بررسی اثر متغیرهای اقلیمی دما و بارش بر حلقه‌های رویشی درختان زربین (*Cupressus sempervirens* Var. *Horizontalis* (Mill.) *Gord*) در رویشگاه‌های نوشهر و رودبار

مهرداد قدس‌خواه دریایی[1*]، نسرین آهوقلندری[2] و جواد ترکمن[1]

[1] **ایران، صومعه‌سرا، دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی، گروه علوم زیستی جنگل**

[2] **ایران، رشت، دانشگاه گیلان، پردیس دانشگاهی، گروه علوم زیستی جنگل**

تارخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۲۴

چکیده

شرایط اقلیمی و الگوهای سالانه دما و بارش اثرات خود را در پهنای حلقه‌های رویشی درختان برجا می‌گذارند. علم گاهشناسی درختی به بررسی و استخراج اطلاعات مستتر در این حلقه‌ها می‌پردازد. هدف از تحقیق حاضر نیز بررسی اثرات متغیرهای اقلیمی بر روی پهنای حلقه‌های رویشی گونه زربین (*Cupressus sempervirens* Var. *Horizontalis*) در شهرستان‌های رودبار و نوشهر در استان‌های گیلان و مازندران می‌باشد. بدین منظور مجموعاً ۱۳ دیسک از ارتفاع برابرسینه درختان زربین در دو منطقه تهیه و پس از انجام مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها شامل: برش، سمباده کشی و مشخص کردن حدود حلقه‌های رویشی، از سطوح دیسک‌ها عکس‌برداری به عمل آمد. تصاویر با فرمت JPG در نرم‌افزار Digimizer وارد شده و پهنای حلقه‌های رویشی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس مراحل استانداردسازی و انطباق زمانی بر روی تصاویر انجام شد. طول گاهشناسی ۳۸ سال (۲۰۱۷-۱۹۷۹) و میزان تطابق واریانس (GLK) نمونه‌های رودبار و نوشهر به ترتیب ۷۷/۲۶ و ۷۰/۱۰ درصد به دست آمد. متوسط رویش سالانه حلقه‌ها در رودبار و نوشهر به ترتیب ۲/۴۶ و ۵/۲۰ میلی‌متر محاسبه شد. همچنین نتایج نشان داد که رویش درختان در منطقه رودبار با عامل بارش همبستگی مثبت و زیاد (r=۰/۹۴) و با عامل دما همبستگی منفی (r=۰-/۵۱) دارند. اما تأثیرپذیری رویش درختان از عوامل اقلیمی در منطقه نوشهر معنی‌دار به‌دست نیامد. با توجه به نتایج مطالعه حاضر اثرپذیری رویش درختان زربین از عوامل اقلیمی دما و بارش در اقلیم کوهستانی و سرد بیشتر از مناطق جلگه‌ای بوده و در صورت اقدام به جنگلکاری مناطق جلگه‌ای حاشیه دریای خزر برای این امر اولویت دارند.

واژه های کلیدی: اقلیم‌نگاری درختی، بارش، حلقه‌های سالیانه، گاهشناسی درختی، دما.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۳۳۶۷۱۶۶ ، پست الکترونیکی: mghods@guilan.ac.ir

مقدمه

اقلیم را می‌توان از اصلی‌ترین عوامل پراکنش گونه‌های گیاهی در مناطق بزرگ مانند یک ناحیه جنگلی دانست (۷، ۱۷). با دانستن این موضوع، درک فرآیند و نوع تأثیر اقلیم بر سیمای سرزمین برای حفاظت و مدیریت منابع جنگلی ضرورت می‌یابد. چرا که عوامل اقلیمی علاوه بر تعیین نوع پراکنش گونه‌های گیاهی می‌تواند در تعیین سیمای کلی و نوع کاربری جنگل در نقاط مختلف زمین مؤثر باشد (۲۳).

تغییرات اشاره شده در پوشش گیاهی عمدتاً متأثر از الگوهای دما و بارش منطقه‌ای هستند (۲۴)، هرچند سایر عوامل اقلیمی از جمله رطوبت، سرعت و جهت باد و شدت تابش خورشید نیز بر استقرار و نوع پوشش گیاهی اثرگذار هستند (۲۵).

از سوی دیگر عوامل اقلیمی بر خصوصیات کمی و کیفی و رویش درختان اثرگذار هستند. این عوامل به‌طور ثابت بر

ساختار زیست‌توده (Biomass) گیاهی تأثیر می‌گذارند (۸، ۱۵). از طرفی درختان نمایانگر وضعیت محیط در ساختار حلقه‌های رویشی خود هستند. پهنای نسبی حلقه‌های رویشی به شدت تحت تأثیر نرخ رشد درختان در طول زمان رشد قرار دارند (۵). رویش شعاعی در هر سال معین، ترکیبی از تأثیرات شرایط اقلیمی طی رشد پیشین، شرایط رویشگاهی محلی و ویژگی‌های فیزیولوژیکی گونه‌های درختی است (۱۳). اقلیم نگارهای درختی (Dendroclimatologists) تلاش می‌کنند اطلاعات آب و هوایی موجود در سری حلقه‌های رویشی را به عنوان مقادیر شاخص برای بازسازی آب و هوای گذشته به‌کار برند. برخلاف تعدد پدیده‌های مؤثر محیطی، درختان یک گونه ممکن است در اثر عوامل آب و هوایی مشابه در یک رویشگاه معین، الگوی پهنای حلقه مشابهی را نشان دهند (۲۰). با این حال اغلب وقایع طبیعی و نوسانات اقلیمی اثرات خود را در پهنای حلقه‌های رویشی درختان نمایان می‌سازند که مانند بانکی از اطلاعات ذخیره شده در کالبد گیاه، در هرزمان قابلیت استخراج و تجزیه و تحلیل دارند. در علوم جنگل به این نوع مطالعات گاهشناسی درختی (Dendrochronology) گفته می‌شود (۹).

از گونه‌های درختی مهم کشور که شرایط اقلیمی خاص و منحصر به فردی را برای تشکیل توده‌های خود می‌پسندد می‌توان زربین (*Cupressus sempervirens* Var. *Horizontalis*) را نام برد. زربین یکی از سوزنی‌برگان مهم و بومی ایران است که در مناطقی از کشور با آب و هوای مدیترانه‌ای پراکنده شده است (۳). فلات ایران به‌ویژه دره-های البرز رویشگاه‌های طبیعی این گونه می‌باشد و جوامع آن در نواری بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر از سطح دریا را در بر می‌گیرند که از آن میان می‌توان مناطق رودبار، دیلمان، اشکور، حسن آباد، نوشهر و علی‌آباد کتول را نام برد (۳، ۹). دیرزیستی فیزیولوژیک زربین در شمال ایران به ۱۰۰۰ سال می‌رسد. زربین حساسیت بالایی به شرایط رویشگاهی و اقلیم دارد که باعث شده است که زربین به عنوان شاخصی مناسب برای تعیین شرایط اقلیمی در مقیاس زمانی طولانی، مورد توجه کارشناسان حوزه هوا و اقلیم شناسی و متخصصین گاهشناسی درختی قرار گیرد (۵).

