Archive of SID

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد شانزدهم، شماره چهارم، ۱۳۸۸
www.gau.ac.ir/journals

بررسی میزان همسانی مدل‌های رویش قطری درختان راش خزر

*محمد امینی[۱]، منوچهر نمیرانیان[۲]، خسرو ثاقب‌طالبی[۳] و روجا امینی[۴]

[۱]استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، [۲]دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشگاه تهران، [۳]دانشیار مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، [۴]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۵/۱۱

چکیده

رویش درختان جنگلی تحت‌تأثیر عوامل درونی درخت، مؤلفه‌های محیطی و عامل زمان قرار می‌گیرد. در سال‌های مختلف حیات درخت، میزان رویش برحسب شدت نوسانات، دوام و نحوه تأثیر هر یک از عوامل یاد شده تفاوت نشان می‌دهد. بررسی حاضر با هدف تعیین میزان همسانی رویش قطری درختان راش در: سنین، دوره‌های حیاتی و طبقات قطری مختلف انجام شده است. به این منظور تعداد ۳۰ اصله درخت راش در کلاسه‌های قطری مختلف در جنگل هفت‌خال ساری قطع شدند. در ارتفاع برابر سینه هر یک از درختان، یک دیسک به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر تهیه شد. بعد از اندازه‌گیری پهنای حلقه‌ها، رابطه سن با تغییرات رویش شعاعی به‌صورت مدل ریاضی درآمد. براساس نتایج اولیه، روند و مدل رویش هر درخت در دوره‌های حیاتی آن تغییر می‌کند. همچنین بازه‌های آماری و نیز مدل‌های رویش درختان واقع در هر کلاسه قطری، با یکدیگر تفاوت نشان می‌دهند. به‌منظور کم کردن تعداد معادله‌ها و نتیجه‌گیری، با استفاده از روش «مونه‌بندی»، درختان نمونه با ۳ معیار: کلاسه‌های قطری، سن و میانگین رویش، به ۱۰ گروه تقسیم شدند. برای هر گروه معادله ریاضی سن و رویش برازش داده شد. بعد از مقایسه میانگین‌ها، مقایسه واریانس‌ها و مقایسه توزیع‌ها، بازه‌های آمار توصیفی و

* مسئول مکاتبه: dr_moamini@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مشخصه‌های رگرسیونی مدل رویش گروه‌ها با یکدیگر مقایسه شدند. مطابق نتایج، مدل‌های رویش قطری درختان راش یکسان نیست و در مطالعات باید در ۱۰ گروه جداگانه مورد بررسی قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: مدل ریاضی، رویش، راش، دیسک، ارتفاع برابر سینه

مقدمه

راش خزر *Fagus orientalis* Lipsky از ارتفاع ۷۰۰ تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریای آزاد روی دامنه‌های شمالی البرز همراه با سایر پهن‌برگان، جوامع متنوعی را به‌وجود می‌آورد. مطابق آخرین آماربرداری سراسری جنگل های شمال، این‌گونه از نظر تعداد ۲۳/٦ درصد و از نظر حجم ۲۹/۹٦ درصد از موجودی جنگل های شمال ایران را تشکیل می‌دهد. راش خزر به شکل تیپ غالب ۱۰/۲ درصد از مساحت و به‌صورت تیپ آمیخته ۹ درصد از مساحت جنگل‌های شمال ایران را دربر می‌گیرد (رسانه و همکاران، ۲۰۰۱). علاوه‌بر کمیت‌های فراوانی این‌گونه، دو ویژگی: طولانی بودن گردش زمانی مدیریت جنگل‌های طبیعی (بیش از یک قرن) و آسیب‌پذیری گونه راش نسبت به نامساعد شدن شرایط محیطی، بر اهمیت و ضرورت دقت در برآورد رویش آن می‌افزاید. به‌طورکلی تعیین رویش درختان از موضوع‌های محوری مدیریت جنگل به‌شمار می‌رود که در مدیریت بیولوژیک و پرورش توده‌ها و نیز برنامه‌ریزی تولید و برداشت محصول جنگل کاربرد دارد.

رویش درختان جنگلی تحت‌تأثیر عوامل درونی درخت، مؤلفه‌های محیطی و زمان قرار می‌گیرد. فیزیولوژی، سرشت گونه، سن درخت، نحوه رشد درخت در دوره‌های حیاتی آن، مشخصات ژنتیک و مرغوبیت پایه مادری از مهم‌ترین عوامل درونی هستند. وضعیت آب و هوایی، شیب زمین، جهت جغرافیایی دامنه، نوع خاک، عناصر قابل جذب خاک و تغذیه آبی، فاصله بین درختان، وضعیت رویش درختان مجاور و موقعیت درخت در توده از جمله مهم‌ترین مؤلفه‌های محیطی مؤثر بر رشد درختان به‌شمار می‌روند (مروی‌مهاجر، ۲۰۰۵). براساس نتایج بررسی‌های میربادین و گرجی‌بحری (۱۹۹٦)، کاهش مقدار رویش سالانه درختان راش خزر با میزان بذردهی در دوره‌های تناوبی همبستگی دارد و درختان از این نظر به ۳ گروه در وضعیت سال‌های بدون بذردهی، دارای بذردهی فراوان و بذردهی جزئی دسته‌بندی می‌شوند. پارساپژوه (۱۹۷۳) به این نتیجه رسید که در سال‌هایی که به‌علت مناسب بودن بارندگی و دما دوره رویش طولانی‌تر و شرایط رویش مناسب‌تر است درخت راش به ساختن

www.SID.ir

Archive of SID

ماده چوبی متراکم‌تر می‌پردازد. همچنین خصوصیات فردی درختان راش مربوط به اکوتیپ‌های مختلف آن نکته بسیار مهمی است. پارساپژوه (۱۹۷٦) در مطالعه دیگری که در ۱۵ پایگاه (۵ نیم‌رخ از راشستان‌های شمال ایران و در سه دامنه ارتفاعی) انجام داد به این نتایج دست یافت که مقدار رویش قطری و جرم ویژه چوب راش خزر در پایگاه‌های پایین بیش از ارتفاعات میان‌بند و بالابند است. همچنین رویش قطری و جرم ویژه در گرگان و نوشهر بیش از سایر مناطق می‌باشد. مطابق نتایج این بررسی، تفاوت زیاد رویش تنها به عامل ارتفاع از سطح دریا مربوط نمی‌شود و عوامل دیگری نیز در این امر نقش دارند. بررسی‌های مروی‌مهاجر (۱۹۷٦)، نیز در ۱۵ پایگاه (۵ نیم‌رخ از راشستان‌های شمال ایران و در سه دامنه ارتفاعی) نشان داد که راشستان‌هایی که در ارتفاع ۹۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا واقع شده‌اند از نظر ارتفاع غالب بهترین وضعیت را دارند. در هر رویشگاه پایگاه‌هایی که در حد پایین جامعه راش قرار دارند، بلندترین درختان راش را در بر می‌گیرند. خواص مورفولوژیک و کیفیت ظاهری راش در رویشگاه‌های مختلف تفاوت دارند. حبیبی (۱۹۷۵)، بهترین شرایط خاک راشستان‌های شمال ایران را روی خاک‌های لیمونی رسی و رسی لیمونی معرفی کرد و به این نتیجه دست یافت که راش در سنین بالا بیش از عناصر خاک به تغذیه آبی وابستگی دارد. یافته‌های مشتاق‌کهنمویی (۲۰۰۲) نشان می‌دهد که در جنگل‌های رامسر، ارتفاع از سطح دریا بیشترین تأثیر را بر رویش راش خزر دارد و عوامل اقلیم، خاک، توپوگرافی و رقابت در مراتب بعدی قرار دارند. براساس نتایج بررسی جلیلوند و همکاران (۲۰۰۱)، روی راش آمریکایی (*F. grandifolia*)، رویش راش با بارش سالانه فصل رشد، همبستگی قوی دارد و دمای تابستانه سال قبل نیز از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رویش آن است. براساس نتایج بررسی‌های تارادیف و همکاران (۲۰۰۱)، رویش شعاعی راش امریکایی با بارندگی همبستگی مثبت و با دمای ماه‌های اول تابستان در سالی که حلقه‌ها تشکیل شده‌اند، همبستگی منفی دارد. سال‌های خشک اثر قوی‌تری بر رویش راش در فصل رشد بعدی دارد گسترش‌گاه راش آمریکایی با دمای ماه جون کنترل می‌شود. بدنارز (۲۰۰۱)، به این نتیجه رسید که بین پهنای حلقه‌های رویش راش اروپایی (*F. sylvatica*) با متوسط دمای ماهانه، بارش ماهانه و روزهای هوای آفتابی ماهانه، رابطه معنی‌دار وجود دارد. بین پهنای حلقه‌ها با دمای زمستانه ارتباط معنی‌دار دیده نمی‌شود. براساس یافته‌های لانگینا (۲۰۰٤)، ماه فوریه سرد و خشک همچنین ماه جون گرم و خشک روی رویش راش اروپایی اثر منفی دارند. بارندگی و دمای تابستان و پاییز سال قبل نیز بر رویش سال جاری اثر معنی‌دار می‌گذارد. عامل اصلی مؤثر بر رویش راش، بارندگی قبل از فصل رشد و نیز در

