نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم و دوم، شماره اول، ۱۳۹٤
http://jwfst.gau.ac.ir

اثر متغیرهای اقلیمی (دما و بارندگی) بر پهنای حلقه‌های رویشی درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی در ناحیه زاگرس میانی (مطالعه موردی: جنگل‌های شهرستان خرم‌آباد)

عاطفه رادمهر[۱]، *جواد سوسنی[۲]، شمس‌الدین بالاپور[۳]، سیدمحمود حسینی قلعه‌بهمنی[۴] و اصغر سپهوند[۴]

[۱]کارشناس‌ارشد گروه جنگلداری، دانشگاه لرستان، [۲]استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه لرستان،
[۳]کارشناس‌ارشد چوب‌شناسی، دانشگاه مازندران، [٤]کارشناس‌ارشد جنگلشناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۸

چکیده

بسیاری از ویژگی‌های درختان از جمله پهنای حلقه‌های سالیانه تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی قرار می‌گیرند. اقلیم‌شناسی درختی، شاخه‌ای از علم گاه‌شناسی درختی است که به بررسی تأثیر فاکتورهای اقلیمی نظیر دما و بارندگی بر خصوصیات حلقه‌های رویش سالیانه درختان می‌پردازد. به‌منظور انجام این تحقیق ۳۰ جست‌گروه شاخه‌زاد گونه بلوط ایرانی، از جنگل‌های بلوط واقع در بخشی از شهرستان خرم‌آباد، استان لرستان انتخاب گردید. نمونه‌ها به‌صورت دیسک تهیه شدند. پس از انتقال به آزمایشگاه و آماده‌سازی سطح نمونه‌ها، پهنای حلقه‌های رویش توسط بینوکولار و میز اندازه‌گیری لین‌تب[۱] و نرم‌افزار تی‌سپ[۲] اندازه‌گیری شد. همچنین تطابق زمانی بین نمونه‌ها با نرم‌افزار تی‌سپ انجام شد. نمونه‌های رویشی هفت جست‌گروه، به‌علت عدم تطابق زمانی مناسب، از مطالعه حذف گردیدند. کرونولوژی منطقه با استفاده از نرم‌افزار آرستان[۳] تهیه گردید. داده‌های بارندگی و دما از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی منطقه گردآوری شد و تأثیر آن‌ها بر روی حلقه‌های رویش سالیانه

*مسئول مکاتبه: Soosani.j@lu.ac.ir

1- LINTAB
2- TSAP
3- ARSTAN

درختان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که به‌علت گرم و خشک بودن منطقه، بارندگی و دما به‌ترتیب تأثیری مثبت و منفی بر رویش شعاعی درختان دارند. بیشترین اثر معنی‌دار بارندگی در ماه‌های مهر (اکتبر) و اردیبهشت (می) و بیشترین اثر معنی‌دار دما در ماه‌های شهریور (سپتامبر)، مهر (اکتبر)، آبان (نوامبر)، آذر (دسامبر)، تیر (ژولای) و مرداد (آگوست) مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: بلوط ایرانی، حلقه رویش، گاه‌شناسی درختی

مقدمه

سن تقریبی درختان جنگل‌های مناطق معتدله را می‌توان با شمردن حلقه‌های رویش، برآورد کرد؛ اما سال دقیق تشکیل هر حلقه رویش نیازمند تکنیک‌های دیگری است. مقایسه الگوی حلقه‌های رویش و پهن و باریک شدن آن‌ها در درختان مختلف و تشخیص سال دقیق تشکیل حلقه، دیر زمانی نیست که در دانش چوب‌شناسی جایگاهی یافته است. حلقه‌های رویش قادر به بیان تاریخ وقایع اتفاق افتاده در طول مدت زندگی تا مرگ درختان هستند. عوامل محدودکننده‌ای که رشد درخت را تحت تأثیر قرار می‌دهند به دو دسته عوامل داخلی و عوامل خارجی تقسیم می‌شوند. (فریتس، ۱۹۷٦) برخی از مهم‌ترین عوامل خارجی شامل آب، دما، نور، دی‌اکسیدکربن، اکسیژن و مواد معدنی خاک می‌باشد. عوامل داخلی نیز شامل مقدار غذا، مواد معدنی، تنظیم‌کننده‌های رشد، آنزیم‌ها و مقدار آب در دسترس می‌باشد. از نقطه نظر اثرات متقابل، سطح عوامل داخلی اغلب نتیجه‌ای از تأثیر عوامل خارجی است، که شرایط را قدری قبل از زمان ظهور پدیده در طول زندگی گیاه فراهم می‌آورد. بدون شک کنش و واکنش‌های بسیار پیچیده‌ای بین عوامل خارجی، شرایط داخلی، فرآیندهای فیزیولوژیکی و رویش اتفاق خواهد افتاد ولی تعداد کمی از آن‌ها مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است.

در مطالعات گاه‌شناسی فرآیند تطابق زمانی از پایه‌های این علم می‌باشد و کاربرد آن باعث فراهم آمدن نوعی کنترل در حین آزمون می‌گردد و محقق را مطمئن می‌سازد که هر لایه رویش در موقعیت زمانی درست خود واقع شده باشد. تمام جهات مورد اندازه‌گیری در یک نمونه رویشی و به همین ترتیب تمام نمونه‌های حاصل از یک رویشگاه باید با یکدیگر تطابق زمانی گردند. به‌این وسیله، اطمینان از نوسانات یک توده در شکل‌گیری حلقه‌های درختان به زمان‌های درستی از تاریخ زندگی آن حاصل می‌شود (فریتس، ۱۹۷٦). جنس بلوط در بسیاری از مطالعات گاه‌شناسی درختی در دنیا مورد استفاده قرار

گرفته است و گونه‌های بسیاری از آن تطابق زمانی شده‌اند (گریشینو مایر، ۱۹۹۳؛ کدرو، ۲۰۰۷). جنس بلوط به‌عنوان یک درخت مقاوم به خشکی با ریشه‌های عمیق در نیمکره شمالی گسترش وسیعی دارد و ۸۰ درصد از گونه‌های آن در عرض ۳۰ تا ۳۵ درجه شمالی و استوا واقع شده‌اند (جعفری، ۲۰۱۲). با توجه به‌این که بلوط ایرانی در بسیاری از رویشگاه‌های غرب ایران رشد می‌کند (جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۲۰۰٤) و همچنین، گونه‌های مختلف جنس بلوط نسبت به نوسانات اقلیمی (بارندگی و دما) واکنش مناسبی نشان می‌دهند، برای انجام این پژوهش از این‌گونه استفاده شده است (گریشینو مایر، ۱۹۹۳؛ لبورگویس و همکاران، ۲۰۰٤؛ شنگ و همکاران، ۲۰۰۷).

