



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گزن

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل  
جلد بیست و سوم، ویژه‌نامه ۲، ۱۳۹۵  
<http://jwfst.gau.ac.ir>

## بررسی روابط بین سرعت رویش و ابعاد الیاف در گونه *Populus nigra*

\* داود افهامی سیسی<sup>۱</sup>، علی‌نقی کریمی<sup>۲</sup>، کامبیز پورطهماسی<sup>۲</sup> و فرهاد اسدی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران،

<sup>۲</sup> استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران،

<sup>۳</sup> دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۲۰

### چکیده

**سابقه و هدف:** هدف از اجرای اغلب تیمارهای جنگلداری افزایش میزان رشد قطری یا ارتفاعی درختان است. این تغییر در سرعت و یا الگوی رویش درختان بر روی ویژگی‌های چوب تأثیر خواهد گذاشت. از طرفی خواص چوب و بسیاری از مواد ساخته شده از چوب به خواص آناتومی آن، به ویژه طول الیاف بستگی دارد. بنابراین در این مطالعه اثر سرعت رویش درختان صنوبر بر روی ویژگی‌های بیومتری الیاف مورد بررسی قرار گرفت.

**مواد و روش‌ها:** جهت اجرای این تحقیق، درختان صنوبر *Populus nigra* کاشته شده در حوالی کرج انتخاب شدند. در مجموع جهت اجرای این تحقیق ۱۵ درخت ۱۰ ساله قطع و از محل برابر سینه آن‌ها دیسکی به ضخامت ۲۰ سانتی‌متر جدا شده و به آزمایشگاه انتقال یافت. درختان قطع شده از لحاظ میزان رویش به ۳ دسته تقسیم شدند- رشد آهسته، رشد متوسط و رشد سریع- که در هر دسته ۵ درخت قرار گرفت. سپس میزان دقیق رویش سالانه قطری و محیطی درختان و ابعاد الیاف در حلقه‌های مجزا اندازه‌گیری شد. نتایج به‌دست آمده با روش‌های مختلف آماری تحلیل و ارتباط بین

\*مسئول مکاتبه: [efhami@ut.ac.ir](mailto:efhami@ut.ac.ir)

### نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۳)، ویژه‌نامه (۲) ۱۳۹۵

صفت‌های مختلف و تغییرات آن‌ها از مغز به پوست بررسی شد. به‌منظور خشتی نمودن اثر سن، روابط در حلقه‌هایی با سن کامبیومی یکسان انجام شد.

**یافته‌ها:** در درختان جوان صنوبر ارتباط بین ابعاد الیاف و سرعت رویش در بسیاری از حلقه‌ها معنی‌دار نبود. هرچند در معدودی از حلقه‌ها ارتباط معنی‌دار و مثبتی بین سرعت رویش و طول الیاف وجود داشت. ضرایب همبستگی بین رشد محیطی و طول الیاف بالاتر از مقادیر بین رشد قطری و طول الیاف بود. علی‌رغم تأثیر غیرقابل توجه سرعت رویش بر روی ابعاد فیبر، میانگین ابعاد الیاف کل دیسک که بر اساس مساحت سالانه رویش وزنی شده بود در درختان قطورتر بیشتر بود. در درختان با رشد سریع، بیشتر مساحت دیسک در حلقه‌های سالانه دورتر از مغز که دارای ابعاد الیاف بزرگتری نسبت به حلقه‌های نزدیک به مغز هستند توزیع می‌شود. این موضوع سبب افزایش ابعاد الیاف کل دیسک با افزایش قطر درختان شد.

**نتیجه‌گیری:** رشد محیطی نسبت به رشد قطری شاخص بهتری در بررسی رابطه بین ویژگی‌های بیومتریکی الیاف و سرعت رویش می‌باشد. برخلاف انتظار، ارتباط بین طول سلول و سرعت رشد نه تنها منفی نشد بلکه در برخی حلقه‌ها این رابطه مثبت بود. افزایش میانگین وزنی شده طول الیاف کل دیسک بر اساس مساحت حلقه‌های سالانه نشان داد افزایش میزان رویش درختان جوان صنوبر تأثیر کاهشی بر روی ابعاد الیاف آن‌ها نخواهد داشت. به‌نظر می‌رسد نتایج به‌دست آمده بر روی درختان جوان صنوبر قابل تعمیم برای همه عملیات‌های جنگلداری است که بر روی پهنای رویش تأثیرگذار هستند.

**واژه‌های کلیدی:** ابعاد الیاف، رشد قطری، رشد محیطی، تقسیمات کامبیومی، درخت صنوبر

#### مقدمه

هدف از اجرای اغلب تیمارهای جنگلداری افزایش میزان رشد قطری یا ارتفاعی درختان است (۷). از طرفی هر گونه تغییر در سرعت و یا الگوی رویش درختان بر ویژگی‌های چوب تأثیرگذار است (۲۶ و ۲۷). ویژگی‌های فنی چوب و بسیاری از مواد ساخته شده از چوب به خواص آناتومی چوب و مورفولوژی سلول‌های چوبی بستگی دارد (۱۱). رشد قطری یک درخت باعث افزایش محیط کامبیوم می‌شود. افزایش محیط کامبیوم نیز به افزایش تعداد سلول‌های دوکی شکل نیاز دارد (۱) که در

