



دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی گیلان

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هجدهم، شماره سوم، ۱۳۹۰

www.gau.ac.ir/journals

## مدل‌سازی متغیرهای تاثیر گذار بر ضخامت پوست گونه راش (*Fagus orientalis* Lipsky) در منطقه ناو اسالم

\*مرتضی میرعبداللهی شمس‌ی<sup>۱</sup>، امیراسلام بنیاد<sup>۲</sup>، جواد ترکمن<sup>۳</sup> و بهزاد بخشنده ناورد<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد گروه جنگلداری دانشگاه گیلان، <sup>۲</sup>دانشیار گروه جنگلداری دانشگاه گیلان،

<sup>۳</sup>استادیار گروه جنگلداری دانشگاه گیلان، <sup>۴</sup>کارشناس ارشد اداره کل منابع طبیعی گیلان

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۱۷

### چکیده

پوست درخت نقش مهمی در حفاظت از کامبیوم، فعالیت‌های حیاتی و دفاع در برابر آفات و حشرات دارد. تعیین میزان پوست حجیم برای برآورد حجیم چوب و رویش درخت از اهمیت بسیاری برخوردار است. معاملات چوب‌های جنگلی بر اساس حجم درخت با پوست صورت می‌گیرد، بنابراین اطلاع از درصد پوست درختان جنگلی دارای اهمیت است. هدف از این بررسی مدل‌سازی برای برآورد ضخامت پوست درخت سرپا و متغیرهای موثر بر آن در جنگل‌های ناو اسالم است. تعداد ۱۷۹ اصله درخت راش بر اساس طبقات قطری ۵ سانتی‌متری اندازه‌گیری و مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه مشخص شد، ضخامت پوست گونه راش تحت تاثیر متغیرهای قطر، سن و ارتفاع درخت است که ضخامت پوست در قطرهای مختلف درخت متفاوت بوده، به طوری که نسبت درصد پوست در گروه قطری کمتر از ۴۰ سانتی‌متر به گروه قطری ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متر و بیشتر از ۸۰ سانتی‌متر به ترتیب ۱/۲۰ و ۱/۴۹ می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که درصد پوست در چوب‌های کم قطر بیشتر است. ولی ضخامت پوست درخت با افزایش قطر آن رابطه مستقیم دارد ( $R^2=0/72$ ) و با افزایش سن درخت زیاد می‌شود ( $R^2=0/67$ ) و نسبت درصد پوست در گروه سنی کمتر از ۸۰ سال به گروه سنی ۸۰ تا ۱۵۰ سال و بیشتر از ۱۵۰ سال به ترتیب ۱/۱۲ و ۱/۴۱ است. برای برآورد میزان ضخامت پوست تعداد ۱۰ مدل آماری توسط آنالیز رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت که از بین آن‌ها مدل توانی ( $R^2=0/84$  و  $See=0/221$ ) مدل مناسب برای تعیین ضخامت پوست درخت راش تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: جنگل، ضخامت پوست، گونه راش، ناو اسالم