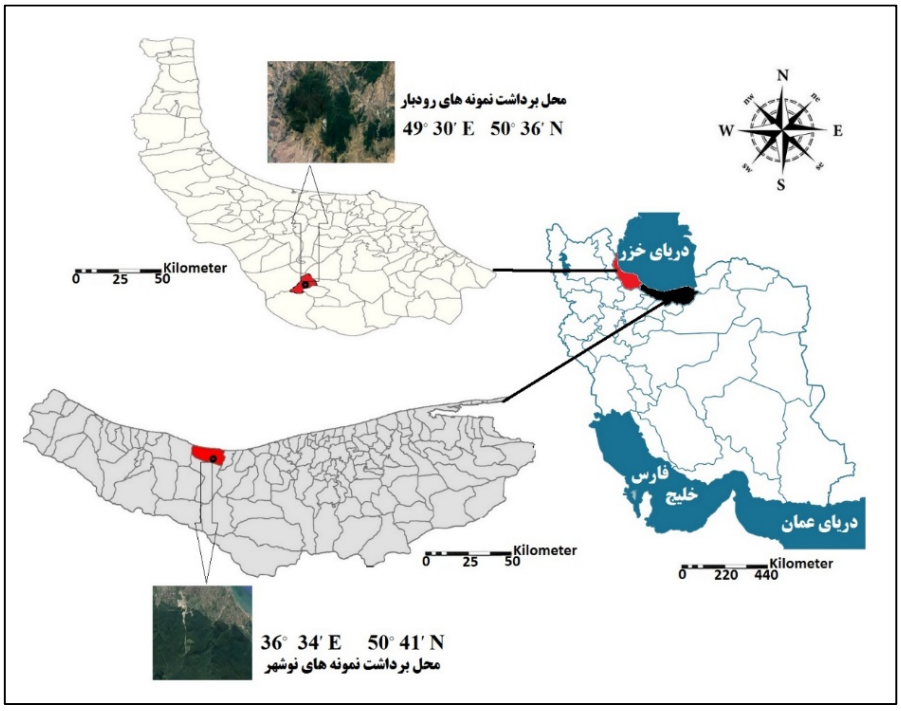
در ایران بررسی اقلیم در قالب گاهشناسی درختی سابقه طولانی ندارد ولی در سالیان اخیر مطالعاتی در این زمینه انجام‌گرفته است. ازجمله Balapour و Kazemi (۲) با مطالعه بر روی اثر متغیرهای اقلیمی بر رویش سالانه گونه آزاد (*Zelkova carpinifolia*) در شمال کشور دریافتند که کاهش بارندگی موجب کاهش رویش حلقه‌های رویشی گونه آزاد شده است. در مطالعه‌ای دیگر Balapour و همکاران (۱) اثر متغیرهای اقلیمی بر روی گونه راش (*Fagus orientalis*) را مورد مطالعه قرار دادند که نتایج نشان داد رویش شعاعی راش شرقی با متغیرهای اقلیمی چون دما و بارش همبستگی مثبت دارد. Bayat و همکاران (۱۰) به بررسی اثر عوامل محیطی بر رشد قطری راش ایرانی (*Fagus orientalis*) در استان مازندران پرداختند که در مطالعه ایشان وضعیت توپوگرافی و پراکنش آب سطحی از عوامل مؤثر بر رشد قطری این گونه معرفی شد. Soosani و همکاران (۴) اثر خشکسالی را بر میزان رویش قطری درختان بلوط ایرانی (*Quercus brantii* L.) بررسی نمودند که گزارش آن‌ها حاکی از کاهش قابل توجه رویش قطری درختان بلوط در اثر خشکسالی بود. در خارج از کشور، Hart و همکاران (۱۴) کرونولوژی حلقه‌های رویشی گونه تسوگا (*Tsuga canadensis*) را از سه توده مجاور در شیب جنوبی توزیع گونه‌ها در ایالات متحده توسعه دادند و بیان کردند که این گونه همیشه سبز می-تواند یک سوم کربن سالیانه خود را خارج از فصل اصلی رشد تثبیت کرده و رویش سالیانه را دو ماه قبل از گونه-های خزان‌کننده موجود شروع کند. همچنین Sheng و همکاران (۲۲) به بررسی اثرات اقلیمی بر روی حلقه‌های رویشی درختان گونه بلوط (*Quercus liaotungensis*) جنگل‌های چین پرداختند به این نتیجه رسیدند که بارندگی در فصلی که زمین و هوا خشک است باعث افزایش

رویش شعاعی درختان مورد مطالعه می‌شود و درجه حرارت بالا کاهش رشد را سبب می‌شود.

باتوجه به اهمیت ویژه گونه زربین و رویشگاه‌های حساس آن در کشور و همچنین با تنوع رویشگاه‌های این گونه، هدف از تحقیق حاضر، بررسی مقایسه‌ای اثر مهم‌ترین عوامل اقلیمی (دما و بارش) بر رویش درختان زربین در دو منطقه رودبار استان گیلان و نوشهر استان مازندران با استفاده از علم گاهشناسی درختی می‌باشد. با توجه به تفاوت‌های اقلیمی دو منطقه و شرایط توده‌های مورد مطالعه و نیز در نظر گرفتن الگوهای اقلیمی این مناطق می‌توان مناسب‌ترین شرایط را جهت حفظ و توسعه توده‌های موجود شناسایی کرد و با در نظر گرفتن برنامه‌های مدیریتی مناسب به توسعه این توده‌های ارزشمند اقدام نمود.

مواد و روشها

منطقه موردمطالعه: درختان مورد بررسی در حومه شهرستان رودبار (′۳۰ °۴۹ طول جغرافیایی شرقی و ′۳۶ °۵۰ عرض جغرافیایی شمالی) با ۵۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا و حومه شهرستان نوشهر (′۳۴ °۳۶ طول جغرافیایی شرقی و ′۴۱ °۵۰ عرض جغرافیایی شمالی) با ۱۴۰ متر ارتفاع از سطح دریا واقع شده‌اند (شکل ۱).

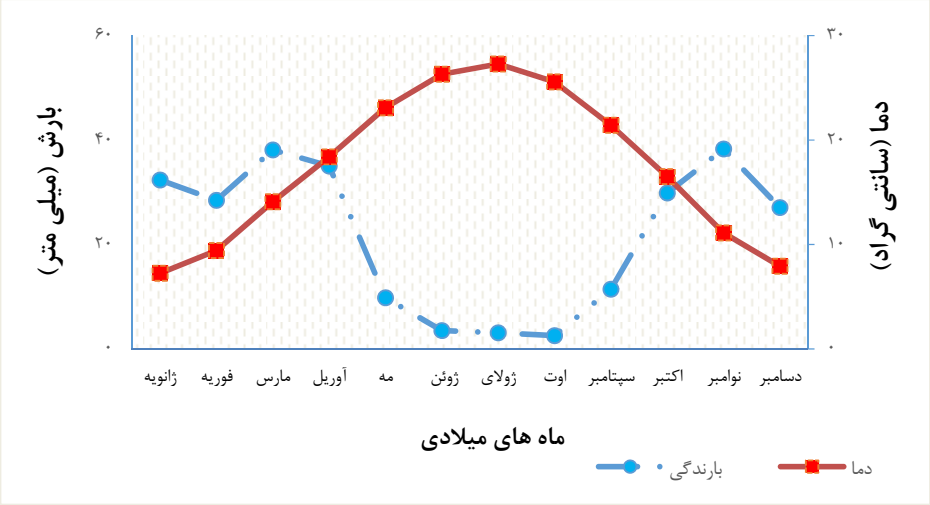


شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

وضعیت خاک: نوع خاک و سنگ مادر منطقه رودبار آهکی دولومیتی است. خاک منطقه نوشهر نیز آهکی تکامل نیافته با بیرون زدگی‌های سنگی است (۹).