بازدانگان و دولپه‌ای‌ها که پهن‌برگان نیز شامل همین دسته می‌شوند، بوسیله تقسیم‌های آنتی‌کلینال انجام می‌گیرد (۲). بنابراین هرچه سرعت تقسیمات آنتی‌کلینال بیشتر باشد به‌نظر می‌رسد ابعاد الیاف کوچکتر خواهد بود. وقتی درختی رشد قطری سریعی دارد ممکن است به دلیل سرعت بالای تقسیمات کامبیومی (آنتی‌کلینال و پری‌کلینال)، طول و ضخامت دیواره سلول‌های دختری کوچکتر باشد (۳ و ۴). بنابراین اگر ابعاد الیاف با سرعت تقسیمات آنتی‌کلینال و افزایش رشد محیطی کامبیوم در ارتباط باشد به‌نظر می‌رسد تأثیر رشد قطری بر ابعاد الیاف در درختانی با قطرهای متفاوت یکسان نباشد. به‌عنوان مثال- با فرض سیلندری بودن تنه درخت- در درختانی با قطر ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر، ۵ میلی‌متر رشد قطری سالانه به‌ترتیب باعث ۸۰۵ و ۱۵۹۰ میلی‌متر مربع، رشد محیطی خواهد شد. در درختی که رشد محیطی آن کمتر است به‌نظر می‌رسد سلول‌های دختری تازه تشکیل یافته فرصت بیشتری برای طویل شدن و بزرگتر بودن دارند. بنابراین در این تحقیق ابتدا اثر رویش قطری سالانه و سپس تأثیر رشد محیطی سالانه که در واقع همان مساحت چوب تولید شده در هر سال است بر روی ابعاد الیاف مطالعه خواهد شد.

در مطالعه‌ای بر روی چوب‌بالغ *Populus tremuloides* بر خلاف آنچه تصور می‌شد ارتباط بین رشد قطری و طول الیاف مثبت بود (۱۸) و یا در تحقیقی دیگر بر روی گونه‌های *P. trichocarpa* و *P. deltoides* رابطه مشخصی بین پهنای حلقه رویش و طول الیاف در حلقه‌های دوم تا ششم مشاهده نشد، در حالی‌که در حلقه هفتم رابطه مثبتی وجود داشت (۸). در تحقیقات دیگر نیز ارتباط مشخصی بین پهنای حلقه رویش و طول الیاف در جنس صنوبر (۹ و ۲۵) و یا اکالیپتوس (۲۰) مشاهده نشده و یا عنوان شده این ارتباط تحت تأثیر سن درخت قرار دارد، به نحوی که در سال‌های اولیه ارتباط مشخصی بین این دو صفت وجود ندارد در حالی‌که با افزایش سن ارتباط منفی و معنی‌داری است (۲۲). در گونه‌های سوزنی‌برگ نیز گزارش شده است که طول و ابعاد تراکئیدها بیش از هر چیز تحت تأثیر سن کامبیوم می‌باشد، در حالی‌که تیمارهای جنگلداری نیز می‌توانند اثرگذار باشند (۲۳).

در این مطالعه با داشتن تعداد درختان زیاد با نرخ‌های رویش متفاوت شرایط مناسبی وجود داشت تا تأثیر سرعت رویش بر روی ویژگی‌های بیومتری الیاف مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به این‌که سن جوانی در اغلب صنوبرها ۸-۱۲ سال است (۱۳) و ابعاد الیاف در این بخش از تنه درخت به شدت تحت تأثیر سن درخت است (۲۸) به‌منظور خنثی نمودن اثر جوانی، روابط در حلقه‌هایی با سن کامبیومی یکسان انجام شد. درختان مطالعه شده در این تحقیق ۱۰ ساله بودند.

## مواد و روش‌ها

جهت اجرای این تحقیق، درختان صنوبر *Populus nigra* spp. *betulifolia* کاشته شده در حوالی کرج و متعلق به موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور انتخاب شدند. این ناحیه در ۷ کیلومتری جنوب شهر کرج واقع است. خاک ایستگاه از رسوبات آبرفتی-شنی-رسی با عمق ۶۰ سانتی‌متر تشکیل شده و اسیدیته خاک آن برابر ۷/۷ می‌باشد. نهال‌ها در اسفند ۱۳۷۷ کاشته شده و در تابستان ۱۳۸۷ قطع شدند. این رویشگاه به‌منظور بررسی عملکرد متقابل فاصله کاشت درختان صنوبر و گیاه یونجه تأسیس شده بود و شرایط مناسبی را برای دست‌یابی به درختانی با قطر متفاوت ایجاد می‌کرد. در مجموع جهت اجرای این تحقیق ۱۵ درخت قطع و از محل برابر سینه آن‌ها دیسکی به ضخامت ۲۰ سانتی‌متر جدا شده و به آزمایشگاه گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران انتقال یافت. انتخاب اولیه و دسته‌بندی درختان بر اساس قطر آن‌ها صورت گرفت. درختان قطع شده از لحاظ میزان رویش به ۳ دسته تقسیم شدند- رشد آهسته، رشد متوسط و رشد سریع- که در هر دسته ۵ درخت قرار گرفت. تقسیم‌بندی دقیق‌تر درختان با استفاده از آزمون خوشه‌بندی (Cluster analysis) و بر اساس پهنای دواپر رویشی انجام شد. درختانی که از نرخ و الگوی رویشی یکسان برخوردار بودند در یک گروه قرار گرفتند.