نظر به این‌که بیشتر عرصه‌های جنگلی ناحیه زاگرس میانی را جست‌گروه‌های شاخه‌زاد بلوط ایرانی دربرگرفته‌اند؛ این مطالعه بر روی این عناصر صورت گرفت. علت دیگر انتخاب درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی الگوی پراکنش این‌گونه (اکثرا به‌صورت پایه‌ای یا کپه‌ای و خارج از شکل توده) و قرار نگرفتن در شرایط رقابتی توده می‌باشد. به‌همین دلیل تأثیر فاکتورهای اقلیمی مانند بارندگی و دما را به‌صورت معنی‌داری بر رویش شعاعی این درختان می‌توان مشاهده نمود. همچنین جست گروه‌های شاخه‌زاد، به‌دلیل ریشه قوی و گسترده باقی‌مانده از پایه‌های مادری اولیه، در سنین ابتدایی رشد از رویش قابل توجهی برخوردار می‌باشند. که این امر تأثیر سن در نوسانات رویشی این درختان را، در بازه‌های سنی کوتاه (دو تا سه دهه) تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. این تأثیر به اندازه‌ای است که بدون استانداردسازی داده‌های رویشی نیز می‌توان همبستگی قابل ملاحظه‌ای را بین رویش و متغییرهای اقلیمی مشاهده نمود. ظهور پدیده زوال بلوط[1] در این جنگل‌ها، که به‌طور مستقیم از افت رویشی درختان سرچشمه می‌گیرد؛ اهمیت این انتخاب را دوچندان نموده. سیستم ریشه‌ای عمیق و نسبت بالای ریشه به جست[2] در درختان شاخه‌زاد سبب جذب بیشتر آب، مواد معدنی و کربوهیدارت‌ها می‌شود. این ویژگی منجربه رشد سریع‌تر جست‌ها در سنین اولیه و تشکیل حلقه‌های رویشی پهن‌تر در درختان شاخه‌زاد در مقایسه با درختان دانه‌زاد می‌شود (بویوین چابوت و همکاران، ۲۰۰٤؛ لوستراینن و همکاران، ۲۰۰۹).

مطالعه‌ای تاریخ ۳۰۰ ساله گذشته درختان *Qercus petraea* در جنگل‌های برک[3]، واقع در شرق فرانسه را مورد بررسی قرار داد. تأثیر شرایط آب و هوا بر رویش درختان به کمک تطبیق اطلاعات هواشناسی به‌دست آمد و رویش حلقه‌های سالیانه مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین مقدار رویش در

1- Oak decline
2- Root: shoot ratio
3- Berce

ارتباط با بارندگی بین ماه‌های می تا ژوئن گزارش گردید. همچنین این بررسی نشان داد که تشکیل چوب آغاز هر سال تا حدود زیادی به مقدار رطوبت پاییز گذشته و دمای هوا در زمستان مربوط است، در حالی‌که رویش چوب پایان با رطوبت بهار ارتباط بیشتری دارد و اغلب به دما مربوط می‌باشد (لبورگیز، ۲۰۰٤).

مطالعات گاه‌شناسی در مورد درختان بلوط در کشورهای مختلف با اهداف گوناگون به انجام رسیده است. عده‌ای از محققین از آن برای درک فاکتورهای اقلیمی مؤثر بر رویش درختان بلوط بهره جسته‌اند (روزاس، ۲۰۰۵؛ شنگ و همکاران، ۲۰۰۷؛ کدرو، ۲۰۰۷) و تعدادی از محققین در مطالعات خود به بازسازی شرایط اقلیمی برای گذشته پرداختند (دیاز و همکاران، ۲۰۰۲؛ کافر و همکاران، ۲۰۰۸) هدف این مطالعه بررسی اثر فاکتورهای اقلیمی (بارندگی و دما) بر دوایر رویش گونه بلوط ایرانی می‌باشد.

در ایران مطالعات گاهشناسی درختی از سابقه چندانی برخوردار نیست ولی چندین مطالعه در دهه اخیر انجام گرفته است. بالاپور در مطالعه‌ای روابط بین متغیرهای اقلیمی و حلقه‌های رویشی گونه درختی آزاد را مورد مطالعه قرار داده و به‌این نتیجه دست یافته است که دما، تأثیر مهمی بر رویش شعاعی این‌گونه ندارد ولی بارندگی در ماه بهمن تأثیر مثبت و معنی‌داری بر رویش شعاعی گونه آزاد دارد (بالاپور، ۲۰۱۲). تأثیر دما و بارندگی بر حلقه‌های رویشی گونه درختی بید، در حاشیه رودخانه ارس در پژوهشی دیگر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه نشان داد که رویش قطری این‌گونه با دما در ماه خرداد دارای همبستگی منفی و با بارندگی در ماه‌های فروردین و خرداد دارای همبستگی مثبت می‌باشد. همچنین این پژوهش نشان داد که به سبب آب- دوستی گونه درختی بید، دما در رویش آن تأثیر زیادی ندرد. بیشترین تأثیر مربوط به بارندگی می‌باشد (عطایی گیگلو و همکاران، ۲۰۰۸). سوسنی و همکاران در بررسی تأثیر خشکسالی انتهای دهه ۸۰ (۱۳۷۸-۱۳۸۰) در میزان رویش قطری درختان شاخه‌زاد بلوط ایرانی، نتیجه گرفتند که خشکسالی‌های انتهای دهه ۸۰ تأثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش میزان رویش قطری این درختان داشته است. همچنین مقایسه پراکنش مقادیر بارندگی سالانه در یک بازه زمانی ۵ ساله، با مقادیر رویش قطری ایجاد شده در این دوره همبستگی قابل ملاحظه‌ای (با سطح اعتماد ۹۵ درصد) دارد (سوسنی و همکاران، ۲۰۰۸). در یک بررسی تأثیر برخی از مشخصه‌های اقلیمی بر رویش دوایر سالیانه گونه درختی سنجد تلخ در رامسر مورد مطالعه قرار گرفت و بین مشخصه‌های رطوبت نسبی و درجه حرارت، با میزان رویش دوایر سالیانه رابطه

معنی‌داری به‌دست آمد؛ اما بین میزان بارندگی و مقدار رویش سالیانه، رابطه معنی‌داری برای این‌گونه گزارش نشد (حبیبی‌بی‌بالانی و همکاران، ۲۰۰۸). پژوهشی تأثیر فاکتورهای اقلیمی را بر رویش گونه‌های درختی ارس و اوری در دو دامنه شمال و جنوب البرز در منطقه چهارباغ گرگان مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق رابطه بین پهنای دوایر رویشی درختان با فاکتورهای اقلیمی از جمله درجه حرارت و بارندگی بررسی شد و مشخص گردید که رویش درختان تا میزان زیادی متأثر از تغییرات اقلیمی است. در روابط همبستگی بین فاکتورهای اقلیمی و پهنای دوایر سالیانه مشاهده شد که مهم‌ترین فاکتور اقلیمی تأثیرگذار بر رویش گونه‌های درختی ارس و اوری به‌ترتیب بارندگی و دما می‌باشد. (پورطهماسی و همکاران، ۱۳۸۸).

