دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

تأثیر عامل سن روی متغیرهای رویشی درخت راش در جنگل‌های حوضه لومیر استان گیلان

مرتضی میرعبداللهی شمسی[۱]، امیراسلام بنیاد[۲]، بهزاد بخشنده ناورود[۳] و جواد ترکمن[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان، (نویسنده مسوول: mirabdollahi.morteza@yahoo.com)
۲ و ۴- دانشیار و استادیار دانشگاه گیلان
۳- دانشجوی دکتری دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۱۲

چکیده

گونه راش در جنگل‌های شمال ایران از اهمیت اقتصادی و بوم‌شناختی زیادی برخوردار است و در مدیریت این جنگل‌ها کنترل کمی و کیفی توده‌های آن مهم است. هدف این مطالعه بررسی اثر سن درخت بر متغیرهای رویشی گونه راش در جنگل‌های حوضه لومیر در استان گیلان بود. تعداد ۱۷۹ اصله درخت راش براساس طبقات قطری پنج سانتی‌متری اندازه‌گیری و رابطه بین سن و متغیرهای مختلف درخت توسط تجزیه رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد تابع توانی رابطه بین سن و هر یک از متغیرهای قطر (R^2_{Adj}=۰/۹۳) و ارتفاع (R^2_{Adj}=۰/۷۷) گونه راش را در این منطقه به بهترین نحو نشان می‌دهد. همچنین رابطه سن و رویش حجمی راش به صورت تابع توانی با مقدار ضریب تعیین تعدیل یافته، ۹۲ درصد است. بین سن و قطر تاج (R^2_{Adj}=۰/۷۸) و سن و ضخامت پوست (R^2_{Adj}=۰/۸۰) رابطه S شکل برقرار است. اما ضریب شکل مصنوعی درخت با افزایش سن تغییر معنی‌داری نمی‌کند. همچنین مشخص شد رویش قطری و ارتفاعی در سنین بالا روند کاهشی دارند ولی رویش حجمی همواره در حال افزایش است. نتایج این تحقیق می‌تواند راهنمایی برای پرورش و مدیریت جنگل از نظر تولیدی و اقتصادی باشد.

واژه‌های کلیدی: الگوی رویشی، تجزیه رگرسیون، سن، رویش، گونه راش، لومیر

مقدمه

رویش و سن در اکثر موارد با یکدیگر مورد پژوهش قرار می‌گیرند، به‌دلیل اینکه با داشتن این دو مشخصه امکان قضاوت در مورد مقدار و قدرت تولید درخت یا گونه‌ای خاص وجود دارد. تعیین رویش

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]

درختان، مولفه محوری جنگل به‌شمار می‌رود که در مدیریت بیولوژیک و پرورش توده‌ها و نیز برنامه‌ریزی تولید و محصول جنگل کاربرد دارد. مدیریت صحیح جنگل وقتی امکان‌پذیر است که اطلاعات کافی در زمینه‌های رشد، تولید، زیست‌شناسی و بوم‌شناسی وجود داشته باشد (۱۶). در جنگل‌داری برای تعیین میزان قطع، باید میزان موجودی و رویش در طبقات قطری و سنین مختلف توده‌های جنگلی را دانست. بر اساس این اطلاعات می‌توان حجم قطع، قطر و سن بهره‌برداری را به نحوی تعیین کرد تا استمرار جنگل و تولید آن خدشه‌دار نشود. با مطالعه چگونگی تکامل و رشد تک درخت و توده در گذشته، می‌توان چگونگی رویش و تکامل توده را هم کنترل کرده و هم آن را در آینده نیز پیش‌بینی کرد. این گونه پیش‌بینی‌ها به برنامه‌ریزی میان مدت جنگل، اقتصاد جنگل و جنگل‌داری کمک می‌کند (۱۷). در اندازه‌گیری جنگل تعیین سن درخت برای درجه‌بندی رویشگاه، بررسی رویش درخت و تنظیم برنامه قطع، مهم است. مراحل مختلف رویش درخت در رابطه با سن آن در سه مرحله زمانی مشخص خلاصه می‌شود. مرحله اول مرحله رویش جوانی است که سریعاً افزایش می‌یابد و تحت تأثیر خصوصیات ارثی، رویشگاه و شرایط محیطی است. درخت در مرحله رویش اصلی به حداکثر رشد خود می‌رسد و مدت زمان این مرحله نیز تابع شرایط محیطی و گونه است. مرحله‌ای که رویش به طور تدریجی و با سرعت کم کاهش می‌یابد مرحله رویش پیری است (۱۲). رشد قطری درختان بر خلاف رشد طولی تا آخر عمر درخت ادامه می‌یابد بدین معنی که زمان کل رویش قطری همیشه طولانی‌تر از رویش طولی است. میزان رویش قطری همانند رویش طولی بستگی به گونه، سن و شرایط محیطی دارد. در رویش قطری علاوه بر خصوصیات ارثی، عوامل رویشگاهی و محیطی، عواملی از قبیل استحکام و قدرت درخت در مقابل باد و شکل تاج در مقدار و روند آن تأثیر می‌گذارد (۱۲). بنابراین میزان رویش قطری در طول سال‌های مختلف از نظم خاصی پیروی نمی‌کند و دارای نوسان‌های متفاوتی است (۱، ۲، ۹، ۲۱). نظر به این که رویش قطری در تمام قسمت‌های تنه یکسان نیست، با تغییر رویش قطری ضریب شکل درخت نیز تغییر می‌کند (۲۵). علاوه بر رویش قطری، فاکتورهای رویشگاه و رقابت نیز در تغییر ضریب شکل درخت در طول زندگی مؤثرند (۱۱). رویش حجمی یک درخت از تغییر همزمان سه متغیر سطح مقطع، ارتفاع کل و ضریب شکل منتج می‌شود (۲۰). به دلیل افزایش مداوم سطح مقطع در سال‌های متوالی، شیب کلی رویش حجمی همواره روند افزایشی دارد و متوقف نمی‌شود (۱، ۲، ۲۱). اطلاع در

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]