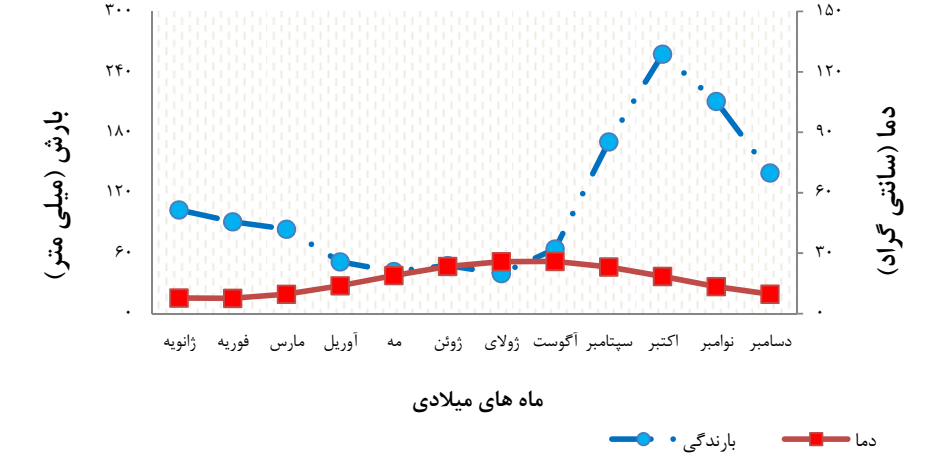
شرایط اقلیمی مناطق مورد مطالعه: با بررسی و مقایسه داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های نزدیک به منطقه مورد مطالعه داده‌های اقلیمی منطقه رودبار در استان گیلان از ایستگاه هواشناسی شهرستان رودبار با ارتفاع ۲۰۰ متر از سطح دریا استخراج شد. بر اساس منحنی آمبروترمیک منطقه، فصل خشک روستا شامل ماه‌های مه، ژوئن، ژولای، اوت و سپتامبر (از اواسط اردیبهشت تا اواسط شهریور)

می‌باشد (شکل۲). میانگین حداقل دمای سالانه رودبار ۱۵ درجه سانتی گراد، میانگین حداکثر دمای سالانه آن ۱۹/۲ سانتی گراد و میانگین دمای سالانه منطقه ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. مجموع بارندگی سالانه ایستگاه برابر ۴۸۰ میلی‌متر است. میانگین رطوبت نسبی منطقه ۵۳ درصد می‌باشد. شهرستان رودبار دارای آب و هوای مدیترانه‌ای با زمستان‌های سرد است.



شکل ۲- منحنی آمبروترمیک ایستگاه هواشناسی رودبار (۲۰۱۷-۱۹۷۷)

همچنین با بررسی و مقایسه داده‌های هواشناسی ایستگاه-های نزدیک به منطقه مورد مطالعه داده‌های اقلیمی نوشهر در استان مازندران از ایستگاه هواشناسی شهرستان نوشهر با ۱۰ متر ارتفاع از سطح دریا استخراج شد. بر اساس منحنی آمبروترمیک، منطقه فاقد فصل خشک می‌باشد (شکل۳). میانگین حداقل دمای سالانه نوشهر ۱۲/۲ درجه سانتی گراد، میانگین حداکثر دمای سالانه آن ۲۱/۶ درجه سانتی گراد و میانگین دمای سالانه منطقه ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. مجموع بارندگی سالانه ایستگاه برابر ۸۷۰/۴۵ میلی‌متر می‌باشد. میانگین رطوبت نسبی منطقه ۷۸ درصد می‌باشد. شهرستان نوشهر دارای آب و هوای معتدل گرم است.



شکل ۳- منحنی آمبروترمیک ایستگاه هواشناسی نوشهر (۲۰۱۷-۱۹۷۷)

انتخاب نمونه و بررسی حلقه‌های رویشی: به‌منظور نمونه‌گیری مجموعاً تعداد ۱۳ اصله درخت زربین در یک محدوده قطری (۴۰ سانتیمتری) در دو منطقه مورد مطالعه به صورت کاملا تصادفی انتخاب شد. پایه‌های مورد بررسی از سطح زمین قطع شده و از درختان منتخب در منطقه رودبار تعداد هشت دیسک از ۸ درخت و از درختان منطقه نوشهر پنج دیسک از ۵ درخت از ارتفاع برابر سینه درختان تهیه شد (۳، ۴). در هنگام انتخاب درختان به شاقول بودن تنه درختان، عدم وجود خشکیدگی، عدم وجود خمیدگی و پیچش در تنه آن‌ها توجه شد. دیسک-های تهیه شده پس از کدگذاری به منظور آشکارسازی (Detection) حلقه‌های رویشی به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های اخذ شده توسط تیغ و سمباده کاغذی صیقل داده شد. سپس از دوربین نیکون مدل D500 برای عکس-برداری از سطوح دیسک‌ها استفاده شد. در ادامه تصاویر به‌دست آمده وارد نرم‌افزار دیجی‌مایزر (Digimizer) شد و از سمت پوست (کامبیوم) به مغز پهنای حلقه‌های رویشی با دقت یک‌دهم میلی‌متر شمارش و اندازه‌گیری شد. در این مطالعه برای تطابق داده‌های اندازه‌گیری شده نمونه‌ها در دو جهت از شاخص‌های تطابق زیر استفاده شده است.

ضریب تطابق واریانس‌ها Gleichlaeufigkeit (GLK) آماره‌ای است که شیب دو سری زمانی را با هم مورد بررسی قرار می‌دهد (۱۲) (رابطه۲).

$$GLK = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{t=n-1}[G_{xi} - G_{xi-1}] \qquad (۱)$$

در این رابطه G_{xi-1} و G_{xi} مقادیر پهنای حلقه‌های سال i ام و سال ماقبل آن است.

همچنین پس از استانداردسازی کرونولوژی نسبت سیگنال به ناهنجاری Signal to Noise Ratio (SNR) از رابطه (۲) محاسبه می‌شود که اندازه تغییرپذیری تحت تأثیر شرایط اقلیمی است (۱۷).

$$SNR = t\frac{|r_{eff}|}{1-|r_{eff}|} \qquad (۲)$$

در این رابطه t تعداد درختان و r_{eff} میانگین ضرایب همبستگی است.