جهت اندازه‌گیری مقدار رویش سالانه، دیسک‌هایی به ضخامت ۲ سانتی‌متر تهیه شده و پس از پرداخت و صیقلی نمودن، میزان رویش سالانه قطری در دو سمتی که بیشترین و کمترین میزان رویش وجود داشت، با استفاده از میز اندازه‌گیری Lintabs و یک استریومیکروسکوپ متصل به رایانه و نرم‌افزار TSAPWin با تقریب ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (۶). بدین ترتیب رویش سالانه در چهار جهت اندازه‌گیری شد که به‌صورت میانگین رویش قطری سالانه گزارش شده است.

به‌منظور اندازه‌گیری ابعاد الیاف از هر حلقه سالانه در جهت‌های بیشترین و کمترین میزان رویش، تراشه‌هایی با ابعاد مشابه چوب کبریت و ضخامت ۲ میلی‌متر تهیه و در محلول آب اکسیژنه ۳۰ درصد و اسید استیک ۱۰۰ درصد به نسبت ۱ به ۱ در لوله‌های آزمایش قرار داده شدند. پس از ۲۴ ساعت ماندن در آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد نمونه‌ها مورد شستشو، وابری و رنگ‌آمیزی قرار گرفته (۱۷) و با استفاده از میکروسکوپ مجهز به چشمی مدرج، ۴۰ فیبر از هر حلقه اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری طول الیاف از بزرگ‌نمایی  $\times 25$  و برای قطر و ضخامت دیواره الیاف از بزرگ‌نمایی  $\times 400$  استفاده شد.

از آزمون تجزیه واریانس دو طرفه جهت بررسی تأثیر سرعت رویش (در سه سطح) و سن حلقه‌ها بر روی ابعاد الیاف استفاده شد. در ادامه با قرار دادن رشد قطری سالانه (پهنای حلقه‌ها) و همچنین رشد محیطی سالانه به‌عنوان متغیر همراه (Variable Covariate) اثر آن را به‌طور کلی از روی ابعاد الیاف حذف نموده و سطوح معنی‌داری بار دیگر بررسی شد. جهت مطالعه حلقه به حلقه اثر سرعت رویش بر روی طول الیاف نیز رگرسیون خطی بین رویش قطری و محیطی (متغیر مستقل) و طول الیاف (متغیر وابسته) در حلقه‌هایی با سن کامبیومی یکسان بررسی شد (۸). جهت بررسی دقیق‌تر تأثیر سرعت رویش بر روی ابعاد الیاف، میانگین وزنی شده ابعاد الیاف کل دیسک بر اساس درصد مشارکت هر حلقه سالانه در مقدار مساحت کل دیسک در هر درخت محاسبه شد (۱۵). در تعیین میانگین وزنی شده ابعاد الیاف، هر حلقه سالانه که مساحت رویش سالانه بیشتری دارد سهم بیشتری نیز در تعیین میانگین ابعاد الیاف کل دیسک خواهد داشت. آزمون‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS v. 15 انجام شد.

### نتایج

نتایج نشان داد سرعت رویش تأثیری بر میانگین ضخامت دیواره و قطر الیاف درختان صنوبر ندارد و تنها طول الیاف در سطح ۱۰ درصد اختلاف معنی‌دار داشته و درختان با نرخ رویش بالاتر طول فیبر بیشتری داشتند (جدول ۱). بر اساس نتایج آزمون تجزیه واریانس دو طرفه (جدول ۲) اثر رشد قطری سالانه و رشد محیطی سالانه بر روی طول الیاف به‌ترتیب در سطح ۱۰ و ۵ درصد معنی‌دار بوده (ستون اول) و با حذف اثر آن‌ها میزان معنی‌داری در بین طبقات قطری درختان کاهش می‌یابد (ستون دوم و سوم). تأثیر رشد محیطی بیش از رشد قطری بود و با حذف اثر آن تفاوت طول الیاف در بین درختان کاملاً بی‌معنی شد (جدول ۲، ستون سوم). از طرفی سن اثر کاملاً معنی‌داری بر روی ابعاد الیاف داشت که تحت تأثیر رویش قطری یا محیطی درخت قرار نگرفت. نتایج آزمون تجزیه واریانس مربوط به قطر و ضخامت دیواره الیاف با توجه به معنی‌دار نبودن اثر سرعت رشد بر روی آن‌ها آورده نشده است و تنها عامل تأثیرگذار بر روی این صفت‌ها سن درختان بود.

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۳)، ویژه‌نامه (۲) ۱۳۹۵

جدول ۱- مقادیر میانگین ابعاد الیاف بر اساس سن درختان در طبقات قطری مختلف.

Table 1. Mean values of fiber dimensions based on the tree age in different diameter class.

میانگین ابعاد الیاف			میانگین پهنای رویش Average Growth Width mm	طبقات سرعت رشد Growth rate classes
قطر Diameter μm	ضخامت دیواره Wall Thickness μm	طول Length μm		
23.6 (A)	3.7 (A)	926 (B)	12.8 ± 1.2	درختان با رشد آهسته Slow Growing Trees
24.6 (A)	3.8 (A)	951 (B)	14.8 ± 1.6	درختان با رشد متوسط Moderate Growing Trees
24.1 (A)	3.6 (A)	959 (A)	18.0 ± 2.2	درختان با رشد سریع Fast Growing Trees

( ) نتایج آزمون گروه‌بندی دانکن در سطح ۱۰ درصد معنی‌داری.