www.SID.ir

Archive of SID

خلال فصل رشد بوده است. بررسی‌های دیتمار (۲۰۰۱)، نشان می‌دهد که پهنای حلقه‌های رویش راش اروپا نسبت به عوامل اقلیمی حساسیت زیاد نشان می‌دهند. عوامل مؤثر در رویش شعاعی به شرایط رویشگاه، به‌ویژه عرض جغرافیایی، وابستگی قوی دارند. در اروپای مرکزی، در عرض‌های پایینی (تا ارتفاع ٦۰۰ متر از سطح دریا) تغذیه آبی، تناوب و فراوانی گلدهی در تعیین رشد مهم‌ترین عوامل هستند. در عرض‌های جغرافیایی بالا (بالاتر از ۸۰۰ متر از سطح دریا) تابش نور و گرما در فعالیت‌های رویش عوامل اول می‌باشند. پودلاسکی (۲۰۰۲)، به این نتیجه رسید که رویش شعاعی راش اروپایی با میزان آزاد بودن بخش نورگیر تاج (در برابر درختان مجاور)، و افزایش طول نسبی تاج همبستگی نزدیک دارد. سسکاتی و پیوتی (۱۹۹۹)، دریافتند که به‌خاطر تأثیر شدید رقابت بر رویش راش اروپایی، که حتی در مواردی اثرات اقلیمی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد و همچنین در صورت استفاده از سری‌های زمانی، باید در فرایندهای روندزدایی به رقابت بین گونه‌ای و بین پایه‌ای وزن بیشتری داده و توجه شود.

نتایج بررسی‌های یاد شده دلیل آن است که برحسب شدت نوسانات، دوام و نیز نحوه تأثیر هر یک از عوامل یاد شده، میزان رویش در سال‌های مختلف حیات درختان راش، تفاوت نشان می‌دهد (امینی، ۲۰۰٦). در جنگل‌های طبیعی خزان‌کننده با منشا دانه‌زاد چند سنی (ناهمسال)، هم‌زمان نبودن نوسانات رویش درختان، عامل پایداری جنگل به‌شمار می‌رود. این عوامل به‌صورت مرکب و حتی با اثر متقابل، در میزان رویش اثر می‌گذارند و رویش سالانه برایند تأثیر همه این عوامل خواهد بود. ولی هم‌زمان نبودن، اثر چندجانبه و جابجا شدن عامل اصلی مؤثر بر رویش در سال‌های مختلف زندگی درختان، در فرآیند پیش‌بینی و براورد رویش و تولید جنگل، پیچیدگی ایجاد می‌کند. بنابراین هر قدر بررسی‌ها در دوره طولانی‌تر صورت پذیرد، برآوردها به واقعیت نزدیک‌تر می‌شوند. در مقابل، برای برازش مدل‌های ریاضی با حفظ دقت مورد انتظار، به ساختارهای ساده‌تر تمایل قوی‌تری وجود دارد، بنابراین برای بازسازی آماری و انجام پیش‌بینی‌ها، دوره‌های زمانی کوتاه‌مدت‌تر (مثلاً کمتر از ۵۰ سال) ترجیح داده می‌شوند. عامل تعیین‌کننده بعدی، شرایط کاربرد نتایج برآوردهاست که مستلزم ساده بودن مدل‌های پیش‌بینی کننده است. چرا که براساس فلسفه استفاده از معادله‌های رگرسیونی، مدل‌های عرضه شده باید: ضمن حفظ دقت مورد انتظار، به لحاظ مدت زمان اندازه‌گیری متغیر وابسته، شیوه و امکانات تولید و پردازش داده‌ها، به گونه‌ای شکل گیرند که اطلاعات مورد نیاز کاربران با سرعت بیشتر و هزینه کمتر به‌دست آیند. گرایش دیگری که کاربران دارند، استفاده از معادله‌هایی است که در سطوح

www.SID.ir

Archive of SID

گسترده‌تر جغرافیایی کاربرد داشته باشند. اما باید توجه داشت که متناسب با وسیع‌تر شدن محدوده جغرافیایی، دامنه تفاوت متغیرهای رویشگاهی و نیز مشخصات درختان نمونه‌ای که برای برآورد پارامترهای مدل، اندازه‌گیری می‌شوند، بزرگ‌تر می‌گردد، در نتیجه این مدل‌ها با احتمال کاهش دقت برآوردها مواجه می‌شوند.

بنا بر آنچه یاد شد فرآیند مدل‌سازی در جنگل‌های ناهمسال، با چند محدودیت روبه‌رو می‌شود که عبارتند از: انتظار کاربران برای دریافت مدل‌های دقیق، ساده، با قابلیت تعمیم در سطوح گسترده و برای زمان‌های طولانی، امکانات محدود برای تهیه اطلاعات آماری (نمونه‌برداری زمینی پرهزینه و زمان‌بر است)، محدودیت‌ها و پیچیدگی‌های مبانی نظری ریاضی و آمار، شرایط متنوع توده‌های جنگلی در لکه‌های بی‌شکل و پراکنش نامنظم جغرافیایی، تغییرات میزان و روند رویش در زمان‌های مختلف تحت‌تأثیر عوامل درونی و بیرونی درخت و به‌ویژه شرایط متفاوت رقابت با درختان هم‌جوار.

بررسی حاضر، با هدف تعیین میزان همسانی رویش قطری درختان راش موجود در یک رویشگاه در: سنین، دوره‌های حیاتی و طبقات قطری مختلف این درختان، برای کاربرد در شرایط طبیعی مشابه این رویشگاه در استان مازندران و شمال کشور انجام شده است. لازم به یادآوری است که پژوهش‌های انجام شده پیرامون موضوع رویش درختان و توده‌های راش در موقعیت‌های مختلف جغرافیایی راشستان‌های ایران به نتایج متفاوتی منجر شده‌اند (امینی، ۲۰۰۶). این تفاوت‌ها به‌علت تأثیر شرایط موضعی و طبیعی هر رویشگاه و دخالت‌های انسانی افزون بر آنهاست. با توجه به موارد یاد شده، کاربران و محققان هنگام استفاده از مدل‌های پیش‌بینی‌کننده وقایعی که در طبیعت اتفاق می‌افتند، باید شرایط طبیعی و دقت آماری هر مدل را با انتظارات و شرایط طبیعی کار خود مقایسه کنند و در صورت وجود تشابه نسبی، تحت شرایط کنترل اطلاعات، از آنها استفاده نمایند.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سری ٦ طرح جنگل‌داری «هفت‌خال» انجام شده است. این طرح جنگل‌داری در آبخیز شماره ٦٩ طرح جامع جنگل‌های شمال کشور و در حوزه رودخانه تجن به فاصله ٤٠ کیلومتری جنوب شهرستان ساری قرار دارد. بعد از بازدیدهای زمینی و بررسی‌های همه جانبه، از بین راشستان‌هایی که تا زمان اجرای این پژوهش مورد بهره‌برداری قرار نگرفته بودند، پارسل ١١ سری یاد شده، انتخاب شد.

www.SID.ir

Archive of SID

تشریح پارسل ۱۱: بیشینه ارتفاع از سطح دریا ۱٤۷۵ متر، اختلاف ارتفاع بین بالاترین و پایین‌ترین نقطه ارتفاعی آن ۷۵ متر و شیب زمین ملایم (۲۰ تا ۳۰ درصد) است. در این پارسل نقاط خالی، جنگل مخروبه و گاوسرا وجود ندارد. جامعه گیاهی راشستان، سیمای عمومی جنگل دانه‌زاد، نامنظم، چند سنی (ناهمسال) و ساختار طبیعی مشابه جنگل‌های بهره‌برداری نشده هیرکانی است. تیپ غالب جنگل راش همراه با آسپرولا و خاس، که همراه با آن ممرز و تک درختان توسکا، نمدار و گیلاس وحشی دیده می‌شوند. تراکم تعداد درختان در حد انبوه، کلاسه سنی اغلب میانسال تا جوان، تجدید حیات راش در تمام مراحل رویشی، به‌ویژه خال و تیرک در حد انبوه دیده می‌شود. تاج پوشش ۸۵–۸۰ درصد، کیفیت درختان خوب (کیفیت تنه‌ای ٦۵ درصد درختان خوب و ۳٤/۸ درصد متوسط)، تاج درختان متقارن و بذردهی آنها بسیار خوب، در مجموع ظرفیت جنگل درجه یک است. روش جنگل‌داری ناهمسال و شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی برای آن در نظر گرفته شده است. حجم در هکتار ۳٦۱/۵ مترمکعب، و تعداد درخت در هکتار ۲٦۸ اصله می‌باشد. گونه راش ٥٤ درصد حجم سرپا و ۷۲ درصد از تعداد و گونه ممرز ٤۳ درصد حجم سرپا و ۲۳ درصد تعداد درختان پارسل ۱۱ را تشکیل می‌دهند (سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ۲۰۰۱). در طرح جنگل‌داری «هفت‌خال» ایستگاه هواشناسی وجود ندارد، بنابراین پس از شناسایی نزدیک‌ترین ایستگاه‌های مستقر در شرایط مشابه محل اجرای پژوهش، از بین آنها ایستگاه سرکت «حوزه تجن»، که قدمت و اطلاعات کافی دارد، انتخاب شد. این ایستگاه از لحاظ توپوگرافی و موقعیت مکانی شرایط مناسبی داشته و به‌ویژه در دوره‌ای که داده‌های هواشناسی یاد شده به آن تعلق دارد، پوشش مناسبی از جنگل‌های طبیعی پیرامون آن وجود داشته است. متوسط دمای سالانه ۱۵/۲ درجه سانتی‌گراد، میانگین ماهانه سردترین ماه سال (ژانویه) یک درجه و میانگین ماهانه گرم‌ترین ماه سال (جولای) ۳۰/۸ درجه سانتی‌گراد است (تاماب، ۱۹۹۷). با استفاده از داده‌های هواشناسی، نمودار اقلیمی (اقلیم‌نما) محل اجرای پژوهش رسم شد. نمودار اقلیمی نشان می‌دهد که این منطقه فصل خشک ندارد و در تمام ماه‌های سال، از مناطق جنگلی مرطوب قرار می‌گیرد.

