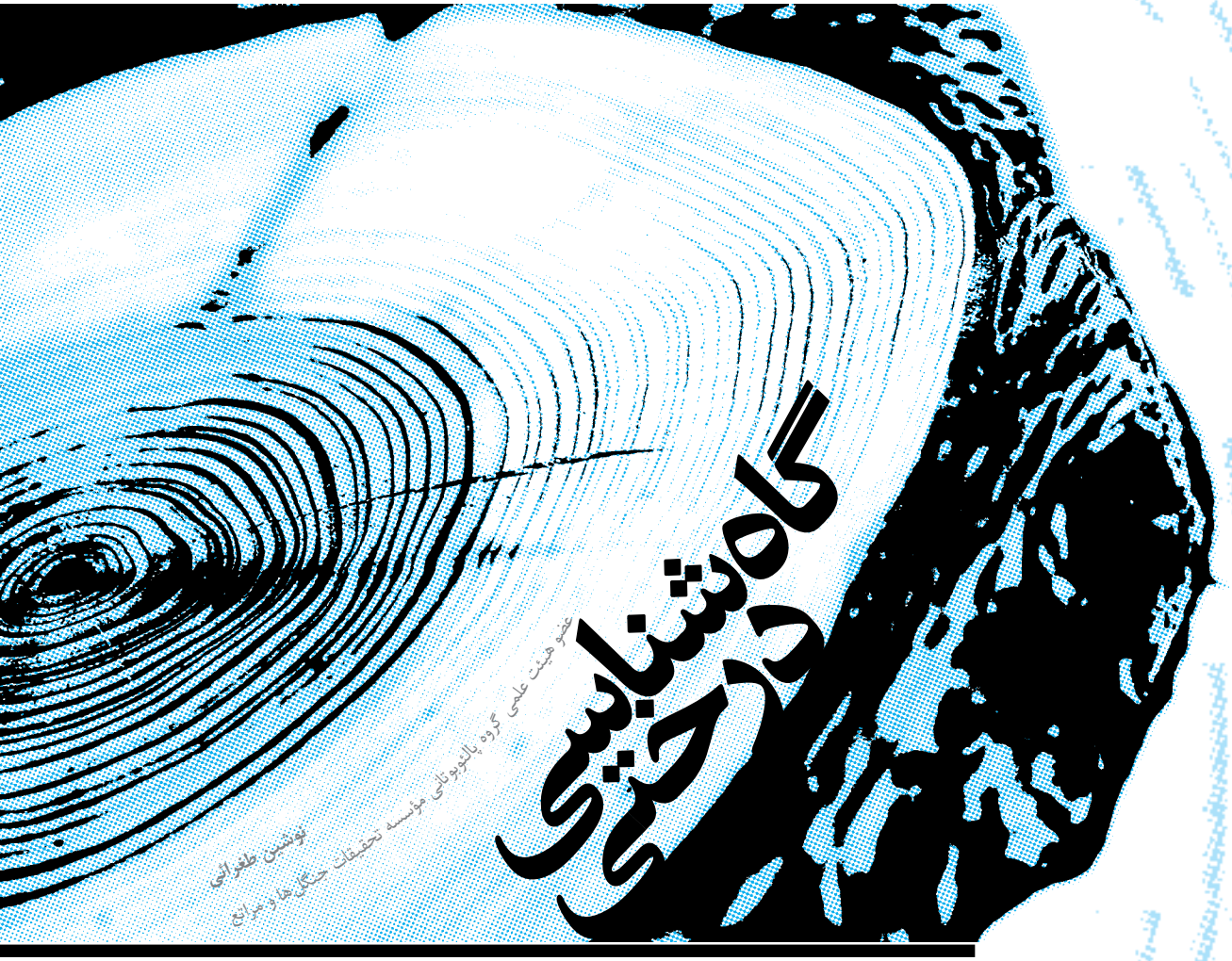


گاه‌شناسی درختی

نوشین طهرانی
عضو هیئت علمی گروه پالئوبوتانی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

چکیده

ساختمان چوب متأثر از عوامل محیطی مختلف، اعم از دما، بارندگی، خشک‌سالی، سیل، آتش‌فشان، زمین‌لرزه، آتش‌سوزی، نوع خاک، غلظت کربن دی‌اکسید، آلودگی هوا، صدمات مکانیکی، خم شدن درخت به دلایل مختلف و .... شکل می‌گیرد . این عوامل به‌ویژه در اندازه و شکل حلقه‌های رویشی درختان نمایان‌تر است. این یافته‌ها باعث شکل‌گیری علمی به‌نام دندروکرونولوژی یا گاه‌شناسی درختی شده که منشأ بسیاری از مطالعات نوین است و در پویایی دائمی خود، ناشناخته‌های بیشتری را روشن ساخته است.

