



مطالعه اثر متغیرهای اقلیمی (دما و بارندگی) بر پهنای دواير سالانه کاج بروسيا *Pinus brutia* در استان لرستان

عصمت اوستاخ^۱، جواد سوسنی^۲، بابک پيله‌ور^۳، لادن پورسرتیب^۴ و سمانه موسوی^۵

۱ و ۳- دانشجوی دکتری و دانشیار، دانشگاه لرستان
۲- استادیار، دانشگاه لرستان، (نویسنده مسوول: soosani.j@lu.ac.ir)
۴- استادیار، دانشگاه بهبهان
۵- دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۵

چکیده

درختان به تغییرات محیطی از جمله شرایط اقلیمی واکنش نشان می‌دهند. از این رو امکان مطالعه تغییرات اقلیم با بررسی خصوصیات آناتومیکی و مورفولوژیکی حلقه‌های رویش آنها مقدور می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی تاثیر فاکتورهای اقلیمی شامل درجه حرارت (بیشینه، متوسط و کمینه) و بارندگی بر حلقه‌های رویش گونه کاج بروسيا صورت گرفته است. بدین منظور تعداد ۳۰ اصله درخت کاج بروسيا، در شهرستان خرم‌آباد به روش گزینشی انتخاب و قطع شد. سپس از محل ارتفاع کنده هر درخت مقطعی تهیه گردید. پس از آماده سازی نمونه‌ها، پهنای دواير رویش با استفاده از نرم‌افزار گرافیکی COREL DRAW X5 و با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. میانگین سن درختان مورد بررسی ۳۳ (۱۹۷۷ تا ۲۰۰۹) سال ثبت شد. مقادیر اندازه‌گیری شده رویش با استفاده از نرم‌افزار ARSTAN استاندارد و نمودار شاخص رویش تهیه گردید. نتایج همبستگی شاخص رویش و فاکتورهای اقلیمی حاکی از اثر مثبت و معنی‌دار کمینه دمای خرداد (ژوئن)، متوسط دمای بهمن (فوریه) و بیشینه دمای بهمن (فوریه) بر حلقه‌های رویش کاج بروسيا می‌باشد. بارندگی ماه مهر (اکتبر) نیز اثر مستقیم و معنی‌دار بر رویش داشته است.

واژه‌های کلیدی: اقلیم، خرم‌آباد، دواير رویشی، کاج بروسيا، مقطع

مقدمه

بر رویش سالانه اوری را در حد فوقانی جنگل‌های هیرکانی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان از تاثیرگذار بودن دمای هوا در اوایل و اواسط فصل رویش بر رشد قطری این گونه بود. در همین راستا جعفرنیا و همکاران (۷)، به منظور مدل‌سازی پهنای حلقه‌های رویشی گونه‌های دست‌کاشت توسکا ییلاقی، گردو، کاج بروسيا و متغیرهای اقلیمی در جنگل دارابکلا ساری پژوهشی انجام دادند. نتایج تجزیه واریانس بین سه گونه ارتباط معنی‌داری را از نظر همسانی عرض حلقه‌های رویشی نشان داد و همچنین نتایج نشان داد که پهنای حلقه‌های رویشی هر سه گونه در ارتباط با عوامل اقلیمی منطبق با محدودیت‌های بوم‌شناختی آنهاست. کیایی‌ضیابری و جعفری (۹)، نیز واکنش درختان جنگلی پارک جنگلی لویزان را نسبت به تغییرات اقلیمی و محیطی با استفاده از دانش گاه‌شناسی بررسی کردند و عنوان نمودند که واکنش درختان مختلف نسبت به تغییرات محیطی و اقلیمی متفاوت است. صفدری و همکاران (۱۳)، طی پژوهشی اثر آلاینده‌های حاصل از خودروهای شهر تهران را بر رشد شعاعی زبان گنجشک *Fraxinus excelsior* در سه رویشگاه مختلف با استفاده از مطالعات گاه‌شناسی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بین مقدار فلزات در فاصله زمانی پنج ساله

رویش درختان تحت تاثیر فاکتورهای محیطی و فعالیت‌های انسانی است. پهنای حلقه‌های رویشی درختان برای نمایش اثر فاکتورهای محیطی مانند شرایط اقلیمی، حمله حشرات پوست‌خوار و رقابت شاخصی مناسب است. پهنای نسبی یک حلقه سالانه، به مقدار زیادی به وسیله نرخ رشد درختان در طول سال رشد، تحت تاثیر قرار می‌گیرد. حلقه‌هایی که در طول سال‌های مرطوب، رشد می‌یابند نسبت به آنهایی که در طول سال‌های خشک شکل می‌گیرند، پهن‌تر هستند (۵). تواتر سالانه اقلیم مناسب و نامناسب، در نهایت به صورت ترتیبی از حلقه‌های پهن و باریک در درختان مختلف یک منطقه، ثبت می‌شود. در نواحی معتدل، حلقه‌های درختی فاکتور قابل اعتمادی برای ارزیابی سن و نرخ رشد درختان هستند (۱۴). چرا که در این مناطق با توجه به ساختار آناتومیکی درخت و شرایط آب و هوایی، هر یک از این دواير رویشی مبین یک سال از زندگی درخت می‌باشند. این ویژگی درختان مبنای ایجاد علمی بنام گاه‌شناسی درختی شده است. در سال‌های اخیر مطالعاتی در زمینه گاه‌شناسی درختی در کشور انجام شده است که از آن میان می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود. جلیلود و بالاپور (۹)، تاثیر اقلیم

بیشینه و متوسط) و مجموع بارندگی ماهانه در شهرستان خرم‌آباد می‌باشد.