انتخاب و قطع درختان نمونه و تهیه دیسک‌ها: برای انجام این پژوهش تعداد ۳۰ اصله درخت راش مورد بررسی قرار گرفتند. به‌منظور تامین پراکنش مناسب درختان نمونه در طبقات قطری، برای هریک از کلاسه‌های قطری ۵۰–۲۵ سانتی‌متر، ۷۵–۵۰ سانتی‌متر و بیش از ۷۵ سانتی‌متر، تعداد ۱۰ اصله درخت در نظر گرفته شد. بر این اساس ابتدا با جنگل گردشی در پارسل ۱۱، تعداد ۳۰ اصله درخت

www.SID.ir

Archive of SID

راش که آثاری از دخالت‌های انسانی و علایمی که بیانگر رویش غیرطبیعی یا حالات خاص ظاهری در تنه و تاج را نداشته باشند، انتخاب گردیده و توسط کارشناس اداره کل منابع طبیعی مازندران (ساری) نشانه‌گذاری شدند. قبل از قطع درختانی که قرار بود از آنها دیسک تهیه شود (درختان نمونه)، مشخصات آنها شامل: قطر در ارتفاع برابر سینه به‌وسیله خط‌کش دوبازو تا دقت سانتی‌متر اندازه‌گیری، وضع ظاهری تنه درخت و احتمال وجود عیوب تنه و تاج، همچنین تأثیرات درختان مجاور بر آنها ثبت گردید. وجود یا نبود عوامل محیطی محدودکننده رویش درختان نظیر بیرون‌زدگی سنگی، کم بودن عمق خاک، هیدرومرفی، تجمع و نبود تجزیه لاشبرگ، وجود درختان ریشه‌کن شده، باد افتاده و سرشکسته یا قطع شده، آثار برداشت درخت، تخریب و آتش‌سوزی و ذغال‌گیری‌های قدیمی (از طریق کاوش علایم طبیعی مثل شاخه‌زاد انبوه و وسیع) و سایر نکات قابل ذکر، جستجو شد و مشاهدات در فرم‌های آماری درج گردید. قبل از قطع درختان نمونه، محل ارتفاع ۱/۳ متر از سطح زمین، با رنگ روی تنه آنها علامت‌گذاری شد. پس از قطع هر درخت، از این ارتفاع یک دیسک به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر تهیه گردید. ناهمواری‌های سطح دیسک‌ها با رنده برقی حذف و در دو نوبت با سیلر رنگ‌آمیزی شد تا مرز حلقه‌ها از شفافیت لازم برخوردار و آماده اندازه‌گیری شود.

اندازه‌گیری روی دیسک‌ها و پردازش داده‌ها: ابتدا وضع عمومی حلقه‌های رویشی مثل وجود برون مرکزی، تغییر پهنای حلقه‌ها در هر یک از ٤ سمت دیسک، تغییر پهنای حلقه‌ها در تناوب‌های مشخص، وجود تأثیر گورچه‌های کنده روی انحراف حلقه‌ها از شکل دایره، وجود زخم تی(T) شکل، تغییرات رنگ چوب، دل قرمزی، وجود قارچ و پوسیدگی، باختگی چوب و داغمه (زخم) مخفی بررسی شد. برای تفکیک مرز حلقه‌ها، علاوه‌بر روش منسوب به Glock (حجازی، ۱۹٦۳)، بررسی ماکروسکوپی و ردیابی حلقه‌های مربوط به دوره‌های ۵ ساله و مطابقت آنها در ٤ سمت دیسک انجام شد. تا حد امکان حلقه‌های رویشی کاذب، ناقص و بریده، شناسایی شده و از مسیر اندازه‌گیری و شمارش، حذف شده‌اند. بعد از تعیین مسیر اندازه‌گیری روی ٤ سمت دیسک، با استفاده از استریومیکروسکوپ دو چشمی مرز حلقه‌های واقعی به‌وسیله قلم ترسیمی ۰/۲ میلی‌متر با رنگ مشکی، علامت‌گذاری شدند. اندازه‌گیری پهنای حلقه‌های رویشی به‌صورت انفرادی (سالانه)، و با استفاده از استریومیکروسکوپ مجهز به عدسی چشمی مدرج ۱۸ میلی‌متر و بزرگ‌نمایی ۱۰ برابر، با دقت ۰/۱ میلی‌متر انجام گردید. بعد از تعیین سال تقویمی تشکیل هر حلقه رویش، سن آن معین شد. پس از

www.SID.ir

Archive of SID

ایجاد بانک اطلاعاتی در نرم‌افزار SPSS win12، در مقابل سال تقویمی و سن هر حلقه از هر دیسک، پهنای قرائت شده آن ثبت گردید. به این ترتیب سری زمانی رویش هر درخت تشکیل شد. پهنای حلقه‌های رویش سالانه چهار سمت هر یک از دیسک‌ها، با استفاده از تکنیک گروه‌بندی[1] (تلفیق) برای سال‌های متناظر، ادغام شده و یک‌سری زمانی رویش جاری شعاعی سالانه مشترک را تشکیل داده‌اند که به نام هر درخت ثبت گردید. در خروجی‌های مربوط به بررسی‌های رویش، پهنای حلقه‌ها با واحد میلی‌متر ارائه شده‌اند. با انجام محاسبه تجمعی پهنای حلقه‌ها و تقسیم آن بر سن حلقه در سال مورد نظر، رویش متوسط سالانه نیز محاسبه شده است. با دو برابر کردن رویش شعاعی، رویش قطری جاری درخت به‌دست آمده است (زبیری، ۲۰۰۲). بازه‌های آماری پهنای حلقه‌ها که برحسب میلی‌متر محاسبه شد عبارتند از: میانگین سالانه، میانگین لغزنده ۱۰ ساله، حداکثر، حداقل، انحراف معیار، اشتباه معیار میانگین، حدود اعتماد میانگین و درصد تغییرات (Cv%). در بین بازه‌های آماری یاد شده، درصد تغییرات و واریانس از جمله معیارهای همگنی (تعادل یا نبود تعادل) سری زمانی رویش محسوب می‌شوند. پس از بررسی بازه‌های آماری سری زمانی رویش درختان ملاحظه شد که میانگین‌های رویش درختانی که در یک کلاسه قطری و سنی قرار دارند، بسیار متفاوت است. ایستایی سری زمانی رویش با دو آزمون تصادفی بودن (RUN) و نرمال بودن (کولموگروف – اسمیرنوف) مورد بررسی قرار گرفت (امینی، ۲۰۰٦؛ گلدسته و همکاران، ۱۹۹۸).

پس از رسم ابر نقاط سری زمانی رویش شعاعی هر یک از درختان، معادله‌های (رگرسیون‌های) خطی و غیرخطی برازش شدند. معیارهای مناسب بودن نوع معادله، ضریب تعیین (R^2)، ضریب تعیین تعدیل شده[2]، کمترین مقدار SE و معنی‌دار بودن آزمون F بوده اند (گلدسته و همکاران، ۱۹۹۸). بعد از تعیین نوع معادله مناسب، ضرایب آن با تأکید بر مناسب بودن سطح معنی‌داری اثر جملات متفاوت پارامتر زمان، محاسبه و استخراج گردید.

گروه‌بندی درختان نمونه و تشکیل گروه‌های همگن: پس از ترسیم و بررسی شکل نمودارها ملاحظه شد که نمودار رویش شعاعی اغلب درختان، بیش از یک نقطه عطف (بیش از یک روند) را نشان می‌دهد. دلیل این پدیده آن است که درختانی که در جنگل‌های ناهمسال و طبیعی رشد می‌کنند، در سنین مختلف حیات خود تحت شرایط متفاوت رویشی و رقابتی قرار می‌گیرند. بنابراین اکتفا به یک

1. Aggregate
2. Adjusted R2

www.SID.ir

Archive of SID

مدل برای کل دوره‌های حیاتی درخت (تأثیر دادن همه این روندها در یک رگرسیون)، دقت برازش معادله رویش را پایین می‌آورد. برای افزودن بر دقت برازش، ابتدا باید نقاط (سال‌های) شروع و خاتمه روندها (فراز و فرود) معین شود. برای مشخص شدن نقاط عطف، از فنون آماری متعادل‌سازی نظیر هموارسازی[1] مرتبه اول و میانگین لغزنده ۱۰ ساله مرکزی[2] استفاده گردید (گلدسته و همکاران، ۱۹۹۸؛ نیرومند و بزرگ‌نیا، ۲۰۰۲؛ امینی، ۲۰۰۶). سپس نمودار «سری زمانی متعادل شده»، رسم شد. سری زمانی جدید از محل (سال) تغییر روندها به تکه‌های مستقلی تقسیم گردید. هر یک از این تکه‌ها، روند رویش دوره معینی از زندگی درخت را نشان می‌داد. سپس برای هر یک از این دوره‌ها معادله رویش جداگانه برازش شد.