\*مسئول مکاتبه: mirabdollahi.morteza@yahoo.com

## مقدمه

پوست جزئی از درخت است که نقش مهمی در حفاظت از کامبیوم، فعالیت‌های حیاتی و دفاع در برابر آفات و حشرات دارد (شریل و همکاران، ۲۰۰۸). به ظاهر حجم پوست ناچیز به نظر می‌رسد ولی مقدار آن در رابطه با بعضی از گونه‌ها با اهمیت می‌باشد (نمیرانیان، ۲۰۰۷). معاملات چوب‌های جنگلی بر اساس حجم درخت با پوست صورت می‌گیرد، بنابراین اطلاع از درصد پوست درختان جنگلی دارای اهمیت است (ساریخانی، ۲۰۰۱). در جنگل‌های شمال ایران حجم پوست ممرز ۵ درصد حجم کل و حجم پوست راش ۶ درصد حجم کل برآورد شده است (زبیری، ۲۰۰۰؛ نمیرانیان، ۲۰۰۷). میزان پوست برای برآورد چوب و رویش درخت از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد (لاسانهاو و همکاران، ۲۰۰۵). ضخامت پوست به گونه درختی، ارتفاع درخت، سن و شکل درخت، ساختار ژنتیکی، سلامتی، نرخ رشد، پایداری پوست و موقعیت آن در طول تنه بستگی دارد (فیلیپ، ۱۹۹۴؛ کالیسیز، ۱۹۹۹؛ آتا و همکاران، ۲۰۰۵). میزان ضخامت پوست در اقلیم‌های گوناگون، مراحل مختلف تکامل و شرایط رویشگاهی متفاوت (شیب، جهت و نوع خاک) تغییر می‌کند (لاسانهاو و همکاران، ۲۰۰۵). ضخامت پوست با جهت جغرافیایی و کلاسه‌های سنی و قطری درخت همبستگی داشته و مقدار آن در جهت‌های رو به آفتاب بیشتر از سایر جهت‌ها است (سانمز و همکاران، ۲۰۰۷). قطر برابر سینه، ارتفاع درخت، سن و ضریب شکل درخت و همچنین مناطق اقلیمی مختلف بر ضخامت پوست اثر می‌گذارند (لاسانهاو و همکاران، ۲۰۰۵). در تحقیقات مرتبط با مدل‌های پیش‌بینی پوست، بیشتر بر مدل‌هایی تاکید می‌شود که به پیش‌بینی ضخامت پوست در ارتفاع برابر سینه می‌پردازند، چون پیش‌بینی رویش پایه‌ها بر اساس خصوصیات ارتفاع برابر سینه است. در آمریکای شمالی مطالعه‌ای توسط هنگست و داوسون (۱۹۹۴) بر روی بلوط قرمز شمالی (*Quercus rubra*) و ۱۵ گونه پهن برگ دیگر صورت گرفت و نشان داده شد که بین ضخامت پوست و قطر برابر سینه یک رابطه خطی و مثبت وجود دارد. ضخامت پوست گونه‌های سوزنی برگ و پهن برگ به اندازه، سن، ارتفاع درخت و همچنین شرایط رویشگاهی بستگی دارد. ولی پور و همکاران (۲۰۰۹)، به منظور ایجاد مدلی مناسب برای برآورد ضخامت پوست گونه وی‌ول، از متغیرهای قطر و ارتفاع که همبستگی بیشتری با ضخامت پوست داشتند، استفاده کردند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که معادلات خطی و درجه دو، مدل‌های مناسب برای پیش‌بینی ضخامت پوست درخت هستند. در برخی موارد وجود همبستگی بسیار بالا بین متغیرهای مستقل ایجاد یک رابطه خطی مشترک چندگانه کرده و از تشکیل مدل خطی چندگانه با تمام این متغیرها جلوگیری می‌کند (فرشادفر، ۲۰۰۲). بیشتر محققان به بررسی

تغییرات ضخامت پوست در امتداد تنه پرداخته و با توجه به آن مدل‌های منحنی پوست و همچنین مدل‌های منحنی تنه با پوست و بدون پوست را برای درختان مختلف ارائه داده‌اند (لاساناھو و همکاران، ۲۰۰۵؛ جانسون و نیلیندر، ۱۹۹۰؛ اوجانسو، ۱۹۹۳). لاسانناھو و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از متغیرهای قطر برابر سینه، ارتفاع و سن درخت مدل‌های لگاریتمی برای برآورد ضخامت پوست *Picea abies* در قطر برابر سینه به دست آوردند. بنیاد (۱۹۸۹) جهت تعیین رابطه بین قطر و حجم پوست گونه راش در جنگل‌های منطقه اسالم تعداد ۹۶ اصله درخت را بر حسب کلاسه قطری مورد مطالعه قرار داد و نشان داد که رابطه بین قطر و ضخامت پوست به صورت خطی می‌باشد. زبیری (۲۰۰۰) رابطه‌ای خطی بین ضخامت پوست و قطر برابر سینه گونه راش (*Fagus orientalis* Lipsky) به دست آورد. هدف از این بررسی مدل‌سازی برای برآورد ضخامت پوست درخت سرپا و متغیرهای تاثیرگذار بر آن در جنگل‌های ناو اسالم است.

### مواد و روش‌ها

این بررسی در منطقه ناو اسالم انجام گرفته است. موقعیت جغرافیایی آن بین طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۷ دقیقه و ۵۵ ثانیه تا ۴۸ درجه و ۴۲ دقیقه و ۲۷ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۵ دقیقه و ۵۶ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه و ۳۸ ثانیه شمالی قرار دارد. جهت عمومی دامنه‌های این جنگل، شمالی و جزء جنگل‌های میان‌بند تا بالابند می‌باشد که در ارتفاع ۹۰۰ تا ۲۰۰۰ متری از سطح دریا قرار گرفته و دارای خاک عمیق است.