رابطه (۳) بیانگر تجمع سیگنال Expressed Population Signal (EPS) است (۱۸).

$$EPS = \frac{tr_{eff}}{tr_{eff}+|1-r_{eff}|} \qquad (۳)$$

همچنین برای بررسی میزان نوسانات رویشی درختان از فرمول ضریب میانگین حساسیت Mean of sensitivity (MS) استفاده شد (۴) (۱۱). که در آن x بیانگر حساسیت حلقه مربوط به سال i ام است (۱۲).

$$\text{Ms}= \frac{1}{n-1}\sum_{t=1}^{t=n-1}\left|\frac{2(x_i - x_{1-i})}{x_i+x_{1-i}}\right| \qquad (۴)$$

استانداردسازی: یکی از عوامل تأثیرگذار بر روی رویش درختان تأثیر عامل سن درخت است. درختان در سنین اولیه، دارای رشد بیشتری هستند و زمانی که سن آن‌ها افزایش می‌یابد رشد حلقه‌های آن‌ها کاهش می‌یابد و در بسیاری از موارد ممکن است این اشتباه صورت گیرد که عوامل اقلیمی باعث شده تا رویش آن در ابتدا زیاد شود (۱۷). به طور معمول در هنگام نمونه‌برداری همه درختان از سن یکسانی برخوردار نیستند. بنابراین باید تأثیر سن و دیگر سیگنال‌های غیر اقلیمی ناخواسته را از منحنی رویشی حذف کرد. به عمل حذف این عوامل غیر اقلیمی استانداردسازی گفته می‌شود. برای استانداردسازی و تهیه شاخص رویش از رابطه (۵) استفاده می‌شود (۱۲).

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \qquad (۵)$$

در رابطه بالا Z_i مقدار شاخص، X_i مقدار پهنای حلقه در سال i، $\bar{X}$ میانگین کلی پهنای حلقه‌ها و σ انحراف معیار می‌باشد.

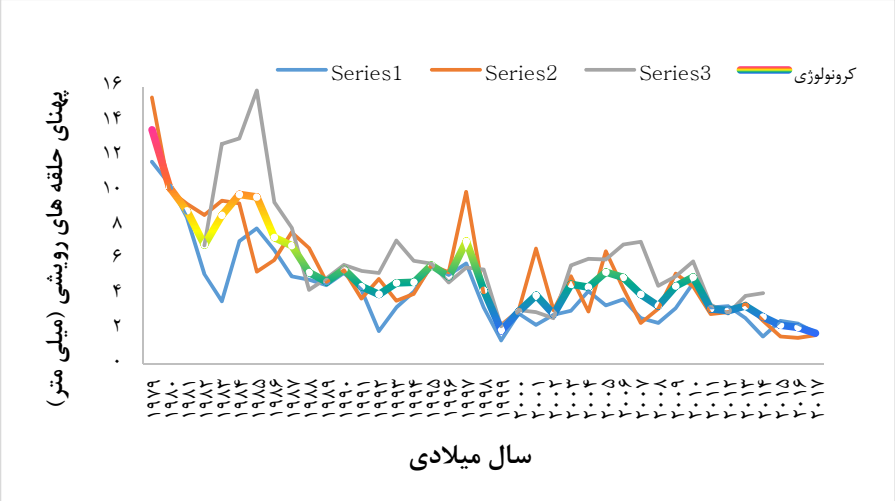
تجزیه و تحلیل نتایج: در نهایت کرونولوژی به‌دست آمده مربوط به رویش درختان هر منطقه با شاخص رویشی درختان مورد مقایسه قرار گرفت. اندازه‌گیری پهنای حلقه-های رویشی نمونه‌های مورد استفاده در نرم‌افزار

Digimizer و تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش و رسم گراف‌ها در محیط نرم افزارهای SPSS (21) و (2010) Excel انجام شد.

نتایج

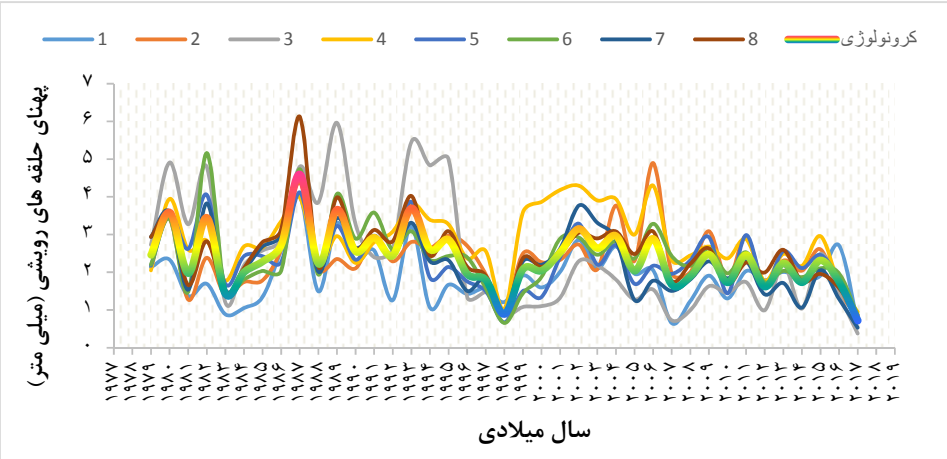
بررسی رویش حلقه‌های رویشی و کرونولوژی نمونه‌ها:

پس از انجام تطابق زمانی بر روی نمونه‌ها، منحنی رویشی تمامی درختان به تفکیک منطقه ترسیم شد و در آخر نمودار کرونولوژی دو منطقه ترسیم شد (شکل ۴ و ۵). در مورد نمونه‌های منطقه رودبار تمامی هشت دیسک تهیه شده کیفیت لازم برای تهیه نمودار کرونولوژی را داشتند اما در مورد منطقه نوشهر از سری‌های زمانی سه دیسک استفاده شد و دو دیسک دیگر کیفیت و وضوح لازم برای بررسی را ارائه ندادند. شکل (۴) نمودار کرونولوژی (سری زمانی پهنای حلقه‌های رویشی) در مورد نمونه‌های انتخابی در شهرستان نوشهر نشان‌دهنده کاهش کلی پهنای حلقه-های رویشی درختان زربین (با نوسانات مقطعی) در طی دوره مورد بررسی است.



شکل ۴- نمودار کرونولوژی درختان زربین نوشهر در دوره رویشی ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۷

نمودار کرونولوژی درختان مورد بررسی در منطقه رودبار تغییرات پهنای حلقه‌های رویشی سالیانه درختان را به صورت کاهنده و با نوسانات بیشتر نسبت به درختان منطقه نوشهر نشان می‌دهد (شکل۵).



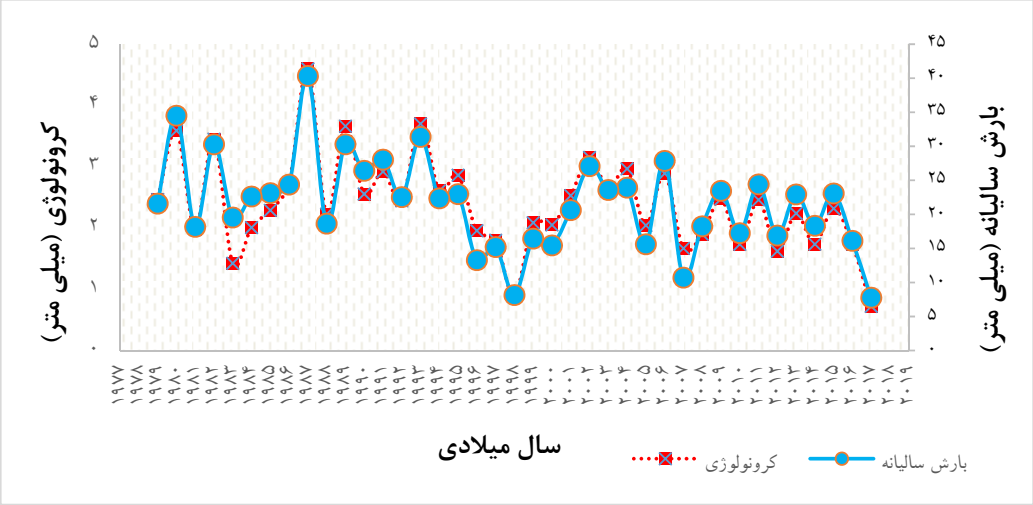
شکل ۵- نمودار کرونولوژی درختان زربین رودبار در دوره رویشی ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۷

نتایج آماری کرونولوژی مناطق رودبار و نوشهر، در جدول (۱) نشان داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده نمونه‌های منطقه رودبار شاخص تطابق واریانس بیشتر و نسبت سیگنال به ناهنجاری، شاخص تجمع سیگنال و میانگین حساسیت کمتری نسبت به نمونه‌های منطقه نوشهر داشته‌اند.