اجرای فرآیند یاد شده باعث شد معادله‌های به‌دست آمده، از لحاظ ریاضی متنوع و از نظر تعداد، متعدد شوند. این امر دسته‌بندی و نتیجه‌گیری را با مشکل روبه‌رو می‌ساخت. برای حل این مشکل و نیز رفع نقیصه وجود تفاوت زیاد در بازه‌های آماری مربوط به درختانی که در یک کلاسه قطری قرار دارند، از روش مونه‌بندی[3] مبتنی بر مشخصه‌های جنگل‌شناسی استفاده شد (پارساپژوه و همکاران، ۲۰۰۲). در انتخاب مشخصه‌های جنگل‌شناسی برای مونه‌بندی، دو موضوع مورد نظر قرار گرفت: الف) ایجاد همگنی بیشتر در هر گروه، که نتیجه آن را می‌توان در بازه‌های آماری و بهبود شاخص‌های دقت برازش معادله رویش ملاحظه نمود، ب) انطباق بیشتر با مرزبندی‌های طبقات و کلاسه‌های قطری مورد استفاده در سایر پژوهش‌های مشابه و نیز در دستور کار طرح‌های جنگل‌داری شمال کشور.

به این‌ترتیب درختان نمونه، ابتدا برحسب کلاسه قطری، و سپس با استفاده از دو شاخص: سن درخت و میانگین رویش جاری سالانه روی دیسک ارتفاع برابر سینه، در ۱۰ گروه، که هر یک از گروه‌ها در درون خود از همگنی نسبی برخوردار بودند، دسته‌بندی شدند. به‌منظور حصول اطمینان از صحت مرزبندی گروه‌ها، ابتدا بازه‌های آمار توصیفی هر گروه بررسی شد. سپس گروه‌ها با دو آزمون مقایسه میانگین‌ها و مقایسه توزیع‌های رویش جاری سالانه مورد مقایسه قرار گرفتند (اصلی و اتر، ۱۹۶۹). پس از تعیین گروه برای درختان نمونه، پهنای حلقه‌های رویش سالانه درختانی که در گروه مشترک واقع شده بودند، با اجرای عمل تلفیق[4] بر مبنای سن درختان با گزینه میانگین، به یک «سری

1. Smoothing
2. Central Moving Average
3. Dendrotypology
4. Aggregate

www.SID.ir

Archive of SID

زمانی گروه» تبدیل شد. سپس ایستایی سری زمانی هر گروه با دو آزمون تصادفی بودن (آزمون RUN) و نرمال بودن (آزمون کولموگروف- اسمیرنوف) بررسی شد. در ادامه، روال برازش معادله مناسب (فرایند ترسیم نمودار و برازش معادله) برای هر گروه انجام شد. به این‌ترتیب تعداد کمتری از معادله ها به‌دست آمد. هر کدام از این معادله‌ها روند رویشی گروهی از درختان را نشان می‌داد که در شرایط مشابه رشد یافته بودند. نتایج گروه‌بندی درختان در مراحل مختلف، در جدول ۱ خلاصه شده است. برای احراز اطمینان از صحت مونه‌بندی و نحوه تفکیک گروه‌ها آزمون مقایسه میانگین گروه‌ها با آزمون T، مقایسه واریانس‌ها با آزمون لون[1]، آنالیز واریانس با آزمون دانکن، و مقایسه توزیع‌ها با آزمون کولموگروف – اسمیرنوف انجام شد (زبیری، ۲۰۰۲؛ نمیرانیان، ۲۰۰٦). پس از رسم نمودار سری زمانی هر گروه و تعیین نقاط چرخش یا تغییر روند روی آنها، معادله‌های رویش برای دامنه‌های سنی قابل تمایز به‌طور جداگانه برازش شدند. نتایج و بازه‌های آماری سری‌های زمانی، برحسب دامنه‌های سنی (تکه های منحنی) هر گروه در جدول‌های ۳ و ٤ آمده است.

نتایج و بحث

مشخصات نمونه‌ها: درختان نمونه در طبقات قطری ۲۵ تا ۱۱۵ سانتی‌متر قرار دارند. از تعداد ۳۰ درخت نمونه، ۷ اصله در طبقات قطری ۱۰۰ سانتی‌متر و بالاتر از آن، ۹ اصله در طبقات قطری ۵۰ سانتی‌متر و کمتر از آن و ١٤ مورد در حد بین ۵۵ تا ۹۵ سانتی‌متر واقع شده‌اند. این توزیع فراوانی در کلاسه‌های قطری، برای انجام این پژوهش پراکنش مطلوبی را نشان می‌دهد (جدول ۱). سن قدیمی‌ترین حلقه مطالعه شده روی دیسک ارتفاع برابر سینه به سال ۱۰۳٤ هجری شمسی (حدود ۳۵۰ سال قبل) مربوط می شود. قدیمی‌ترین حلقه‌ها به درخت نمونه شماره ۱۹ تعلق دارد که قطر برابر سینه آن ۱۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع آن ٤۰ متر است. پهنای حلقه‌های رویش درختان با قطر برابر سینه بیش از ۲۵ سانتی‌متر، در دامنه‌ای بین ۰/٦ تا ۵/۵ میلی‌متر نوسان دارند. میانگین پهنای حلقه‌های رویش ۱/۹۹ میلی‌متر و میانگین سن آنها ۱۷٦ سال است. بیشترین درصد تغییرات (CV%) پهنای حلقه‌ها در درختان با سن بیش از ۱۲۰ سال دیده شده و در موارد متعدد مقدار بیشینه و کمینه روی درخت واحد ملاحظه می‌شود.

1. Leven’s Test

www.SID.ir

Archive of SID

آزمون‌های ایستایی سری‌های زمانی رویش هر درخت: به استثنا سری‌های زمانی رویش درخت‌های نمونه شماره ۹ و ۱۱، که با توزیع نرمال داده‌های متناظر خود در سطح ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهند، در سایر موارد اختلاف معنی‌دار دیده می‌شود. بنابراین سری‌های زمانی مطالعه شده، تحت‌تأثیر اثرات غیرتصادفی یا واریانس زیاد، قرار داشته و ناایستا هستند. بنابراین باید ابتدا با استفاده از تکنیک‌های مناسب، روند سری‌های زمانی درختان نمونه را تعیین یا روند را حذف (متعادل یا ایستا) نمود. سپس مراحل بعدی تجزیه و تحلیل معادله یا بازه‌های آماری رویش درختان ادامه یابد (امینی، ۲۰۰۶).

آزمون‌های ایستایی سری‌های زمانی رویش گروه‌ها: براساس نتایج آزمون‌ها، هیچ‌یک از سری‌های زمانی گروه‌ها توزیع تصادفی ندارند. همچنین گروه‌های شماره ۲، ٤، ٥، ٦ و ۹ با توزیع نرمال اختلاف معنی‌دار نشان می‌دهند. بنابراین به‌منظور معین شدن نحوه تغییر مقدار رویش در هر گروه، باید به نمودارهای سری‌های زمانی رویش شعاعی هر گروه و جدول بازه‌های آماری آنها مراجعه شود. در صورت لزوم سری‌های زمانی هر گروه را به تکه‌ها (دوره‌های زمانی) که روند با ثباتی را نشان دهند، تقسیم نمود تا امکان برازش معادله مناسب و مستقل برای هر تکه فراهم آید.

آزمون مقایسه (میانگین‌ها، واریانس‌ها و توزیع‌ها) گروه‌ها با یکدیگر: همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، میانگین پهنای حلقه‌های رویش «گروه ۸ با گروه ۹»، «گروه ۷ با گروه ۲»، «گروه ۱۰ با گروه ۲» و «گروه ٦ با گروه ۱» در سطح مورد آزمون اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهند و در واحدهای همگن جای گرفته‌اند. گروه‌های ۳، ٤ و ٥ به‌صورت منفرد دیده می‌شوند و با همه گروه‌ها اختلاف معنی‌دار دارند. علاوه‌بر آن براساس نتایج آزمون همگنی واریانس، همه گروه‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان می‌دهند. براساس نتایج آزمون مقایسه توزیع‌ها، فقط دو گروه ۸ و ۹ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارد و سایر گروه‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند. توزیع‌های گروه‌های ٦ و ۱ نیز به هم نزدیک می‌شوند ولی کماکان اختلاف آنها معنی‌دار است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میانگین قطر برابر سینه، سن و رویش قطری درختان در گروه‌ها.