عابدینی و همکاران با بررسی گونه وی‌ول (*Quercus libani*) در جنگل‌های بانه، بیان کردند که منحنی‌های رویش درختان توده تحت دخالت‌های انسانی کاهش چشم‌گیری را در مقایسه با منحنی رویش درختان توده قرق نشان داده است. آن‌ها همچنین با بررسی سال‌های نمادین گزارش نمودند که فراوانی سال‌های نمادین منفی و مثبت در منطقه دخالت داده شده توسط انسان بیشتر بوده است. این امر نشان دهنده تأثیر شاخه‌بری‌ها در افزایش سال‌های نمادین منفی (کاهش رشد شعاعی درختان) در منطقه تحت تأثیر دخالت‌های انسانی می‌باشد (عابدینی و همکاران، ۲۰۱۰). پژوهشی دیگر رابطه بین حلقه‌های رویشی گونه درختی ممرز و متغیرهای اقلیمی را بررسی نمود. نتایج این پژوهش نشان داد که رویش قطری ممرز با متغیرهای ماکزیمم دما و بارندگی اردیبهشت بیشترین همبستگی را دارد (اسماعیل‌پور و جلیلوند، ۲۰۰۸). صفدری همبستگی بین دوایر سالیانه گونه درختی کاج الدار با بارندگی و دما را بررسی نمود. نتایج نشان داد که بارندگی ماه‌های آگوست، آوریل، می و ژوئن بیشترین تأثیر مثبت را بر رویش شعاعی درختان کاج داشته و گرمای ماه‌های ژوئن و جولای بیشترین عامل محدود کننده رشد درختان کاج محسوب می‌شود. این امر ناشی از حساسیت این گونه درختی نسبت به گرمای زیاد فصل تابستان و تأثیر زیاد بارندگی‌های فصل بهار بر رویش شعاعی درختان می‌باشد (صفدری، ۲۰۰۸).

با توجه به اهمیت و گسترش وسیع گونه بلوط ایرانی در غرب ایران (جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۲۰۰٤)، و همچنین اهمیت کاربرد جنس بلوط در مطالعات گاهشناسی به سبب پاسخ مناسب گونه‌های مختلف این جنس نسبت به نوسانات اقلیمی (روزاس، ۲۰۰۵؛ شنگ و همکاران، ۲۰۰۷؛

کدرو، ۲۰۰۷)، تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثر بارندگی و دما بر دوایر رویشی گونه بلوط ایرانی پایه‌ریزی شد.

مواد و روش

جنگل‌های مورد مطالعه در این بررسی، در روستای شهنشاه در فاصله ۱۰ کیلومتری از خرم‌آباد واقع در ناحیه زاگرس میانی می‌باشند. زاگرس میانی رویشگاه خاص بلوط ایرانی (*Quercus persica*) می‌باشد که البته در قسمت‌هایی از این حوزه با گونه مازو (*Quercus infectotia*) یا وی‌ول (*Quercus libani*) یا هر دو و یا برخی از دیگر گونه‌های بلوط در هم می‌آمیزد (جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۱۳۸۲). موقعیت جغرافیایی منطقه ٤۸ درجه و ۱۵ دقیقه تا ٤۸ درجه و ۱٦ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۳ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲٤ دقیقه عرض جغرافیایی می‌باشد. توده‌های جنگلی منطقه مورد مطالعه، به‌طور خالص بلوط ایرانی بوده و عمدتا شاخه‌زاد هستند.

در بررسی‌های اثرات اقلیم بر میزان رویش، نمونه‌برداری و انتخاب درختان بر اساس یافتن درختان قطورتر پایه‌ریزی می‌گردد. در چنین شرایطی نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی نیست، بلکه به‌صورت گزینشی انجام می‌شود. فریتز گزینش انتخابی درختان را یکی از موارد موفقیت‌آمیز در فرآیند تطابق زمانی دانسته است. چرا که این امر باعث هماهنگی بیشتر بین درختان می‌گردد (فریتس، ۱۹۷٦). در انتخاب گزینشی درختان باید توجه داشت که شرایط ژئوبوتانیکی و اقلیمی محل نمونه‌برداری در یک ناحیه هماهنگ و یکنواخت باشد تا فرآیند تطابق زمانی بهتر صورت گیرد (پورطهماسی و همکاران، ۲۰۰۸).

پس از انتخاب درختان موردنظر، با توجه به شاخه‌زاد بودن پایه‌ها و شروع انشعابات تاج و کاهش تقارن در ارتفاع برابر سینه، نمونه‌گیری کمی بالاتر از خمیدگی ابتدای تنه عناصر شاخه‌زاد، از محلی که درخت محدوده درون پوسیدگی را در ناحیه کنده پشت سر گذاشته باشد (عابدینی و همکاران، ۲۰۱۰)، در ارتفاع حدود ۰/۵ متری صورت گرفت (لوپز و همکاران، ۲۰۱۲). از هر درخت نمونه‌ای به‌صورت دیسک تهیه شد و موقعیت مکانی هر درخت نمونه با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی[1] ثبت شد. دیسک‌های تهیه شده هر کدام دارای کد مشخصی شدند. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، به‌منظور آشکارسازی حدود حلقه‌ها، سطح هر دیسک با استفاده از کاغذ سمباده و تیغ مربوط به‌این کار صیقل داده شد و دیسک‌ها برای شروع اندازه‌گیری آماده شدند. پس از آماده‌سازی سطح کلیه نمونه‌ها، برای