جدول ۱- نتایج آماری کرونولوژی مناطق رودبار و نوشهر در دوره زمانی مورد مطالعه

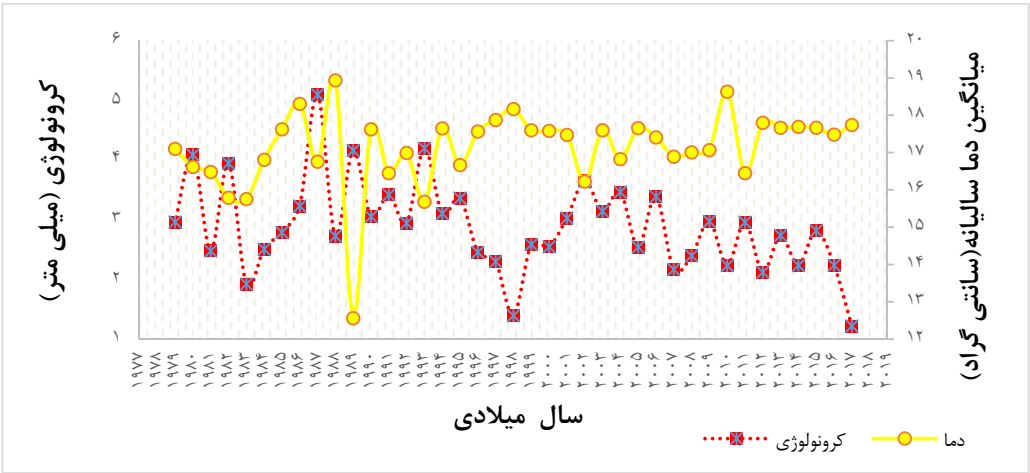
منطقه رویشی	طول دوره (سال)	GLK	EPS	SNR	MS
رودبار	۴۰	۷۷/۲۶	۰/۷۵	۵/۳	۰/۲۲
نوشهر	۴۰	۷۰/۱۰	۰/۸۷	۶/۸	۰/۲۳

رابطه عوامل اقلیمی با حلقه‌های رویشی: همچنین ارتباط تغییرات رویش درختان زربین در منطقه رودبار با تغییرات بارش در شکل (۶) نشان داده شده است. که نشان دهنده کاهش نسبی پهنای حلقه‌های رویشی این گونه در اثر کاهش بارندگی در منطقه مورد مطالعه است.



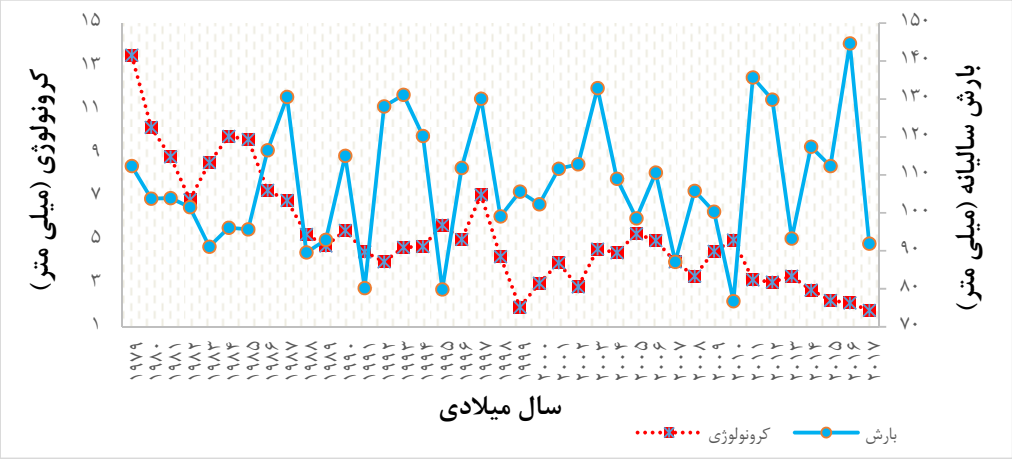
شکل ۶- نمودارکرونولوژی- بارش درختان زربین منطقه رودبار در دوره رویشی ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۷

ارتباط تغییرات رویش درختان زربین در منطقه رودبار با تغییرات دما نیز در شکل (۷) نشان داده شده است. که نشان دهنده کاهش نسبی پهنای حلقه‌های رویشی این گونه در اثر افزایش دما در منطقه مورد مطالعه است.



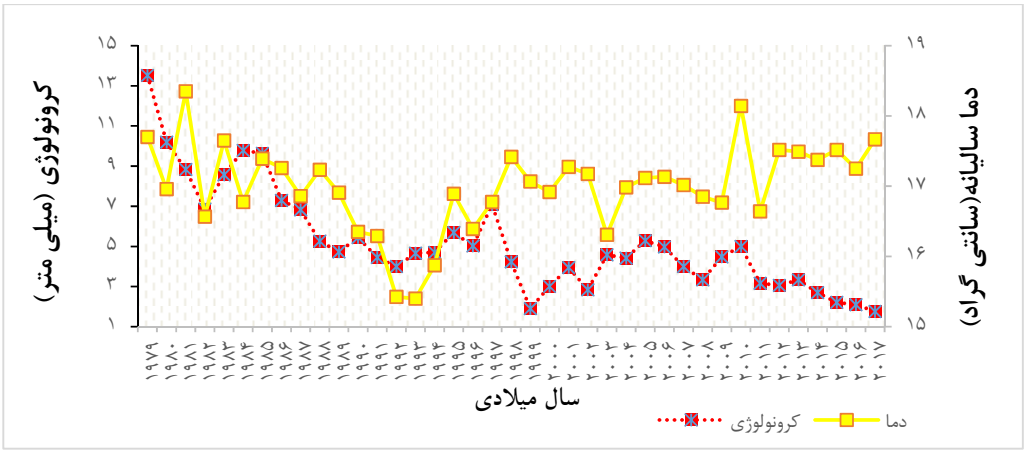
شکل ۷- نمودارکرونولوژی- دما درختان زربین منطقه رودبار، در دوره رویشی ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۷

همچنین ارتباط تغییرات رویش درختان زربین در منطقه نوشهر با تغییرات بارش در شکل (۸) نشان داده شده است. که بیان کننده کاهش نسبی پهنای حلقه‌های رویشی این گونه در اثر افزایش میزان بارندگی در منطقه مورد مطالعه است.