کلاسه‌های قطری (سانتی‌متر)			شماره گروه	شماره درخت نمونه	قطر در ارتفاع برابر سینه (سانتی‌متر)		سن		میانگین رویش قطری (میلی‌متر)	
مرحله۱	مرحله۲	مرحله۳			قطر هر درخت	میانگین گروه	سن هر درخت	میانگین گروه	رویش هر درخت	میانگین گروه
۲۵ و ۳۰	۲۵ و ۳۰		۱	٦	۲۹	۲۹	٤۹	۵۱	۵/۸	۵/٤
				۸	۲۵		۵۲		٤/٤	
				۹	۳۲		۵٤		٦	
				۱۱	۳۱		٤۸		۵/٤	
				٤	۳٦		۱۲۲		۲/۸	
۳۵ تا ۵۰	۳۵ تا ۵۰		۲	۱۰	۵۰	٤۵	۱۲۱	۱۲٦	٤/۳	۳/۵
				۱٤	٤۸		۱۳٦		۳/٤	
			۳	۱۳	۵۱	٤۹	۱۰۵	۱۰۱	٤/۵	٤/۳
				۱۸	٤٦		۹۷		٤/۱	
۵۵ تا ۸۰				۱	۵٦		۱۸٤		۲/۸	
	۵۵ تا ٦۵		٤	۱۷	۵۳	۵۸	۱۵۸	۱۸٤	۲/۹	۲/۸
				۲۸	٦٤		۲۰۹		۲/٦	
			۵	۳	۵۷	۵٦	۱۱۲	۱۲۱	۵	٤/۵
				۲۲	۵٦		۱۳۰		٤	
			٦	۱٦	۷۹	۷٦	۱۵٤	۱۳۵	٤/۹	۵/۳
				۳۰	۷۳		۱۱۵		۵/۷	
	۷۰ تا ۸۰		۷	۲٤	۸۰	۸۰	۲۰۳	۲۰۳	۳/۵	۳/۵
			۸	۲۷	۸۲	۷۸	۲٤۱	۲٤٤	۳/۳	۳/۱
				۲٦	۷۳		۲٤٦		۳	
بیش از ۸۰	درختان سالم		۹	۵	۹۰	۱۰٤	۲٦٦	۲۸۷	۳	۳/٤
				۷	۱۰۷		۲۹٤		۳/۵	
				۱۹	۱۱۵		۳۵۰		۳/۱	
				۲۳	۱۰۳		۲۳۸		٤	
				۱۵	۹۹		۲۷۰		٤	
	درختان توخالی		۱۰	۲۰	۸۹	۹۵ (در ارتفاع ۷/۵ متری)	۲۲۰	۲۱٦	۵	۳/۹
				۲۱	۹۷		۲۳۵		٤	
				۱۲	۱۱۱		۳۰۰		۳/۵	
				۲۹	۱۰۷		۲۸٦		۳/۹	
				۲	٦۵		۸۳		۳	

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه آنکه از بین گروه‌هایی که در کلاسه‌های قطری هم‌جوار قرار دارند، فقط گروه‌های ۸ و ۹ اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهند. سایر گروه‌هایی که اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهند در کلاسه‌های قطری «غیرهمجوار» قرار دارند. برعکس آنها، گروه‌های ۳ و ٤ و ۵ به‌رغم آنکه در کلاسه‌های قطری همجوار قرار دارند، اختلاف معنی‌دار نشان می‌دهند.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین گروه‌ها و چگونگی استقرار آنها در واحدهای همگن.

شماره گروه	سن حلقه‌ها	واحدهای همگن						
٤	۱۸۹	۱/۳۷						
۸	۲٤۱		۱/۵۷					
۹	۳۵۰		۱/۵۹					
۷	۲۰۳			۱/۷۳				
۲	۱۳٦			۱/۸۱	۱/۸۱			
۱۰	۱۸۱				۱/۹۲			
۳	۱۰۵					۲/۱۹		
۵	۱۳٦						۲/۳۱	
٦	۱۵۷							۲/٦۷
۱	۵۰							۲/٦۹

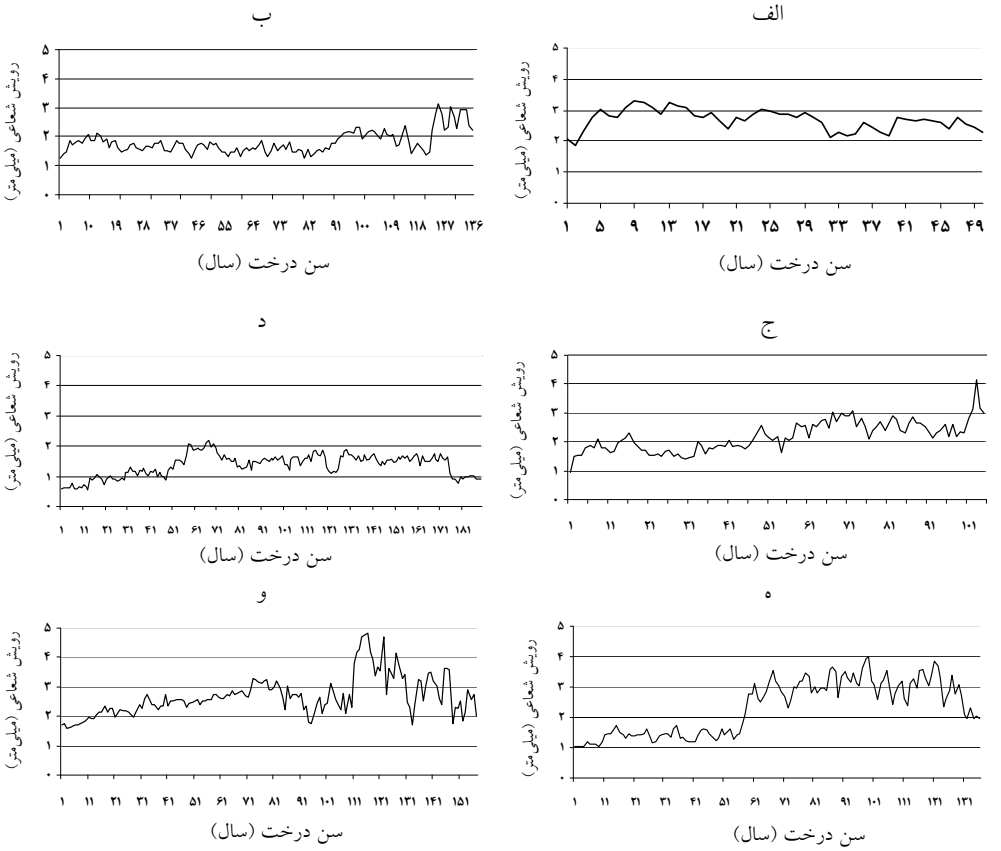
بررسی نمودارها و معادله‌های رویش شعاعی گروه‌ها: شکل‌های ۱ و ۲ نمودارهای رویش جاری شعاعی گروه‌ها را نشان می‌دهند. پس از بررسی کامل نمودارها، تفکیک دوره‌های سنی و محاسبه مشخصات آماری هر تکه، معادله‌های مناسب برازش شد. مشخصات کامل معادله‌های برازش شده در هر دامنه سنی از گروه‌ها در جدول ٤ آمده است. حاصل بررسی‌های به‌عمل آمده روی جدول بازه‌های آماری (جدول ۳ با تأکید بر درصد تغییرات) و شکل نمودارهای رویش را می‌توان به شرح زیر جمع‌بندی نمود:

طبقات قطری ۲۵ و ۳۰ سانتی متر:

گروه ۱- میانگین پهنای حلقه‌های سالیانه در طول ۵۰ سال زندگی درخت تغییر نکرده، روندی را نشان نمی‌دهد. بنابراین یک میانگین برای توصیف میزان رویش در کل دوره حیاتی درخت از دقت کافی برخوردار است (شکل ۱، الف).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نمودار رویش جاری شعاعی برحسب میلی‌متر در سال به‌ترتیب با حروف الفبا در گروه‌های ۱، ۲، ۳، ٤، ۵ و ٦.

کلاسه (طبقات) قطری ۳۵ تا ۵۰ سانتی‌متر:

گروه ۲- دارای دو دامنه سنی یک تا ۹۰ سال و ۹۱ تا ۱۳۵ سال است (شکل ۱، ب). اگرچه پهنای حلقه‌های سالیانه در هر یک از دامنه‌های سنی یاد شده تغییر نمی‌کند ولی میانگین پهنای حلقه‌های این دو دامنه سنی با یکدیگر تفاوت دارند. این تفاوت در اثر جهش مقطعی که در فاصله دو دامنه سنی ایجاد شده، به‌وجود آمده است.

گروه ۳- در سری زمانی (۱۰۵ ساله) این گروه، یک روند تقریباً صعودی دیده می‌شود (شکل ۱، ج).

www.SID.ir

Archive of SID

کلاسه (طبقات) قطری ۵۵ تا ٦۵ سانتی‌متر:

گروه ٤- در سری زمانی درختان این گروه، ۲ دامنه سنی قابل تفکیک وجود دارد. طی دوره ۷۰-۱ سالگی پهنای حلقه‌ها روند صعودی دارد و بعد از سن ۷۱ تا ۱۹۰ سالگی پهنای حلقه‌ها تغییر نمی‌کند (شکل ۱، د).

گروه ۵- پهنای حلقه‌های درختان این گروه تا سن ۵۵ سالگی به‌صورت یکسان رویش می‌کنند. در بین ۵۵ تا ٦۰ سالگی یک جهش قابل توجه در پهنای حلقه‌ها به‌وجود آمده و سپس با پهنای بیشتری نسبت به دامنه سنی قبلی، به‌صورت یکسان ادامه می‌یابد (شکل ۱، ه).

کلاسه (طبقات) قطری ۷۰ تا ۸۰ سانتی‌متر:

گروه ٦- درختان این گروه ۳ دامنه سنی متمایز را نشان می‌دهند. تا سن ۸۰ سالگی سیر صعودی افزایش پهنای حلقه‌ها ادامه دارد. از ۸۰ تا ۱۱۰ سالگی روند نزولی آرام و تناوبی دارد. از ۱۱۵ تا ۱۲۵ سالگی پهنای حلقه‌های سالیانه سیر صعودی و سپس تا ۱۵۵ سالگی سیر نزولی را در پیش دارند (شکل ۱، و).