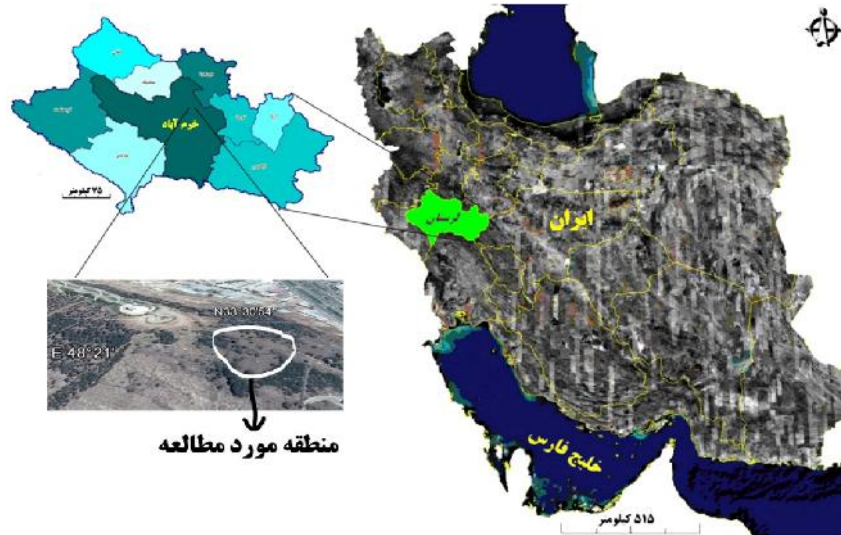
مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در توده‌های کاج بروسيا، واقع در منطقه صدا و سيمای شهرستان خرم‌آباد انجام شده است. ناحیه مورد نظر جنگل کاری به مساحت ۳۶ هکتار با مختصات جغرافیایی ۲۵۴۰۱۸ متر، طول شرقی و ۳۷۱۱۳۳۸ متر، عرض شمالی در سیستم مختصات متریک و در ارتفاع ۱۲۷۰ متری از سطح دریا می‌باشد. آب و هوای خرم‌آباد از نوع مدیترانه‌ای و بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد متوسط بارندگی سالانه حدود ۵۱۰ میلی‌متر است. به علت وجود کوه‌های بلند و شکل قرار گیری آنها، اختلاف دما در طول شب و روز زیاد است. کمینه و بیشینه دمای سالانه به ترتیب ۹ و ۲۵ درجه سانتیگراد است. بخشی از این جنگل که داده‌های این تحقیق از آن تهیه شده، توده‌ای همسال است که بر اساس سابقه کاشت ۳۵ سال سن داشته است. روش نمونه‌برداری به صورت گزینشی بوده و در مجموع ۳۰ اصله درخت کاج بروسيا قطع و از هر درخت، در ارتفاع کنده (۴۰ سانتی‌متری از سطح زمین) مقطعی به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر تهیه گردید. سپس به منظور وضوح بهتر دواير رویشی، هر نمونه با استفاده از سمپاده به خوبی صیقل داده شد. و در مرحله بعد نمونه‌ها به وسیله اسکنر با قدرت تفکیک ۲۴۰۰ نقطه در هر اینچ مربع، اسکن شد (شکل ۲). تصاویر اسکن شده نمونه‌ها را وارد نرم‌افزار گرافیکی COREL DRAW شد و پهنای حلقه‌های سالانه با استفاده از این نرم‌افزار از سمت پوست به طرف مغز با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. به‌طور کلی پهنای دواير رویش درختان جنگلی از یک الگوی مشخص پیروی میکنند. به این صورت که پهنای دواير در چند سال نخست رشد درخت بطور فزاینده‌ای افزایش می‌یابد و این حالت تا چند سال به همین صورت حفظ می‌شود. پس از آن رویش قطری کاهش یافته و در سال‌های پایانی عمر درخت به یک مقدار ثابت منتهی می‌شود. ولی باید توجه داشت که عوامل گوناگونی می‌توانند این روند را برهم بزنند و موجب شوند که الگوی رویش درختان همواره چنین نظمی را از خود نشان ندهد. این عوامل سبب ایجاد یکسری گرایش‌های رویشی در منحنی رویش درختان می‌شوند که این مسئله منجر به این می‌گردد که نتوان اثر یک عامل مشخص را بر میزان رویش درختان به درستی تعیین نمود. برای حذف اثر این گرایش‌های رویشی از منحنی رویش درخت، روش‌های گوناگونی وجود دارد که تحت عنوان استاندارد کردن نامیده