کلیدواژه‌ها: دندروکرونولوژی، گاه‌شناسی درختی، حلقهٔ رویشی، رادیوکربن، دوایر دروغین، تاریخ‌گذاری تطبیقی.

تاریخچه گاه‌شناسی درختی

درختان در بردارندهٔ شواهد دقیقی از رویدادهای گذشته‌اند. لایه‌های رشد درختان که به‌صورت حلقه‌های رویشی در مقطع عرضی درختان نمایان می‌شوند، مدارکی از سیل، خشک‌سالی، طغیان حشرات، صاعقه و حتی زمین‌لرزه را ثبت می‌کنند. قطر درخت معمولاً هرساله اضافه می‌شود. این رویش جدید، حلقهٔ رویشی نامیده می‌شود. تولید حلقه‌های رویشی بستگی به شرایط محلی درختان، مانند آب در دسترس دارد. از آنجا که میزان آب در دسترس هرساله متغیر است، از این‌رو دانشمندان می‌توانند با استفاده از الگوی پهنای حلقه‌های رویشی درختان، خشک‌سالی و تغییرات اقلیمی آن ناحیه را بازسازی کنند.

دندروکرونولوژی[۲] یا گاه‌شناسی درختی، تاریخ‌گذاری اجسام چوبی براساس حلقه‌های رویشی درخت است. در اوایل قرن بیستم یک اخترشناس ایالات متحده‌یی به‌نام اندرو داگلاس[۳] از دانشگاه آریزونا، این شاخه از علم را پایه‌گذاری کرد. وی در پی یافتن رابطهٔ لکه‌های خورشیدی و آب و هوای زمین و نیز حلقه‌های رویشی درختان به‌عنوان نشانگر آب و هوا بود. واژهٔ دندروکرونولوژی از سه کلمهٔ یونانی به معنای درخت[۴]، زمان[۵] و شناخت[۶] ساخته شده‌است.

روش تاریخ‌گذاری و تفسیر رویدادهای گذشته به کمک تشریح حلقه‌های رویشی درختان، امروزه کاربردهای بسیار گوناگون پیدا کرده است که گاهی خود این کاربردها را به‌نام یک رشته از علوم می‌شناسند، از آن جمله است علوم زیر:

بوم‌شناسی[۷]: طغیان آفات و حشرات، ساختار جنگل‌ها (مخلوط یا خالص، همسال یا ناهمسال، دانه‌زاد یا شاخه‌زاد و...) و آتش‌سوزی‌ها؛

اقلیم‌شناسی[۸]: آب و هوا، نزولات آسمانی، ترسالی‌ها، خشک‌سالی‌ها، دوره‌های سرما، گردباد و سیل‌ها؛

زمین‌شناسی[۹]: زمین‌لرزه‌ها، آتش‌فشان‌ها؛

باستان‌شناسی[۱۰]: تعیین قدمت سازه و ساختمان‌های قدیمی، تعیین اصالت تابلوهای نقاشی و منشأ کشتی‌های غرق شده؛

مردم‌شناسی[۱۱]: ساخت و سازهای جوامع گذشته، سکونتگاه‌های آنان، از بین رفتن تمدن‌های گذشته؛

دیرینه‌شناسی[۱۲]: جنگل‌های فسیل‌شده، چوب‌های سنگ شده؛

کالیبراسیون نتایج سال‌یابی رادیوکربن: دندروکرونولوژی می‌تواند نمونه‌هایی از چوب‌هایی را که زمانی زنده بوده‌اند، بسیار دقیق با سال تقویمی، تاریخ‌گذاری کند و در نتیجه می‌تواند در تصحیح تاریخ کربن ۱۴ به‌کار رود.