گروه ۷- این گروه ٤ دامنه سنی قابل تمایز را بروز می‌دهد: تا سن ۲۰ سالگی پهنای حلقه‌ها سالیانه با مقدار کم و ثابت (۰/۷ میلی‌متر در سال) رویش دارند. از ۲۰ تا ٤۵ سالگی روند صعودی دارد. از ٤٦ تا ۱۷۰ سالگی پهنای حلقه‌های سالیانه تغییر نمی‌کند. از ۱۷۰ تا ۲۰۰ سالگی پهنای حلقه‌های سالیانه سیر نزولی را در پیش می‌گیرد (شکل ۲، الف).

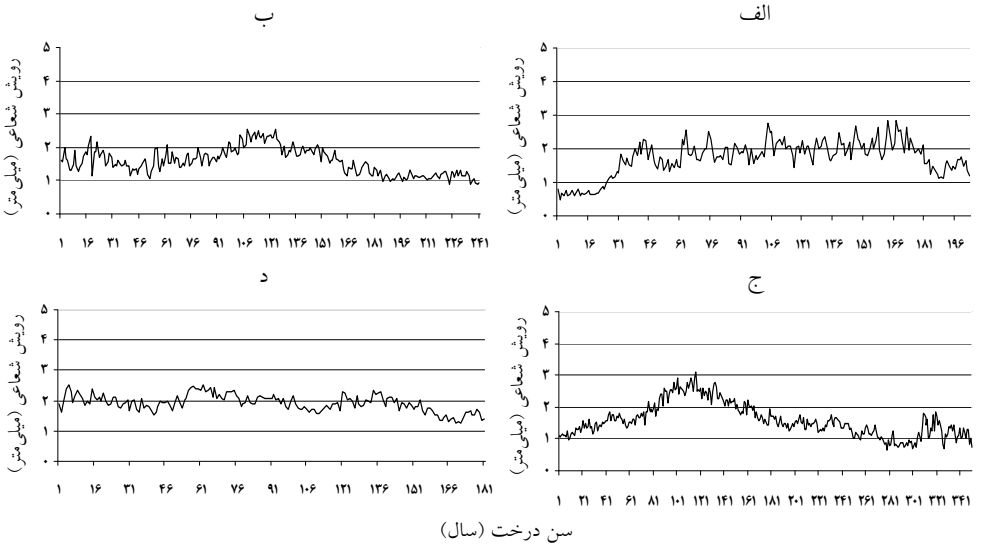
گروه ۸- این گروه نیز ٤ دامنه سنی قابل تفکیک دارد: تا سن ۸۵ سالگی پهنای حلقه‌های سالیانه ثابت است. از سن ۸۵ تا ۱۱۰ سالگی روند صعودی می‌یابد. سده دوم زندگی درخت یعنی ۱۱۰ تا ۲۰۰ سالگی، پهنای حلقه‌های سالیانه روند کاهشی نشان می‌دهد. بین ۲۰۰ تا ۲٤۰ سالگی روند تغییر پهنای حلقه‌ها همچنان نزولی شده ولی شتاب آن کمتر می‌شود (شکل ۲، ب).

کلاسه (طبقات) قطری بیش از ۸۰ سانتی‌متر:

گروه ۹- در این گروه، تا سن ۱۱۰ سالگی سیر صعودی پهنای حلقه‌های سالیانه وجود دارند. از سن ۱۱۰ سالگی این روند تغییر جهت داده، سیر کاهنده پهنای حلقه‌های رویش تا ۳۰۰ سالگی ادامه می‌یابد. از این سن به بعد پهنای حلقه‌ها تقریباً ثابت می‌شود. این گروه شکل یک عطفی منحنی رویش درختان پهن‌برگ سالمند مناطق معتدله را به نمایش در می‌آورد (شکل ۲، ج).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- نمودار رویش جاری شعاعی برحسب میلی‌متر در سال به‌ترتیب حروف الفبا در گروه‌های ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰.

گروه ۱۰- این گروه از درختان توخالی (لاپی) تشکیل شده و در نمودار رویش آنها ۵ مرحله قابل تشخیص است. میانگین پهنای حلقه‌های سالیانه، بدون تغییر شدید، به‌صورت تناوبی (یک در میان) روند فزاینده و کاهنده را نشان می‌دهد. تا سن ٤۰ سالگی روند کاهنده را در پیش دارد. در خلال ٦۵-٤۰ سال سیر صعودی یافته و ار آن به بعد تا ۱۱۰ سال سیر نزولی و سپس تا ۱۳۵ سالگی پهنای حلقه‌ها صعودی و سپس نزولی می‌شود (شکل ۲، د).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- روند و بازه‌های آماری در دامنه‌های سنی سری‌های زمانی رویش درختان.

کلاسه‌قطری (سانتی‌متر)	شماره گروه	دامنه سنی (روی دیسک ارتفاع برابر سینه)	روند	میانگین‌رویش قطری گروه	بازه‌های آماری پهنای حلقه‌ها (میلی‌متر)					
					میانگین درختان	کمینه	بیشینه	درصدتغییرات	حدود اعتماد میانگین	
۲۵ و ۳۰	۱	۱-۵۱	ندارد	۵/٤	۲/۷	۱/۹	۳/۳	۱۲	۲/٦	۲/۸
۳۵ تا ۵۰	۲	۱-۱۳۵	ندارد		۱/۸۰	۱/۲۵	۳/۱۳	۲۱	۱/۷٤	۱/۸۵
		۱-۹۰	ندارد	۳/۵	۱/٦۳	۱/۲۵	۲/۱٤	۱۱		
		۹۱-۱۳۵	ندارد		۲/۱٦	۱/۳۸	۳/۱۳	۲۰		*
	۳	۱-۱۰۵	صعودی	٤/۳	۲/۱۹	۰/۹۵	٤/۱۳	۲٤	۲/۰۹	۲/۲۹
		۱-۱۸۹	متنوع		۱/۳۷	۰/۵۵	۲/۲	۲۷	۱/۳۱	۱/٤۲
۵۵ تا ٦۵	٤	۱-۷۰	صعودی	۲/۸	۱/۱۸	۰/۵۵	۲/۲	۳۹		*
		۷۱-۱۷۰	ندارد		۱/۵۵	۱/۰۹	۱/۸۸	۱۱		
	۵	۱-۱۳٦	متنوع		۲/۳۱	۱/۰۲	٤	۳۸	۲/۱٦	۲/٤٦
		۱-٦۰	صعودی	٤/۵	۱/۳٦	۱/۰۲	۱/۷۵	۱٤		*
		٦۱-۱۳۰	ندارد		۳/۰۹	۲/۳۱	٤	۱۲		
۷۰ تا ۸۰	٦	۱-۱۳۵	متنوع	۵/۳	۲/٦۷	۱/۵۷	٤/۸۵	۲۵	۲/۵۷	۲/۷۸
		۱-۸۰	صعودی		۲/٤۱	۱/۵۷	۳/۲۹	۱۷		
		۸۱-۱۱۰	نزولی		۲/۵۳	۱/۷۵	۳/۲	۱۵		*
		۱۱۱-۱۵۵	نزولی		۳	۱/۷۰	٤/٦۸	۲۳		
	۷	۱-۲۰۰	متنوع	۳/۵	۱/۷۳	۰/۵۰	۲/۸۵	۳۰	۱/٦٦	۱/۸۰
		۱-۲۰	ندارد		۰/۷۰	۰/۵۰	۰/۸۰	۱۱		
		۲۱-٤۵	صعودی		۱/٤۸	۰/٦۷	۲/۳	۳۲		*
		٤٦-۱۷۰	ندارد		۱/۹۸	۱/۳۳	۲/۸۵	۱۷		
		۱۷۱-۲۰۰	نزولی		۱/٦٦	۱/۱۳	۲/٦۵	۲۲		
	۸	۱-۲٤۱	متنوع	۳/۱	۱/۵۷	۰/۸۸	۲/۵٦	۲۵	۱/۵۲	۱/٦۲
		۱-۸۵	ندارد		۱/۵۹	۱/۰٦	۲/۳۰	۱٦		
		۸٦-۱۱۰	صعودی		۱/۹۲	۱/٤٦	۲/۵۵	۱۵		*
		۱۱۱-۲۰۰	نزولی		۱/٦٦	۰/۹٦	۲/۵٦	۲۷		
		۲۰۱-۲٤۰	نزولی		۱/۱۳	۰/۸۸	۱/۳۰	۱۰		
بیش از ۸۰	۹	۱-۳۵۰	متنوع	۳/٤	۱/۵۹	۰/٦۵	۳/۱۱	۳۳	۱/۵٤	۱/٦۵
		۱-۱۱۰	صعودی		۱/۷٤	۰/۹۷	۲/۹	۲۸		
		۱۱۰-۳۰۰	نزولی		۱/٦۰	۰/٦۵	۳/۱۱	۳٤		*
		۳۰۱-۳۵۰	ندارد		۱/۲۳	۰/٦۸	۱/۸۵	۲٤		
	۱۰	۱ - ۱۸۰	متنوع	۳/۹	۱/۹۲	۱/۲۷	۲/۵۳	۱٤		
		۱ - ٤۰	نزولی		۱/۹۹	۱/۵۲	۲/۵۳	۱۱		
		٤۱ - ٦۵	صعودی		۲/۰۸	۱/۵۰	۲/۵۰	۱٤		-
		٦٦ - ۱۱۰	نزولی		۲/۰٦	۱/٦۲	۲/٤۲	۱۰		
		۱۱۱ - ۱۳۵	صعودی		۱/۹۳	۱/۵۸	۲/۳٦	۱۱		
		بیش از ۱۳۵	نزولی		۱/٦۹	۱/۲۷	۲/۲۸	۱٦		

(*) به‌خاطر اختصار نتایج، حدود اعتماد میانگین کل سری زمانی هر گروه درج شده و از ذکر دوره‌های خرد صرف‌نظر شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مشخصات کامل معادله‌های رویش شعاعی در ارتفاع برابر سینه درختان در دامنه‌های سنی (تکه‌های) برازش شده گروه‌ها (Age).