1- GPS

آغاز اندازه‌گیری‌ها، حلقه‌های رویش همه نمونه‌ها در زیر لوپ از سمت پوست (کامبیوم) به مغز شمارش و در بازه زمانی ده ساله جداسازی گردیدند تا دقت کافی در هنگام اندازه‌گیری و تطابق زمانی به عمل آید. اولین حلقه شمارش شده مربوط به سال ۲۰۱۰ میلادی (۲۰۱۰ شمسی) بود. پهنای حلقه‌های رویش از سمت پوست به سمت مغز با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر توسط بینوکولار و میز اندازه‌گیری لین تب و نرم‌افزار تحلیل سری‌های زمانی تی سپ اندازه‌گیری شد. این نرم‌افزار طول سری‌های زمانی را مشخص می‌کند. برای هر نمونه رویشی (دیسک) منحنی سری زمانی رویش از دو جهت، در یک مسیر ۱۸۰ درجه‌ای تهیه شد. این مسیر برای هر نمونه در جهتی انتخاب شد که تفکیک حلقه‌های رویش در زیر بینوکولار صورت گیرد. سری‌های زمانی به‌دست آمده بین دو جهت هر نمونه با هم تطابق داده شدند، سپس سری‌های زمانی به‌دست آمده از همه نمونه‌ها با هم مقایسه گردید و تا حد امکان تطابق زمانی لازم بین آن‌ها، صورت گرفت. تطابق زمانی به کمک نرم‌افزار تی سپ انجام شد. برای بررسی اثر اقلیم (بارندگی و دما) بر پهنای حلقه‌های سالیانه، باید سایر گرایشات رویشی را از منحنی رویش درخت خارج کرد. برای حذف اثر این گرایشات رویشی از منحنی رویش درخت، روش‌های گوناگونی وجود دارد که تحت عنوان استاندارد کردن نامیده می‌شوند. در واقع با استفاده از عمل استاندارد کردن، منحنی به‌دست آمده شامل داده‌هایی است که حاکی از ارتباط یک فاکتور مشخص مانند اقلیم با میزان رویش درختان می‌باشد و گرایشات سنی و غیر اقلیمی از سری پهنای حلقه‌ها برداشته شده است. با استفاده از برنامه آرستان، عمل استانداردسازی انجام شد. پس از تعیین گرایشات رویشی برای سری‌های زمانی هر نمونه رویشی، مرحله بعد به‌دست آوردن نمایه‌های رویشی[1] است. این مرحله بدون واحد، انجام پذیرفت. برای به‌دست آوردن نمایه‌های رویشی یک خط راست یا یک تابع نمایی بر مقادیر پهنای حلقه‌های رویش برازش گردید. در مرحله دوم مقادیر شاخص بر اساس تقسیم داده‌های به‌دست آمده بر منحنی برازش شده براساس فرمول زیر محاسبه می‌گردد.

$$It = \frac{Rt}{Gt}$$

It: نمایه حلقه‌های رویش در سال t

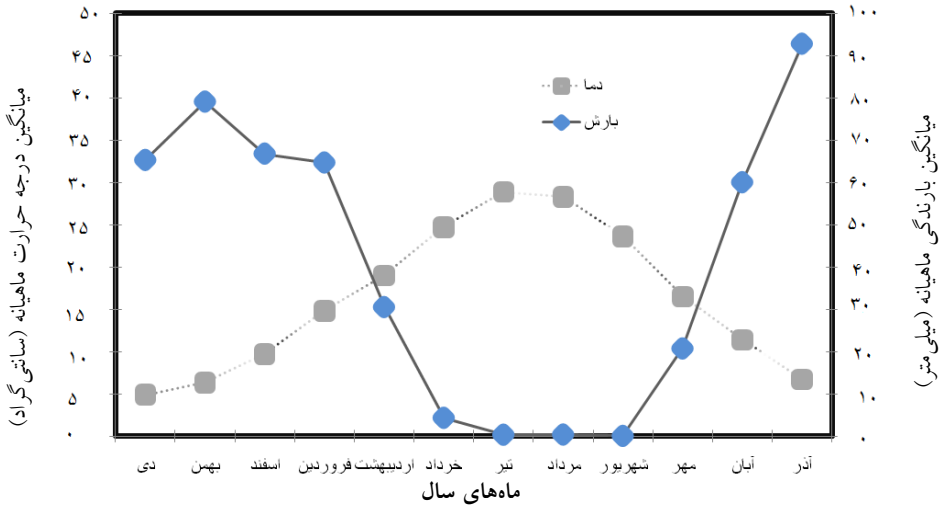
Rt: اندازه یکی از مؤلفه‌های پهنای رویش در سال t

Gt: مقدار گرایشات رویشی برآورد شده در سال t

1- Tree ring index

بنابراین عمل استاندارد کردن، با کنار گذاشتن گرایشات سنی، سری پهنای حلقه‌های رویش را به یک سری زمانی تبدیل می‌کند که بدون واحد است. پس از برآورد نمایه‌های رویش، کرونولوژی مربوط به هر سری زمانی درخت تعیین گردید و در نهایت کرونولوژی مربوط به تمام نمونه‌های رویشی منطقه به‌دست آمد.

داده‌های مجموع بارندگی و میانگین دمای ماهانه در طول ۳۰ سال (۲۰۱۰-۱۹۸۱) از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی موجود در محدوده منطقه مورد مطالعه (ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد) تهیه گردید و تأثیر آن‌ها بر میزان رویش شعاعی درختان بلوط ایرانی مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس داده‌های اقلیمی ثبت شده در طی دوره ۳۰ ساله (۲۰۱۰-۱۹۸۱): متوسط بارندگی سالانه ٤۸۵ میلی‌متر (حداقل: ۰/۱۳ میلی‌متر در تیر ماه و حداکثر: ۹۲/۸ میلی‌متر در آذر ماه) و متوسط دما ۱۷/۲ درجه سانتی‌گراد (حداقل: ۵/۱ درجه سانتی‌گراد در دی ماه و حداکثر: ۲۹/٦ درجه سانتی‌گراد در مرداد ماه) است. ترسیم منحنی آمبروترمیک بر اساس داده‌های ۳۰ ساله، حداقل ۵ ماه خشک را در طول سال نشان می‌دهد (شکل ۱).

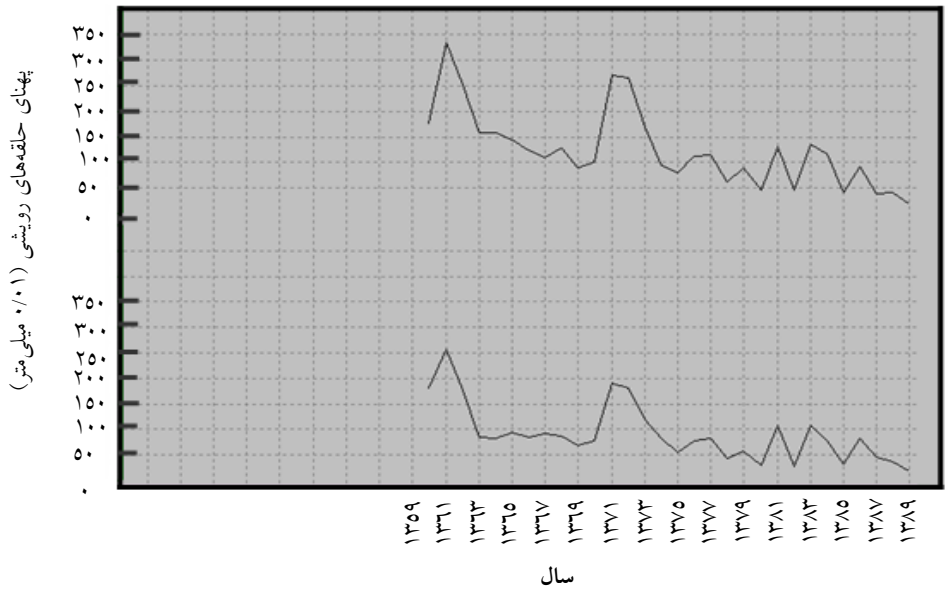


شکل ۱- مجموع بارندگی ماهیانه (میلی‌متر) و میانگین درجه حرارت ماهیانه (درجه سانتی‌گراد) ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد در یک دوره سی ساله.