مورد رویش قطری و الگوهای رویش تک درختان ابزارهای مفیدی برای مدیریت جنگل است، که از آنها استفاده‌های اولیه‌ای چون انتخاب گونه‌های درختی برای قطع، انتخاب گونه‌های درختی برای حفاظت، برآورد چرخش‌های قطع و تجویز تیمارهای جنگل‌شناسی می‌شود (۱۴). همچنین می‌توان با استفاده از الگوی رویش قطری حداقل زمان لازم برای رسیدن به حداقل قطر برداشت (قطر هدف) را برآورد کرد. در جنگل‌های ناهمسال هم زمان نبودن نوسانات رویش درختان و اثرات متقابلی که روی رویش در سال‌های مختلف زندگی درختان می‌گذارد، فرآیند پیش‌بینی و برآورد رویش و تولید جنگل را با پیچیدگی روبرو می‌کند. بنابراین هر قدر بررسی‌ها در دوره طولانی‌تر صورت پذیرد، برآوردها به واقعیت نزدیک‌تر می‌شوند (۱، ۲). به هر حال در مورد شیوه و نوع برازش الگوها و منحنی‌های رویش تحقیقات فراوانی صورت گرفته که نشان‌دهنده این واقعیت است که در شرایط و رویشگاه‌های مختلف و برای گونه‌های مختلف الگوها و منحنی‌های مخصوص و متناسب لازم است و مناطق مختلف لزوماً الگوهای رویشی مشابه ندارند. رایج‌ترین تابع در جنگل‌داری برای مطالعه رویش قطری و ارتفاعی، تابع چاپمن-ریچارد است (۷، ۲۲). همچنین هوانگ و همکاران (۱۰) بیان می‌کنند که توابع نوع لجستیک در موقعیت‌های مختلف دارای انعطاف‌پذیری بالا بوده و در مطالعات مربوط به محصول و رویش، برای توصیف روابط بین ارتفاع- سن، حجم- ارتفاع و حجم- سن مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حالی‌که اُبرین و همکاران (۱۹) روابط بین قطر، ارتفاع، سن و تاج را در منطقه نئوتروپیکال مورد بررسی قرار داده و با استفاده از شیوه رگرسیون حداقل مربعات نشان دادند که توابع درجه سه، رابطه بین سن- قطر و سن- ارتفاع را به خوبی تفسیر می‌کنند. علاوه بر این، از توابع لگاریتمی، خطی، درجه دو و توانی نیز با توجه به شرایط رویشگاهی و نوع متغیر مورد بررسی، الگوهای رویش بین سن و سایر متغیرها تشکیل شده است (۳، ۸، ۲۴، ۲۶). گونه راش (*Fagus orientalis* Lipsky) یکی از مهم‌ترین گونه‌های تجاری جنگل‌های شمال ایران است و سطح وسیعی از این جنگل‌ها را به خود اختصاص داده است. طرح‌های جنگل‌داری اغلب به منظور بهره‌برداری از این گونه به دلیل دارا بودن چوب با ارزش صنعتی تهیه و اجرا می‌شود. بنابراین آگاهی از وضعیت کمی و کیفی این گونه و به خصوص وضعیت رویشی آن لازم و ضروری است (۱۴). همچنین مطالعه جوامع جنگلی راش در این جنگل‌ها و بررسی وضعیت رویش و شناخت چرخهٔ توالی و دوره زیست این گونه ارزش‌مند می‌تواند به برنامه‌ریزان و مدیران اجرایی طرح‌های جنگل‌داری

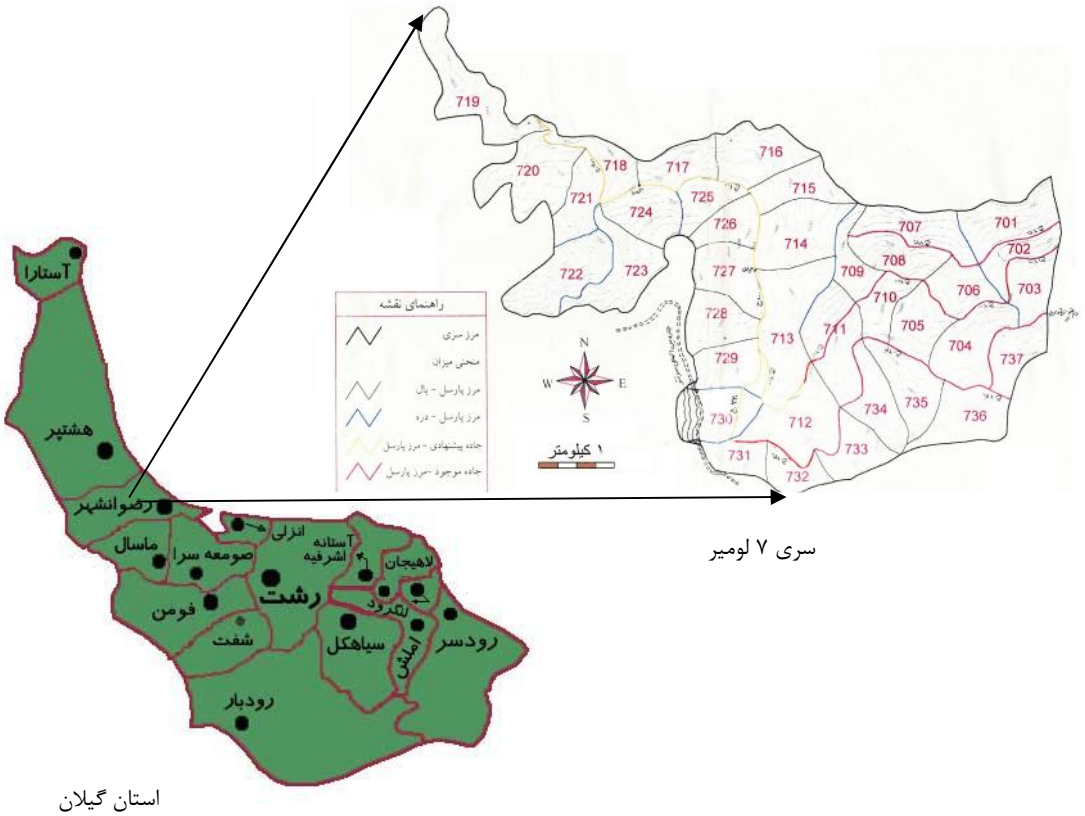
[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]

کمک نماید تا با شناخت بهتر از روند تکامل این توده‌ها نسبت به تدوین برنامه‌ها و اجرای آن‌ها اقدام نمایند. بدین منظور در این مطالعه تأثیر عامل سن بر متغیرهای رویشی گونه راش از جمله قطر، ارتفاع، حجم، ضریب شکل، تاج و پوست مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این تحقیق ارائه الگوی رویشی بین سن و سایر متغیرها و بررسی رویش متغیرها در سنین مختلف است.