کلاسه قطری (سانتی‌متر)	شماره گروه	دامنه سنی (روی دیسک۱)	مشخصات معادله‌های رویش							روند
			نوع معادله	Adj R^2	Stand error	SSR	constant	Age^1	Age^2	Age^3	
۲۵ و ۳۰	۱	۱ –۵۱	درجه ۳	۰/٤۲	۰/۲۵	۲/۸۲	۲/۱۵۹۱	۰/۱۲۹۹	–۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۰۰۷۱٤	ندارد
۳۵ تا ۵۰	۲	۱ –۱۳۵	درجه ۳	۰/٤۸	۰/۲۸	۱۰/۳۰	۱/۷۷۳۲	–۰/۰۰۲۳	–۷/۳۱۱٤	۰/۰۰۰۰۰۱۰۲	ندارد
	۳	۱ – ۱۰۵	درجه ۳	۰/٦۱	۰/۳۳	۱۰/۷۱	۱/۷۰۱۳	–۰/۰۰۹۵	۰/۰۰۰۵۳	۰/۰۰۰۰۰۳۳	صعودی
	٤	۱ – ۱۸۹	درجه ۲	۰/٦۱	۰/۲۳	۹/۹	۰/۵٤٤۸	۰/۰۲۰۸	–۰/۰۰۰۰۹٦	–	صعودی
۵۵ تا ٦۵		۱ – ۷۰	درجه ۳	۰/۸۹	۰/۱۵	۱/۵٦	۰/۵۰۹۸	۰/۰۲۹۰	–۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۰۹	صعودی
	۵	۱ – ۱۳٦	درجه ۳	۰/۸۱	۰/۳۸	۱۹/۳	۱/٤۳۱۵	–۰/۰۳٤٤	۰/۰۰۱۲	–۰/۰۰۰۰۰٦۹	ندارد
	٦	۱ – ۱۳۵	درجه ۳	۰/۳۷	۰/۵۳	٤۲/٦٦	۱/۸۵۱۰	۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۰۲	–۰/۰۰۰۰۰۱۲	ندارد
		۱ – ۸۰	درجه ۳	۰/۸۸	۰/۱٤	۱/۵۲	۱/۵۱۸۸	۰/۰٤۵۰	–۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۰۰٦۵	صعودی
	۷	۱ – ۲۰۰	درجه ۲	۰/٦٤	۰/۳۲	۱۹/۸۱	۰/۵٤٤۲	۰/۰۲٦۱	–۰/۰۰۰۱۱	–	صعودی
۷۰ تا ۸۰		۲۱ – ٤۵	درجه ۲	۰/۸۵	۰/۱۸	۰/۷۰۰۹	–۱/٦۷٤	–۰/۱۳٦	–۰/۰۰۱۲	–	صعودی
	۸	۲۰۰ – ۱۷۱	درجه ۳	۰/٦۳	۰/۲۲۱	۱/۳۱۵	۷۱/۰۸	–۰/۵۵	–	۰/۰۰۰۰۰۵۰۷	نزولی
		۱ – ۲٤۱	درجه ۳	۰/٤۷	۰/۲۹	۱۹/۵۸	۱/٤	۰/۰۰۸۹	–۰/۰۰۰۰٤۳	–۰/۰۰۰۰۰۰۰۲	–
		۲۰۰ – ۱۱۱	درجه ۱	۰/۸۸	۰/۱۵۵	۲/۱۲۸	٤/۱۷۳۷	–۰/۰۱٦۲	–	–	نزولی
		۱ – ۳۵۰	درجه ۳	۰/۷۲	۰/۲۷۵	۲٦/۲۲۷	۰/٦۸۵۹	۰/۰۳۲۷	–۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۰۳٤	–
	۹	۱ – ۱۱۰	درجه ۲	۰/۸۷	۰/۱۷۳٤	۳/۲۲۰۵	۱/۱۸۸٤	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۰۱۱	–	صعودی
بیش از ۸۰		۱ – ۱۸۰ ۱۱۰ – ۳۰۰	درجه ۲	۰/۸۸	۰/۱۸۸	٦/٦۰۹۹	٤/۷۳۷۱	–۰/۰۲۲٤	۰/۰۰۰۰۳۲٤	–	نزولی
	۱۰		درجه ۳	۰/۳۷				–			نزولی

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

۱. بعد از عبور درختان راش از سنین جوانی، (به‌ویژه طبقات قطری بیش از ۳۰ سانتی‌متر)، رویش جاری شعاعی دیسک ارتفاع برابر سینه تحت‌تأثیر اثرات غیرتصادفی یا واریانس زیاد قرار گرفته و سری زمانی آنها اغلب ناایستا می‌شود. به‌وجود آمدن تعداد زیاد نوسانات رویشی (پهنای حلقه‌ها)، تناوب‌های متعدد با دوره متفاوت و مقدارهای مختلف رویش در بین درختان یک رویشگاه، نشان از تأثیر عوامل متعدد بر وقوع این تغییرات در سری زمانی رویش دارد. عوامل درونی درخت مثل سن و مرحله رویشی، دوره‌های بذرآوری و گلدهی (میربادین و گرجی‌بحری، ۱۹۹٦)، همچنین خصوصیات فردی و ژنتیک رشد درختان، بر تغییر شکل منحنی رویش در سال‌های مختلف اثرات متفاوتی می‌گذارند. عوامل بیرونی مثل تغذیه آبی و خاکی (حبیبی، ۱۹۷۵)، رقابت تاجی و آشکوبی با درختان مجاور (سساتی و پیوتی، ۱۹۹۹؛ پودلاسکی، ۲۰۰۲)، عوامل آب و هوایی در سال رویش و سال قبل از آن (لانگینا، ۲۰۰٤؛ دیتمار، ۲۰۰۱؛ تاردیف و همکاران، ۲۰۰۱؛ و جلیلوند و همکاران، ۲۰۰۱)، به‌صورت چند عامل مرکب بر نحوه رویش درختان هر رویشگاه اثر می‌گذارند. علاوه‌بر آنها، دو عامل ارتفاع از سطح دریا و موقعیت مکانی (طول جغرافیایی) روی تفاوت مقدار و توزیع رویش درختان یک گونه در رویشگاه‌های مختلف اثر تعیین‌کننده می‌گذارد (مروی‌مهاجر، ۱۹۷٦؛ پارساپژوه، ۱۹۷۳؛ پارساپژوه، ۱۹۷٦؛ مشتاق‌کهنمویی، ۲۰۰۲). هرچند میزان رویش برایند همه آنها است، تفکیک سهم هر کدام از این عوامل نیازمند وجود اطلاعات دوره‌ای از شرایط رشد درختان و سپس اجرای فرایند تحلیل چند متغیره است که می‌تواند موضوع بررسی‌های آتی باشد.

۲. در نمودارهای رویش شعاعی درختان راش قطورتر از ۵۰ سانتی‌متر (به استثنای گروه ۵)، بیش از یک روند وجود دارد. در بررسی حاضر معادله رویش در هر تکه از دوره‌های حیاتی درختان که از یک روند پیروی می‌کنند، برازش شد. در نتیجه، ضرایب معادله به‌ویژه، ضریب تعیین تصحیح شده، به‌طور معنی‌دار افزایش یافت اما در مقابل، تعداد معادلات در ازای دوره‌های حیاتی درختان، بیشتر می‌شود (جدول ٤). به هر حال معادله رویش درختان راش در بیشتر موارد با مدل ریاضی درجه سوم و برخی موارد، درجه دوم برازش مطلوبی دارد.

۳. در یک جنگل ناهمسال راش، اگرچه درختان مسن و قطورتر، از سنینی که درختان جوان‌تر هم‌اکنون در حال عبور از آنها هستند، گذشته‌اند، میانگین و توزیع رویش درختان مسن در بازه زمانی مشترک با درختان جوان، تفاوت معنی‌دار نشان می‌دهد. علاوه‌بر آن در بسیاری موارد، بین میانگین و

www.SID.ir

Archive of SID

معادله رویش درختان یک طبقه قطری اختلاف معنی‌دار دیده می‌شود. بنابراین در یک رویشگاه راش، احتمال وجود تفاوت میانگین و معادله رویش درختان، به‌عنوان یک فرض قوی، ثابت شده است. این نتیجه با نتایج دیگر پژوهش‌ها (پارساپژوه، ۱۹۷۳؛ پارساپژوه، ۱۹۷٦؛ میربادین و گرجی‌بحری، ۱۹۹٦؛ مروی‌مهاجر، ۱۹۷٦) مطابقت نشان می‌دهد.