روش نمونه برداری به صورت انتخابی و بر اساس طبقات قطری بوده که از کلاسه قطری ۱۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر را شامل می‌گردد. در هر طبقه قطری ۵ سانتی‌متری حداقل ۷ اصله درخت اندازه‌گیری شده است. در مجموع از هر درخت قطع شده، متغیرهای ضخامت پوست (۲e)، قطر برابر سینه (dbh)، سن درخت و ارتفاع درخت (h) اندازه‌گیری شد. ضخامت پوست با استفاده از کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و دوبرابر ضخامت آن ثبت گردید. به منظور بررسی اثر مراحل رویشی بر روی ضخامت پوست، متغیرهای مورد اندازه‌گیری به سه کلاسه I، II و III (جدول ۱) طبقه‌بندی شد.

جدول ۱- طبقه‌بندی متغیرهای مورد اندازه‌گیری.

III		II		I		کلاس
تعداد	دامنه	تعداد	دامنه	تعداد	دامنه	متغیر
۴۲	$۸۰ \leq$	۶۴	۴۰-۸۰	۵۳	$< ۴۰$	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)
۷۹	$۱۵۰ \leq$	۴۱	۸۰-۱۵۰	۳۹	$< ۸۰$	سن (سال)
-	-	۸۸	$۲۵ \leq$	۷۱	$< ۲۵$	ارتفاع درخت (متر)

نرمال بودن داده‌ها به وسیله آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و نمودارهای احتمال نرمال و همگن بودن واریانس داخل گروه‌ها با آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. از آزمون‌های آماری t-test و Tukey برای مقایسه میانگین‌ها استفاده گردید. برای محاسبه درصد ضخامت پوست در هر کلاس از متغیرهای مورد اندازه‌گیری از معادله زیر استفاده شد (نمیرانیان، ۲۰۰۷).

$$\text{درصد } e = \frac{2e}{dbh \times 10} \times 100 \quad (۱)$$

مدل خطی، با شیوه رگرسیون گام به گام و ضرائب رگرسیون، با شیوه حداقل مربعات مورد بررسی قرار گرفت. معادلات مورد آزمون شامل توابع ساده خطی، لگاریتمی، معکوس، درجه دو، درجه سه، کامپوند، توانی، S شکل، رویش و نمایی است که شکل کلی آن‌ها به صورت زیر می‌باشد:

$$Y_i = b_0 \times b_1^{X_i} \quad (۷) \quad Y_i = b_0 + b_1 X_i \quad (۲)$$

$$Y_i = b_0 \times X_i^{b_1} \quad (۸) \quad Y_i = b_0 + b_1 \ln(X_i) \quad (۳)$$

$$Y_i = e^{b_0 + \frac{b_1}{X_i}} \quad (۹) \quad Y_i = b_0 + \frac{b_1}{X_i} \quad (۴)$$

$$Y_i = e^{b_0 + b_1 X_i} \quad (۱۰) \quad Y_i = b_0 + b_1 X_i + b_2 X_i^2 \quad (۵)$$

$$Y_i = b_0 \times e^{b_1 X_i} \quad (۱۱) \quad Y_i = b_0 + b_1 X_i + b_2 X_i^2 + b_3 X_i^3 \quad (۶)$$

از بین ۱۷۹ اصله درخت مورد اندازه‌گیری تعداد ۲۰ اصله درخت به طور تصادفی برای اعتبارسنجی و برآورد خطای مدل‌ها کنار گذاشته شد. برای ارزیابی مدل‌ها از آنالیز باقی‌مانده‌ها استفاده گردید.

## نتایج

مشخصه‌های آماری محاسبه شده برای متغیرهای مختلف قطر برابر سینه، سن و ارتفاع درخت که بالاترین همبستگی را با ضخامت پوست دارند به شرح جدول ۲ می‌باشد.

جدول ۲- مشخصه‌های آماری مربوط به متغیرهای اندازه‌گیری شده.

متغیر	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	اشتباه معیار
دو برابر ضخامت پوست (میلی‌متر)	۱۵۹	۳	۳۱	۱۶/۳۱	۰/۵۷
قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	۱۵۹	۹	۱۱۸	۵۷/۱۲	۲/۳۵
سن (سال)	۱۵۹	۳۶	۲۹۰	۱۴۹/۳۴	۵/۵۲
ارتفاع درخت (متر)	۱۵۹	۱۱/۵	۳۶	۲۵/۲۲	۰/۴۶

ماتریس همبستگی بین متغیرهای اندازه‌گیری شده که یک ماتریس قطری و متقارن است، محاسبه گردید. ضخامت پوست گونه راش حداکثر همبستگی را با قطر برابر سینه به میزان ۰/۸۵ نشان داد، که در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است.