و در بین سه رویشگاه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. هم‌چنین بین میزان رویش شعاعی درختان زبان گنجشک میدان آزادی با دو رویشگاه دیگر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که دلیل بر عدم اثر معنی‌دار آلاینده‌ها بر رویش شعاعی درختان زبان گنجشک است. پورطهماسی و همکاران (۱۲)، تاثیر بارندگی و درجه‌حرارت را بر دواير سالانه درختان ارس در سه رویشگاه، لاین (خراسان)، فیروزکوه (تهران) و زنجان بررسی نموده و نتایج حاکی از اثر مثبت و معنی‌دار بارندگی در پائیز و زمستان قبل از شروع فصل رویش جاری و در طول فصل رویش است. در حالیکه درجه‌حرارت در اکثر مواقع با واکنش‌های معکوس در درختان ارس همراه بوده است. طبری (۱۷)، بررسی تغییرات سالانه حلقه‌های رویشی زبان گنجشک را در مناطق اقلیمی بوم‌سازگان جنگل‌های خزری را بررسی نمود. نتایج نشان داد که بیشترین رویش متوسط سالیانه حلقه‌ها متعلق به درختان اقلیم مرطوب با زمستان‌های معتدل و کم‌ترین رویش متعلق به درختان اقلیم نیمه مرطوب با زمستان‌های سرد بوده است. در ادامه به تعدادی از تحقیقاتی که در همین راستا در خارج از کشور انجام شده است اشاره می‌شود. بورتوزی (۲)، اثر شرایط اقلیمی بر رویش *picea abies* را در منطقه *aloin* ایتالیا در چند افق ارتفاعی بررسی نمود. جهت تعیین هم‌بستگی رویش با شرایط آب و هوایی اطلاعات مربوطه را جمع‌آوری و نتایج این بررسی نشان داد که در مقیاس بزرگ، هم‌بستگی زیادی بین اقلیم و رویش سوزنی‌برگان در شرایط مناسب رویشگاهی وجود ندارد. در ارتفاع پایین اثرات شرایط اقلیمی ضعیف بوده ولی در ارتفاع بالا ماکزیمم درجه حرارت تابستان و متوسط بارندگی بهاری بیشترین اثر را بر رویش سوزنی‌برگان دارند. با بررسی حلقه‌های رویش *Quercus liaotungensis* در مناطقی با آب و هوای گرم در چین بیان کردند که رشد شعاعی به‌طور مثبت با میزان بارندگی در سپتامبر سال قبل و آوریل تا ژوئن سال جاری در ارتباط بوده است (۱۵). از طرفی ارتباط بین پهنای دواير سالانه و دما، در بهار و تابستان منفی بوده است، در حالیکه دمای معتدل اکتبر سال قبل، ارتباط مثبتی را با پهنای دواير سالانه دارد. فلور و اسمیت (۴)، میانگین دمای ژوئن- جولای را در کوه‌های راکی کانادای شمالی با استفاده از اقلیم‌شناسی درختی بازسازی کردند. نتایج تحقیق آنها حاکی از این بود که پهنای حلقه‌های درختی هم‌بستگی مثبت بالایی با دمای کمینه، بیشینه و میانگین فصل رویش جاری دارد. هدف از انجام این تحقیق بررسی ارتباط بین پهنای دواير رویشی گونه کاج بروسيا با دمای ماهانه (کمینه،

درختان می‌باشد (۵). در تحقیق حاضر سری پهنای حلقه‌های رویش با استفاده از نرم‌افزار ARSTAN استاندارد شد.

می‌شوند. در واقع با استفاده از عمل استاندارد کردن، منحنی بدست آمده شامل داده‌هایی است که حاکی از ارتباط یک فاکتور مشخص مانند اقلیم با میزان رویش



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

ظاهری با نگرستن به حلقه‌های رویش در مقطع عرضی درخت رویت نمود. میانگین حساسیت با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه شد (۵).

$$s_i = \frac{(x_{i+1} - x_i) \times 2}{(x_{i+1} + x_i)} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\text{رابطه (۲)}$$

$$MS = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} |s_{i+1}|}{n-1}$$

که در آن s_i : حساسیت حلقه‌ی سالانه متعلق به هر سال
 MS: میانگین حساسیت یک نمونه
 x_i : پهنای حلقه رویش در سال i می باشد

سپس از نمایه‌های رویشی درختان میانگین‌گیری و کرونولوژی رویشگاه تشکیل شد. یکی از پارامترهای مهم در مطالعات گاه‌شناسی محاسبه میانگین حساسیت است. عوامل محیطی تاثیر مستقیمی بر شکل‌گیری حلقه‌های رویش درختان دارند. هرچقدر عوامل محدودکننده برای درخت بیشتر باشد، درختان نوسانات بیشتری را در پهنای حلقه‌ها از یک حلقه به حلقه دیگر نشان می‌دهند. چنین تغییراتی که منجر به تفاوت در شکل ظاهری حلقه‌ای نسبت به حلقه دیگر می‌گردد را حساسیت می‌نامند. این پدیده را می‌توان از لحاظ