پدیده رشد تنها متأثر از عوامل اقلیمی فصل رویش نمی‌باشد و فعل و انفعالات پیش از فصل رویش نیز در این امر مؤثرند. در واقع میزان پهنای یک حلقه رویشی متأثر از مجموعه فرآیندهایی است که از طریق اقلیم در طی یک دوره طولانی شامل چندین ماه پیش از شروع فصل رویش بر رویش شعاعی درخت تأثیر می‌گذارند. شروع فصل رویش از فروردین (آوریل) و پایان آن شهریور (سپتامبر) می‌باشد که بررسی تأثیر متغیرها بر رویش، از ٦ ماه قبل از شروع فصل رویش (شهریور سال قبل از شروع فصل رویش) می‌باشد. به‌همین منظور در هنگام مقایسه کرونولوژی رویش درختان با اثرات اقلیم، ۱۳ ماه مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت برای تعیین میزان تأثیر فاکتورهای اقلیمی بر کرونولوژی، به کمک نرم‌افزار SPSS ضریب همبستگی پیرسون محاسبه گردید.

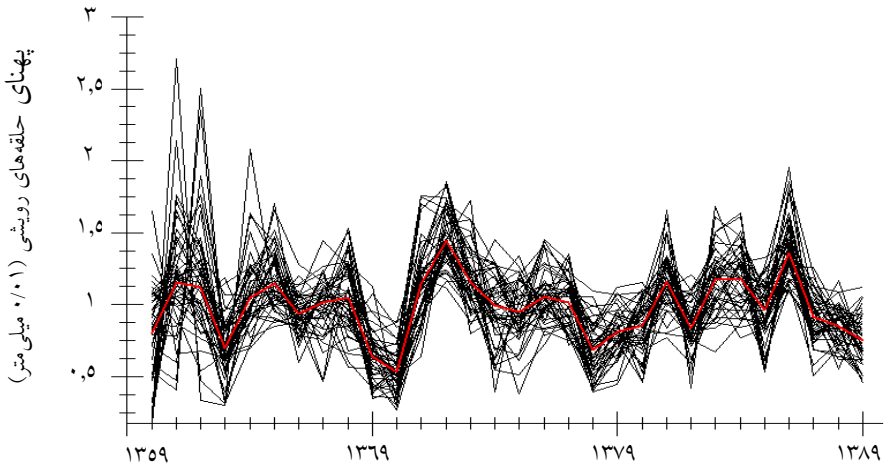
نتایج

در شکل ۲ وضعیت تطابق زمانی در دو سمت یک نمونه رویشی (دیسک) ملاحظه می‌شود. اگرچه دو منحنی کاملا برهم منطبق نمی‌باشند ولی از الگوی رویشی یکسانی پیروی نموده و در نقاط بحرانی عکس‌العمل‌های مشابهی را از خود نشان می‌دهند.



شکل ۲- منحنی‌های رویش از دو جهت یک نمونه رویشی.

از ۳۰ نمونه مورد اندازه‌گیری، ۷ نمونه به‌علت عدم تطابق زمانی کافی حذف گردیدند. پس از اندازه‌گیری پهنای دوایر رویش و انجام تطابق زمانی در دو جهت هر نمونه رویشی، منحنی میانگین رویش برای هر درخت به‌دست آمد و پس از تطابق زمانی نمونه مذکور با نمونه‌های حاصل از سایر درختان، منحنی میانگین رویش تمام درختان مورد مطالعه در منطقه، توسط نرم‌افزار تی سپ تهیه شد. منحنی میانگین درختان در شکل ۳ مشاهده می‌شود. استفاده از این نمودارها برای نمایش هماهنگی بین سری‌های زمانی بسیار کار آمد است. همان‌طور که مشاهده می‌شود اغلب نمونه‌ها الگوی رشد مشابه را در سال‌های افزایش یا کاهش رویش نشان داده‌اند. در ضمن، میانگین منحنی‌های رویش درختان مورد مطالعه از روند مشابهی پیروی می‌کنند (شکل ۳).



شکل ۳- میانگین منحنی‌های رویش درختان بلوط مورد مطالعه.

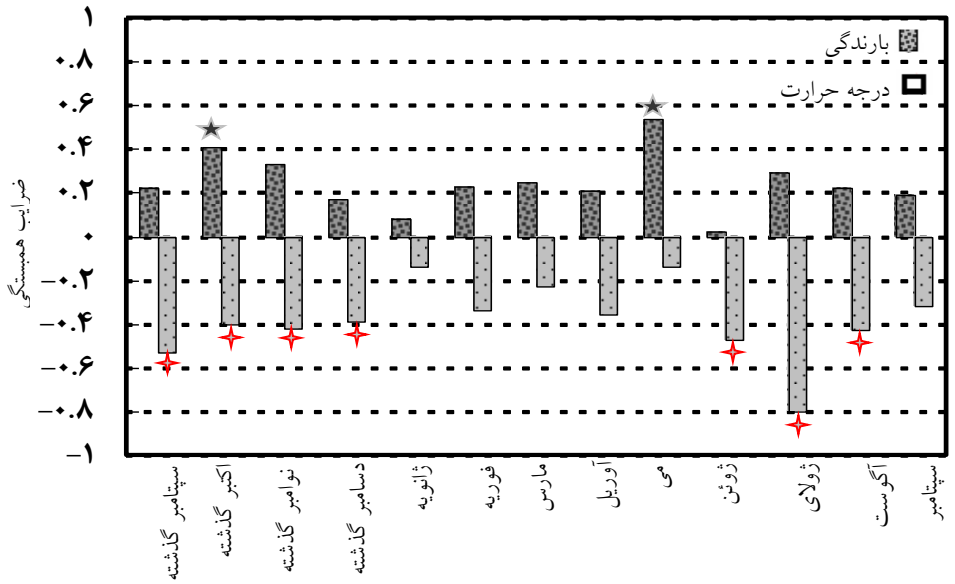
میانگین پهنای حلقه رویش درختان این منطقه ۰/۹۸۳۸ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. حداکثر و حداقل پهنای حلقه‌های رویش به‌ترتیب ۱/۳۰٦ و ۰/٦۳ میلی‌متر به‌دست آمد (جدول ۱). پس از فرآیند تطابق زمانی و به‌دست آوردن منحنی‌های رویش درختان، ویژگی‌های کمی این منحنی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول زیر ویژگی‌های کمی منحنی‌های رویش درختان بلوط مورد مطالعه را با استفاده از برنامه ارستان نشان می‌دهد.