مواد و روش‌ها

این بررسی در جنگل‌های سری ۷ لومیر انجام شد (شکل ۱). موقعیت جغرافیایی آن بین طول جغرافیایی ″۲۷ ′۴۲ °۴۸ تا ″۵۵ ′۴۷ °۴۸ و عرض جغرافیایی ″۳۸ ′۳۲ °۳۷ تا ″۵۶ ′۳۵ °۳۷ قرار دارد. جهت عمومی دامنه‌های این جنگل، شمالی و جزء جنگل‌های بالابند است که در ارتفاع ۹۰۰ تا ۲۰۰۰ متری از سطح دریا قرار گرفته و دارای خاک عمیق است. تیپ این جنگل‌ها راش- ممرز و میزان تاج پوشش آن بین ۷۵ تا ۹۰ درصد متغیر است. بخشی از سری که داده‌های این مطالعه از آن گرفته شده است، هیچ گونه بهره‌برداری از آن نشده است و دارای تمام مراحل رویشی از تیرک تا کهن‌سال می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]

روش نمونه‌برداری به صورت انتخابی و براساس طبقات قطری بوده که از کلاسه قطری ۱۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر را شامل می‌شود. در هر طبقه قطری پنج سانتی‌متری حداقل هفت اصله درخت اندازه‌گیری شد. در مجموع از هر درخت قطع شده، متغیرهای سن درخت (A) برحسب سال، قطر برابر سینه (dbh) به سانتی‌متر، قطر در ۰/۱ (d۰/۱) و ۰/۵ (d۰/۵) به سانتی‌متر، ارتفاع کامل درخت (h) به متر، قطر تاج به متر (cd) و ضخامت پوست به میلی‌متر (e) اندازه‌گیری شد. با توجه به مطالعات انجام شده قبلی، تعداد سال‌هایی که درخت راش نیاز دارد تا به ارتفاع کنده برسد حدود پنج سال است (۱۵) و این سن به تعداد دوایر شمارش‌شده کنده اضافه شد. همچنین حجم دقیق هر درخت نیز پس از تبدیل با اندازه‌گیری طول و قطر گرده‌بینه‌ها، گرده‌کاتین‌ها و قسمت‌های هیزمی و با استفاده از فرمول هوبر محاسبه شد. برای محاسبه ضریب شکل مصنوعی ($f_{1/30}$)، ضریب شکل طبیعی ($f_{0/1}$) و ضریب کاهش قطری (df) به ترتیب از رابطه‌های ۱ تا ۳ استفاده شد (۱۷، ۲۵).

$$f_{1.30} = \frac{V}{V_{1.30}} = \frac{V}{g_{1.30} \times h} \qquad (۱)$$

$$f_{0.1} = \frac{V}{V_{0.1}} = \frac{V}{g_{0.1} \times h} \qquad (۲)$$

$$fd = \frac{d_{1.30} - d_{0.5}}{\frac{h}{2} - 1.30} \qquad (۳)$$

در این روابط V، حجم دقیق درخت که پس از تبدیل از طریق فرمول هوبر محاسبه شد؛ $V_{1/30}$، حجم استوانه‌ای که ارتفاع آن برابر با ارتفاع درخت و قطر آن معادل قطر برابر سینه درخت است، $V_{0/1}$، حجم استوانه‌ای که ارتفاع آن برابر با ارتفاع درخت و قطر آن معادل قطر در ۰/۱ ارتفاع درخت است، $g_{0/1}$ و $g_{1/30}$ به‌ترتیب سطح مقطع درخت در ارتفاع ۰/۱ و ارتفاع برابر سینه، $d_{0/1}$، قطر در ارتفاع ۰/۱ به سانتی‌متر، $d_{1/30}$، قطر در ارتفاع ۱/۳۰ متری از سطح زمین، $d_{0/5}$، قطر در نیمه ارتفاع درخت به سانتی‌متر و h، ارتفاع درخت به متر است.

برای برازش بهترین رابطه آماری بین سن و هر یک از متغیرها، معادلات متعددی با استفاده از شیوه رگرسیون حداقل مربعات مورد بررسی قرار گرفت. معادلات مورد آزمون شامل توابع ساده خطی، لگاریتمی، معکوس، درجه دو، درجه سه، ترکیب، توانی، S شکل، رویش، نمایی و لجستیک است که شکل کلی آنها به صورت معادله‌های ۴ تا ۱۴ است. همچنین از معادله چاپمن- ریچارد نیز برای بررسی رابطه بین سن و متغیرهای قطر و ارتفاع استفاده شد (معادله ۱۵).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]

$$Y_i = b_0 + b_1 x_i \quad (۴) \qquad Y_i = b_0 + b_1 Ln(x_i) \quad (۵)$$

$$Y_i = b_0 + \frac{b_1}{x_i} \quad (۶) \qquad Y_i = b_0 + b_1 x_i + b_2 x_i^2 \quad (۷)$$

$$Y_i = b_0 + b_1 x_i + b_2 x_i^2 + b_3 x_i^3 \quad (۸) \qquad Y_i = b_0 * b_1^{x_i} \quad (۹)$$

$$Y_i = b_0 * x_i^{b_1} \quad (۱۰) \qquad Y_i = e^{b_0 + \frac{b_1}{x_i}} \quad (۱۱)$$

$$Y_i = e^{b_0 + b_1 x_i} \quad (۱۲) \qquad Y_i = b_0 * e^{b_1 x_i} \quad (۱۳)$$

$$Y_i = \frac{1}{\frac{1}{U} + b_0 + b_1^{x_i}} \quad (۱۴) \qquad Y_i = b_0 * \left(1 - e^{-b_1 x_i}\right)^{b_2} \quad (۱۵)$$