شکل ۸- نمودارکرونولوژی- بارش درختان زربین در منطقه نوشهر در دوره رویشی ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۷

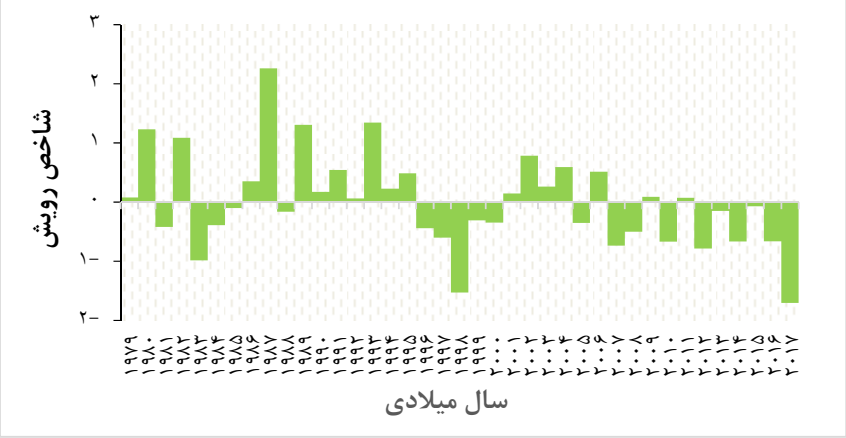
ارتباط تغییرات رویش درختان زربین در منطقه نوشهر با تغییرات دما نیز در شکل (۹) نشان داده شده است. که نشان دهنده کاهش نسبی پهنای حلقه‌های رویشی این گونه در اثر افزایش دما در منطقه مورد مطالعه به‌ویژه در سال-های بعد از ۱۹۹۷ است.



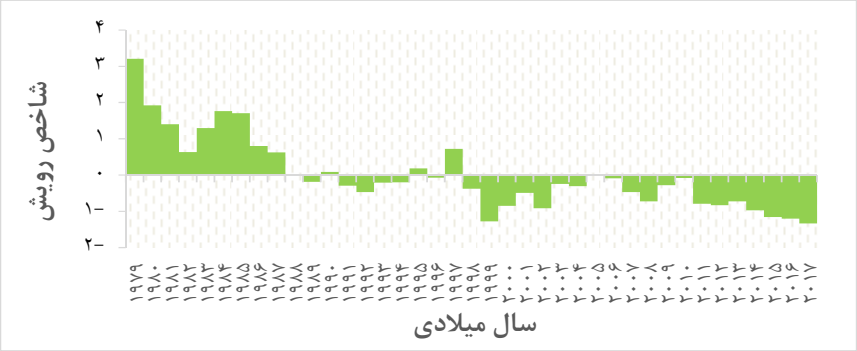
شکل ۹- نمودارکرونولوژی- دما درختان زربین در منطقه نوشهر در دوره رویشی ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۷

شاخص رویش درختان در سری زمانی: شاخص رویش درختان زربین در منطقه رودبار در طول دوره زمانی مورد مطالعه در شکل (۱۰) نشان داده شده است. بر اساس نمودار ارائه شده قبل از سال ۱۹۹۶ رویش این گونه غالباً مثبت و بعد از این سال (به‌جز سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۰۲، ۲۰۰۳ و ۲۰۰۵) شاخص رویش منفی داشته است.

شاخص رویش درختان زربین در منطقه نوشهر در طول دوره زمانی مورد مطالعه در شکل (۱۱) نشان داده شده است. بر اساس نمودار ارائه شده بعد از سال ۱۹۹۶ تاکنون شاخص رویش درختان در منطقه مورد بررسی کاملاً منفی بوده است.



شکل ۱۰- شاخص رویش استاندارد شده درختان زربین منطقه رودبار در محدوده زمانی ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۷



شکل ۱۱- شاخص رویش استاندارد شده درختان زربین منطقه نوشهر در محدوده زمانی۱۹۷۹ تا ۲۰۱۷

همبستگی رویش و عوامل اقلیمی: نتایج همبستگی پیرسون در مورد بررسی اثرپذیری رشد حلقه‌های سالیانه درختان از عوامل اقلیمی (دما و بارش) در جدول (۲) نشان داده شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، در مورد درختان زربین در منطقه رودبار همبستگی بالا و مثبتی با عامل بارش و همبستگی متوسط و منفی با عامل دما مشاهده شد اما در مورد درختان مورد مطالعه در منطقه نوشهر همبستگی کمی بین رویش درختان و هر دو عامل اقلیمی دما و بارش مشاهده گردید.

جدول ۲- بررسی اثر پذیری حلقه‌های رویشی درختان از عوامل اقلیمی (دما و بارش) با همبستگی پیرسون

نوشهر		رودبار	
کرونولوژی		کرونولوژی	
-۰/۱۴	بارش	۰/۹۴**	بارش
-۰/۲۳	دما	-۰/۵۱*	دما

بحث و نتیجه‌گیری

کرونولوژی حلقه‌های رویشی از کارآمدترین ابزارهای بررسی رویش درختان هستند؛ چراکه نوسانات رویشی درختان را با افزایش قطر و سن نشان می‌دهند (۱۹). تحقیق حاضر نیز به بررسی الگوی‌های رویش گونه زربین در دو منطقه با اقلیم در دو استان شمالی کشور پرداخت. نتایج بررسی شاخص‌های تطابق زمانی در دو منطقه مورد مطالعه نشان داد که نمونه‌های برداشت شده، شرایط لازم را برای بررسی‌های گاهشناسی درختی دارا هستند. بالا بودن

میزان ضریب تطابق واریانس (GLK) نشان‌دهنده تطابق سری‌های زمانی تغییرات رویش در نمونه‌ها و دقت قابل قبول اندازه‌گیری آن‌ها است. (۱۹). در مطالعه Hedayati و همکاران (۹) ضریب تطابق واریانس برای نمونه‌های اخذ شده از گونه زربین در دره علی‌آباد کتول بین ۵۹ تا ۷۵ محاسبه شد که در مقایسه با مقدار محاسبه شده در مطالعه حاضر (۷۷/۲۶) در می‌یابیم که دیسک‌های برداشت شده در مطالعه حاضر برای تعیین اثر عوامل اقلیمی بر خصوصیات رویشی گونه زربین دقت قابل قبولی را در محاسبات ارائه داده اند. از سوی دیگر نسبت سیگنال به ناهنجاری (SNR) شرایط مطلوب رویشگاه و همگنی رویش درختان را نشان می‌دهد. بر اساس مطالعات انجام شده زمانی که نسبت سیگنال به ناهنجاری (در بعضی منابع اغتشاش) بالا باشد وضعیت مناسب بوم‌شناختی و دخالت‌های اندک انسانی را در توده جنگلی نشان می‌دهد (۱۳). بعلاوه بالا بودن نسبت سیگنال به ناهنجاری مطلوبیت اعتبار گاه‌شناسی نمونه‌ها را نشان می‌دهد (۱۸). همچنین ضریب حساسیت محاسبه شده در این مطالعه برای شهرستان‌های رودبار و نوشهر به ترتیب ۰/۲۲ و ۰/۲۳ به‌دست آمد که نشان‌دهنده حساس بودن گونه‌های سوزنی‌برگ مناطق مورد مطالعه به عامل اقلیم است که با نتایج Hedayati و همکاران (۹) در مورد ضریب حساسیت گونه‌های زربین منطقه علی‌آباد کتول مطابقت دارد. علاوه بر این ضریب حساسیت در مطالعات گاهشناسی نشان دهنده نوسان نسبی حلقه‌های رویشی است (۹).