( ) Results of Duncan grouping at 10% significance.

جدول ۲- نتایج آزمون تجزیه واریانس برای اثر سن و سرعت رویش بر روی طول الیاف.

Table 2- Results of ANOVA test for the effect of age and growth rate on the fiber length.

رشد محیطی به‌عنوان متغیر همراه Circumference Growth as Covariate Variable	رشد قطری به‌عنوان متغیر همراه	تجزیه واریانس	منبع تغییرات Source of Variation
	Diameter Growth as Covariate Variable	Two-way ANOVA	
-	S	-	رشد قطری سالانه Annual Diameter Growth
S*	-	-	رشد محیطی سالانه Annual Circumference Growth
S**	S**	S**	سن درخت Tree age
NS	S	S	گروه‌بندی درختان بر اساس قطر Tree Classification Based on Diameter
NS	S	S	سن درخت × گروه‌بندی درختان Tree Age × Tree classification
		Significance at 1%	معنی‌داری در سطح ۱ درصد
		Significance at 5%	معنی‌داری در سطح ۵ درصد
		Significance at 10%	معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد
		Not Significant at 90% Confidence Interval	عدم معنی‌داری در فاصله اطمینان ۹۰ درصد

## داود افهامی سیسی و همکاران

در ادامه به منظور بررسی دقیق‌تر اثر رشد قطری و رشد محیطی سالانه بر روی طول الیاف و در حلقه‌های سالانه مختلف، رگرسیون خطی بین آن‌ها رسم شد که نتایج آن در جدول ۳ خلاصه شده است. به منظور خنثی نمودن اثر جوان‌جویی، همبستگی‌ها در حلقه‌هایی با سن کامبیومی یکسان بررسی شد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، به‌طور کلی بین طول الیاف با رشد قطری و رشد محیطی سالانه ارتباط ضعیفی وجود دارد و مقادیر ضریب همبستگی کوچک می‌باشند. با این حال، رشد محیطی سالانه و طول الیاف همبستگی‌های قوی‌تری نشان دادند و ضرایب همبستگی بین این دو ویژگی در دفعات بیشتری معنی‌دار شد.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین طول الیاف با رشد قطری و رشد محیطی سالانه.

Table 3. Correlation coefficients between fiber length and diameter growth or circumference growth.

ضرایب همبستگی بین طول الیاف و رشد قطری سالانه										
Correlations coefficients between fiber length and annual diameter growth										
حلقه ۱۰	حلقه ۹	حلقه ۸	حلقه ۷	حلقه ۶	حلقه ۵	حلقه ۴	حلقه ۳	حلقه ۲	حلقه ۱	
Ring 10	Ring 9	Ring 8	Ring 7	Ring 6	Ring 5	Ring 4	Ring 3	Ring 2	Ring 1	
NS	-S	NS	+S*	NS	+S	NS	NS	NS	NS	سطح معنی‌داری Significance ضریب همبستگی Correlation coefficient
0.046	0.315	0.222	0.326	0.190	0.273	0.193	0.209	0.150	0.169	
ضرایب همبستگی بین طول الیاف و رشد محیطی سالانه										
Correlations coefficients between fiber length and annual circumference growth										
حلقه ۱۰	حلقه ۹	حلقه ۸	حلقه ۷	حلقه ۶	حلقه ۵	حلقه ۴	حلقه ۳	حلقه ۲	حلقه ۱	
Ring 10	Ring 9	Ring 8	Ring 7	Ring 6	Ring 5	Ring 4	Ring 3	Ring 2	Ring 1	
+S	NS	+S*	+S	NS	+S	+S*	+S	NS	NS	سطح معنی‌داری Significance ضریب همبستگی Correlation coefficient
0.358	0.123	0.252	0.442	0.142	0.402	0.188	0.478	0.107	0.215	

S\* معنی‌داری در سطح ۱ درصد Significance at 1%

S معنی‌داری در سطح ۵ درصد Significance at 5%

NS عدم معنی‌داری در سطح ۵ درصد Significance at 5%

- / + همبستگی مثبت (+) یا منفی (-) Positive (+) or Negative (-) Correlation

رشد قطری درخت باعث افزایش محیط کامبیوم شده و رشد محیطی کامبیوم نیز با سرعت تقسیمات آنتی‌کلینال کنترل می‌شود (۵). با این‌که تصور می‌شد به دلیل افزایش سرعت تقسیمات