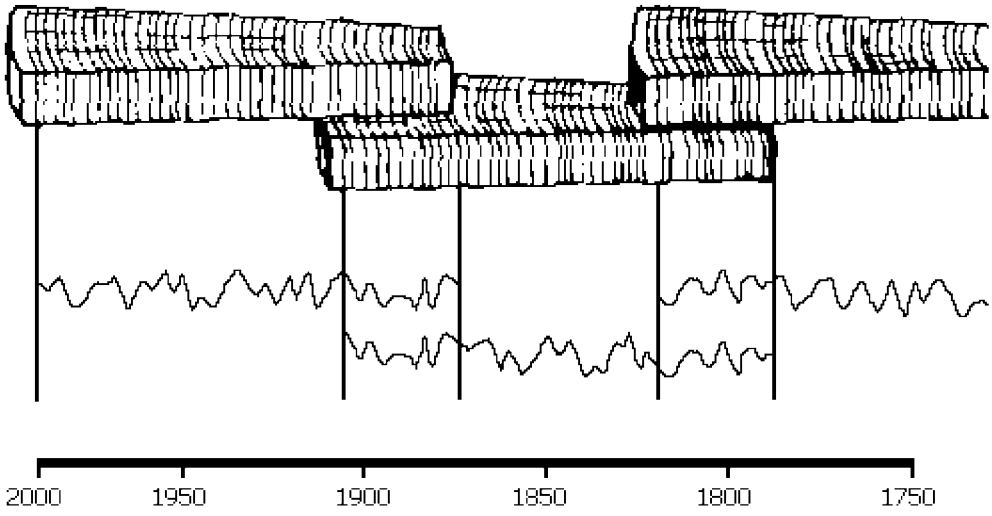
گذشته از تحقیقات پراکنده‌ای که در مورد گاه‌شناسی چوب‌های نیمه‌فسیل و فسیل انجام شده و تا ده‌ها هزارسال منحنی‌های رویش آن‌ها تهیه شده است (شاه و باتاچاریا، ۲۰۰۹) در برخی مناطق جهان، چوب را تا چند و چندین هزار سال قبل، سن‌یابی کرده‌اند. این سن‌یابی از مرز ۱۱۰۰۰ سال برای بلوط و نارون در آلمان و ایرلند (مک گاورن، ۱۹۹۵) فراتر رفته است.

از مهم‌ترین کاربردهای گاه‌شناسی درختی و اطلاعات حلقه‌های رویشی درختان، درک آثار اقلیمی خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌ها در دوره‌های مختلف زمانی است. برای مثال در چند دههٔ گذشته در حوزهٔ کشور ما، تعداد زیادی دوره‌های خشکی و گرمای زیاد به‌صورت شدید یا طولانی‌مدت رخ داده است. چنین حوادثی می‌تواند تبعات زیادی از جمله خشک‌سالی، بیماری، فرسایش و از بین رفتن خاک‌های کشاورزی، بیابان‌زایی و وقوع آتش‌سوزی‌های خودبه‌خودی را برای مردم داشته باشد. از طرف دیگر، آمار هواشناسی

که بتواند پوشش اطلاعاتی برای تغییرات آب‌وهوایی تأمین کند، در ایران و اصولاً در منطقهٔ خاورمیانه اندک و کمیاب است. بنابراین چنین آمار و داده‌هایی برای کشور ما در جهت برآورد و پیش‌بینی مخاطرات طبیعی مانند سیل و خشک‌سالی، از اهمیت زیادی برخوردار است.

پیام‌هایی که به رایگان در بایگانی حلقه‌های رویشی درختان ضبط و ثبت شده است، حاوی اطلاعات بسیار با ارزشی از تغییرات میزان بارش‌ها و دما در زمان‌های بسیار دور، یعنی زمان‌هایی هستند که مردم چیزی از هواشناسی نمی‌دانستند یا حتی خط اختراع نشده بود. با انجام روش‌های تاریخ‌گذاری تطبیقی[۱۳] و رسم منحنی‌های الگوی رویش در هر منطقه و برای هر گونه درخت می‌توان کمبود و نبود این آمار و ارقام را جبران کرد.

تجزیه و تحلیل‌های کامپیوتری و روش‌های دیگر به دانشمندان کمک کرده است که درک بهتری از تغییرات اقلیمی مهم در قرون گذشته داشته باشند. برای مثال، باستان‌شناسان از حلقه‌های رویشی برای تاریخ‌گذاری چوب‌های به‌دست آمده (شکل ۱) از کلبه‌های روستایی سرخ‌پوستان استفاده می‌کنند. برای تحقیق دربارهٔ گسترش و سرعت و آثار تغییرات اقلیمی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی با کمک دندروکرونولوژی، حجم‌های بسیار زیاد اطلاعات حلقه‌های رویشی درختان مقایسه می‌شود و نقشه‌های اقلیم‌شناسی منطقه در دوران‌های گذشته بازسازی و مشخص می‌شود که تغییرات اقلیمی در کجا، چه وقت، چگونه و با چه شدتی رخ داده است. این آمار باستانی بسیار با ارزش‌اند، زیرا به کمک آن‌ها انسان می‌کوشد تا کمّ و کیف تغییرات اقلیمی آینده را بفهمد و برای آن‌ها کاری انجام دهد.