شکل ۲- تصویر یک نمونه پس از پردازش اولیه

سال ۱۹۷۷ تا ۲۰۰۹) استفاده گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

خلاصه آمار گاه‌شناسی و مقادیر GLK محاسبه شده برای درختان مورد مطالعه در جداول ۱ و ۲ آمده است. با محاسبه میانگین کل رویش، منحنی رویش کاج بروسيا ترسیم شد (شکل ۳). این شکل نشان می‌دهد که این گونه در سال‌های ابتدایی عمر رشد اندکی داشته، در میانه عمر میزان رویش قطری به بیشینه شده و در سال‌های پایانی از روندی نزولی برخوردار بوده است. بر اساس نتایج حاصله، طولانی‌ترین دوره افزایش و کاهش رویش قطری درختان مورد بررسی، به ترتیب در سال‌های ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۱ و ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۹ رخ داده است. منحنی شاخص حلقه‌های رویش این گونه نیز در شکل ۴ ترسیم شده است. این منحنی تأثیر خالص فاکتورهای محیطی به غیر از سن، رویشگاه و ژنتیک را نشان می‌دهد.

از دیگر پارامترهای مهم در مطالعات اقلیم‌شناسی درختی GLK (میزان تطابق بین نمونه‌ها)، EPS (رابطه ۳) و SNR (رابطه ۴) می‌باشند که در تحقیق حاضر محاسبه شدند.

$$EPS = \frac{tr_{eff}}{tr_{eff} + (1 - r_{eff})} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن، EPS : سیگنال معرف جمعیت آماری، t : تعداد درختان و r_{eff} : میانگین ضرایب همبستگی بین درختان می‌باشد.

$$SNR = t \frac{|r_{eff}|}{1 - |r_{eff}|} \quad \text{رابطه (۴)}$$

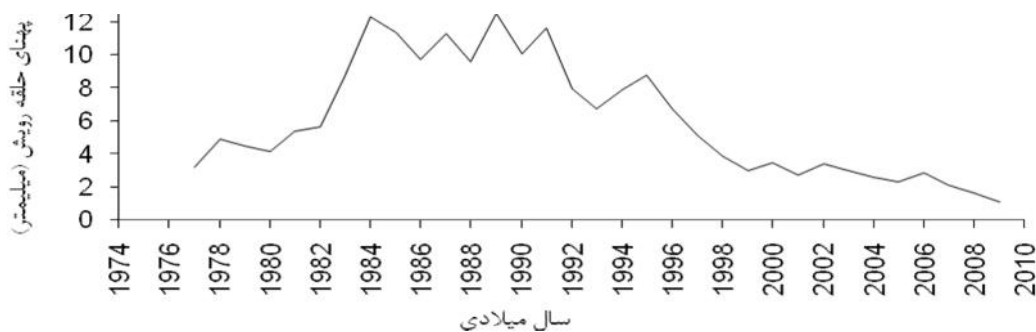
که در آن، SNR : نسبت سیگنال به ناهنجاری، t : تعداد درختان و r_{eff} : میانگین ضرایب همبستگی بین درختان می‌باشد (۸). در مرحله آخر نیز از همبستگی پیرسون برای تعیین ارتباط شرایط اقلیمی (متوسط دما، کمینه دما، بیشینه دما، مجموع بارندگی ماهانه) با پهنای دواير رویش در طول رویش ۳۳ ساله درختان (از

جدول ۱- ویژگی‌های گاه‌شناسی محاسبه شده برای رویشگاه توده کاج بروسيا

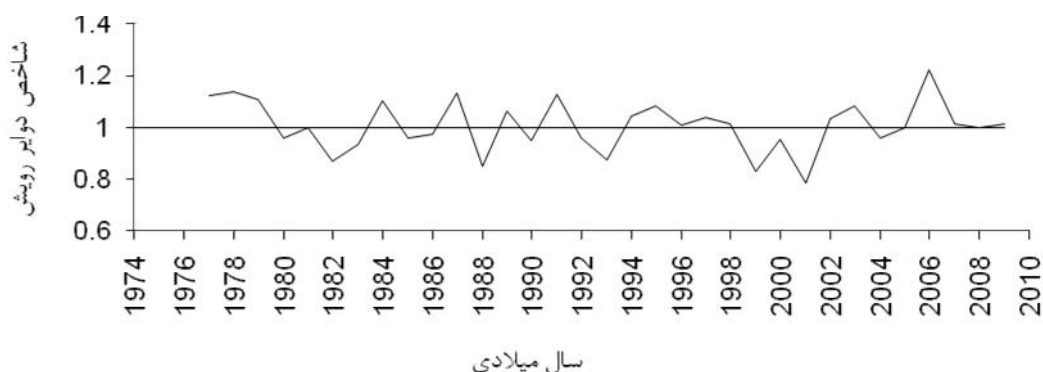
گونه	تعداد درختان	طول گاه‌شناسی	MS	EPS	SNR
Pinus brutia	۳۰	۱۹۷۷-۲۰۰۹	۰/۳۵	۰/۹۰	۲۶