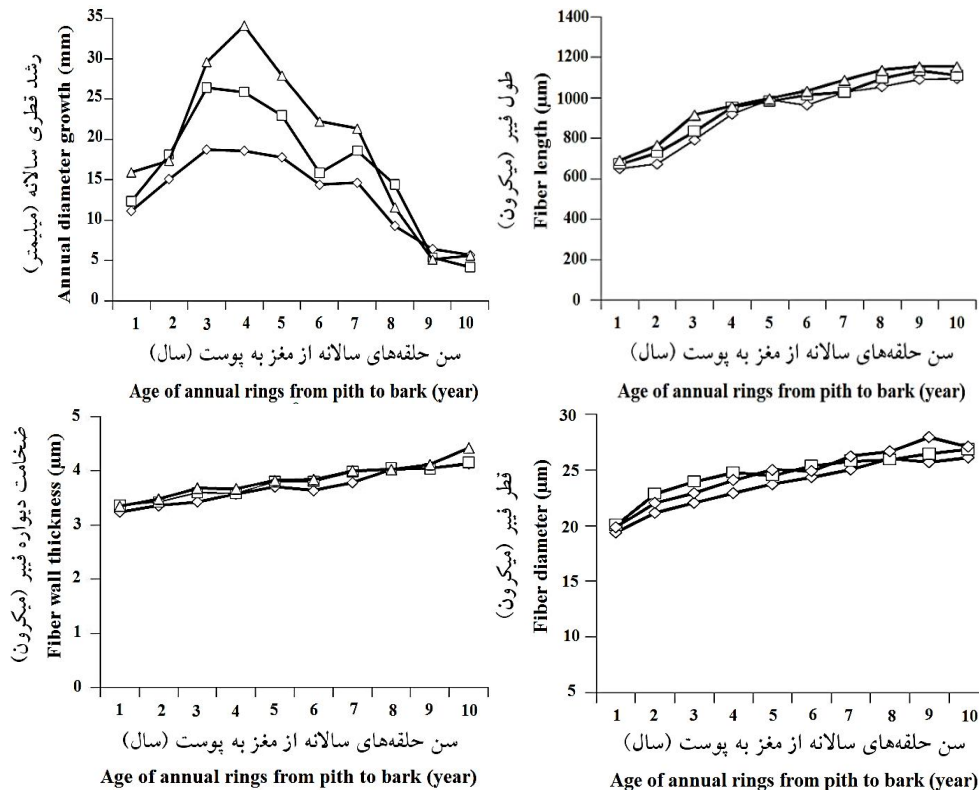
نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۳)، ویژه‌نامه (۲) ۱۳۹۵

آنتی‌کلینالی ارتباط بین طول سلول و نرخ رشد قطری منفی باشد، در این تحقیق رابطه معکوس مشخصی بین طول الیاف و سرعت رویش (به‌ویژه رشد محیطی) دیده نشد و حتی در نیمی از حلقه‌ها این رابطه مثبت بود که با نتایج برخی محققین بر روی گونه صنوبر مطابقت داشت (۸، ۱۰ و ۱۸). دلایل این موضوع را می‌توان در چند مورد جستجو کرد. اولاً سرعت تقسیمات آنتی‌کلینال به‌طور تنگاتنگ با افزایش محیط درخت در ارتباط نمی‌باشد و معمولاً تقسیمات آنتی‌کلینال بیش از تعداد سلول‌های موردنیاز برای افزایش محیط درخت است (۱۶)، و از طرفی با افزایش میزان تولید سلول‌های اولیه تعداد سلول‌هایی که از بین خواهند رفت نیز افزایش خواهد یافت (۳). دوماً در پهن‌برگان طویل شدن ثانویه سلول‌های تازه تشکیل‌یافته از کامبیوم معمولاً در حدود ۱۴۰ درصد می‌باشد (۲۳) و به‌طور ویژه برای یک گونه صنوبر ۸۳ درصد اعلام شده است (۱). در واقع کوتاه‌تر شدن سلول‌ها بر اثر افزایش میزان رویش توسط طویل شدن بعدی سلول‌ها در درختان تندرشد پهن‌برگ محسوس نخواهد بود (۱۸ و ۲۰). اما در سوزنی‌برگان طول تراکتیدها در دوران تخصیص‌یافتگی افزایش کمی داشته و تقریباً برابر با طول اولیه سلول‌های کامبیومی می‌باشد (۲۳). در سوزنی‌برگان مطابق با اکثر تحقیقات رابطه بین پهنای رویش و طول تراکتیدها منفی است (۲۱).

الگوی رشد قطری برای درختان با نرخ رشد متفاوت یکسان بود (شکل ۱). پهنای حلقه رویش درختان تا حلقه سوم یا چهارم افزایش و پس از آن تا حلقه ششم به شدت کاهش یافت و پس از اندکی بهبود در حلقه هفتم دوباره حالت کاهشی داشت. الگوی رویشی مشاهده شده با نتایج سایرین (۹، ۱۲ و ۱۴) هم‌سو بوده و به شکل یک قاعده کلی در صنوبرها رشد شعاعی بعد از حلقه سوم تا پنجم به شدت افت پیدا می‌کند.

روند تغییرات طول الیاف نیز در بین درختان مختلف الگوی یکسانی نشان داد (شکل ۱) و از مغز به پوست افزایشی بود. پس از حلقه هشتم این روند آهسته‌تر شد. قطر الیاف و ضخامت دیواره الیاف نیز از مغز به پوست روند افزایشی داشتند اما نسبت به طول الیاف این روند آهسته‌تر بود. با توجه به جوان بودن درختان مورد مطالعه و قرار گرفتن آن‌ها در دوره چوب جوان شیب شدید تغییرات قابل انتظار بود (۲۷). پس از ۸ سالگی شیب تغییرات کاهش یافت که با توجه به سن جوان‌چوبی در صنوبرها قابل توضیح است (۱۳ و ۱۵). در اغلب گونه‌های صنوبر تغییرات طول الیاف پس از حلقه هفتم تا نهم ثابت می‌شود (۹ و ۱۹).