شکل ۱: نمونه‌ای از تاریخ‌گذاری تطبیقی در باستان‌شناسی

حلقه‌های رویشی درختان[۱۴]

درختان هرسال یک حلقهٔ رویشی تولید می‌کنند. پهنای این حلقه‌ها در سال‌های گرم و مرطوب بیشتر و در سال‌های سرد و خشک کمتر است. از آنجا که الگوی خاصی برای سال‌های متوالی گرم و سرد وجود ندارد، بنابراین پهنای حلقه‌های رویشی درختان نیز از یک الگوی نامنظم پیروی می‌کند.

مکانیسم تولید حلقه‌های رویشی

حلقهٔ رویشی نتیجهٔ رویش جدید لایهٔ زاینده[۱۵] است که میان پوست و چوب[۱۶] به‌صورت یک ردیف سلول همیشه در حال تقسیم[۱۷] و تمایزیابی[۱۸] قرار دارد.

در هر دورهٔ رویش، لایهٔ زاینده یک ردیف سلول چوب جدید به پیرامون ساقه اضافه می‌کند. محصول این رویش

در مناطق معتـدل در فصل بهار، چوبی به‌نام چوب بهاره یا چوب آغازین[19] با رنگ روشن است که با فراهم بودن شرایط رشد، به‌سرعت شـکل می‌گیرد، سلول‌های درشت با دیوارهٔ سلولی نازک و دانسیتهٔ کمتر دارد. در فصل تابستان، چوبی با رنگ تیره‌تر، به‌نام چوب تابستانه یا چوب پایانی[20] به کندی تشکیل می‌شود که فشرده‌تر است و سلول‌های کوچک‌تر با دیوارهٔ سلولی ضخیم‌تر و دانسیتهٔ بیشتر دارد. همین تفاوت رنگ سبب وضوح حد دوایر سالیانهٔ درختان می‌شود. پهنای زیاد چوب تابستانه نشـان‌دهندهٔ شرایط مطلوب‌تر در اواخر رویش اسـت و به‌عکس پهنای محدود چوب بهاره نمایانگر شرایط نامساعد رشـد در آن سال (یا سال‌های) به‌خصوص اسـت. در سـایر مناطق آب و هوایی، تشـخیص حد دوایر سالیانه معمولاً مشـکل یا غیرممکن است. بنابراین هرساله قطر سـاقه افزوده می‌شـود و همواره جدیدترین حلقه‌های رویشی، مجاور پوست تشکیل خواهند شد.

اغلـب گونه‌هـای درختـی در مناطق معتدل، سـالی یک حلقهٔ رویشـی تولید می‌کننـد. در نتیجه در طول عمر درخت، یک بایگانی سـالانه ایجاد می‌شـود که وقایع مهم محیط را در خود برای همیشـه نگاه می‌دارد. رطوبت کافی و فصل رشـد طولانی به تولید دوایـر پهن‌تر می‌انجامد، در حالی‌که خشک‌سـالی دوایر باریک‌تر را سـبب می‌شود. در برخی درختان، مانند بلوط و نارون، پدیدهٔ دوایر گم‌شـده[21] در موارد بسـیار حاد دیده می‌شـود که تنها یک مورد از آن برای سال ۱۸۱۶ ثبت شده است که به سال بدون تابستان[22] در تاریخ مشـهور است. گاهی تغییرات متناوب آب و هوایی در یک دورهٔ رویش (مانند خشک‌سالی نیمهٔ تابستان) سبب تشـکیل چند حلقهٔ رویشی در یک‌سال می‌شود که به آن‌ها دوایر دروغین[23] می‌گویند (مک گاورن، ۱۹۹۵).