ضخامت پوست	قطر برابر سینه	ارتفاع درخت	سن
۱	۰/۸۵۰**	۰/۷۷۹**	۰/۸۱۹**
۰/۸۵۰**	۱	۰/۸۹۲**	۰/۹۴۵**
۰/۷۷۹**	۰/۸۹۲**	۱	۰/۸۴۶**
۰/۸۱۹**	۰/۹۴۵**	۰/۸۴۶**	۱

نتایج آنالیز واریانس نشان داد، متوسط ضخامت پوست همگام با افزایش کلاسه‌های قطر، سن و ارتفاع درخت افزایش می‌یابد ( $P < 0/001$ ). ضخامت پوست در سه کلاسه قطری و سنی I، II و III دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ است. این نتایج نشان می‌دهد که درصد ضخامت پوست با افزایش قطر، سن و ارتفاع گونه راش کاهش می‌یابد. بیشترین درصد ضخامت پوست مربوط به کلاسه قطری کمتر از ۴۰ سانتی‌متر و برابر با ۳/۷۶ درصد می‌باشد. نتایج تاثیر متغیرهای قطر، سن و ارتفاع بر میزان ضخامت پوست در جدول ۳ نشان داده شده است.

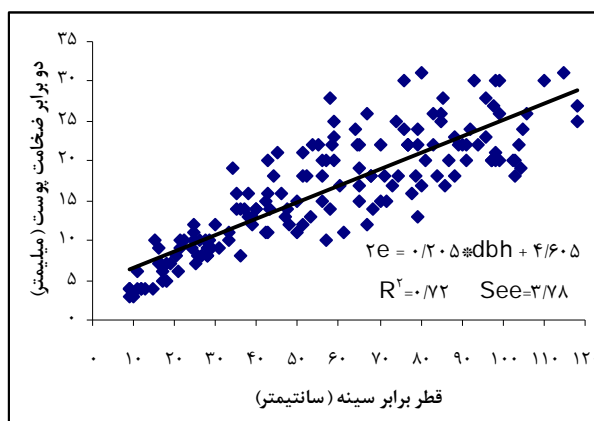
جدول ۳- تاثیر متغیرهای قطر، سن و ارتفاع بر میزان ضخامت پوست.

متغیر	کلاسه	میانگین ضخامت پوست (میلی‌متر)	اشتباه معیار	درصد میانگین پوست
قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	I	۸/۶۸	۰/۵۰	۳/۷۶
	II	۱۸/۰۳	۰/۵۸	۳/۰۶
	III	۲۳/۳۳	۰/۶۴	۲/۴۷
سن (سال)	I	۷/۱۸	۰/۴۱	۳/۷۹
	II	۱۴/۹۵	۰/۵۵	۳/۳۸
	III	۲۱/۵۳	۰/۵۵	۲/۶۹
ارتفاع درخت (متر)	I	۱۰/۷۷	۰/۶۲	۳/۶۶
	II	۲۰/۷۸	۰/۵۴	۲/۷۲

بررسی‌هایی که از طریق شیوه رگرسیون گام به گام به منظور تشکیل مدل خطی چندگانه با استفاده از متغیرهای مستقل قطر، سن و ارتفاع درخت، برای برآورد ضخامت پوست صورت گرفت، منجر به تشکیل مدل خطی ساده با متغیر قطر شد (رابطه ۱۲). ورود متغیرهای مستقل دیگر به این مدل تغییر معنی‌داری در مقدار ضریب تعیین ایجاد نکرد. مدل به دست آمده از شیوه رگرسیون گام به گام به صورت شکل ۱ می‌باشد.