در این معادلات، Y_i: متغیر وابسته، X_i: متغیر مستقل، b_0: ثابت مدل، b_1، b_2 و b_3: ضرایب مدل و U: حد بالای مدل لجستیک است. از بین مدل‌های بالا، هر کدام که دارای ضریب تعیین تعدیل یافته (R^2_{Adj}) بزرگ‌تر و اشتباه معیار برآورد (See) کوچک‌تر بود، به عنوان بهترین مدل برای آن رابطه انتخاب شد. داده‌های این مطالعه با استفاده از نرم‌افزارهای EXCEL و SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نرمال بودن داده‌ها به وسیله آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و نمودارهای احتمال نرمال مورد بررسی قرار گرفت. در کلیه آنالیزهای آماری از سطح اطمینان ۰/۰۵ (p=۰/۰۵) برای بررسی معنی‌دار بودن، استفاده شد. در ضمن برای هر یک از متغیرها و ضرایب گونه راش در منطقه لومیر مشخصه‌های آماری میانگین و اشتباه معیار (SE) محاسبه شد. برای ارزیابی الگوها از آنالیز باقیمانده‌ها استفاده شد. به این منظور از بین ۱۷۹ اصله درخت مورد اندازه‌گیری تعداد ۲۰ اصله درخت به طور تصادفی برای اعتبارسنجی و برآورد خطای الگوها کنار گذاشته شد. متوسط خطای پیش‌بینی (اریب مطلق) و متوسط خطای پیش‌بینی نسبی (درصد اریب) الگوها توسط رابطه‌های ۱۶ و ۱۷ محاسبه شد.

$$bias = \frac{\sum(Y_i - \hat{Y}_i)}{n} \quad (۱۶)$$

$$bias\ \% = \frac{\sum(Y_i - \hat{Y}_i)/n}{\sum \hat{Y}_i/n} \times 100 \quad (۱۷)$$

در این رابطه‌ها، n: تعداد مشاهده‌ها، Y_i و $\hat{Y}_i$: به‌ترتیب متغیر وابسته اندازه‌گیری شده و برآورد شده است.

نتایج و بحث

آماره‌های توصیفی میانگین و اشتباه معیار برای گونه راش در منطقه مورد مطالعه به شرح جدول ۱ است. تعداد کل درختانی که برای برازش الگوها مورد استفاده قرار گرفت، ۱۵۹ اصله است که البته ۴۲ اصله از این تعداد به دلیل عدم

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]

داشتن ساقه طبیعی و دوشاخه بودن در محاسبات مربوط به ضریب کاهش قطری مورد استفاده قرار نگرفت.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی متغیرهای اندازه‌گیری شده و محاسبه شده

متغیر	علائم	تعداد	کمینه	بیشینه	میانگین	اشتباه معیار
قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	dbh	۱۵۹	۹	۱۱۸	۵۷/۱۲	۲/۳۵
ارتفاع درخت (متر)	H	۱۵۹	۱۱/۵۰	۳۶	۲۵/۲۲	۰/۴۶
حجم (متر مکعب)	V	۱۵۹	۰/۰۳	۱۵/۷۸	۴/۴۳	۰/۳۳
قطر تاج (متر)	cd	۱۵۹	۱	۱۷	۷/۲۳	۰/۲۹
دو برابر ضخامت پوست (میلی‌متر)	۲e	۱۵۹	۳	۳۱	۱۶/۳۱	۰/۵۷
ضریب شکل طبیعی	f۰/۱	۱۵۸	۰/۳۲	۰/۷۶	۰/۵۶	۰/۰۰۷
ضریب شکل مصنوعی	f۱/۳۰	۱۵۹	۰/۳۱	۰/۶۰	۰/۴۷	۰/۰۰۴
ضریب کاهش قطری (سانتی‌متر بر متر)	df	۱۱۷	۰/۴۱	۳/۴۷	۱/۴۸	۰/۰۶

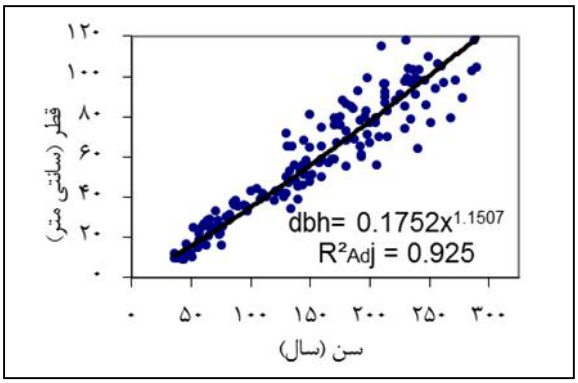
جدول ۲ و اشکال ۲ تا ۹ ابر نقاط، روابط رگرسیونی و الگوهای‌های رویش متغیرها براساس سن برای گونه راش در منطقه لومیر را نشان می‌دهد. الگوی رویشی متغیرهای قطر برابر سینه، ارتفاع، حجم، ضریب شکل طبیعی و ضریب کاهش قطری، الگوی توانی (power) است. در مورد متغیرهای قطر تاج و دو برابر ضخامت پوست، الگو منحنی S شکل بهترین برازش را دارد. اما در مورد ضریب شکل مصنوعی رابطه آماری معنی‌دار بین این مشخصه و سن وجود ندارد. با توجه به جدول ۲، میزان خطای تمام الگوهای انتخابی، به جز الگوی برازش یافته برای متغیر قطر تاج، کمتر از ۱۰ درصد است. توسط این مدل‌ها مقدار متغیرهای گونه راش در سنین مختلف در منطقه لومیر به دست می‌آید. البته این مدل‌ها تنها در محدوده سنی مشخص شده معتبر هستند و در محدوده‌های سنی بالاتر و پایین‌تر قابل استناد نمی‌باشد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

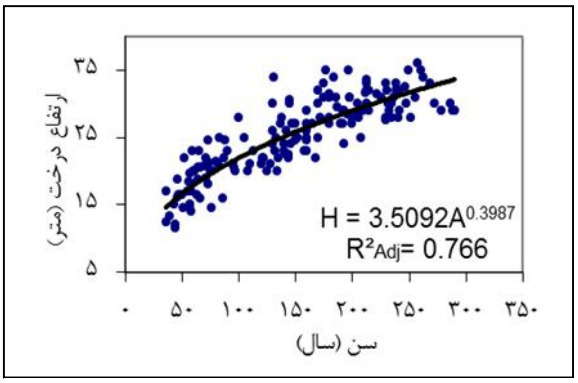
[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]