شـکل۲: نحوهٔ پیچاندن متهٔ سال‌سنج در تنهٔ درخت (بالا) و بیرون کشیدن مغزه از درخت (پایین)

روش گاه‌شناسـی درختی در اصل بسـیار ساده است. همهٔ مـا در کودکی به نوعی با مشـاهده و شـمارش دوایر سالیانهٔ درختان، تحقیقات گاه‌شناسی درختی انجام داده‌ایم. هنگامـی که یک درخت قطع می‌شـود می‌توانیم حلقه‌های رویشی آن را بشـماریم. با دانسـتن اینکه درختان هرسال یک حلقهٔ رویشـی تولید می‌کنند، می‌توان به سادگی تاریخ دقیق کاشت درخت را دانست. البته فقط با شمارش حلقه‌ها نمی‌تـوان تاریخ‌گذاری را انجام داد، زیرا حلقه‌های رویشـی اعداد و ارقام نیستند، بلکه سلول‌اند[24].

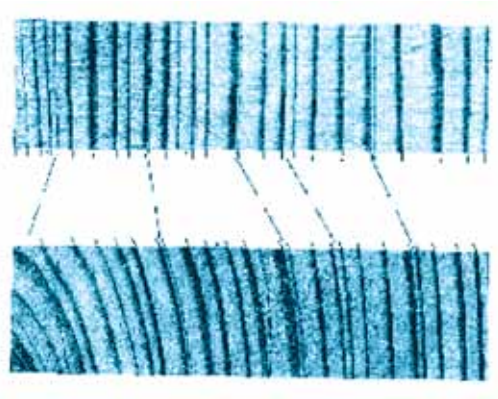
امروزه پژوهشگران دندروکرونولوژی، به‌ندرت درخت را برای اهداف گاه‌شناسـی و مطالعهٔ حلقه‌های رویشـی قطع می‌کنند. به‌جای این کار و به منظور حفظ محیط‌زیسـت، با متهٔ سال‌سنج[25] که داخل درخت می‌پیچانند (شکل ۲)، یک مغزهٔ لوله‌ای شـکل از چوب را به قطر حدود چهار میلی‌متر بیرون می‌کشـند. سوراخ ایجاد شـده اگر برای جلوگیری از آلودگی، با موم پوشـانده شـود، معمولاً ضرری برای درخت ندارد.

درختان یـک منطقه در یک دورهٔ زمانی معین، معمولاً الگوهای رویشـی همسـان دارند. این الگوها را می‌توان در درختان یک ناحیهٔ جغرافیایی با شـرایط آب‌وهوایی یکسان مقایسه و حلقه به حلقه، آن‌ها را با هم جور کرد.

با مطالعهٔ الگوهای رویشی این درختان زنده و عقب رفتن در زمان، نمودارهای گاه‌شناسی برای مناطق و نواحی مختلف جهان را می‌توان تنظیم کرد. برای مثال، الگوی رویش چوب یک سـاختمان قدیمی را می‌توان با نمودار گاه‌شناسـی آن ناحیه جـور کرد (روش تاریخ‌گذاری تطبیقی) و سـن چوب سـاختمان را به‌طور دقیق تعیین کرد. پـس از تاریخ‌گذاری تطبیقی، زمان‌هایی که روی نمونه‌ها هم‌پوشانی دارند، معلوم

از مهم‌ترین کاربردهای گاه‌شناسی درختی و اطلاعات حلقه‌های رویشی درختان، درک آثار اقلیمی خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌ها در دوره‌های مختلف زمانی است. برای مثال در چند دههٔ گذشته در حوزهٔ کشور ما، تعداد زیادی دوره‌های خشکی و گرمای زیاد به‌صورت شدید یا طولانی‌مدت رخ داده است. چنین حوادثی می‌تواند پی‌آمدها زیادی از جمله خشک‌سالی، بیماری، فرسایش و از بین رفتن خاک‌های کشاورزی، بیابان زایی و وقوع آتش‌سوزی‌های خودبه‌خودی را برای مردم داشته باشد

می‌شـوند (شکل ۳)، تاریخ واقعی تشـکیل هر حلقهٔ رویشی برای هر نمونه چوب تعیین می‌شـود و رویدادهای محیط در گذشته قابل تجزیه و تحلیل خواهند بود.