جدول ۱- نتیجه آنالیز حلقه رویشی با استفاده از برنامه ارستان.

مقادیر استاندارد (mm)	ویژگی‌های کرونولوژی
۰/۹۸۳۸	میانگین پهنای حلقه رویش
۰/۹۹۳۱	میانه
۰/۲۱٤٦	میانگین حساسیت
۰/۱۸۱٦	انحراف معیار

شکل ٤ رابطه بین مجموع بارندگی و میانگین دما، با پهنای دوایر رویش شعاعی درختان بلوط در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ٤- همبستگی بین بارندگی و دما (سپتامبر سال گذشته تا سپتامبر سال جاری) و پهنای دوایر رویش شعاعی درختان بلوط (علامت * معنی‌دار بودن را نشان می‌دهد).

همان‌طور که شکل نشان می‌دهد، میزان بارندگی در تمام ماه‌ها با رویش شعاعی درختان بلوط رابطه مستقیمی را نشان می‌دهد. بیشترین اثر معنی‌دار (۹۹ درصد) بارندگی با میزان رویش شعاعی در فصل رویش جاری مربوط به ماه اردیبهشت (می) و در سال قبل از فصل رویش جاری در ماه مهر (اکتبر) می‌باشد (۹۵ درصد).

همچنین ملاحظه می‌گردد که در تمام ماه‌های فصل رویش جاری و سال قبل از فصل رویش، دما با رویش شعاعی رابطه معکوسی را نشان می‌دهد. بیشترین تأثیر منفی و معنی‌دار دما در سال پیش از فصل رویش جاری، در ماه شهریور (سپتامبر) (۹۹ درصد) و در ماه‌های مهر (اکتبر)، آبان (نوامبر) و آذر (دسامبر) (۹۵ درصد) مشاهده گردید. همچنین دما در فصل رویش جاری تأثیر معکوس خود را در ماه‌های خرداد (ژوئن) و تیر (ژولای) (۹۹ درصد) و در ماه مرداد (آگوست) (۹۵ درصد) نشان می‌دهد.

بحث

در این مطالعه همبستگی بین مجموع بارندگی و میانگین دمای ماهانه در طول ۳۰ سال، با منحنی گاهشناسی استاندارد درختان بلوط ایرانی، مورد بررسی قرار گرفت. با بررسی تأثیر دما مشاهده گردید که در تمام ماه‌های فصل رویش جاری و سال قبل از رویش، دما بر رشد درختان بلوط تأثیر منفی دارد. بیشترین مقدار این رابطه معکوس، در پیش از فصل رویش در ماه‌های شهریور (سپتامبر)، مهر (اکتبر)، آبان (نوامبر)، آذر (دسامبر) و در سال جاری رویش در ماه‌های خرداد (ژوئن)، تیر (ژولای) و مرداد (آگوست) مشاهده گردید. به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که افزایش دما باعث کاهش رشد می‌شود. در یک بررسی بر حلقه‌های رویشی گونه *Quercus liaotungensis* تأثیر منفی دما در بهار و تابستان بر پهنای دوایر سالیانه گونه مورد بررسی گزارش شد (شنگ و همکاران، ۲۰۰۷). تحقیقات دیگر نشان دادند که دمای بالا باعث ایجاد تنش‌های خشکی در درختان شده و باعث کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش رویش درختان می‌شود (کدرو، ۲۰۰۷؛ شی و همکاران، ۲۰۱۲؛ ون در ورف و همکاران، ۲۰۰۷). مطالعه حاضرنشان داد که افزایش دما در شهریور (سپتامبر) سال قبل بر رویش شعاعی درختان بلوط در سال جاری تأثیر منفی و بسیار قوی را از خود نشان می‌دهد. این امر به سبب این است که دمای بالا در انتهای فصل رویش موجب مصرف بیش از اندازه مواد غذایی می‌گردد و کاهش ذخیره مواد موردنیاز رویش سال بعد را به‌همراه خواهد داشت. این نتیجه، به‌طور مشابه در

تحقیقات بسیاری از محققان از جمله (پورطهماسی و همکاران، ۲۰۰۸) در ایران و (ون در ماتن، ۲۰۱۲) در آلمان و (سولا و همکاران، ۲۰۰٦) در اسپانیا گزارش شده است. با توجه به اقلیم نیمه‌خشک منطقه، بالا رفتن دما باعث کاهش میزان رطوبت و آب در دسترس گیاه می‌شود که در نتیجه، عامل محدود کننده‌ای برای رشد خواهد بود. علاوه‌بر این، علت تأثیر منفی بر رویش شعاعی، می‌تواند به‌خاطر افزایش تبخیر و تعرق و کاهش فعالیت کامبیوم باشد. در مناطق نیمه‌خشک، کمبود آب در درختان در پاسخ به دمای بالا اتفاق می‌افتد، بنابراین روزهای گرم با فقدان بارندگی همراه با تبخیر و تعرق زیادی می‌باشد. دمای بالا همراه با کمبود آب باعث ایجاد تنش‌های خشکی در درخت، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش ذخیره آب و جذب کربن و نهایتا کاهش رشد می‌شود (شنگ و همکاران، ۲۰۰۷). محققان دیگر نیز علت تأثیر منفی دما را بر میزان رشد، افزایش تبخیر و تعرق و کاهش ذخیره آب ناشی از بارندگی‌های زمستان و ابتدای بهار گزارش کرده‌اند (ون در ورف و همکاران، ۲۰۰۷).