جدول ۲- ضریب‌ها و الگوهای برازش شده متغیرهای مختلف در برابر سن

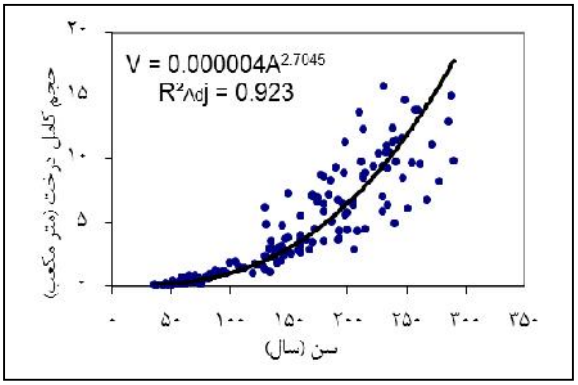
عامل	نوع معادله	آماره‌های برازش مدل					آماره‌های اعتبارسنجی مدل	
		ضریب تعیین اصلاحی (R^2_{Adj})	اشتباه معیار برآورد (See)	مقدار ثابت (b_0)	ضریب خط (b_1)	ضریب خط (b_2)	اریب	درصد اریب
قطر برابر سینه	توانی	۰/۹۲۵	۰/۱۸۱	۰/۱۷۵۲	۱/۱۵۰۷	-	-۰/۵۶۳	-۱/۰۰۱
	چاپمن- ریچارد	۰/۸۹۶	۹/۶۰۸	۱۶۸/۱۶۹	۰/۰۰۵	۱/۵۴۰	-۵/۵۹۹	-۹/۱۳۴
ارتفاع	توانی	۰/۷۶۶	۰/۱۲۲	۳/۵۰۹۲	۰/۳۹۸۷	-	۱/۲۴۶	۴/۹۰۳
	چاپمن- ریچارد	۰/۷۵۵	۲/۸۹۸	۳۷/۵۸۵	۰/۰۰۵	۰/۵۳۳	۰/۶۳۶	۲/۴۴۵
حجم	توانی	۰/۹۲۳	۰/۴۳۳	۰/۰۰۰۰۰۴	۲/۷۰۴۵	-	۰/۰۰۱	۰/۰۳۲
قطر تاج	S شکل	۰/۷۸۴	۰/۲۸۳	۲/۶۷۸	-۹۴/۹۲۱	-	۰/۸۴۹	۱۱/۶۸۴
دو برابر ضخامت پوست	S شکل	۰/۸۰۱	۰/۲۴۴	۳/۴۴۴	-۸۵/۸۸۴	-	۱/۰۳۱	۶/۲۰۲
ضریب شکل طبیعی	توانی	۰/۳۴۸	۰/۱۲۲	۰/۲۵۳۵	۰/۱۶۱۸	-	۰/۰۰۵	۰/۸۸۷
ضریب شکل مصنوعی	درجه سه	۰/۰۶۷	ضریب دخالت عامل سن در معادله ضعیف است و قابل توصیه نیست					
ضریب کاهش قطری	توانی	۰/۵۹۶	۰/۳۲۹	۰/۰۴۳۸	۰/۷۲۳۲	-	۰/۰۳۰	۱/۸۵۱



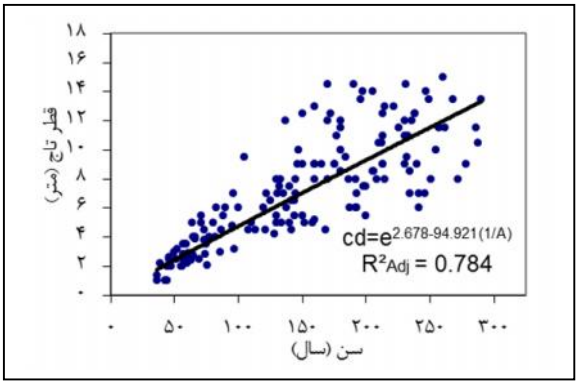
شکل ۲- ابر نقاط و منحنی قطر درخت در طول حیات



شکل ۳- ابر نقاط و منحنی ارتفاع درخت در طول حیات



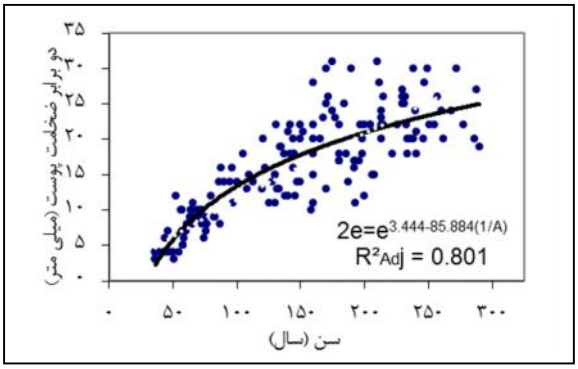
شکل ۴- ابر نقاط و منحنی رویش حجمی درخت در طول حیات



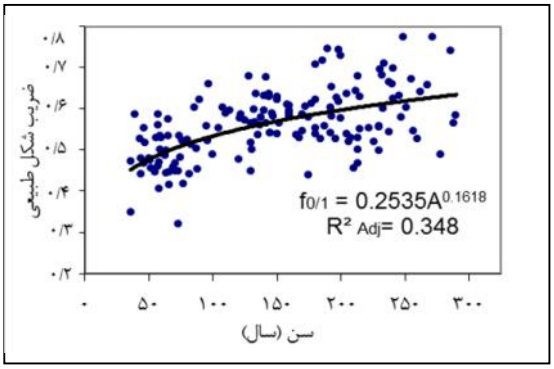
شکل ۵- ابر نقاط و منحنی تغییرات قطر تاج در سنین مختلف

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

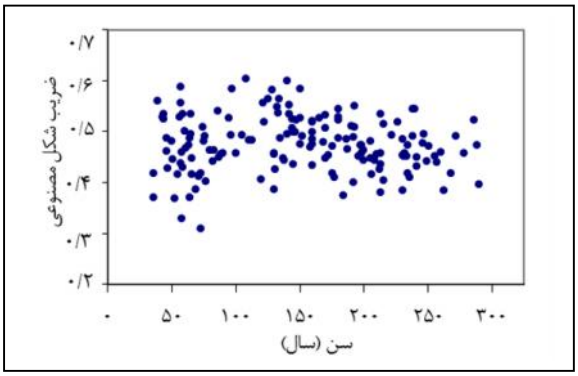
[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]