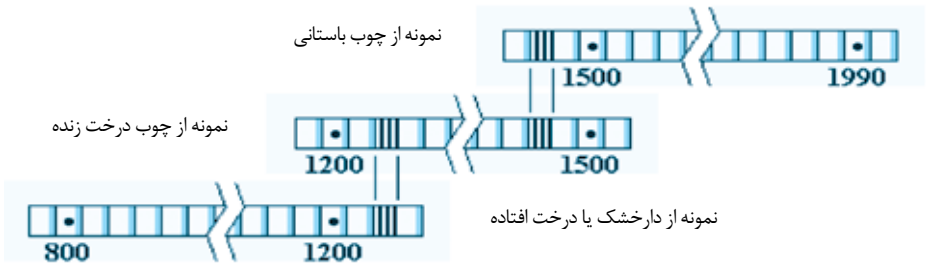
شکل۳: انطباق حلقه‌های رویشی در دو مغزهٔ استخراج‌شده

فـرض کنیـد که در ناحیه‌ای سـه نمونه مغـزه از یک درخت زنده، یک درخت افتاده یا دارخشـک و یک سـتون چوبی در یک سـاختمان قدیمی به روش مذکور تهیه کرده باشـیم (شـکل ۴). سـال جاری (مثلاً سـال ۱۹۹۰) را در درخت زنـده به عنوان نقطهٔ شـروع در نظر می‌گیریم و با عقب رفتن در زمان و شـمارش ۴۹۰ حلقهٔ رویشی، به سال ۱۵۰۰ میلادی می‌رسـیم که سـال آغاز رویش این درخت بوده اسـت. نمونهٔ دوم متعلق به کنـدهٔ قدیمی یک درخت افتاده است که سال‌های طولانی زندگی کرده و در سال‌های بسـیار دور، عمر آن به سر رسیده است. اگر مقطعی از زمان زندگـی این درخت افتاده با درخت زندهٔ ما هم‌زمان باشـد، یعنـی هر دو درخت الگوی یکسـانی در پهنـای حلقه‌های رویشـی در این بازهٔ زمانی داشـته باشـند و در واقع رویش سال‌های پایانی آن با رویش سال‌های نخستین درخت زنده هم‌زمان باشـد (شکل ۴) گاه‌شناسی درختی تا سال ۱۲۰۰ میلادی به عقب می‌رود. نمونهٔ چوب سوم که از ستون چوبی خانه‌ای قدیمی در همان ناحیه اسـتخراج شده است نیز، با هم‌پوشانی، سال‌های ابتدایی رشد درخت افتاده، گاه‌شناسی را تا سال ۸۰۰ به گذشته می‌برد که در این صورت می‌توان برای مثال رفتارهای جوامع ساکن آن ناحیه را در آن دوران بازسازی و تجزیه و تحلیل کرد (شواین گروبر، ۱۹۸۸).

گاهی حلقه‌های رویشـی در یک مغزه یا چوب سـنگ شـده، بسیارفشرده و باریک و تخریب شـده‌اند که کار را با ابهـام روبه‌رو می‌کنـد. در چنین مواردی بـا بهره‌برداری از دانسیتهٔ متفاوت چوب آغاز و پایان در یک حلقهٔ رویشی، از ریز چگالی سـنجی با اشعهٔ ایکس[۲۶] کمک می‌گیرند (شواین گروبـر، ۱۹۹۳) و پهنـای حلقه‌هـای رویشـی را در قالب دانسیتهٔ آن‌ها روی منحنی می‌برند.

این الگوی نامنظـم را در یک منحنی دندروکرونولوژی با رعایت مسـائل مربوط به مکانیسم رشد حلقه‌های رویشی

اغلب گونه‌های درختی در مناطق معتدل، سالی یک حلقهٔ رویشی تولید می‌کنند. در نتیجه در طول عمر درخت، یک بایگانی سالانه ایجاد می‌شود که وقایع مهم محیط را در خود برای همیشه نگاه می‌دارد. رطوبت کافی و فصل رشد طولانی به تولید دوایر پهن‌تر می‌انجامد، در حالی‌که خشک‌سالی دوایر باریک‌تر را سبب می‌شود. در برخی درختان، مانند بلوط و نارون، پدیدهٔ دوایر گم‌شده در موارد بسیار حاد دیده می‌شود که تنها یک مورد از آن برای سال ۱۸۱۶ ثبت شده است که به سال بدون تابستان در تاریخ مشهور است. گاهی تغییرات متناوب آب و هوایی در یک دورهٔ رویش (مانند خشک‌سالی نیمهٔ تابستان) سبب تشکیل چند حلقهٔ رویشی در یک‌سال می‌شود که به آن‌ها دوایر دروغین می‌گویند (مک گاورن، ۱۹۹۵)



شکل۴: تاریخ‌گذاری تطبیقی در سه نمونه چوب.