جدول ۲- مقادیر GLK بین گاه‌شناسی اصلی و گاه‌شناسی‌های فردی

شماره درخت	GLK	شماره درخت	GLK	شماره درخت	GLK
۱	۸۷/۴	۱۱	۸۲	۲۱	۷۹/۱
۲	۸۶	۱۲	۷۱	۲۲	۸۵
۳	۸۲	۱۳	۸۰	۲۳	۸۷/۴
۴	۸۴	۱۴	۷۶	۲۴	۸۹
۵	۸۷	۱۵	۹۲	۲۵	۸۴/۱
۶	۷۵	۱۶	۸۲/۵	۲۶	۸۹
۷	۷۹	۱۷	۹۲/۴	۲۷	۸۴
۸	۸۴	۱۸	۸۲	۲۸	۶۹
۹	۸۱	۱۹	۸۹/۲	۲۹	۷۱
۱۰	۶۶/۸	۲۰	۸۸	۳۰	۸۰



شکل ۳- منحنی میانگین رویش قطری سالانه کاج بروسيا

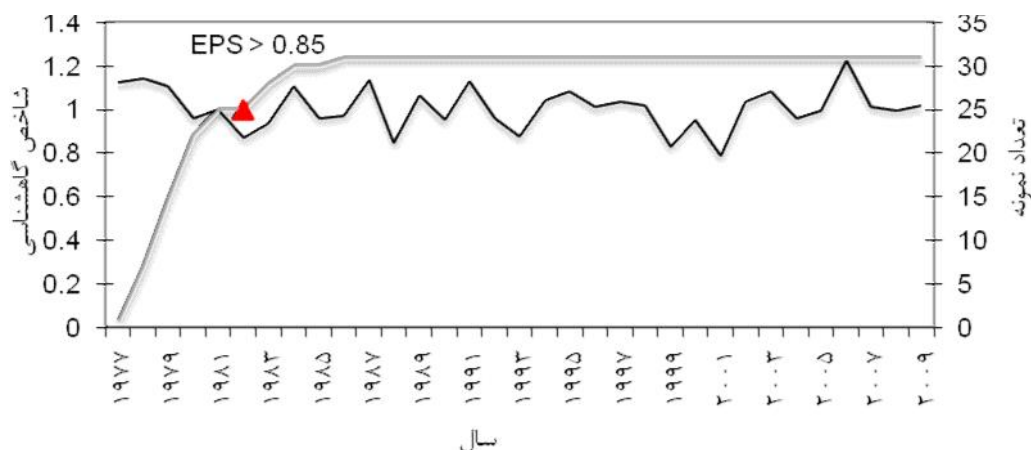


شکل ۴- شاخص دواير رويش کاج بروسيا

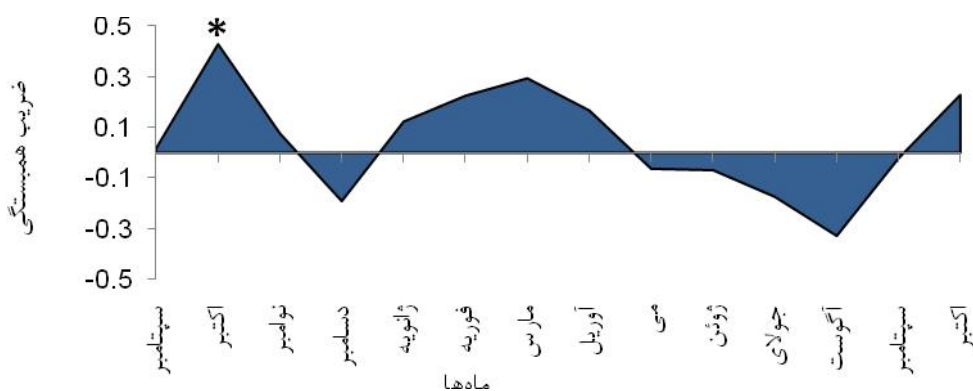
ماه پيش از شروع فصل رويش جاري بر دواير سالانه درخت تأثير می‌گذارند. در شهرستان خرم‌آباد فصل رويش از اواسط اسفند ماه (مارس) آغاز و تا مهر ماه (اکتبر) ادامه دارد. در اين بررسی، روابط بين نمايه‌های حلقه‌های رويش و داده‌های اقليمي شامل: درجه حرارت (بیشینه، متوسط و کمینه) ماهانه و مجموع بارندگی ماهانه برای مدت ۱۴ ماه شامل ۶ ماه پيش از شروع فصل رويش جاري و ۸ ماه طی فصل رويش جاري مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج ارتباط بين پهنای دواير رويش با مجموع بارندگی ماهانه نشان می‌دهد که ارتباط مثبت بين بارندگی ماه مهر (اکتبر) پيش از فصل رويش و ميزان پهنای دواير رويش مثبت و معنی‌دار است. تأثیر بارندگی ساير ماه‌ها در فصل رويش و فصل قبل از رويش بر پهنای دواير رويش معنی‌دار نمی‌باشد.

شکل ۵، گاه‌شناسی منطقه‌ای و تعداد نمونه‌های بکار رفته را نشان می‌دهد. گاه‌شناسی استخراج شده از منطقه دارای ۳۳ سال (۱۹۷۷-۲۰۰۹) است. با توجه به مقدار EPS، گاه‌شناسی این منطقه از سال ۱۹۸۲ به بعد جهت ارزیابی روابط اقليم- رويش مناسب است. ارتباط بين پهنای دواير رويش با شرایط اقليمي در گونه کاج بروسيا در منطقه مورد مطالعه در شکل‌های ۶ تا ۹ نشان داده شده است.