شکل ۱- تغییرات رشد قطری سالانه و ابعاد الیاف بر اساس سن درختان.

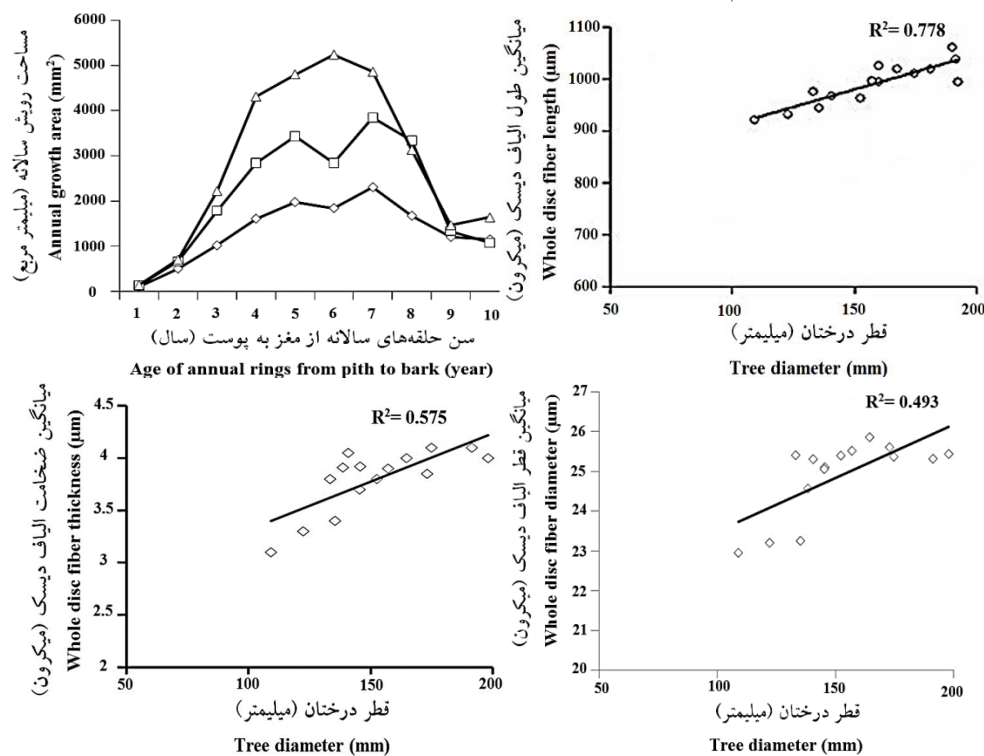
Δ: درختان با نرخ رشد خیلی سریع، □: درختان با نرخ رشد متوسط، ◇: درختان با نرخ رشد آهسته.

Figure 1. The variation of annual diameter growth and fiber dimensions based on the tree age.  
 Δ: Trees with fast growth rate, □: Trees with moderate growth rate, ◇: Trees with slow growth rate.

الگوی تغییرات مساحت رویش سالانه درختان در شکل ۲ نمایش داده شده است. مقدار بیشتری از مساحت دیسک مربوط به حلقه‌های سوم تا هشتم است. در حلقه‌های اول و دوم و همچنین در حلقه‌های نهم و دهم مساحت رویش سالانه درختان با نرخ‌های رشد متفاوت فرق چندانی از نظر مقدار با هم ندارند. از طرفی در درختان با رشد سریع، مقدار بیشتری از درصد مساحت رویش سالانه در حلقه‌های سوم تا هشتم متمرکز بود. همین موضوع باعث شد تا در تعیین میانگین ابعاد الیاف کل دیسک که بر اساس مساحت رویش هر حلقه وزنی شده است، ابعاد الیاف این حلقه‌ها سهم بیشتری در تشکیل میانگین ابعاد الیاف کل دیسک داشته باشند. میانگین ابعاد الیاف کل دیسک و به‌ویژه طول الیاف که بر اساس مساحت رویش سالانه وزنی شده است در درختان قطورتر افزایش یافت (شکل ۲).

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۳)، ویژه‌نامه (۲) ۱۳۹۵

دلیل این موضوع اولاً به‌خاطر ارتباط مثبت پهنای رویش بر روی طول الیاف است. دوماً، در درختان با نرخ رویش بالاتر حلقه‌های دارای ابعاد الیاف بزرگتر درصد اشتراک بیشتری در تعیین میانگین وزنی شده طول الیاف دارند. در واقع حتی با فرض عدم ارتباط بین ابعاد الیاف و سرعت رویش، به‌دلیل مورد دوم همچنان درختان با نرخ رویش بالاتر میانگین ابعاد الیاف وزنی شده بیشتری خواهند داشت. این نتایج با تحقیقات سایرین بر روی درختان چهار ساله *Populus deltoids* و یا درختان ۷ ساله *Populus trichocarpa* مطابقت داشت (۸ و ۱۰). ضرایب همبستگی بین میانگین وزنی شده قطر یا ضخامت دیواره الیاف و قطر درختان، کمتر از ضریب همبستگی بین طول الیاف وزنی شده و قطر درختان بود. دلیل این موضوع می‌تواند به افزایش آهسته و بطی قطر و ضخامت دیواره الیاف با افزایش سن درخت و همچنین عدم تأثیر پهنای رویش بر روی این صفت‌ها باشد (شکل ۲).