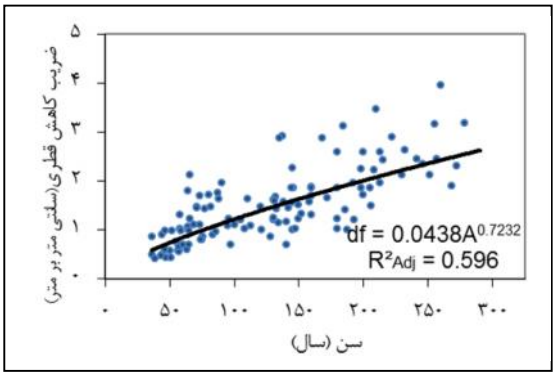
شکل ۶- ابر نقاط و منحنی رویش پوست در طول حیات



شکل ۷- ابر نقاط و منحنی تغییرات ضریب شکل طبیعی در سنین



شکل ۸- ابر نقاط تغییرات ضریب شکل مصنوعی در سنین مختلف



شکل ۹- ابر نقاط و منحنی تغییرات ضریب کاهش قطری در سنین مختلف

در این مطالعه مشخص شد ۹۳ درصد تنوع قطری گونه راش در منطقه لومیر (R^2_{Adj}=۰/۹۳) توسط سن با استفاده از الگوی توانی توجیه می‌شود (شکل ۲ و جدول ۲). با توجه به جدول ۲ و آماره‌های برازش و اعتبارسنجی، الگوی توانی نسبت به مدل چاپمن- ریچارد رابطه بین قطر و سن را بهتر برازش می‌کند. الگوی رویش قطری در این منطقه با الگویی که توسط بنیاد (۵) برای گونه راش ارائه شده شبیه است. بنیاد (۵) با بررسی رویش قطری گونه راش در رابطه با سن به این نتیجه رسید که رابطه بین این دو متغیر به صورت یک منحنی S شکل است. به‌طوری که رشد گونه راش در سنین ابتدایی، کند و بطئی بوده، سپس سریع می شود و به حد ماکزیمم می‌رسد و مجددا رشد آن کند می‌شود. یکی از دلایل تشکیل نشدن منحنی S شکل در این بررسی عدم برداشت درختان زیر قطر ۱۰ سانتی‌متر است. همچنین امینی و همکاران (۱، ۲) با استفاده از روش آنالیز تنه به این نتیجه رسیدند که رویش قطری گونه راش در سنین مختلف دارای نوسان‌های زیادی است به طوری‌که ابتدا کند است و سپس رویش افزایش می‌یابد

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]

و بعد از آن هر چند رویش در بعضی از بازه‌های زمانی کوتاه مدت افزایش‌هایی دارد ولی روند آن کاهش می‌یابد.

برای رویش ارتفاع نیز بعد از بررسی تمام توابع با توجه به مقدار ضریب تعیین تعدیل یافته و اشتباه معیار، مدل توانی (R^2_{Adj}=۰/۷۷، See=۰/۱۲۲) انتخاب شد (شکل ۳ و جدول ۲). در مورد ارتفاع نیز مدل توانی نسبت به مدل چاپمن- ریچارد منحنی ارتفاع درخت در برابر سن را بهتر برازش می‌کند (جدول ۲). منحنی ارتفاع نشان می‌دهد که ارتفاع گونه راش در این منطقه حدودا تا سن ۲۰۰ سال سریع و با شیب تند افزایش می‌یابد ولی از آن به بعد رویش ارتفاعی کاهش یافته و متوقف می‌شود. کرر و اوربیناتی (۶) نیز با بررسی رابطه بین سن و ارتفاع گونه‌های *Larix decidua* و *Pinus cembra* در ایتالیا به نتایج مشابهی رسیدند. معمولا رویش ارتفاعی درخت یا توده جنگلی به صورت یک منحنی S شکل و خوابیده است، یعنی در مراحل اولیه و نهایی کند و بین این دو مرحله سریع است. در جنگل نامنظم و مخصوصاً با گونه‌های سایه‌پسند، نرخ اولیه رویش ارتفاعی به شدت کند است و زمانی افزایش می‌یابد که درخت از مزاحمت اشکوب بالا رهایی یابد (۱۱). در این مطالعه به دلیل این که درختان زیر قطر ۱۰ سانتی‌متر برداشت نشده، منحنی به صورت S شکل نیست. در واقع این منحنی فاقد رویش کند مرحله اولیه است.

رابطه بین سن و حجم گونه راش به‌صورت یک مدل توانی (R^2_{Adj}=۰/۹۲، See=۰/۴۳۳) با مقدار خطای اندک ۰/۰۳ درصد است. (شکل ۴ و جدول ۲). مطالعه منحنی رویش حجمی نشان می‌دهد که رویش حجمی گونه راش در محدوده سنی مورد بررسی همواره روند صعودی دارد و متوقف نمی‌شود. امینی و همکاران (۱، ۲) نیز بیان کردند که به‌دلیل افزایش مداوم سطح مقطع در سال‌های متوالی، شیب کلی رویش حجمی روند افزایشی دارد. نیشیزنو و همکاران (۱۸) به بررسی تغییرات رویش حجمی گونه کریپتومریا (*Cryptomeria japonica*) در ارتباط با سن پرداخته و نشان دادند که در درختان غالب ابتدا رویش ارتفاعی درخت سپس رویش سطح مقطع و در نهایت رویش حجمی توده به اوج می‌رسد.

بهترین رابطه بین سن و قطر تاج گونه راش در این منطقه به صورت یک منحنی S شکل با ضریب تعیین تعدیل یافته R^2_{Adj}=۰/۷۸ و اشتباه معیار برآورد See =۰/۲۸۳ می‌باشد (شکل ۵ و جدول ۲). با توجه به رابطه و منحنی بین قطر تاج و سن مشخص شد که بیشترین تغییر در قطر تاج در سنین زیر ۵۰ سال اتفاق می‌افتد که نشان دهنده این است که گونه راش در این منطقه در سن ۵۰ سال رقابت برای کسب نور را پشت سر گذاشته و درختان در اشکوب بالا قرار گرفته‌اند. از

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]

سن ۵۰ سال به بعد میزان تغییرات قطر تاج یکنواخت است.

رابطه بین ضخامت پوست و سن به صورت یک منحنی S شکل (R^2_{Adj}=۰/۸۰ ،See =۰/۲۴۴) با مقدار خطای ۶/۲ درصد است (شکل ۶ و جدول ۲). یعنی در مراحل اولیه رویش پوست کند و ناچیز در مرحله میانی رویش پوست افزایش می‌یابد و در مراحل بعدی دوباره کاهش می‌یابد. در این بررسی سن ۸۰ درصد تنوع موجود در ضخامت پوست گونه راش را توجیه می‌کند. این نشان از اثرگذاری شدید سن روی ضخامت پوست می‌باشد. زبیری (۲۵) نیز این موضوع را تایید کرده است که در پیش‌بینی ضخامت پوست، سن یکی از مهمترین عوامل اثرگذار است.

عوامل رویشگاه و رقابت در تغییر ضریب شکل درخت در طول زندگی موثرند. این ضریب به عواملی نظیر گونه درختی، رویشگاه، وضع قرار گرفتن در داخل توده و تراکم توده بستگی دارد (۲۵). مشاهده ابر نقاط و رابطه بین سن و ضریب شکل درخت نشان می‌دهد که ضریب شکل طبیعی و مصنوعی گونه راش کمتر تحت تاثیر سن قرار می‌گیرند. به طوری‌که رابطه بین سن و ضریب شکل طبیعی گونه راش، یک رابطه توانی با ضریب تعیین تعدیل یافته ۰/۳۵ است که رابطه نسبتا ضعیف اما معنی‌دار می‌باشد (شکل ۷ و جدول ۲). بین سن و ضریب شکل مصنوعی نیز یک رابطه درجه ۳ با ضریب تعیین ۰/۰۶۷ وجود دارد به طوری‌که با افزایش سن هیچ تغییر خاصی در ضریب شکل مصنوعی راش در این منطقه صورت نمی‌گیرد (شکل ۸ و جدول ۲). اصلی و همکاران (۴) نیز با بررسی گونه راش دریافتند که سن درخت تاثیر معنی‌داری در محاسبه ضریب شکل مصنوعی ندارد. بررسی مدل و رابطه توانی بین سن و ضریب کاهش قطری نشان می‌دهد که قسمت عمده تغییرات ضریب کاهش قطری (R^2_{Adj}=۰/۶۰) توسط سن توجیه می‌گردد (شکل ۹ و جدول ۲). با توجه به این‌که افزایش سن و ارتفاع در درختان اغلب توأم با پیدایش گورچه است، این ضریب در درختان قطور (مسن و با ارتفاع زیاد) بزرگتر از درختان با قطر کم است (شکل ۹). به‌خصوص در این منطقه که گورچه‌ها بزرگتر از حد معمول نیز هستند. تعیین قطر ساقه در ارتفاع‌های مختلف و شکل آن می‌تواند در تعیین میزان چوب در ابعاد مختلف و تعیین کیفیت درخت سرپا و توده مورد استفاده قرار گیرد.

به طورکلی الگوها و منحنی‌های به‌دست آمده از این بررسی دارای دقت بالایی هستند. به طوری که در اکثر متغیرها، سن بیش از ۷۵ درصد از تنوع (R^2_{Adj}>۰/۷۵) موجود در آن متغیر را توجیه می‌کند. علاوه بر این، نتایج به‌دست آمده از اعتبارسنجی نیز نشان دهنده

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]

مقدار خطای کمتر از ۱۰ درصد برای اکثر الگوها است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که روند رویش اکثر متغیرها در طول حیات درخت یکسان نبوده و در سنین خاص با توجه به خصوصیات ژنتیکی و شرایط محیطی و رویشگاهی این روند دچار تغییراتی می‌گردد. سیلوا و همکاران (۲۳) نیز الگوهای رویش درختان آمازون مرکزی را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که الگوهای رویش درختان به طور معنی‌دار، همراه با زمان تغییر می‌یابد. همچنین میلوز (۱۳) با بررسی توده‌های غالب و آمیخته راش اروپایی نشان داد که مراحل توسعه توده بدون اینکه هیچ اثر متقابلی با رویشگاه داشته باشند، رویش ارتفاعی و حجمی درختان راش غالب را حداقل در سنین بالاتر از ۵۰ سال تحت تاثیر قرار می‌دهد. سن درخت بر رویش اکثر متغیرها اثرگذار است به طوری که با افزایش سن میزان رشد آنها کم و حتی به صفر می‌رسد. پی‌بردن به خواست و سرشت گونه راش در سنین متفاوت، مدیریت آن را اقتصادی خواهد کرد. این شناسایی‌ها صرف‌نظر از روشن ساختن بسیاری از مسائل جنگل‌شناسی، پرورش جنگل و جنگل‌داری که مدیران جنگل را در برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری راشستان‌ها هدایت می‌نماید، آگاهی دقیقی از کیفیت و کمیت چوب آنها را فراهم می‌سازد و امکان استفاده بهتر و اصولی‌تر را از چوب راش مشخص می‌نماید. همچنین برآورد مقدار هر یک از متغیرها در سنین مختلف با استفاده از الگوهای رویشی دارای دقت و صحت بالا، می‌تواند به مدیران جنگل در برآورد دقیق‌تر میزان موجودی جنگل و توده کمک کند (۱۴). این موضوع زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که بدانیم در روش تک‌گزینی که یک روش نزدیک به طبیعت است باید به میزانی از مراحل مختلف رویشی توده برداشت شود تا استمرار آن حفظ شود. این موضوع بدون داشتن اطلاعات دقیق از میزان حجم توده و جنگل امکان‌پذیر نمی‌باشد. نتایج این تحقیق می‌تواند در پرورش جنگل و مدیریت آن از نظر تولیدی و اقتصادی اهمیت داشته باشد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]