ارتباطات رشد- اقليم بين شاخص حلقه‌ها و متغیرهای اقليمي برای چندین ماه قبل از فصل رشد محاسبه می‌شود به علت اینکه پهنای یک حلقه سالانه، ترکیبی از فرآیندهای موثر اقليمي اتفاق افتاده در سراسر یک پرپود طولانی است (۵)، به عبارت دیگر فرآیندهای اقليمي، طی یک دوره طولانی شامل چندین



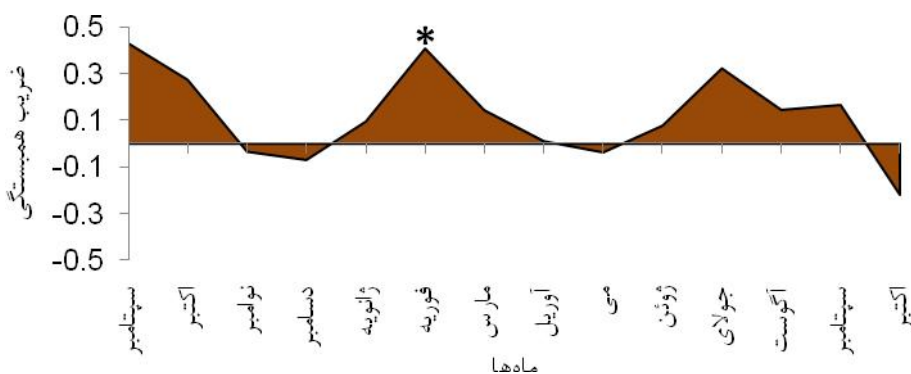
شکل ۵- گاه‌شناسی منطقه‌ای، نمودار خاکستری تعداد نمونه‌های بکار رفته را نشان می‌دهد. مثلث قرمز نیز مرز بين مطمئن‌ترین بخش از گاه‌شناسی را نشان می‌دهد.



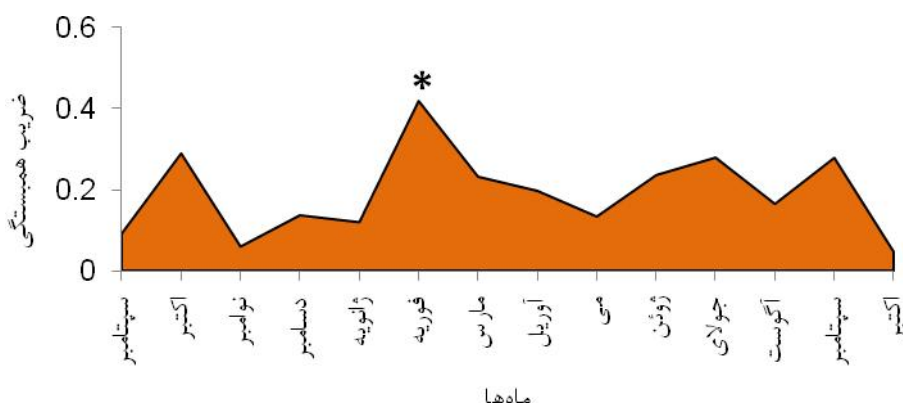
شکل ۶- ارتباط عرض دواير رویشی کاج بروسيا با مجموع بارندگی ماهانه (*: معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪ در ماه اکتبر را نشان می‌دهد)

محدودکننده رشد به همان اندازه به تعویق افتاده و به سبب آن نمو در درختان افزایش می‌یابد و در آن سال حلقه رویشی پهن در مقطع عرضی درختان نمود پیدا می‌کند (۵). نتایج همبستگی پیرسون بین پهنای دواير رویش با فاکتور (کمینه، متوسط و بیشینه) دما حاکی از ارتباط مثبت و معنی‌دار بین حداقل دمای ماه خرداد (ژوئن) با عرض دواير رویش، ارتباط مثبت و معنی‌دار متوسط دمای ماه بهمن (فوریه) با پهنای دواير سالانه و همچنین ارتباط مثبت و معنی‌دار حداکثر دمای ماه‌های بهمن (فوریه) فصل رویش با پهنای دواير رویش می‌باشد.

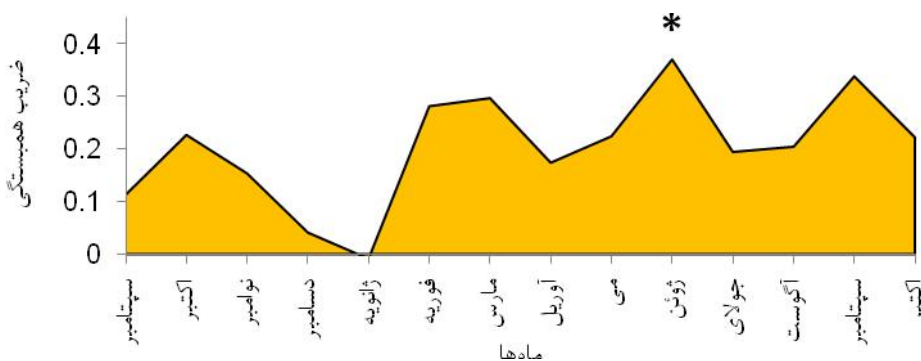
رشد درختان در فصل رویش نیازمند وجود رطوبت مناسب موجود در خاک است و این رطوبت ناشی از بارندگی در طول فصل‌های زمستان و پاییز است. در اوایل فصل رویش، افزایش دما و آغاز فعالیت کامبیوم و پدیدار شدن برگ منجر به مصرف آب زیادی خواهد شد. بدیهی است که حتی مقدار کم بارندگی می‌تواند برای فتوسنتز و فعالیت کامبیوم و رویش شعاعی مفید باشد (۱۶). بارندگی پیش از فصل رویش رطوبت خاک را افزایش داده و با شروع فصل رویش وجود رطوبت کافی در خاک شروع دوره رویش را زودتر فراهم می‌نماید. هرچه دوره فصل رویش طولانی‌تر باشد، دوره



شکل ۷- ارتباط عرض دواير رویشی کاج بروسيا با حداکثر دمای ماهانه (*: معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪ در ماه اکتبر را نشان می‌دهد)



شکل ۸- ارتباط عرض دواير رویشی کاج بروسیا با متوسط دمای ماهانه (*: معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪ در ماه اکتبر را نشان می‌دهد)



شکل ۹- ارتباط عرض دواير رویشی کاج بروسیا با حداقل دمای ماهانه (*: معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪ در ماه اکتبر را نشان می‌دهد)

اسکاتلندی در لیتونی بیان کرد که سوزنی‌برگان، فتوسنتز چشم‌گیری در روزهای زمستانی گرم، زمانی که سوزن‌ها یخ زده نیستند، دارند. ارتباط مثبت و معنی‌دار حداقل دما در ماه خرداد (ژوئن) با شاخص رویش را میتوان اینگونه توجیه نمود که، ماه خرداد (ژوئن) آغاز دوره رویش تابستانه گیاه است و گرمای این ماه در تشکیل چوب پایان نقش مهمی دارد. نتایج مطالعه برخی محققان نیز تأثیرپذیری مثبت حلقه‌های درختان سرو خمره‌ای از حداقل دمای ماه‌های خرداد (ژوئن) و تیر (جولای) را نشان می‌دهد (۱). همچنین نتایج پژوهش مک کین (۱۰)، در جنوب فنلاند، روی رویش شعاعی کاج جنگلی نشان داد که، رشد شعاعی اساساً بوسیله دماها در طول همه ماه‌های تابستان تعیین می‌شود. و دما در تابستان جاری و پیشین قویترین اثر را روی رشد شعاعی داشته است. نتایج این تحقیقات و سایر پژوهش‌های مشابه نشان می‌دهد که پارامترهای اقلیمی بر حسب مکان و نوع اقلیم اثرات متفاوتی روی رشد درختان، با توجه به خواص‌های بوم‌شناختی آنها دارند.

در طول پاییز و زمستان گرم کربوهیدرات‌های تولید شده می‌تواند در بافت‌های گیاه ذخیره شوند که تأثیر این شرایط با افزایش رشد ساقه در بهار بعدی خود را نشان می‌دهد. فصل رشد کوتاه حلقه‌های رشد باریک، با تراکم پایین، ایجاد می‌کند. در حالی که شرایط گرم‌تر به حلقه‌های پهن‌تر با تراکم چوب پایان بالاتر، منجر می‌شود. در همین راستا یو و همکاران (۱۸)، با مطالعه در مورد راش در شمال چین به این نتیجه رسیدند که اکتبر و فوریه گرم‌تر می‌تواند باعث رشد بهتر این درختان در بهار بعدی شوند. مارتین بنیتو و همکاران (۱۱) با بررسی ارتباط اقلیم و رویش گونه *Pinus nigra* در جنوب اسپانیا به این نتیجه رسیدند که زمستان معتدل رشد شعاعی را افزایش می‌دهد و سلول‌های چوب آغاز به مقدار زیادی به وسیله شرایط اقلیمی پیش از فصل رشد تحت تأثیر قرار می‌گیرد. گاتیرس (۶) در کارولینای جنوبی اسپانیا عنوان نمود که دماهای بالا به طور اساسی رشد *pinus sylvestris* را در طول تابستان فصل رشد و در پاییز سال قبل برای رشد تحت تأثیر قرار می‌دهد. دوکان و همکاران (۳) نیز با بررسی کاج

منابع

1. Archambault, S. and Y. Bergeron. 1999. An 802 year tree ring chronology from the Quebec boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research*. 22: 674-682.
2. Bortouzzi, D. 2002. Analysis of climate-growth relationships for picea abies karst in Alpine environment for the forest to the cells, *Dendrochronology, Environmental change and History*, 6 th international conference on Dendrochronology, 29-31., America.
3. Dau.kane, I., G. Brumelis and D. Elferts. 2011. Effect of climate on extreme radial growth of Scots pine growing on bogs in Latvia, *Estonian Journal of Ecology*, 3: 236-248.
4. Flower, A. and D.J. Smith. 2011. A dendroclimatic reconstruction of June -July mean temperature in The northern Canadian Rocky Mountains. *Dendrochronologia*, 29: 55-63.
5. Fritts, H.C. 1976. *Tree ring and climate*. Academic Press, London Newyork Sanfrancisco. A subsidiary of Harrcourt Brace Jovanovich publisher university of Arizona, U.S.A. 576 pp.
6. Gutierrrs, E. 1989. Dendroclimatological study of Pinus sylvestris L. in southern catalonia (Spain). *Faculta de biologia*, 49: 9 pp.
7. Jafarniya, Sh., A. Fallah and H. Jalilvand. 2014. Modeling rings width of Alder, Walnut and Brutian Pine and some climatival variables (case study: Darabkola Forest). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. 21: 453-466. (In Persian)
8. Jalilvand, H. and Sh. Balapour. 2014. The effect of climate on tree-ring chronologies of Oak (*Quercus macranthera*) on tree line of Hyrcanian forest *Journal of Wood & Forest Science and Technology*. 20 pp. (In Persian)
9. Kiaee, M. and M. Jafari. 2014. Investigation and consideration of forest tree reaction to climate and environmental changes (Case study: Lavizan forest park). *Journal of Plant Researches (Iranian journal of biology)*. 27: 130-141. (In Persian)
10. Maekine, H. 1998. The suitability of height and radial increment variation in *Pinus sylvestris* (L.) for expressing environmental signals. *Forest Ecology and Management*. 112: 191-197.
11. Martin Benito, D., P. Cherubini, M. Delrio and I. Canella. 2008. Growth response to climate and drought in *Pinus nigra* Arn. Trees of different crown classes. *Springer-Verlag*. 22: 363-373.
12. Pourtahmasi, K., M. Parsapajouh, M. Marvi Mohajer and A. Korouri. 2008. Evaluation of Juniper trees (*Juniperus polycarpus* C. Koch) radial growth in three sites of Iran by using dendrochronology. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. 16: 327-342. (In Persian)
13. Safdari, V.R. and D. Parsapajouh, A.H. Hemmasi and A. Braeuning. 2006. A Dendrochronological evaluation of the effects of air pollution on radial growth of ash tree (*Fraxinus excelsior*) in Tehran. *Iranian journal Natural resources*. 59: 223-236. (In Persian)
14. Schweingruber, F.H. 1988. *Tree ring: Basic and Application of Dendrochronology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherland. 276 pp.
15. Sheng, D., N. Yamanaka, F. Yamamoto, K. Otsuki, S. Wang and Q. hou. 2007. The effect of *Quercus liaotungensis* forest trees in Loess Plateau, China. *Dendrochronologia*, 25: 29-36.
16. Swetnam, T.W., C.D. Allen and J.L. Betancourt. 1999. Applied historical ecology using the past to manage for the future. *Ecology Applied*, 9: 1189-1206.
17. Tabari, M. 2008. Year-to-Year Changes of Growth Rings of Common Ash (*Fraxinus excelsior* L.) in Climate Regions of Caspian Forests Ecosystem. *International Symposium of Climate Change and Dendrochronology in Caspian Ecosystems*. May. 15-16 Sari, Iran. 1-7. (In Persian)
18. Yu, D., L. Tang, S. Wang and L. Dai. 2004. Quantitative methodologies for ecotone determination on north slope of Changbai Mountains. *Chin Journal Applied Ecology*, 15: 1760-1764.

Investigation on Climate Variables (Temperature and Precipitation) Effects on Annual Width Rings of *Pinus brutia* in Lorestan Province

Esmat Ostakh¹, Javad Soosani², Babak Pilehyar³, Ladan Poursartip⁴ and Samaneh Musavi⁵

1 and 3- Ph.D. Student and Associate Professor, Lorestan University

2- Assistant Professor, Lorestan University (Corresponding author: soosani.j@lu.ac.ir)

4- Assistant Professor, Behbahan University

5- Ph.D. Student, Islamic Azad University, Science and Research Branch

Received: April 2, 2014 Accepted: July 27, 2015

Abstract

Trees have been affected by environmental changes, including climatic conditions. Thus, the study on anatomical and morphological characteristics of tree rings provides the possibility of climate study. The present investigation aimed to study the effect at climatic factors such as temperature (maximum, medium and minimum), precipitation on the growth rings of *Pinus brutia*. 30 *Pinus brutia* trees have been selected and were cut for this purpose. The discs were taken from each tree stump height. After sample preparation, the width of the growth rings were measured using Corel Draw graphics soft ware, with an accuracy of 0.001 mm. Mean age of trees 33 years (1977 to 2009) were recorded. A value for the growth of the software ARSTAN standard and growth index was created. The correlation results indicated a positive and significant effect of climatic factors, growth index, minimum temperatures in June, the average temperature in February and maximum temperature in February and September maximum temperature on *Pinus brutia* rings. October precipitation has direct and significant effects on growth.

Keywords: Climate, Khorramabad, Growth Rings, *Pinus Brutia*, Disc