با توجه به نتایج به‌دست آمده تأثیرپذیری تغییرات رویش درختان زربین در رودبار از تغییرات بارش و دما بیشتر از تأثیرپذیری درختان زربین در منطقه نوشهر است. بر اساس نتایج بین تغییرات رویش زربین در منطقه رودبار با تغییرات بارش همبستگی بالا و معنی‌دار (r=۰/۹۴) و با دما دارای همبستگی معنادار و منفی (r=−۰/۵۱) وجود دارد. درحالی‌که تأثیرپذیری تغییرات رویش منطقه نوشهر از بارش (r=−۰/۰۸) و دما (r=−۰/۱۹) کمتر است. همچنین بر اساس نتایج به‌دست آمده درختان زربین در دو منطقه الگوهای رویش متفاوتی را ارائه می‌دهند. متوسط رویش درختان در رودبار ۲/۴۶ میلی‌متر در سال و این میزان برای توده‌های مورد بررسی در شهرستان نوشهر۵/۲۰ میلی‌متر می‌باشد که علت آن را علاوه بر دما و بارش می‌توان به عواملی چون ارتفاع از سطح دریا، توپوگرافی، شرایط خاک و سایر عوامل بررسی نشده در مطالعه حاضر مربوط دانست. نتایج مطالعه کاظمی و همکاران (۶) در رابطه نرخ رویش گونه زربین نشان داد که رویش این گونه به طور معنی‌داری تحت تأثیر عامل دما و بارش است که با نتایج مطالعه حاظر مطابقت دارد.

در نهایت الگوهای رویش درختان در دوره زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد که رویش درختان در رودبار تأثیرپذیری بیشتری از عامل بارش دارد. سال‌های پربارش شاخص رویش مثبت و سال‌های کم بارش این شاخص منفی است. باوجود اینکه میزان بارش سالانه نوشهر بیشتر از شهرستان رودبار است تأثیرپذیری رویش درختان زربین از بارندگی در نوشهر کمتر از رودبار است. بنابراین عوامل دیگری باعث شده که شرایط مطلوب‌تری برای رویش این گونه در نوشهر ایجاد شود. از جمله منطقه نوشهر جلگه‌ای پست و حاصلخیز، بدون فصل خشک و متأثر از آب‌های زیرزمینی است. درحالی‌که منطقه رودبار در ارتفاع بالاتری قرار دارد و رویش درختان در این منطقه تحت تاثیر بارندگی بوده و دسترسی به منابع آب‌های زیرزمینی وجود ندارد. در تحقیقات انجام شده اخیر نیز اثر عامل ذکر شده بر رویش و پهنای دوایر سالیانه درختان مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است. از جمله نتایج بررسی Gholami و همکاران (۱۳) و Bayat و همکاران (۱۰) نشان می‌دهد که کاهش آب‌های زیرزمینی، نوع پراکنش و دسترسی به منابع آب سطحی در کاهش پهنای دوایر سالیانه و قطر آوندهای چوب درختان جنگلی مؤثر است. همچنین نتایج حاصل از تحقیق Watson و Luckman (۲۴) نشان می‌دهد که در زمان فعال بودن کامبیوم، اگر شرایط بارش مناسب باشد

سرعت رشد درختان بیشتر است و شاخص رویش همواره مثبت می‌شود ولی در موقعیت‌های تنش محیطی خصوصاً خشکسالی فعالیت کامبیوم کاهش پیدا می‌کند و شاخص رویش در آن سال‌ها منفی می‌باشد که باتوجه به اینکه منطقه نوشهر فاقد فصل خشک بوده و بارش در این منطقه بر خلاف منطقه رودبار به میزان کافی و به طور منظم‌تری در طول فصول سال انجام می‌گردد، عامل بارش در این منطقه از عوامل محدود کننده رویش محسوب نمی‌شود. در تحقیق Cherubini و همکاران (۱۱) عنوان شده است که دما و رویش برخلاف یکدیگر عمل می‌کنند به همین جهت است که در چند دهه اخیر با افزایش نسبی دما رویش درختان زربین روند نزولی به خود گرفته اند.

با توجه به نتایج این مطالعه، میزان رویش درختان زربین در شهرستان نوشهر استان مازندران بیش از دو برابر شهرستان رودبار استان گیلان می‌باشد. از طرفی تغییرات رویش دوایر سالیانه گونه زربین در شهرستان رودبار بیشتر از نوشهر بوده است که نشان‌دهنده تأثیر نوسانات بارش سالانه در این منطقه کوهستانی است؛ درحالی‌که در نوشهر به‌جز بارش عوامل دیگری نظیر شرایط خوب خاک و رویشگاه و دسترسی بهتر به آب‌های زیرزمینی می‌تواند در تغییرات رویش موثر باشد که پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی به بررسی اثر این عوامل به‌ویژه وضعیت خاک در دو منطقه پرداخته شود. علاوه بر این سایر عوامل اقلیمی مانند میزان و جهت تابش خورشید، جهت وزش باد غالب، رطوبت نسبی هوا و خاک و برخی از عوامل فیزیوگرافی می‌توانند بر خصوصیات رویشی این گونه گیاهی اثرگذار باشند که مطلوبست در مطالعات آتی مورد توجه و بررسی قرار گیرند.

منابع

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

۲- بالاپور، ش.ا.، کاظمی، م. (۱۳۹۱) مطالعه اثر متغیرهای اقلیمی(دما و بارندگی) بر روی رویش سالیانه گونه آزاد (*Zelkova carpinifolia*) تحقیقات علوم چوب وکاغذ ایران، ۲۷ (۱): ۶۹-۸۰.

۳- خوشنویس، م.، متیتی‌زاده، م.، شیروانی، ا.، تیموری، م. (۱۳۹۶) ایران، گنجینه درختان کهن‌سال، مجله طبیعت ایران، ۲ (۴): ۵۵-۴۲.

۴- سوسنی، ج.، سپهوند، ا.، عادلی، ک. و سهم الدینی، ا. (۱۳۸۷) بررسی تأثیر خشکسالی انتهای دهه ۸۰ در میزان رویش قطری درختان شاخه زاد بلوط ایرانی (مطالعه موردی جنگل های منطقه بدرآباد شهرستان خرم آباد)، اولین همایش بین المللی تغییر اقلیم و گاهشناسی درختی در اکوسیستم های خزری، ۲۵ و ۲۶ اردیبهشت، ساری، ایران، ۴۰-۳۲.

۵- طبری، م.، سعیدی، ح.، پورمجیدیان، م، علی‌عرب، ع.ر. (۱۳۸۸) بررسی اثراصلاح خاک نهالستان بر رشد و زنده‌مانی نهال زربین در عرصه جنگل‌کاری. مجله منابع طبیعی ایران، ۶۱ (۳): ۶۶۳-۶۵۳.