$$ye = 4/605 + 0/205 dbh \quad (12)$$

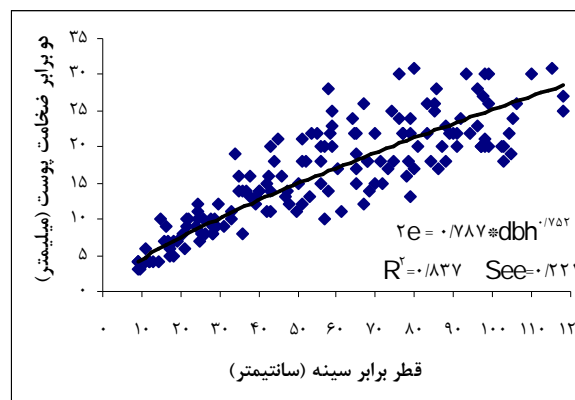
$$R^2 = 0/722$$



شکل ۱- مدل خطی برآورد ضخامت پوست و نمودار پراکنش آن

مدل‌های غیرخطی شامل توابع لگاریتمی، معکوس، درجه دو، درجه سه، کامپوند، توانی، S شکل، رویش و نمایی مورد آزمون قرار گرفت. مدل توانی بالاترین ضریب تعیین و کمترین اشتباه معیار برآورد (See) را در بین سایر مدل‌ها دارا است. مدل توانی برآورد ضخامت پوست با استفاده از قطر به صورت رابطه ۱۳ و شکل ۲ می‌باشد.

$$\begin{aligned} \hat{y}_e &= 0.787 \text{ dbh}^{0.752} & (13) \\ R^2 &= 0.837 \end{aligned}$$



شکل ۲- مدل توانی برآورد ضخامت پوست و نمودار پراکنش آن

هر یک از مدل‌های پیش‌بینی ضخامت پوست درخت مورد اعتبارسنجی قرار گرفت. برای این منظور در ابتدا به وسیله آزمون t جفتی مقادیر برآورد شده توسط هر یک از مدل‌ها با مقادیر واقعی ضخامت پوست مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج آن به شرح جدول ۴ می‌باشد. با توجه به جدول ۴ اختلاف میانگین مقادیر برآورد شده توسط هر مدل با مقادیر واقعی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نیست.

جدول ۴- نتایج آماری حاصل از آزمون t جفتی در رابطه با ضخامت پوست برآورد شده از مدل‌های خطی و توانی.

سطح معنی‌داری	درجه آزادی	t محاسبه شده	تفاوت جفتی			۲e اندازه‌گیری شده ۲e به دست آمده از مدل خطی	جفت ۱
			اشتباه معیار	انحراف معیار	میانگین		
۰/۹۹۸	۱۵۸	-۰/۰۰۳	۰/۲۹۹	۳/۷۷۰	-/۰۰۱	۲e اندازه‌گیری شده ۲e به دست آمده از مدل توانی	جفت ۲
۰/۳۱۴	۱۵۸	۱/۰۱۱	۰/۲۹۱	۳/۶۷۴	۰/۲۹۵		

همچنین توسط ۲۰ اصله درختی که به طور تصادفی کنار گذاشته شده بود و با استفاده از آنالیز باقیمانده‌ها مدل‌ها ارزیابی و خطای آن‌ها برآورد گردید که نتایج آن به شرح جدول ۵ می‌باشد.

جدول ۵- اعتبار سنجی مدل‌های برآورد ضخامت پوست.

شماره درخت	قطر (سانتی‌متر)	۲e اندازه‌گیری شده (میلی‌متر)	۲e به دست آمده از مدل خطی (میلی‌متر)	۲e به دست آمده از مدل توانی (میلی‌متر)	باقیمانده مدل خطی	باقیمانده مدل توانی
۱	۱۷	۵	۸/۰۹	۶/۶۳	+۳/۰۹	+۱/۶۳
۲	۲۳	۱۰	۹/۳۲	۸/۳۲	-۰/۶۸	-۱/۶۸
۳	۲۵	۹	۹/۷۳	۸/۸۶	+۰/۷۳	-۰/۱۴
۴	۳۰	۱۱/۴	۱۰/۷۵	۱۰/۱۶	-۰/۶۴	-۱/۲۴
۵	۴۱	۱۴	۱۳/۰۱	۱۲/۸۵	-۰/۹۹	-۱/۱۵
۶	۳۸	۱۵/۲	۱۲/۳۹	۱۲/۱۳	-۲/۸۰	-۳/۰۷
۷	۵۲	۲۰/۸	۱۵/۲۶	۱۵/۳۶	-۵/۵۳	-۵/۴۴
۸	۵۴	۲۱/۸	۱۵/۶۷	۱۵/۸۰	-۶/۱۲	-۶/۰۰
۹	۵۶	۱۸/۶	۱۶/۰۸	۱۶/۲۴	-۲/۵۱	-۲/۳۶
۱۰	۵۷	۲۱/۶	۱۶/۲۹	۱۶/۴۶	-۵/۳۱	-۵/۱۴
۱۱	۶۳	۲۰/۴	۱۷/۵۲	۱۷/۷۵	-۲/۸۸	-۲/۶۵
۱۲	۶۸	۱۸/۶	۱۸/۵۴	۱۸/۷۹	-۰/۰۵	+۰/۱۹
۱۳	۶۷	۱۸	۱۸/۳۴	۱۸/۵۹	+۰/۳۴	+۰/۵۹
۱۴	۷۳	۲۱/۲	۱۹/۵۷	۱۹/۸۲	-۱/۶۳	-۱/۳۸
۱۵	۷۶	۲۲	۲۰/۱۸	۲۰/۴۳	-۱/۸۱	-۱/۵۷
۱۶	۸۱	۲۵/۶	۲۱/۲۱	۲۱/۴۴	-۴/۳۹	-۴/۱۶
۱۷	۸۰	۱۹/۶	۲۱/۰۰	۲۱/۲۴	+۱/۴۰	+۱/۶۴
۱۸	۸۳	۲۴	۲۱/۶۲	۲۱/۸۳	-۲/۳۸	-۲/۱۷
۱۹	۹۳	۲۲	۲۳/۶۷	۲۳/۷۸	+۱/۶۷	+۱/۷۸
۲۰	۳۷	۱۴/۴	۱۲/۱۹	۱۱/۸۹	-۲/۲۱	-۲/۵۱
مجموع		۳۵۳/۲	۳۲۰/۴۷	۳۱۸/۳۷	-۳۲/۷۳	-۳۴/۸۳



با توجه به جدول ۵ و با محاسبه درصد نسبت باقی مانده هر مدل به مجموع ۲۵ اندازه گیری شده، مقدار خطای مدل‌های خطی و توانی برآورد ضخامت پوست به ترتیب برابر با ۹/۲۷ و ۹/۸۶ درصد برآورد گردید. این مدل‌ها ضخامت پوست را کمتر از مقدار واقعی برآورد می‌کنند.

### بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه مشخص شد، ضخامت پوست گونه راش تحت تاثیر متغیرهای قطر، سن و ارتفاع درخت است که تاثیر متغیر قطر بیشتر می‌باشد. به طوری که نسبت درصد پوست در کلاس I به II و III به ترتیب  $\Phi_1 = \frac{3/67}{3/06} = 1/20$  و  $\Phi_2 = \frac{3/67}{2/47} = 1/49$  است. این نتایج نشان می‌دهد که درصد پوست در چوب‌های کم قطر بیشتر می‌باشد. صناعی که از چوب‌های کم قطر استفاده می‌کنند و نیاز به پوست کنی دارند، ممکن است مقداری از مواد اولیه خریداری شده خود را با عنوان پوست از دست بدهند. ولی میزان پوست درخت با افزایش قطر آن افزایش می‌یابد و رابطه مستقیم دارد. در این بررسی مقدار ضریب تعیین بین ضخامت پوست و قطر گونه راش  $R^2 = 0/72$  محاسبه شد. ضریب همبستگی بین ضخامت پوست و قطر، با ضریب همبستگی به دست آمده توسط بنیاد (۱۹۸۹) برای منطقه اسالم مطابقت دارد. این بررسی نشان داد که بعد از قطر، متغیر سن بیشترین همبستگی را با ضخامت پوست دارد. بطوری که نسبت درصد پوست در طبقه I به II و III به ترتیب  $\Phi_1 = \frac{3/79}{3/38} = 1/12$  و  $\Phi_2 = \frac{3/79}{2/69} = 1/41$  است. این نتایج نشان می‌دهد که درصد پوست در درختان جوان و کم قطر بیشتر می‌باشد. ولی میزان ضخامت پوست درخت با افزایش سن آن‌ها افزایش می‌یابد و رابطه مستقیم دارد. در این بررسی مقدار ضریب تعیین بین ضخامت پوست و سن گونه راش  $R^2 = 0/67$  محاسبه شد. در مطالعه‌ای که توسط سانمز و همکاران (۲۰۰۷) صورت گرفت نیز مشخص شد که ضخامت پوست با افزایش کلاسه‌های قطری و سنی افزایش می‌یابد. مطالعه دیگری که توسط لاسانهاو و همکاران (۲۰۰۵) انجام شد نیز نتایج این مطالعه را تصدیق کرد. آن‌ها دریافتند که ضخامت پوست با قطر، ارتفاع درخت، سن و ضریب شکل درخت و همچنین مناطق اقلیمی ارتباط دارد.

برای برآورد میزان ضخامت پوست درخت سرپا گونه راش (*Fagus orientalis* Lipsky) مدل‌های توابع لگاریتمی، معکوس، درجه دو، درجه سه، کامپوند، توانی، S شکل، رویش و نمایی

مورد بررسی قرار گرفت. مدل توانی بالاترین ضریب تعیین و کمترین میزان اشتباه معیار برآورد ( $R^2=0/84$ ) را نشان داد. مقدار ضریب تعیین این مدل  $R^2=0/84$  است. در این بررسی قطر بالاترین همبستگی را با ضخامت پوست دارد و می‌تواند برآورد کننده مناسبی برای ضخامت پوست باشد. اضافه کردن متغیرهای سن و ارتفاع درخت به این مدل تغییر معنی‌داری در مقدار ضریب تعیین ایجاد نکرد. زبیری (۲۰۰۰) نتایج متفاوتی را برای گونه راش در منطقه خیرودکنار به دست آورد و با اضافه کردن متغیرهای سن و ارتفاع به مدل بین ضخامت پوست و قطر، مقدار ضریب تعیین را از  $0/79$  به  $0/82$  افزایش داد. سانمز و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه ای که بر روی *Picea orientalis* انجام دادند متوجه شدند که با اضافه کردن سن به مدل برآورد ضخامت پوست که تنها شامل قطر برابر سینه است، مقدار ضریب تعیین به میزان ۱ تا ۲ درصد افزایش می‌یابد. شاید همبستگی بالا بین قطر، سن و ارتفاع درخت در این بررسی، دلیل تشکیل نشدن مدل خطی چندگانه باشد (فرشادفر، ۲۰۰۲). با توجه به نتایج به دست آمده از جدول t جفتی ( $P \geq 0/05$ ) می‌توان از هر دو مدل خطی و توانی برای برآورد دو برابر ضخامت پوست گونه راش در این منطقه استفاده کرد ولی مدل توانی به توجه به مقدار ضریب تعیین بالاتر و اشتباه معیار برآورد پایین‌تر مدل مناسب‌تری می‌باشد. یافته‌های این بررسی با نتایج سایر مطالعات در داخل و خارج از ایران مطابقت دارد. بنیاد (۱۹۸۹) برای گونه راش در منطقه اسالم رابطه خطی با ضریب تعیین  $0/72$  به دست آورده است. زبیری (۲۰۰۰) رابطه خطی چندگانه‌ای برای گونه راش در منطقه خیرودکنار با ضریب تعیین  $0/82$  محاسبه کرده است. لاسانهاو و همکاران (۲۰۰۵) مدل لگاریتمی را برای برآورد ضخامت پوست گونه *Picea abies* با ضریب تعیین  $0/77$  ارائه داده‌اند. ضخامت پوست و مدل‌های برآورد آن در شرایط اقلیمی و رویشگاهی متفاوت، تغییر می‌کند. در مطالعاتی که توسط لاسانهاو و همکاران (۲۰۰۵) و سانمز و همکاران (۲۰۰۷) صورت گرفت، تاثیر اقلیم و شرایط رویشگاهی بر ضخامت پوست نشان داده شد. بنابراین لازم است تا برای شرایط اقلیمی و رویشگاهی متفاوت، مدل‌های مناسب و مخصوص جهت برآورد ضخامت پوست ارائه گردد. نتایج این بررسی و مدل‌سازی متغیرهای تاثیرگذار بر ضخامت پوست گونه راش در جنگل‌های ناو اسالم می‌تواند برای برآورد ضخامت پوست درخت سرپا مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