شکل ۲- تغییرات سالانه مساحت رویش و ابعاد الیاف وزنی شده کل دیسک بر اساس قطر درختان.

Δ: درختان با نرخ رشد خیلی سریع، □: درختان با نرخ رشد متوسط، ◇: درختان با نرخ رشد آهسته.

Figure 2. The variation of annual growth area and whole disc fiber dimensions weighted based on the tree diameter.

Δ: Trees with fast growth rate, □: Trees with moderate growth rate, ◇: Trees with slow growth rate.

### بحث و نتیجه گیری

بالتر بودن ضریب همبستگی بین طول الیاف و رشد محیطی سالانه نشان‌دهنده بهتر بودن این شاخص در بررسی رابطه بین طول الیاف و سرعت رویش می‌باشد. و در واقع این شاخص نسبت به رشد قطری اثر بیشتری بر روی طول الیاف داشت. نتایج این تحقیق نشان داد حتی با فرض رابطه ضعیف بین پهنای رویش و ابعاد الیاف، میانگین وزنی شده ابعاد الیاف بر اساس مساحت حلقه‌های سالیانه در درختان با رشد سریع بیشتر خواهد بود. افزایش میانگین وزنی شده طول الیاف کل دیسک بر اساس مساحت حلقه‌های سالانه نشان داد که افزایش میزان رویش درختان جوان صنوبر تأثیر کاهشی بر روی ابعاد الیاف آن‌ها نخواهد داشت. به نظر می‌رسد نتایج به دست آمده بر روی درختان جوان صنوبر قابل تعمیم برای همه عملیات‌های جنگلداری است که بر روی پهنای رویش تأثیرگذار هستند.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور برای قطع و استحصال درختان نهایت تشکر را می‌نمائیم. این تحقیق با حمایت مالی قطب علمی مدیریت کاربردی گونه‌های تند رشد چوبی انجام گرفته است.

### منابع

1. Bailey, I.W. 1920. The cambium and its derivative tissues II. Size variations of cambial initials in gymnosperms and angiosperms. *American J. of Botany*. 7: 9. 355–367.
2. Bailey, I.W. 1923. The cambium and its derivative tissues IV. The increase in girth of the cambium. *American J. of Botany*. 10: 9. 499–509.
3. Bannan, M.W. 1950. The frequency of anticlinal divisions in fusiform cambial cells of *Chamaecyparis*. *American J. of Botany*. 37: 7. 511–519.
4. Bannan, M.W. 1960. Cambial behavior with reference to cell length and ring width in *Thuja occidentalis* L. *Canadian J. of Botany*. 38: 2. 177–183.
5. Bannan, M.W. 1967. Anticlinal divisions and cell length in conifer cambium. *Forest Products J.* 17: 16. 63–69.
6. Bjorklund, J. 2009. Dendroclimatological analysis of an extended and updated tree-ring network in Northern Sweden, MS thesis, Department of Earth Sciences University of Gothenburg, B569.

7. Chen, P.Y.S., Zhang, G., and Van Sambeek, J.W. 1998. Relationships among growth rate, vessel lumen area, and wood permeability for three central hardwood species. *Forest Products J.* 48: 3. 87-90.
8. DeBell, J.D., Gartner, B.L., and DeBell, D.S. 1998. Fiber length in young hybrid *Populus* stems grown at extremely different rates. *Canadian J. of Forest Research.* 28: 4. 603-608.
9. DeBell, D.S., Singleton, R., Harrington, A., and Gartner, L.B. 2002. Wood density and fiber length in young *Populus* stems: relation to clone, age, growth rate, and pruning. *Wood and Fiber Science.* 34: 4. 529-539.
10. Dounget, M. 2005. Environment and genetic effects on wood quality of *Populus*. Ph.D. thesis. NCS University. Department of wood and paper science. USA. 91p.
11. Dinwoodie, J.M. 1965. The relationship between fiber morphology and paper properties: A review of literature. *Tappi J.* 48: 8. 440-447.
12. Efhamisizi, D., Asadi, F., Karimi, A., Pourthamasi, K. 2008. Study on the initial spacing and intercropping of Alfalfa on bole form and annual growth rate of *Populus nigra betulifolia*. The first Iranian conference on supplying raw materials and development of wood and paper industries. Agriculture and Natural Resources University of Gorgan, Iran.
13. Efhamisizi, D., Saraeyan, A.R. 2009. Evaluation of Anatomical and Physical Properties of Juvenile/Mature Wood of *Populus alba* and *Populus × euramericana*. *Iranian J. of Wood and Paper Science Research.* 24: 1. 134-147. (In Persian)
14. Efhamisizi, D., Karimi, A.N., Pourtahmasi, K., Taghiyari, H.R., Asadi, F. 2010. The effects of agroforestry practices on vessel properties in *Populus nigra* var. *betulifolia*. *IAWA J.* 31: 4. 487-781.
15. Efhamisizi D., Karimi, A.N., Pourtahmasi, K., Taghiyari, H.R. 2012. The Effects of Agroforestry Practices on Fiber Attributes in *Populus nigra* var. *betulifolia*. *Trees-Structure and Function.* 26: 2. 435-441.
16. Evert, R.F. 1961. Some aspects of cambial development in *Pyrus communis*. *American J. of Botany.* 48: 6. 479-488.
17. Franklin, G.L. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature.* 155: 3924. 51.
18. Fujiwara, S., and Yang, K.C. 2000. The relationship between cell length and ring width and circumference growth rate in five Canadian species. *IAWA J.* 21: 3. 335-345.
19. Huang, R., and Furukawa, I. 2000. Horizontal variations of vessel element length and wood fiber length of two kinds of poplars planted in the desert areas of China. *J. of the Japan wood research society,* 46: 6. 495-450.