منابع

1. Amini, M., KH. Sagheb-Talebi, M. Namiranian and R. Amini. 2009. Investigation on increment of *Fagus orientalis* Lipsky using time series analysis. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(3): 404-421. (In Persian)
2. Amini, M., M. Namiranian, KH. Sagheb-Talebi and R. Amini. 2009. Investigation on the homogenity of diameter increment models in *Fagus orientalis* L. trees. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 16(4):1-23. (In Persian)
3. Arista, M. 1995. The structure and dynamics of an *Abies pinaspo* forest in southern Spain. Forest Ecology and Management, 74: 81-89.
4. Asli, A., D. Behgel and M. Zobetri. 1976. Volume table for Beech species in Patom serie of Kheiroudkenar forest. Iranian Journal of Natural Resources, 34: 1-20. (In Persian)
5. Bonyad, A.E. 1988. Determination of harvesting economic age for *Fagus orientalis* in the Asalem forest area. M.Sc. Thesis of Forestry. Tehran University, 77 pp. (In Persian)
6. Carrer, M. and C. Urbinati. 2004. Age-dependent tree ring crowth responses to climate in *Larix deciduas* and *Pinus cembra*. Ecology, 85(3): 730-740.
7. Chapman, D.G. 1961. Statistical problems in dynamics of exploited fisheries populations. In: Neyman, J. (Ed.), Proceedings of 4th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, vol. 4, Berkeley, CA, pp: 153-168.
8. Chojnacky, D.C. 1997. Modeling diameter growth for pinion and Juniper trees in Dryland forests. Forest Ecology and Management, 93(1-2): 21-31.
9. Delfan Abazari, B. and KH. Sagheb-Talebi. 2007. Diameter and height increment process of oriental beech (*Fagus orientalis*) in natural Caspian forests; Kelardasht region. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(4): 320-328. (In Persian)
10. Huang, S., D. Price and S.J. Titus. 2000. Development of ecoregion-based height-diameter models for white spruce in boreal forests. Forest Ecology and Management, 129: 125-141.
11. Loetch, F. and K.E. Haller. 1964. Forest inventory. Vol. 2. Third edition. Muenchen, Bern, Wien, BLV- Verlagsges. 469 pp.
12. Marvi Mohajer, M.R. 2005. Silviculture. Tehran University Press. Tehran. 387 pp. (In Persian)
13. Milios, E. 2004. The influence of stand development process on the height and volume growth of dominant *Fagus sylvatica* L. S.L. trees in the central Rhodope Mountains of north-eastern Greece. Forestry, 77(1):17-26.
14. Mirabdollahi, M. 2010. Study of age effects on growth of Beech trees in Lomir forest area. M.Sc. thesis of Forestry. Guilan University, 84 pp. (In Persian)
15. Mirbadin, A.R. and M. Namiranian. 2005. Determination of seedling cycle by stem analysis of three beech stands. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 13 (3): 353-378. (In Persian)
16. Mirbadin, A. and GH. Shahriyari. 1999. Determination of diameter growth of forest trees and shrubs (Beech), in VAZ experimental forest (Mazandaran Province). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 2(212): 1-51. (In Persian)
17. Namiranian, M. 2007. Tree measurement and fortest biometry. Tehran University Press. Tehran. 574 pp. (In Persian)
18. Nishizono, T., K. Tanaka, Y. Awaya, Y. Oishi, M. Hayashi, Y. Yokota, M. Amano, H. Kuboyama, K. Yamaki and H. Furuido. 2008. Age-related changes in stand

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]

volume growth of *Cryptomeria japonica* plantations in Akita district, Northeastern Japan. Journal of the Japanese Forest Society, 90: 232-240.
19. Obrien, S.T., S.P. Hubbell, P. Spiro, R. Condit and R.b. Foster. 1995. Diameter, height, crown and age relationships in eight neotropical tree species. Ecology, 76(6): 1926-1939.
20. Philip, M. 1994. Measuring trees and forests. Second edition. CAB International. Walling Ford, UK, 310 pp.
21. Piovesan, G., M. Bernabei, A. Di Filippo, M. Romagnoli and B. Schirone. 2003. A long term tree ring beech chronology from a high elevation old growth forest of central Italy. Dendrochronologia, 21(1): 13-22.
22. Richards, F.J. 1959. A flexible growth function for empirical use. Journal of Experimental Biology, 10: 290-300.
23. Silva, R.P., J.D. Santos, E.S. Tribuzy, J.Q. Chambers, S. Nakamura and N. Higuchi. 2002. Diameter increment and growth patterns for individual tree growing in Central Amazon, Brazil. Forest Ecology and Management, 166: 295-301.
24. Sonmez, T. 2009. Diameter at breast height-crown diameter prediction models for *Picea orientalis*. African Journal of Agricultural Research, 4(3): 215-219.
25. Zobeiry, M. 2005. Forest Inventory (Measurement of Tree and Stand). 2rd Ed., TehranUniversity Press. Tehran. Iran. 401 pp. (In Persian)
26. Zuhaidi, Y.A. 2009. Local growth model in modelling the crown diameter of plantation-grown *Dryobalanops aromatica*. Journal of Tropical Forest Science, 21(1): 66-71.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]

Study of Age Effects on Growth of Beech Trees in Lomir Forest, Guilan

Morteza Mirabdollahi Shamsi[1], Amireslam Bonyad[2], Behzad Bakhshandeh Navrood[3] and Javad Torkaman[4]

1- Former MSc, University of Guilan (Corresponding Author: Mirabdollahi.morteza@yahoo.com)
2 and 4- Associate Professor and Assistant Professor, University of Guilan
3- PhD. student, University of Lorestan
Received: October 24, 2011 Accepted: March 2, 2013

Abstract

Oriental Beech forests have economic and ecological importances in Hyrcanian zone in the north of Iran. Therefore qualitative and quantitative controls of the stands are essential in management of these forests. This study was aimed for determining the effect of age on growing variables of beech trees in Lomir forest in Asalem, Guilan Province. In this study, 179 Beech trees were selected based on diameter classes (5 cm). The relationships between tree age and growing variables of beech trees were tested by regression analysis. The results of this study indicated that tree age-diameter (R^2_{Adj} =0.93) and tree age-height (R^2_{Adj} =0.77) relationships were described using Power model. Volume growth was fitted by power model with the adjusted coefficient of determination of 0.92 (R^2_{Adj} =0.92). The S-curve model gave the best result for relationship between age-crown diameter (R^2_{Adj} =0.78) and age-bark thickness (R^2_{Adj} =0.80). But the tree artificial form factor is not affected with increasing tree age. These results indicated that diameter and height trends of annuall increment are negative in final periods of tree life. But volume trend of annual increment always is positive. The results of this research could be a guideline for foresters to manage forest economically.

Keywords: Growth Model, Regression Analysis, Age, Growth, *Fagus Orientalis*, Lomir

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.1.1.7]