1. Atha, D.E., Romero, L., and Forrest, T. 2005. Bark volume determination of *Bursera simaruba* in Belize. *Caribbean Journal of Science*, 41: 843-848.
2. Bonyad, A. E. 1989. Study on bark volume of *Fagus orientalis* Lipsky in the Asalem forest area. Internal Report, Iranian Forest and Range Organization, 39 p. (In Persian)
3. Farshadfar, E. 2002. Principles and Procedures of Statistics (VOL.2). Taghbostan press, Kermanshah, 733p. (In Persian)
4. Hengst, G.E., and Dawson, J.O. 1994. Bark properties and fire resistance of selected tree species from the central hardwood region of North America. *Canadian Journal of Forest Research*, 24: 688-696.
5. Jonsson, L., and Nylinder, M. 1990. Bark thickness of Pine in the direction of the stem-functions of cross-cutting. The Swedish University of Agricultural Sciences Dept. of Forest Products. Report 212: 1-41.
6. Kalipsiz, A. 1999. Dendrometri [Dendrometry]. University of Istanbul, Faculty of forestry, Summer No. 354. (In Turkish)
7. Laasasenaho, J., Melkas, T., and Alden, S. 2005. Modeling barks thickness of *Picea abies* with taper curves. *Forest Ecology and Management*, 206: 35-47.
8. Namiranian, M. 2007. Tree Measurement and Forest Biometry. Tehran University Press, Tehran, 574p. (In Persian)
9. Ojansuu, R. 1993. Prediction of Scots pine increment using a multivariate variance component model. *Acta For. Fenn.* 239:1-71.
10. Philip, M.S. 1994. Measuring trees and forests. CAB International, Wallingford, 310p.
11. Sarikhani, N. 2001. Forest utilization. Tehran University Press, Tehran, 728p. (In Persian).
12. Sherrill, J.R., Mullin, T.J., Bullock, B.P., McKeand S.E., and Purnell R.C. 2008. An evaluation of selection for volume growth in Loblolly Pine. *Silvae Genetica*, 57: 22-28.
13. Sonmez, T., Keles, S., and Tilki, F. 2007. Effect of aspect, tree age and tree diameter on bark thickness of *Picea orientalis*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22: 193-197.
14. Valipour, A., Namiranian, M., Etemad, V., and Ghazanfari, H. 2009. Relationships between diameter, height and geographical aspects with bark thickness of Lebanon Oak tree (*Quercus libani* Olive) in Armardeh, Baneh (Northern Zagros of Iran). *Research Journal of Forestry*, 3:1, 1-7.
15. Zobeiry, M. 2000. Forest Inventory (Measurement of Tree and Stand). Tehran University Press, Tehran, 401p. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 18(3), 2011  
[www.gau.ac.ir/journals](http://www.gau.ac.ir/journals)

## Modeling of Effective Variables on Bark Thickness of *Fagus orientalis* Lipsky in the Asalem Forest Area

\*M. Mirabdollahi shamsi<sup>1</sup>, A.E. Bonyad<sup>2</sup>, J. Torkaman<sup>3</sup>  
and B. Bakhshandeh navrood<sup>4</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Student of Forestry, Gilan University, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Forestry, Gilan University, <sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Forestry, Gilan University, <sup>4</sup>M.Sc. General office of Gilan Natural Resources

Received: 2009-11-29 ; Accepted: 2011-6-7

### Abstract

Tree bark has an important role in cambium protection, vital activities and defences against disease and insects. Determination of bark is important for estimating wood volume and tree growth. The trading of forest woods is based on tree volume that include bark, thus, knowledge of bark percentage of forest trees is important. The purpose of this study is to examine the variables affecting bark thickness and to derive models predicting bark thickness of standing tree in Asalem forest area. Totally, 179 beech trees (*Fagus orientalis* Lipsky) were measured based on diameter classes (5 cm). The results showed that bark thickness is affected by different variables including diameter, total height and age of trees. Bark thickness in varied diameters is different, so that, the percentage rate of bark in class with diameter lower than 40 centimeter to the class with a diameter 40 to 80 centimeter and a diameter over 80 centimeter is 1.2 and 1.49, respectively. The results of this study indicate that the bark percentage in trees with fewer diameters is higher than in thicker trees. However, the amount of bark thickness increases with increasing of tree diameter, and the correlation between tree diameter and bark thickness is positive, with a  $R^2$  of 0.72. The amount of bark thickness increases as tree age increases as well, and the percentage rate of bark in class with age lower than 80 years to the class with a age 80 to 150 years and a age over 150 years is 1.12 and 1.41, respectively ( $R^2=0.67$ ). In order to create suitable model for estimating of bark thickness, 10 statistical models were tested by regression analysis. Power model with coefficient of determination of 0.84 ( $R^2=0.84$ ,  $See=0.221$ ) is suitable for estimating of bark thickness for *Fagus orientalis* Lipsky.

**Keywords:** Bark thickness; *Fagus orientalis*; Forest; Naav Asalam.

---

\*Corresponding Author; Email: [mirabdollahi.morteza@yahoo.com](mailto:mirabdollahi.morteza@yahoo.com)