20. Ibrahim, M.F.E., and Abdelgadir, A.Y. 2015. Effect of growth rate on fiber characteristics of *Eucalyptus camaldulensis* wood of coppice origin grown in White Nile state, Sudan. *J. of Natural Resources and Environmental studies*. 3: 1. 14-23.
21. Klungness, H.J., Gleisner, R., Mann, D., Scallon, K.L., Zhu, J.Y., Horn, E.G., and Edwards L.L. 2006. Evaluation of forest thinning materials for TMP production. *Tappi J*. 5: 4. 17–22.
22. Koubaa, A., Hernandez, R.E., Beaudoin, M., and Poliquin, J. 1998. Interclonal, intraclonal, and within-tree variation in fiber length of poplar hybrid clones. *J. Wood and Fiber Science*. 3: 1. 40–47.
23. Mäkinen, H., and Hynynen, J. 2012. Predicting wood and tracheid properties of Scots pine. *Forest Ecology and Management*. 279: 1. 11-20.
24. Panshin, A.J., and Zeeuw, C.D. 1980. *Textbook of wood technology*, 4th ed. McGraw-Hill-Publishing Co., New York, 722p.
25. Snook, S.K., Labosky, P.I., Bowersox, T.W., and Blankenhorn, P.R. 1986. Pulp and paper making properties of a hybrid poplar clone grown under four management strategies and two soil sites. *J. Wood and Fiber Science*. 18: 1. 157-167.
26. Zobel, B.J., and Van Buijtenen, J.P. 1989. *Wood variation: its causes and control*. Springer Series in Wood Science, Springer-Verlag. 363p.
27. Zobel, B.J., and Spargue, J.R. 1998. *Juvenile wood in forest trees*. Springer-Verlag, New York. 300p.
28. Zobel, B. 1992. Silvicultural effect on wood properties. *IPEF International*, Piracicaba (2): 31-38.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 23 (2), 2016  
<http://jwfst.gau.ac.ir>

## The relationships between fiber dimensions and growth rate in *Populus nigra*

\*D. Efhamisi<sup>1</sup>, A.N. Karimi<sup>2</sup>, K. Pourtahmasi<sup>2</sup> and F. Asadi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Assistant Prof., Dept., of Wood and Paper Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, <sup>2</sup>Professor, Dept., of Wood and Paper Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, <sup>3</sup>Associate Prof., Research Division of Natural Resources, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research Center

Received: 04/05/2016 ; Accepted: 08/10/2016

### Abstract

**Background and objectives:** In most cases, the goal of silvicultural practices is to increase diameter and height of the trees. In turn, any change in growth rate and growth pattern of trees may result in wood variation. On the other hand, the technical properties of wood and items made from the wood are strongly depended to the wood anatomical characteristics particularly fibers length. In this paper the effect of growth rate of poplar trees was studied on the wood fibers biometry.

**Materials and methods:** Young Poplar trees (*Populus nigra*) were selected from a trial cultivation near Karaj city, Iran. Fifteen 10-year old trees were cut and a disc with 20 mm thick was taken at breast height from each tree, then selected discs were transferred to the laboratory. The cut trees were classified into the 3 classes based on the growth rate: slow growing, moderate growing, and fast growing, with 5 trees in each class. Thereafter, diameter growth, circumference growth, and fiber biometric parameters were measured for each separated annual ring. The results were analyzed using different statistical methods and the correlation between different items and their variation was evaluated from pith to bark. The relationships between different parameters were studied in the annual rings with same cambial age in order to eliminate possible effects of age.

**Results:** In young poplar trees, correlations were insignificant between fiber dimensions and growth rate in most of the rings. However, there were some positive and significant correlations between growth rate and fiber length. The

---

\*Corresponding author: [efhami@ut.ac.ir](mailto:efhami@ut.ac.ir)

correlation coefficients between circumference growth and fiber length were higher than those obtained between diameter growth and fiber length. Despite the insignificant effect of growth rate on fiber biometry, whole-disk fiber dimensions which were weighted based on the growth area of each ring increased as measured by stem diameter. In fast-growing trees, distant rings from the pith have higher shares in the disc than slower growing trees. Since these rings have longer fibers compared with the rings closer to the pith, the average length of fibers in fast-growing trees becomes higher.

**Conclusion:** The circumference growth is a better proxy than diameter growth for the study of relationships between the growth rate and the fibers biometry. Unexpectedly, the correlation between growth rate and fiber length not only was not negative but also was positive in some of the rings. Whole disc weighted fiber dimensions increased as the tree diameter increased, which shows that increase in growth rate of young poplar trees has no decreasing effect on fiber dimensions. It looks that result obtained here with young poplar trees is extensible for all the silvicultural practices that may affect the growth rate.

**Keywords:** Fiber dimensions, Diameter growth, Circumference growth, Cambial divisions, Poplar tree