٤. پس از برازش معادله‌های رویش و رسم نمودارهای آنها، سه نوع نمودار از داده‌های سری زمانی رویش بارز شدند:

نوع اول- حول یک میانگین مشخص به‌طور متمرکز و با کمترین شیب خط نمودار دیده می‌شوند. در این نوع، افزایش سن درخت بر مقدار رویش آن تأثیر زیادی ندارد. به‌عبارت دیگر نمودار یک «نواخت» دارد و «روند» ندارد.

نوع دوم- مقدار میانگین رویش با افزایش سن درخت تغییر فزاینده یا کاهنده نشان می‌دهد، به‌عبارت دیگر سری زمانی رویش «روند» دارد.

نوع سوم- ترکیبی از نوع اول و دوم است. در حقیقت نمودار رویش در طول زمان شکل‌های متفاوتی را نشان می‌دهد که گاهی روند دارد و گاهی بدون روند و ثابت است. این نوع، با ترکیبی از فرآیندهای ثابت و روندهای فزاینده و کاهنده به‌وجود می‌آید.

۵. به‌منظور تسهیل در دست‌یابی به مدل ریاضی رویش درختان راش هر رویشگاه، باید ابتدا درختان بر مبنای معیارهای جنگل‌شناسی در گروه‌های همگن تقسیم شوند. سپس روی نمودار سری زمانی هر گروه، برحسب محل قرار گرفتن نقاط عطف (فراز و فرود) و تغییر روندها (تغییر میانگین درازمدت) مرز دوره‌ها (دامنه سنی) تفکیک شوند. در نتیجه هر سری زمانی رویش، حسب تغییرات آن، به دو یا چند تکه (چند سری با دوره کوتاه‌تر) تفکیک می‌شود. آنگاه برای هر دوره، معادله مناسب برازش شود. استفاده از مشخصه‌های: الف) بازه‌های آماری، ب) بررسی مشاهدات نمودار رویش، ج) برازش معادله روی ابر نقاط و د) تحلیل مشخصه‌های معادله رگرسیون (ضریب تعیین، ضریب تعیین تعدیل شده، آزمون F و معنی‌دار بودن اثر پارامتر در معادله) اطمینان لازم را به لحاظ مناسب بودن معادله برازش شده، تأمین می‌نماید.

٦. اگرچه در بسیاری از منابع چوب‌شناسی، گونه راش در زمره چوب‌های بخش پراکنده آوند ذکر شده، اما همان‌طوری که پارساپژوه در اسالم گزارش کرده (پارساپژوه، ۱۹۷۳)، در این پژوهش نیز چوب‌های راش با هر دو مورد روزنه‌ای و پراکنده آوند و نیز حالات بینابینی آنها به کرات دیده شده

www.SID.ir

Archive of SID

است. بنابراین در جنگل هفت‌خال می‌توان گونه راش را «نیمه روزنه‌ای» معرفی نمود (امینی، ۲۰۰۶). بررسی ارتباط نوع و آرایش آوندها با مدل رویش سالانه موضوع پژوهش‌های آتی است که می‌تواند یافته‌های بیشتری را در اختیار گذارد.

منابع

1.Amini, M. 2006. A dendrochronological investigation on diameter and height increment of the Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in Eastern Hyrcanian Fagetum. Ph.D. Thesis. Tehran University, 117p. (In Persian)

2.Asli, A., and Eeter, H. 1969. Measurement of Forest increment. Iranian J. Natur. Res. 17: 33-62. (In Persian)

3.Bednarz, Z. 2001. Dendrochronological evidence in Beech (*Fagus sylvatica* L.) of May late forest in the Polish Tatra national park, poster abstract 123, conference "Tree rings and people" Sep. 22-26 2001, Swiitzerland.

4.Cescatti, A., and Piutti, E. 1999. A new detrending method for the analysis of the climatic-competition relations in tree rings sequences", tree ring analysis, Sec. 17: 249-264.

5.Dittmar, C. 2001. Influence of climate on tree rings of Common Beech (*Fagus sylvatica* L.), poster abstract 7, conference "Tree rings and people" Sep 22-26 2001, Swiitzerland.

6.Forests and Rangelands Organization. 2001. Haftkhal forestry project Seri No.6 Kharkhoon, 230p. (In Persian)

7.Goldasteh, A., Aghamirikarimi, S., Khodarahmi, M., Torabi, M., and Asghari, R. 1998. SPSS for windows. Hami Press, 532p. (In Persian)

8.Habibi, H. 1975. Investigation of nitrogen, phosphorus, potassium and calsium of soil in north fagetum of Iran and impress effect on increment of Beech. Iranian J. Natur. Res. 32: 47-62. (In Persian)

9.Hejazi, R. 1963. Forest Measurment and inventory. Tehran University. Press, 283p. (In Persian)

10.Jalilvand, H., Jalali, Gh., Akbarnia, M., Tabari, M., and Hosseini, M. 2001. Growth response to eight hardwood species to current and past climatic variations using regression models, J. Agric. Sci. Technol. 3: 209-225.

11.Longina, C.O. 2004. The influence of air tempreture and precipitation on the radial increment of Beech (*Fagus sylvatica* L.) in northern Poland, abstracts of Eurodendro 2004, 15-19 Sep. Germany.

12.Marvi Mohajer, M.R. 1976. quantitative specification of Fagetum associations in north of Iran. Iranian J. Natur. Res. 34: 77-96. (In Persian)

13.Marvi Mohajer, M.R. 2005. Silviculture. Tehran Univ. Press, 387p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

14.Mirbadin, A., and GorjiBahri, Y. 1996. Determining of seeding cycle of beech trees. Pajouhesh and Sazandegi, 32: 40-44. (In Persian)
15.Moshtagh Kahnamoie, M.H. 2002. The relation between annual diameter increment of *Fagus orientalis* and environmental factors, ITC, 40p.
16.Namiranian, M. 2006. Measurement of Tree and Forest Biometry. Tehran University. Press, 574p. (In Persian)
17.Niroomand, H., and Bozorgnia, A. 2002. Analysis of Time series. Mashad Ferdosi Univ. Press, 289p. (In Persian)
18.Parsapazhuh, D. 1973. Investigation of correlation between annual increment and technological quality of Beech wood. Iranian J. Natur. Res. 29:1-14. (In Persian)
19.Parsapajouh, D. 1976. investigation on the physical quality of fagus orientalis in different sites. Iranian J. Natur. Res. 34: 21-32. (In Persian)
20.Parsapazhuh, D., Faezipoor, M., and Taghiyari, H.R. 2002. Multilingual glossary of dendrochronology. Tehran Univ. Press, 308p. (In Persian)
21.Podlaski, R. 2002. Relationship between crown characteristics and the radial increment of beech (*Fagus sylvatica* L.) in the Poland, J. For. Sci. 48:3. 93-99.
22.Resaneh, Y., Moshtagh Kahnamooyee, M.H., and Salehi, P. 2001. Investigation of quality and qyantity of north forest, P 55-80. In: Proceedings of north forests management and stable development conference, Iran Ramsar, (In Persian)
23.Tamab, Energy Ministery (Research Center of Water Resources). 1997. report of water resources of Mazandaran watersheds, vol 3 analysis of water balance and meteorology, 285p. (In Persian)
24.Tardif, J., Brisson, J., and Bergeron, Y. 2001. Dendroclimatic analysis of *Acer saccharum*, *Fagus grandifolia* and *Tsuga Canadensis* from an old growth forest, southern Quebec, Can. J. For. Res. 31: 1491-1501.
25.Zobeiri, M. 2002. Forest Biometry. Tehran University, 411p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 16(4), 2009
www.gau.ac.ir/journals

Investigation on The Homogenity of Diameter Increment Models in *Fagus orientalis* L. Trees

***M. Amini[1], M. Namiranian[2], Kh. Sagheb Talebi[3] and R. Amini[4]**

[1]Assistant Prof., Mazandaran Research Center of Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept. of Forestry and Forest Economy, Tehran University, [3]Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, [4]M.Sc. Student, Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Abstract

Current increment of forest trees is affected by inner factors, environmental factors and the time. Rate of annual growth differs in tree living periods on the basis of fluctuations range, durability and effect manner of mentioned factors. The present study was performed to findout if there is homogenity in diameter increment of Beech trees (*Fagus orientalis* L.) in different ages, living periods and diameter classes. For this, 30 sample Beech trees in different diameter classes were cut from Haftkhal forest project. One disk with 10 centimeter thickness extracted on dbh level of each sample tree. After Measuring the width of the rings, the regression of the age and radial increment variations fitted for each tree. Primary results show that trend and model of the tree increment change in its living periods. Statistical descriptives and growth models of the trees have Significant. difference in the same diameter classes. For decreasing the number of equations and aggregating them, stratification method was used. Sample trees stratified in ten groups upon three criteria: diameter classes, age and the mean of current annual increment (rings width on dbh level). The regression of the age and radial increment variations fitted for each group. All groups were compared by means test and increment distribution corresponding to tree age. According to the results, diameter increment models of the Beech trees are not homogenous. Thus, for estimation the Beech stand increment, trees must be divided into ten groups.

***Keywords**:* Beech, Increment, Disk, Breast height level, Arithmetic model

* Corresponding Author; Email: dr_moamini@yahoo.com

www.SID.ir