و مـوارد خاص، می‌توان تفسـیر کـرد. روی محور عمـودی در یـک دسـتگاه مختصات، پهنـای حلقه‌های رویشـی و روی محور افقی سـال را می‌توان مشخص کرد. در این صورت، دوره‌های طولانی و بسـیار طولانی گذشته را می‌توان روی منحنی به‌دست آمده (شکل ۵) مشخص کرد و نقشه‌های اقلیم‌شناسی گذشته را بازسازی و تفسیر نمود.

تاریخ‌گذاری تطبیقی در ابتدا وابسـته به مشاهدات دقیق بود، ولی امروزه با کمک رایانه و نرم‌افزارهای تخصصی، جورکردن حلقه‌های رویشـی و تجزیه و تحلیل حجـم عظیمی از داده‌ها ممکن شـده اسـت (شـواین گروبر و بریفا، ۱۹۹۶).

نتیجه‌گیری

برای مطالعهٔ تغییر اقلیمی گذشته، راه‌های مختلفـی وجـود دارد. از جملـه مطالعهٔ مغزه یخچال‌ها، رسوبات کف اقیانوس‌ها، پالینومورف‌ها و سـایر مـوارد. لیکـن مطالعـه و تاریخ‌گذاری حلقه‌های رویشـی چـوب درختـان و مطالعهٔ آناتومی چوب‌های قدیمی، باستانی و نیمه‌فسیل و سنگ‌شده، امکان استفاده از اطلاعات درازمدت

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های رشد توسط دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وابسته به وزارت آموزش‌وپرورش تهیه و منتشر می‌شود.

مجله‌های دانش‌آموزی

(به صورت ماه‌نامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

- رشد کودک (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایهٔ اول دورهٔ آموزش ابتدایی)
- رشد نوآموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ آموزش ابتدایی)
- رشد دانش‌آموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دورهٔ آموزش ابتدایی)
- رشد نوجوان (برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطه اول)
- رشد جوان (برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطه دوم)

مجله‌های بزرگسال عمومی

(به صورت ماه‌نامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

◆ رشد آموزش ابتدایی ◆ رشد آموزش متوسطه ◆ رشد تکنولوژی آموزشی ◆ رشد مدرسه فردا ◆ رشد مدیریت مدرسه ◆ رشد معلم

مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی تخصصی

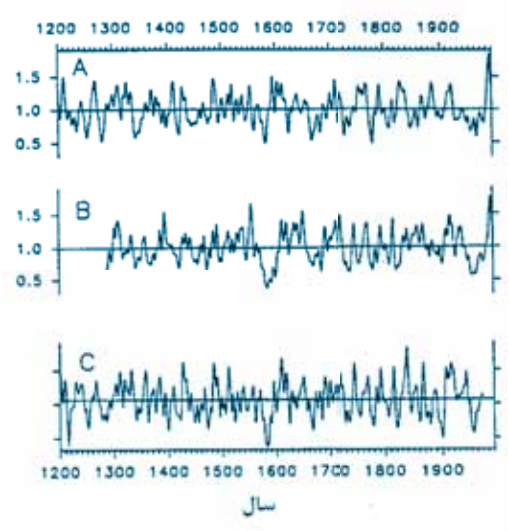
(به صورت فصل‌نامه و چهارشماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

◆ رشد برهان آموزش متوسطه اول (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دورهٔ متوسطه اول) ◆ رشد برهان آموزش متوسطه دوم (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دورهٔ متوسطه دوم) ◆ رشد آموزش قرآن ◆ رشد آموزش معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی ◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد آموزش مشاور مدرسه ◆ رشد آموزش تربیت‌بدنی ◆ رشد آموزش علوم اجتماعی ◆ رشد آموزش تاریخ ◆ رشد آموزش جغرافیا ◆ رشد آموزش زبان ◆ رشد آموزش ریاضی ◆ رشد آموزش فیزیک ◆ رشد آموزش شیمی ◆ رشد آموزش زیست‌شناسی ◆ رشد آموزش زمین‌شناسی ◆ رشد آموزش فنی‌وحرفه‌ای و کار و دانش ◆ رشد آموزش پیش دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و تخصصی، برای معلمان، مدیران، مربیان، مشاوران و کارکنان اجرایی مدارس، دانشجویان مراکز تربیت‌معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شود.