نتایج این مطالعه نشان داد که بین بارندگی و رویش شعاعی درختان بلوط ایرانی در تمام ماه‌ها (فصل رویش و سال قبل از آن)، رابطه مستقیمی برقرار است. در تحقیقات سایر محققان نیز این نتیجه مشابه گزارش شده است (کرکوارا و همکاران، ۲۰۰٤؛ کدرو، ۲۰۰۷). مطالعه‌ای در چین با بررسی حلقه‌های رویش گونه *Quercus liaotungensis* نشان داد که رشد شعاعی به‌طور مثبت با میزان بارندگی در سپتامبر سال قبل و آوریل تا ژوئن سال جاری در ارتباط بوده است (شنگ و همکاران، ۲۰۰۷). در پژوهش دیگری سه گونه درختی *Quercus petraea* , *Quercus pubescens, Quercus robur* مورد بررسی قرار گرفت و کرونولوژی‌های مربوط به هرگونه تهیه شد. پاسخ کرونولوژی‌های تهیه شده به شرایط اقلیمی نشان داد که بارندگی زیاد و خشکسالی در فصل بهار و تابستان به‌ترتیب باعث تشکیل حلقه‌های پهن و باریک در درختان بلوط می‌شود (کدرو، ۲۰۰۷). همچنین نتایج مطالعه‌ای نشان داد که بارندگی نقش مستقیمی در افزایش پهنای حلقه‌های سالیانه دارد و کاهش آن، پویایی[1] جنگل را تحت تأثیر قرار داده و سبب کاهش رویش شعاعی می‌شود (ون در ورف و همکاران، ۲۰۰۷). در تحقیق حاضر، بیشترین ارتباط مثبت بارندگی با رویش شعاعی در فصل رویش جاری در ماه اردیبهشت (می) و در سال قبل از فصل رویش جاری در ماه مهر (اکتبر) مشاهده شد. در توضیح وابستگی رویش شعاعی به‌میزان بارندگی در ماه اردیبهشت، می‌توان بیان کرد که در مناطق نیمه‌خشک، درختان به‌میزان بارندگی به ویژه در اوایل فصل رویش، بسیار حساسند، چرا که با افزایش دما و آغاز فعالیت کامبیوم و پدیدار شدن برگ، آب زیادی در درختان مصرف خواهد

1- Dynamic

شد. بدیهی است که حتی مقدار کم بارندگی می‌تواند برای فتوسنتز و فعالیت کامبیوم و رویش شعاعی مفید باشد (چروبینی و همکاران، ۲۰۰۳؛ شنگ و همکاران، ۲۰۰۷).

درختان بلوط با دسترسی به رطوبت کافی در آغاز بهار، استفاده از کربوهیدارت‌های ذخیره شده در فصل پاییز را آغاز می‌کنند. بنابراین در دسترس نبودن آب کافی باعث عدم ذخیره یا از بین رفتن کربن می‌شود و کاهش رشد را به‌همراه دارد (لبورگویس، ۲۰۰٤). این نتیجه مشابه در تحقیقات بسیاری از محققین از جمله (پورطهماسی و همکاران، ۲۰۰۸) در ایران، (کدرو، ۲۰۰۷) در لهستان و (شی و همکاران، ۲۰۱۲) در چین به‌دست آمده است.

در خصوص تأثیر معنی‌دار بارندگی در ماه مهر (اکتبر) بر میزان رویش شعاعی می‌توان این‌گونه بیان کرد که، بارندگی قبل از شروع فصل رویش جاری شرایطی را فراهم می‌کند. با افزایش فعالیت میکروبی خاک، دسترسی به ذخیره کربن و عناصر موردنیاز برای رشد درختان آسان‌تر شده و افزایش رشد شعاعی در فصل رویش جاری را سبب می‌شود (شنگ و همکاران، ۲۰۰۷). به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که فراهم بودن منبع آب کافی حاصل از بارش در فصل پاییز سبب افزایش رشد درختان در فصل رویش جاری خواهد شد. محققان دیگری نیز در تحقیقات خود این نتیجه مشابه را گزارش نموده‌اند (کدرو، ۲۰۰۷؛ کارپاویسیوس و ویتاز، ۲۰۰٦؛ شی و همکاران، ۲۰۱۲). در کل میتوان چنین نتیجه‌گیری کرد که در مناطق گرم و خشک، بارندگی و دما از مهمترین عوامل تأثیرگذار در رشد درختان می‌باشند (شی و همکاران، ۲۰۱۲). جنگل‌های شاخه‌زاد بلوط ایرانی به لحاظ وسعت و تعداد جزو مهمترین گونه‌های درختی جنگل‌های ایران (و شاید مهمترین آن‌ها را) به‌شمار می‌آیند. ظهور پدیده زوال بلوط در این جنگل‌ها، به‌ویژه در نواحی میانی زاگرس، در سالیان اخیر، روندی افزایشی داشته به نحوی که براساس بررسی‌های اولیه حدود ۳۰ درصد از جنگل‌های بلوط استان لرستان و بیش از ٤۰ درصد از جنگل‌های بلوط استان ایلام رو به زوال و نابودی هستند. بررسی‌های گاهشناسی، اثرات مهمترین عوامل اثرگذار اقلیمی را بر روند کاهش این‌گونه مشخص کرده است؛ در ضمن این بررسی‌ها، اطلاعات ارزشمندی درباره نحوه مدیریت کاشت، و نیز چگونگی مواجه با این چالش را پیش روی ما قرار خواهد داد.

منابع

1.Abedini, R., Pourtahmasi, K., Ghazanfari, H., and Karimi, A.N. 2010. Effect of severe lopping on radial growth of Lebanon Oak (*Quercus libani* Oliv.) trees in Baneh adjacent forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(4): 556-568. (In Persian)

2.Ataei Giglo, I., Jalilvand, H., and Ataei, Z. 2008. Assessment of Effect of Climate Variables (Temperature, Precipitation) on Growth Ring of Tree Salix Aras river braid. Proceedings of the First International Conference on Climate Change and Chronology Tree, Surrey, 25-26 May: 78-86.

3.Balapour, S., and Kazemi, S.M. 2012. Effects of climate variables (temperature and precipitation) on annual growth of *Zelkova carpinifolia.* Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 27(1): 69-80. (In Persian)

4.Boivin-Chabot, S., Margolis, H.A., and Weber, J.C. 2004. Variation in coppice-shoot growth among provenances of *Calycophyllum spruceanum* Benth. in the Peruvian Amazon Basin. Forest Ecology and Management, 198: 249–260.

5.Cedro, A. 2007. Tree-ring chronologies of Downy oak (*Quercus pubescens*), Pedunculate oak (*Q. robur*) and Sessile oak (*Q. petraea*) in the bielinek nature reserve: Comparison of the climatic determinants of tree-ring width. Geochronometria, 26: 39-45.

6.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. Biol Rev, 78: 119-148.

7.Corcuera, L., Camarero, J.J., and Gil-Pelegrin, E. 2004. Effects of a severe drought on growth and wood-anatomical properties of *Quercus faginea*. IAWA Jornal, 25: 185-204.

8.Cufar, K., Deluis, M., Zupancic, M., and Eckstein, D. 2008. A 548-year Tree-ring chronology of oak (*Quercus* spp) for Southeast slovenia and its significance as a dating tool and climate archive. tree ring research, 64(1): 3-15.

9.Díaz, S.C., Therrell, M.D., Stahle, D.W., and Cleaveland, M.K. 2002. Chihuahua (Mexico) winter-spring precipitation reconstructed from tree-rings, 1647–1992. Climate Research, 22: 237–244.

10.Fritts, H.C. 1976. Tree ring and climate. Academic Press, London Newyork Sanfrancisco. A subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich. publisher university of Arizona, U.S.A 567p.

11.Grissino-Mayer, H.D. 1993. An update list of species used in tree-ring research. Tree-ring Bulletin 53: 17-43.

12.Habibi Bibalani, Gh., Bazhrang, Z., Pour-Rabi, S., Joodi, L., and Shibaei, N., 2008.

13.Study for some climatic characters on annual ring growth for *Melia azedarach* at Ramsar. Proceedings of the First International Conference on Climate Change and Chronology Tree, Surrey, 25-26 May: 52-45. (In Persian)

14. Jafari, M. 2012. A new approach to dendroecological studies: Climate change impact on forest' wood production in Astara (Gilan). Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 27(4): 690-706. (In Persian)
15. Jazirehi, M.H., and Ebrahimi Rastaghi, M. 2004. Silviculture of Zagros forests. Tehran University Press, 560p. (In Persian)
16. Karpavičius, J., and Vitas, A. 2006. Influence of environmental and climatic factors on the radial growth of European ash (*Fraxinus excelsior* L.). Ekologija, 1: 1-9.
17. Lebourgeois, F., Cousseau, G., and Ducos, Y. 2004. Climate- tree-growth relationships of *Quercus petraea* Mill, stand in the forest of Berce (Futaie des Clos Sarthe, France). Annals of forest science, 61: 1-12.
18. Lopez, L., Villalba, R., and Peña-Claros, M. 2012. Determining the annual periodicity of growth rings in seven tree species of a tropical moist forest in Santa Cruz, Bolivia. Forest Systems, 21(3): 508-514.
19. Luostarinen, K., Huotari, N., and Tillman-Sutela, E. 2009. Effect of regeneration method on growth, wood density and fibre properties of downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.). Silva Fennica, 43(3): 329–338.
20. Pourtahmasi, K., Parsapajouh, D., Marvi Mohajer, M., and Ali- Ahmed-Korouri, S. 2008. Evaluation of Juniper trees (*Juniperus polycarpos* C. Koch) radial growth in three sites of Iran by using dendrochronology. Journal of Forest and Poplar Research, 16(2): 327-342. (In Persian)
21. Pourtahmasi, K., Poursartip, L., Bräuning, A., and Parsapajouh, D. 2009. Comparison between the radial growth of Juniper (*Juniperus polycarpos*) and Oak (*Quercus macranthera*) trees in two sides of the Alborz Mountains in Chaharbagh region of Gorgan. Journal of Forest and Wood Products, 62(2): 159-169. (In Persian)
22. Rozas, V. 2005. Dendrochoronology of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in an old-growth pollarded woodland in northen Spain: tree-ring growth responses to climate. Annals of forest science, 62: 209-218.
23. Safdari, V.R. 2008. Correlation between ring width of Pine species (*Pinus eldarica*) with precipitation and temperature. Proceedings of the First International Conference on Climate Change and Chronology Tree, Surrey, 25-26 May: 20-38. (In Persian)
24. Solla, A., Sanches-Miranda, Á., and Camarero, J.J. 2006. Radial-growth and wood anatomical changes in *Abies alba* infected by *Melampsorella caryophyllacearum*: a dendroecological assessment of fungal damage. Annals of forest science, 63: 293– 300.
25. 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.

26. Shi, Z., Gao, J., Yang, X., Jia, Z., Shang, J., Feng, C., and Lu, S. 2012. Response of Mongolian pine radial growth to climate in Hulunbuir Sand Land, Inner Mongolia, China. Journal of Food, Agriculture and Environment, 10(2): 884-890.
27. Soosani, J., Sepahvand, A., Adeli, K., and Sahmdiny, E. 2008. Investigating the effects of late 2000s drought on DBH increment of Q. Persica coppice trees (Case study Zagros-Khoramabad). Proceedings of the First International Conference on Climate Change and Chronology Tree, Surrey, 25-26 May: 32-40. (In Persian)
28. Smailpoor, S., and Jalilvand, H. 2008. Relationship Between Increment Rings of Hornbeam and Climatic Parameters. Proceedings of the First International Conference on Climate Change and Chronology Tree, Surrey, 25-26 May: 45-55. (In Persian)
29. Van der werf, G.W., Sass-Klaassen, U.G.W., and Mohren, G.M.J. 2007. The impact of the 2003 summer drought on the intra-annual growth pattern of beech (*Fagus sylvatica* L.) and oak (*Quercus robur* L.) on a dry site in the Netherlands. Dendrochronologia, 25: 103-112.
30. Van der Maaten, E. 2012. Climate sensitivity of radial growth in European beech (*Fagus sylvatica* L.) at different aspects in southwestern Germany. Trees - Structure and Function, 26(3): 777–788.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 22 (1), 2015
http://jwfst.gau.ac.ir

Effects of climate variables (temperature and precipitation) on the width of Rings-growth in Persian coppice oak in the central Zagros (Case study: Khoramabad)

A. Radmehr[1], *J. Soosani[2], Sh. Balapour[3], S.M. Hosseini Ghaleh Bahmani[4] and A. Sepahvand[4]

[1]M.Sc. Dept., of Forestry, Lorestan University, Khoramabad, Iran, [2]Assistant Prof., Dept., of Forestry, Lorestan University, Iran, [3]M.Sc. of Wood Science, Mazandaran University, Iran, [4]M.Sc. of Forestry and Forest Ecology, Tehran University, Iran

Received: 1/21/2013 ; Accepted: 3/9/2014

Abstract

The Most characteristics of tree such as annual growth ring are influenced by climatic changes. Dendroclimatology is a branch of Dendrochronology science which studies the effects of climate parameters such as temperature and precipitation on the characteristics of annual growth ring. To carry out this research, 30 *Quercus persica* coppice trees were selected in Oak forest in Khorramabad, Lorestan, Iran. We supply samples of trees with disk format and then they were taken to the laboratory and prepared there by the handle cutter. Annual growth rings were measured by BINOCOLAR and LINTAB measurement table and TSAP software. Cross dating was performed among samples by TSAP software. Seven samples of tree were deleted due to unsuitable Cross dating. Chronology of the site was prepared by ARSTAN. Temperature and precipitation data were collected from climatology station and their effects on annual growth ring were examined. The results indicated that precipitation and temperature had positive and negative effects on trees growth, respectively because of the arid and semi-arid climate. The most positive and significant effect of precipitation was recognized in October and May but that of temperature was determined in September, October, November, December, July and August.

Keywords: *Quercus persica,* Ring-growth, Dendrochronology

*Corresponding author: Soosani.j@lu.ac.ir