۶- کاظمی، س‌م.، اسدپور، حمیده.، بالاپور، ش.ا. (۱۳۹۱) مطالعه روابط بین حلقه‌های رویشی زربین و متغیرهای اقلیمی. پژوهش-های تحقیقات علوم و کاغذ ایران، ۲۷ (۲): ۳۷۱-۳۶۱.

۷- کیائی ضیابری، م.، جعفری، م. (۱۳۹۲) بررسی واکنش درختان جنگلی نسبت به تغییرات اقلیمی و محیطی (مطالعه موردی: پارک جنگلی لویزان، مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۲۷ (۱): ۱۴۱-۱۳۱.

۸- محسن نژاد، ف. (۱۳۹۷). بررسی فلورستیک، فرم رویشی و کوروتیپ رویشگاه گنبروف سهند، تبریز. مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۳۱ (۲): ۳۳۴-۳۲۲.

۹- هدایتی، س.، سوسنی، ج.، اکبری، ح.، فلاح، ا.، بالاپور، ش.ا. (۱۳۹۲) ارزیابی رویش شعاعی درختان زربین (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) با استفاده از دانش گاه‌شناسی درختی در رویشگاه طبیعی آن (مطالعهٔ موردی: علی‌آباد کتول گرگان). مجله جنگل ایران، ۵ (۴): ۳۷۶-۳۶۱.

10- Bayat, M., Thanh Noi, P., Zare, R. & Tien Bui, D., 2019. A Semi-empirical Approach Based on Genetic Programming for the Study of Biophysical Controls on Diameter-Growth of Fagus orientalis in Northern Iran. Remote Sensing, 11: 1680.

11- Cherubini, P., Gartner, B.L., Tognetti, R., Braker, O.U., Schoch, W., and Innes, J.L., 2003. Identification, measurement and interpretation of tree rings in woody species from mediterranean climates, 78: 119-148.

12- Cook, E.R., Johnson, A. H., and Blasing, T. J., 1987. Forest decline: modeling the effect of climate in tree rings. Tree Physiology (3): 27-40.

13- Gholami, V., Torkaman, J., and Dalir, P., 2018. Simulation of precipitation time series using tree-rings, earlywood vessel features, and artificial neural network, Theoretical and Applied Climatology, 137 (3): 1939-1948.

14- Hart JL, van de Gevel S, Sakulich J, Grissino-Mayer HD (2010) Influence of climate and disturbance on the growth of Tsuga canadensis at its southern limit in eastern North America. Trees Struct Funct 24:621– 633.

15- Heidari Safari Kouchi, A., Moradian Fard , F., Rostami Shahraji, T., Iranmanesh, Y. 2017. Biomass and carbon allocation of 10-years-old poplar (*Populous alba* L.) plantations of west Iran, Forest Research: Open access, 6 (2); 1-6.

16- Iranmanesh, Y., Sohrabi, H., Sagheb-Talebi, KH., Hosseini, SM., Heidari Safari Kouchi, A. 2019. Biomass Expansion Factor (BEF) and Carbon Stock for Brant's Oak (Quercus brantii Lindl.) Forests of West-Iran. Annals of Silvicultural Research, 43 (1); 15-22.

17- Koralewski, T.E., Wang, H.H., Grant, W.E., & Byram, T.D. (2015). Plants on the move: Assisted migration of forest trees in the face of climate change. Forest Ecology and Management, 344, 30–37.

18- Liu, J., Yang, B., Qin, C., 2011, A Tree-ring based annual precipitation reconstruction since AD 1480 in south central Tibet. Quaternary International 236, 75-81.

19- Martin-Benito, D., Kint, V., del Río, M. and Cañellas, I., 2011. Growth responses of West-Mediterranean Pinus nigra to climate change are modulated by competition and productivity: Past trends and future perspectives. Forest Ecology and Management, 262(6): 1030-1040.

20- Pourtahmasi, K., D. Parsapajouh, A. Brauning, J. Esper & H. C. Fritz, 2007. Climate analysis of pointer years in Tree ring chronologies from Northern Iran and Neighboring High Mountain Areas, Geooko volum/Band XXVIII, 27-42.

21- Rozas, V. and Olano, J.M., 2013. Environmental heterogeneity and neighborhood interference modulate the individual response of Juniperus thurifera tree-ring growth to climate. Dendrochronologia, 31(2):105-113.

22- Sheng, D.U., Yamanaka, N., Yamamoto, F., Otsuki, K., Wang, S.H., and Hou, Q., 2007. The effect of climate on radial growth of *Quercus liaotungensis* forest trees in Loess Plateau, China. Dendrochronologia, 25: 29-36.

23- Wang, H., Shao, X., Jiang, Y., Fang, X., & Wu, S. (2013). The impacts of climate change on the radial growth of Pinus koraiensis along elevations of Changbai Mountain in northeastern China. Forest Ecology and Management, 289, 333–340.

24- Watson, E., and Luckman, B.H., 2001, Dendroclimatic reconstruction of precipitation for sites in the southern Canadian Rockies. The Holocene, 11(2): 203–213.

25- Zomer, R. J., Xu, J., Wang, M., Trabucco, A., & Li, Z. (2015). Projected impact of climate change on the effectiveness of the existing protected area network for biodiversity conservation within Yunnan Province, China. Biological Conservation, 184, 335–345.

Investigation the effect of climatic factors of temperature and precipitation on growth patterns of the cypress (*Cupressus sempervirens* Var. *Horizontalis* (Mill.) *Gord*) trees in Noshahr and Rudbar habitats

Ghodskhah Daryaei M.[1] Ahooghalandari N.[2] and Torkaman J.[1]

[1] Dept. of Forest Biology, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme`eh Sara, I.R. of Iran.

[2] Dept. of Forest Biology, University Campus2, University of Guilan, Rasht, I.R. of Iran.

Abstract

Climatic conditions and annual patterns of temperature and precipitation have their effects on the width of the annual rings of the trees. Dendrochronology science extracts the hidden information's in these rings during investigating them. The purpose of the present study is to investigate the effects of climate variables on the width of the growth rings of *Cupressus sempervirens* Var. *Horizontalis* In the cities of Rudbar and Noshahr in Gilan and Mazandaran provinces. For this purpose, the number 13 discs were totally prepared from the breast height of the trees in two regions and after the preparation of samples including: cutting, sanding and specifying the borders of growth rings, the surfaces of the discs photographed. Images imported to Digimizer software in JPG format and the width of the growth rings measured with 0.01 mm accuracy. Then the standardization and time matching steps performed on the images. The chronological length of 38 years (1979-2017) gained and matching of the variance (GLK) of 77.26 and 70.10%, for Rudbar and Nowshahr measured, respectively. The average annual growth of 2.46 mm for Rudbar tree rings and 5.20 mm for Nowshahr tree rings were obtained. The results also showed that the growth of trees in Rudbar region had a positive and high correlation with precipitation factor (r = 0.94) and a negative and moderate correlation with temperature factor (r = -0.51). However, the effect of climatic factors on the growth rings of trees in Noshahr was not significant. According to the results of this study, the growth of cypress trees more affected from climatic factors of precipitation and temperature in mountainous and cold climates than that of flat areas and if afforestation considered the lowlands of the Caspian Sea has the priority.

Key words: Dendroclimatology, precipitation, annual rings, dendrochronology, temperature.