◆ **نشانی:** تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش‌وپرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی.

◆ **تلفن و نمابر:** ۸۸۳۰۱۴۷۸ ـ ۰۲۱



شکل۵: نمونه‌ای از منحنی گاه‌شناسی درختی ۸۰۰ ساله و بازسازی رژیم بارندگی یک منطقه

اهداف دندروکرونولوژی را می‌توان به‌صورت درک بهتر فرایندهای محیطی و شرایط گذشته و کنونی و پیش‌بینی رویدادهای محیطی آینده جمع‌بندی کرد.

را در طول زمان فراهم آورده است. اهداف دندروکرونولوژی را می‌توان به‌صورت درک بهتر فرایندهای محیطی و شرایط گذشته و کنونی و پیش‌بینی رویدادهای محیطی آینده جمع‌بندی کرد.

پی‌نوشت‌ها

۱. در مناطق معتدل مانند کشور ما که دارای فصول مجزا هستند، هر سال یک حلقهٔ رویشی تشکیل می‌شود. از این‌رو اطلاق دایرهٔ سالیانه نیز در این مناطق معمول است.

2. Dendrochronology 3. Andrew Ellicott Douglass
4. Dendron 5. Khronos 6. Logia 7. Ecology
8. Climatology 9. Geology 10. Archaelogy 11. Anthropology
12. Paleontology 13. Cross-dating 14. Tree rings
15. cambium 16. xylem 17. division
18. differentiation 19. Early wood 20. Late wood
21. Lost rings 22. Year without a summer 23. False rings
۲۴. شعار کنفرانس دندروکرونولوژی
25. Increment borer 26. X-ray microdensitometry

منابع

1.McGovern,P.J., et al 1995. Science in archaerology: Adendrology review. AJA 99 (1) 79-142
2.Schweingruber, F.H.; 1988. Tree Rings: Basics and Application of Dendrochronology. 1st edition. Springer. 276pp.
3.Schweingruber, F. h.; Briffa, K.R., 1996: Reconstruction of Summer Temperatures with a Cirumpolar Tree Ring Network. In: Goldammer, G.J.; Furyaev, V. (eds) Fire in Ecosystems of Boreal Eurasia. Dordrecht/Boston/London, Kluwer Academic. 105-111.
4.Schweingruber, F.H.; 1993. Tree and wood in dendrochronology. Springer-verlag. 402pp.
5.Shah, S.k. and A. Bhatacharyya, 2009. Tree-ring Analysis of Sub-fossil Woods of Prinus wallichaiana from Ziro Valley, Arunachal Pradesh, Northeast Himalaya, J.Geo.Soc. Vol.74, pp. 503-508

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

حمایتِ سیاسی و حمایتِ اقتصادی
برگ اشتراک مجله‌های رشد

نحوهٔ اشتراک:

شما می‌توانید پس از واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت، شعبهٔ سه‌راه آزمایش کد ۳۹۵، در وجه شرکت افست از دو روش زیر، مشترک مجله شوید:

۱. مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی: **www.roshdmag.ir** و تکمیل برگهٔ اشتراک به همراه ثبت مشخصات فیش واریزی.

۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شدهٔ اشتراک با پست سفارشی (کپی فیش را نزد خود نگه‌دارید).

◆ نام مجلات درخواستی:
.....
.....
.....

◆ نام و نام‌خانوادگی: .....
◆ تاریخ تولد: ..... ◆ میزان تحصیلات: .....
◆ تلفن: .....
◆ نشانی کامل پستی: .....
استان: ..... شهرستان: ..... خیابان: .....
شمارهٔ فیش بانکی: ..... مبلغ پرداختی: .....
پلاک: ..... شمارهٔ پستی: .....
.....

◆ اگر قبلاً مشترک مجله بوده‌اید، شمارهٔ اشتراک خود را بنویسید:
.....

امضا:

● نشانی: تهران، صندوق پستی امورمشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
● وبگاه مجلات رشد: www.roshdmag.ir
● اشتراک مجله: ۰۲۱-۷۷۳۳۶۶۵۶/۷۷۳۳۵۱۱۰/۷۷۳۳۹۷۱۳-۱۴

◆ هزینهٔ اشتراک یکساله مجلات عمومی (هشت شماره): ۳۰۰/۰۰۰ ریال
◆ هزینهٔ اشتراک یکساله مجلات تخصصی (چهار شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال