

بررسی اثر سن و رویشگاه بر روی خواص چوب صنوبر دلتوئیدس از جنبه کاغذسازی^۱

سعید مهدوی^۲ مهدی فائزی پور^۳ حسین رسالتی^۴ حسین فامیلیان^۵

چکیده

به منظور بررسی تاثیر سن و رویشگاه بر روی ابعاد فیبر، جرم مخصوص و مقدار ترکیبات شیمیایی یکی از کلن‌های موفق صنوبر دلتوئیدس، از جنبه کاغذسازی، ۱۲ دیسک از ارتفاع برابر سینه سه گروه درخت، از دو رویشگاه صفرابسته در گیلان و چمستان در مازندران تهیه شد. میانگین رویش سالیانه (قطری) درختان رویشگاه چمستان نسبت به صفرابسته، به دلیل مناسب‌تر بودن شرایط رویشگاه، بیشتر بود. در وهله اول سن و سپس رویشگاه تاثیر بسزایی بر روی ابعاد فیبر درختان این کلن داشتند. درختان ۱۸ ساله صفرابسته با میانگین طول فیبر ۰/۹۹۵ میلی‌متر، بیشترین طول فیبر و ضریب مقاومت به پارگی را داشتند. برآورد آماری ابعاد فیبر درختان نشان داد که سن تقریبی مناسب برای قطع این کلن بین ۹ تا ۱۰ سالگی است. تاثیر سن فقط بر روی جرم مخصوص خشک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد، لیکن تاثیر سن و رویشگاه بر جرم مخصوص پایه معنی‌دار نیست. اثر رویشگاه به جز بر روی میانگین درصد سلولز درختان، بر روی ترکیب‌های شیمیایی دیگر معنی‌دار نیست. سن و رویشگاه تاثیر معنی‌داری بر درصد مواد استخراجی چوب این درختان نداشت. با توجه به این بررسی در مجموع می‌توان گفت که تاثیر سن بر روی خواص چوب صنوبر دلتوئیدس کلن ۷۱/۵۱، به مراتب بیش از رویشگاه می‌باشد که از نقطه‌نظر کاغذسازی حایز اهمیت است.

واژه‌های کلیدی: صنوبر دلتوئیدس، کلن ۷۱/۵۱، طول و قطر فیبر، قطر حفره سلولی، ضخامت دیواره سلولی، سلولز، لیگنین، مواد استخراجی، خاکستر، جرم مخصوص خشک و پایه کاغذسازی.

^۱ - تاریخ دریافت ۸۱/۷/۱، تاریخ تصویب نهایی: ۸۱/۱۰/۳۰

^۲ - عضو هیات علمی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

^۳ - استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

^۴ - استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۵ - کارشناس ارشد موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

مقدمه

افزایش مصرف محصولات به دست آمده از چوب، دورنمای رو به کاهش مجوز قطع سالیانه و تلاش برای حفاظت از جنگل‌ها، موجب شده است که توجه صنعت چوب و کاغذ برای تامین مواد اولیه مورد نیاز، به سوی کاشت گونه‌های سریع‌الرشد که در کوتاه‌مدت قابل بهره‌برداری هستند، جلب شود. از شاخص‌ترین درختان سریع‌الرشد می‌توان صنوبرها را نام برد که چوب آنها به عنوان یک ماده خام ارزشمند، مطرح است. از طرف دیگر به دلیل امکان انجام عملیات اصلاح نژاد و دو رگ‌گیری^۱، امکان تشدید صفاتی مثل قابلیت ریشه‌زایی خوب، الیاف با خواص کیفی مناسب و مقاومت در مقابل آفات و امراض، در این درختان وجود دارد. افزایش خواص کیفی چوب به منظور کاغذسازی شامل حداکثر تولید چوب، جرم مخصوص پایه^۲ زیاد، ابعاد مناسب و مقدار مطلوب ترکیب‌های شیمیایی می‌باشند.

موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع با هدف دستیابی به رقم‌های مناسب صنوبر که خواص مطلوب فوق را نیز تامین نمایند، طرح‌های تحقیقاتی مختلفی را به انجام رسانیده است و در پی آن کلن ۷۷/۵۱ صنوبر دلتوئیدس به عنوان یکی از این ارقام مناسب در شمال کشور (استان‌های گیلان و مازندران) توسعه یافته است (لطفیان ۱۳۶۳).

قاسمی (۱۳۸۱)، براساس بررسی انجام شده در قالب یک طرح تحقیقاتی نتیجه گرفته است که کلن‌های صنوبر دلتوئیدس علی‌رغم سرعت زیاد رشد در مناطق شمالی کشور، چون نیاز آبی زیادی دارند و در مقابل نوسانات آبیاری حساس هستند، در شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک چندان موفق نیستند.

نظرنژاد و همکاران (۱۳۷۶) به منظور تولید خمیر کاغذ پربازده از دو گونه صنوبر دلتوئیدس و ارومیرکن، بررسی اجمالی را در مورد خواص چوب این گونه‌ها به عمل آوردند. میانگین ابعاد فیبر درختان ۱۲ ساله صنوبر دلتوئیدس و ارومیرکن شامل طول فیبر به ترتیب ۱/۱۲ و ۱/۲۹

میلی‌متر و ضخامت دیواره سلولی به ترتیب ۵/۶۲ و ۴/۴۹ میکرومتر اندازه‌گیری شد.

رسولی (۱۳۸۱)، نیز برای تهیه خمیر کاغذ CMP از صنوبر ارومیرکن، خواص اولیه چوب این گونه را به‌طور مختصر مورد بررسی قرار داد. وی میانگین رویش سالیانه درختان ۸ و ۱۸ ساله گونه ارومیرکن رویشگاه صفرابسته را به ترتیب ۸/۳۵ و ۱۳/۹۲ میلی‌متر اندازه‌گیری کرد.

لامینگ^۳ و همکاران (۱۹۷۱) معتقدند که جوان چوب صنوبر دلتوئیدس تا ۱۰ دایره اول رویش سالیانه وجود دارد و ممکن است فقط به دلیل بروز تغییراتی در رویشگاه و گونه، کمی تفاوت کند. در بقیه صنوبرها دوره جوان چوبی کوتاه‌تر است.

زابل^۴ (۱۹۸۹ و ۱۹۸۹) در دو کتاب خود به بحث در مورد اثر سن و رویشگاه بر روی خواص مختلف چوب و خواص جوان چوب می‌پردازد. او اظهار می‌کند که بین سن درخت و جرم مخصوص چوب پهن‌برگان پراکنده آوند بخصوص صنوبرها و اکالیپتوس، ارتباط ضعیفی وجود دارد. الگوی متداول در این درختان این است که از مغز به طرف پوست با افزایش ضخامت دیواره سلولی، جرم مخصوص نیز افزایش می‌یابد. مقدار سلولز و لیگنین درختان تحت کنترل شدید ژنتیکی است و مقدار اختلاف پلی‌ساکاریدهای چوب ارتباط چندانی با میزان جرم مخصوص نسبی^۵ چوب ندارد. شرکت آراکروز^۶ توانسته است با انجام عملیات اصلاحی بر روی درختان اکالیپتوس، مقدار هولوسلولز درختان را افزایش بدهد و در نتیجه بازده خمیرکاغذ از ۴۷ به ۵۷ درصد افزایش یافت.

گوپال^۷ و همکاران (۱۹۹۹) طی بررسی که بر روی کلن‌های مختلف صنوبر انجام دادند، نتیجه گرفتند که کلن‌های مناطق خشک و گرم‌تر، دارای الیاف بلندتری هستند. آنها نتیجه گرفتند که با ۸ ساله شدن درختان دو

^۳ - Laming

^۴ - Zobel

^۵ - Specific gravity

^۶ - Aracruz

^۷ - Gopal

^۱ - Hybridize

^۲ - Basic density

الف- اندازه‌گیری رویش سالیانه

دیسک‌های کوچک‌تری با ضخامت ۵ سانتی‌متر از دیسک برابر سینه بریده شد که پس از پس از سنباده‌زنی، پهنای دواير سالیانه در جهات مختلف درختان، اندازه‌گیری و میانگین آنها محاسبه شد. رویش سالیانه (قطری) هر درخت از رابطه (۱) تعیین شد:

$$(۱) \text{ رویش سالیانه (قطری)} = ۲ \times \text{میانگین پهنای دایره سالیانه}$$

ب- اندازه‌گیری ابعاد فیبر

به این منظور دیسک‌هایی به ضخامت ۳ سانتی‌متر از دیسک برابر سینه تهیه و از هر دو دایره سالیانه تراشه‌هایی تقریباً مساوی برداشته شد. برای جداسازی الیاف از روش فرانکلین^۲ استفاده شد. ابعاد هر فیبر سالم شامل طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی به وسیله میکروسکوپ با ۳۰ تکرار اندازه‌گیری شد و به این ترتیب برای هر دو دایره سالیانه دیسک برابر سینه، ابعاد ۱۲۰ فیبر و در مجموع برای دواير سالیانه چوب همه درختان، تعداد ۱۹۸۰ فیبر سالم، اندازه‌گیری شد. ناگفته نماند که در یکی از درختان ۱۸ ساله صنوبر، دواير سالیانه ۱۶-۱۵ و ۱۸-۱۷ به لحاظ امکان بروز خطا در اندازه‌گیری (عدم امکان دقیق جداسازی تراشه و تشخیص چوب این دواير سالیانه)، اندازه‌گیری نشدند.

میانگین ضرایب کاغذسازی فیبر درختان صنوبر از روابط شماره (۲)، (۳) و (۴) محاسبه شدند:

$$(۲) \text{ قطر فیبر/طول فیبر} = \text{ضریب درهم‌رفتگی}$$

$$(۳) ۱۰۰ \times (\text{قطر فیبر/قطر حفره سلولی}) = \text{ضریب انعطاف‌پذیری}$$

$$(۴) ۱۰۰ \times (\text{قطر حفره سلولی} / ۲ \times \text{ضخامت دیواره سلولی}) = \text{ضریب مقاومت به پارگی}$$

پ- اندازه‌گیری جرم مخصوص

دیسک‌هایی با ضخامت ۳ سانتی‌متر از دیسک برابر سینه بریده شد و با توجه به مساحت دیسک، حداقل شش نمونه به ابعاد ۲ سانتی‌متر از مغز به طرف پوست تهیه شد. پس از سنباده‌زنی نمونه‌ها، جرم خشک آنها اندازه‌گیری شد.

رگ‌صنوبر، حجم نسبی چوب با الیاف بلندتر (۰/۹ میلی‌متر و بیشتر) تقریباً چهار برابر چوب با الیاف کوتاه‌تر (۰/۷ میلی‌متر) است. این محققین رابطه بین مقدار سلولز و بخصوص آلفا سلولز را با بازده خمیرکاغذ صنوبر معنی‌دار می‌دانند. بازده خمیرکاغذ کلن‌هایی که دارای مقدار بیشتری آلفا سلولز بودند نسبت به بقیه بیشتر بود.

آنها مقدار لیگنین کلاسن^۱ کلن‌های صنوبر را مستقل از مقدار لیگنین‌زدایی شان ارزیابی نمودند. علی‌رغم اینکه مقدار لیگنین کلاسن یک کلن بیش از دیگری بود، مقدار لیگنین‌زدایی آن کمتر از کلن دیگر ارزیابی شد، که اختلاف در مقدار لیگنین سیرنجیل^۲ این دو کلن، دلیل این موضوع گزارش شد. در این خصوص، سرعت لیگنین‌زدایی این نوع لیگنین، که مقدار آن ۶۰-۲۰ درصد در پهن‌برگان است، بیشتر ذکر شده است.

رویشگاه و سن درخت آثار مختلفی بر خواص فیزیکی، شیمیایی و الیاف چوب تولیدشده دارند. این تحقیق گامی است به سوی بررسی تغییرات این خواص از جنبه ساخت کاغذ از چوب این کلن موفق صنوبر.

مواد و روش‌ها

چوب موردنیاز در این تحقیق با همکاری محققین ایستگاه‌های تحقیقات صفرابسته در گیلان و چمستان در مازندران تهیه شد. برای هر متغیر مورد بررسی (رویشگاه و سن) تعداد چهار اصله درخت (در مجموع ۱۲ اصله) به روش تصادفی قطع شد. مشخصات درختان مقطوعه در جدول ۱ آورده شده است. اثر رویشگاه بر روی چوب صنوبرهای ۸ ساله صفرابسته و چمستان، و اثر سن بر روی چوب صنوبرهای ۸ و ۱۸ ساله صفرابسته مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی خواص این چوب‌ها، دیسک‌هایی با ضخامت ۳۰ سانتی‌متر از ارتفاع برابر سینه بریده شد و جهت‌های جغرافیایی بر روی آنها مشخص شد.

^۱ - Klason lignin

^۲ - Syringyl lignin

^۲ -Franklin

جدول ۱- مشخصات درختان مقطوعه صنوبر دلتونیدس در دو رویشگاه و دو سن مختلف

شماره درخت	رویشگاه	سن درخت (سال)	فاصله کاشت	ارتفاع درخت (m)	قطر برابر سینه با پوست (cm)	حجم چوب (m ³)
۱	صفرابسته	۸	۵×۵	۱۴/۴۰	۱۴/۷۵	۰/۱۲۳
۲				۱۵	۱۴/۵۰	۰/۱۲۴
۳				۱۴/۷۷	۱۴/۳۰	۰/۱۱۹
۴				۱۴/۷۲	۱۶/۲۵	۰/۱۵۳
میانگین				۱۴/۷۲	۱۴/۹۵	۱/۳۰
۱	صفرابسته	۱۸	۵×۵	۳۰	۲۶/۲	۰/۸۰۹
۲				۲۵/۹	۲۲/۶	۰/۵۱۹
۳				۲۹/۴۵	۲۵/۷	۰/۷۶۴
۴				۳۰/۶	۲۹/۵	۱/۰۴۶
میانگین				۲۸/۹۹	۲۶	۰/۷۸۴
۱	چمستان	۸	۴×۴	۱۴/۵	۱۵/۵	۰/۱۴۷
۲				۱۲/۵	۱۳/۵	۰/۰۷۸
۳				۱۶/۴	۲۱	۰/۲۴۱
۴				۱۵/۲۵	۱۷	۰/۱۷۵
میانگین				۱۴/۶۶	۱۶/۷	۰/۱۶۱

جدول ۲- میانگین رویش سالیانه (قطری) درختان مقطوعه صنوبر دلتونیدس

شماره درخت	رویشگاه	سن درخت (سال)	رویش قطری سالیانه (mm)	انحراف از معیار σ_{n-1}
۱	صفرابسته	۸	۱۴/۸۸	۷/۰۴
۲			۱۶/۷۶	۱۰/۹۶
۳			۱۶/۵۸	۸/۴۸
۴			۱۵/۳۸	۸/۳۴
میانگین			۱۵/۹	۸/۷۱
۱	صفرابسته	۱۸	۱۳/۱۶	۸/۶۴
۲			۱۰/۳۶	۱۱/۴۶
۳			۱۳/۵۲	۱۰/۲۸
۴			۱۳/۳۶	۱۱/۳۴
میانگین			۱۲/۶	۱۰/۴۳
۱	چمستان	۸	۱۵/۴۲	۹
۲			۲۳	۹/۵۴
۳			۲۴	۱۰/۹۶
۴			۲۱	۹/۴۶
میانگین			۱۴/۶۶	۹/۷۴

نتایج

الف- رویش سالیانه (قطری)

میانگین رویش سالیانه درختان صنوبر که براساس پهنای دواپر سالیانه محاسبه شده است در جدول ۲ آورده شده است. علی‌رغم اینکه ارتفاع و قطر برابر سینه درختان ۱۸ ساله (جدول ۱)، به ترتیب ۱/۹۷ و ۱/۷۴ برابر درختان ۸ ساله است، میانگین حجم چوب تولید شده این درختان به ترتیب حدود ۵ و ۶ برابر درختان ۸ ساله صفرابسته و چمستان می‌باشد که به لحاظ اقتصادی قابل توجه است. از نظر میانگین رویش سالیانه در دوره ۸ ساله درختان مورد بررسی، درختان ۸ ساله چمستان در مقام اول و درختان ۸ و ۱۸ ساله صفرابسته به ترتیب در مقام‌های بعدی قرار می‌گیرند.

ب- ابعاد فیبر

روند تغییرات طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی فیبر درختان صنوبر در اشکال شماره ۱ تا ۴ به تصویر کشیده شده است. هر یک از نقاط روی خطوط، معرف میانگین ۱۲۰ فیبر سالم از دو دایره سالیانه است. در جدول ۳، میانگین کلی ابعاد فیبر سه گروه درخت مورد بررسی به همراه مقایسه آماری بین دو رویشگاه و دو سن مختلف آورده شده است.

میزان t به دست آمده و احتمال معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۵، بیانگر این است که به جز قطر حفره سلولی فیبر در دو رویشگاه صفرابسته و چمستان، در بقیه موارد، اختلاف ابعاد فیبر در دو رویشگاه و سنین مختلف در سطوح ۰/۱ و ۰/۵ معنی‌دار است.

در جدول ۴، میانگین ضرایب کاغذسازی درختان صنوبر محاسبه شده است. بررسی اختلاف بین میانگین ابعاد فیبر در دواپر سالیانه درختان ۱۸ ساله صفرابسته به وسیله آزمون F نشان می‌دهد که کلیه این اختلاف‌ها در سطح احتمال ۰/۱ معنی‌دار است (جدول ۵) و این میانگین‌ها در گروه‌های مختلفی در سطح احتمال ۰/۵ قرار می‌گیرند.

نمونه‌های موردنظر برابر اندازه‌گیری حجم اشباع، ابتدا برای جذب نمودن آب، به پارافین مایع آغشته شدند. سپس حجم نمونه‌ها در حالت خشک و اشباع از آب، به روش ارشمیدس تعیین شد. جرم مخصوص خشک و پایه با استفاده از روابط ۵ و ۶ تعیین گردید:

$$(5) \quad \text{جرم خشک نمونه} = \frac{\text{جرم مخصوص خشک (g/cm}^3\text{)}}{\text{حجم نمونه خشک}}$$

$$(6) \quad \text{جرم خشک نمونه} = \frac{\text{جرم مخصوص پایه (g/cm}^3\text{)}}{\text{حجم نمونه اشباع}}$$

ت- اندازه‌گیری ترکیب‌های شیمیایی

باقیمانده دیسک‌های برابر سینه درختان پوست‌کنی شد و سطوح آنها رنده و سپس آسیاب و الک شدند. بر اساس روش‌های استاندارد آزمون TAPPI^۱ به شماره‌های ذیل، آرد چوب با ابعاد مش ۶۰-۴۰ برای اندازه‌گیری مواد استخراجی و خاکستر و آرد چوب با ابعاد مش ۸۰-۴۰ برای اندازه‌گیری سلولز و لیگنین تهیه شد.

-اندازه‌گیری سلولز: روش کروشنر^۲ (اسیدنیتریک) به نقل از کتاب فنجل^۳؛

-اندازه‌گیری لیگنین: T222 om-98؛

-اندازه‌گیری مواد استخراجی محلول در استن: TM204cm-97؛

-اندازه‌گیری خاکستر: T211 om-93.

برای مقایسه نتیجه‌های مربوط به اندازه‌گیری ابعاد فیبر، جرم مخصوص و ترکیب‌های شیمیایی چوب دو گروه سنی صنوبر (۸ و ۱۸ ساله) و نیز دو رویشگاه (صفرابسته و چمستان)، از آزمون T و F استفاده شد. برای مقایسه ابعاد فیبر دواپر رویش سالیانه درختان ۱۸ ساله صنوبر نیز آزمون F به کار گرفته شد. مقایسه و گروه‌بندی میانگین‌ها به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۵ انجام شد.

^۱ - Technical Association of Pulp & Paper Industry

^۲ - Crushner

^۳ -Fengel

پ-جرم مخصوص

میانگین جرم مخصوص خشک و پایه برای سه گروه از درختان در شکل ۵ ملاحظه می‌شود. فقط اختلاف بین میانگین جرم مخصوص خشک چوب این درختان برای دو سن ۸ و ۱۸ رویشگاه صفرابسته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد و در دو گروه مختلف (A و B) قرار می‌گیرند.

ت-ترکیب‌های شیمیایی

روند تغییرات میانگین درصد سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر درختان صنوبر در شکل ۶ دیده می‌شود. بین میانگین درصد سلولز دو رویشگاه و سنین مختلف صنوبر دل‌توئیدس در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار است و براساس گروه‌بندی دانکن در سه گروه مختلف (A, B, C) قرار می‌گیرند. اختلاف بین میانگین درصد لیگنین و خاکستر این درختان در سطح ۵٪ معنی‌دار بوده و از این نظر درختان ۸ ساله صفرابسته و چمستان در یک گروه (B) و درختان ۱۸ ساله صفرابسته در گروه دیگری (A) جای می‌گیرند. به عبارت دیگر اثر سن بر مقدار لیگنین و خاکستر، معنی‌دار است؛ ولی اثر رویشگاه معنی‌دار نیست. همانطور که ملاحظه می‌شود اثر سن و رویشگاه بر مقدار مواد استخراجی درختان معنی‌دار نیست.

بحث و نتیجه‌گیری

الف-مقدار رویش سالیانه

پهنای دواير رویش سالیانه از شاخص‌های مهم رشد کمی و کیفی درختان است و تاثیر آن بر خواص چوب سوزنی‌برگان و پهن‌برگان متفاوت است. در پهن‌برگان پراکنده آوند مثل صنوبر، ارتباط مشخصی بین پهنای دایره سالیانه و جرم مخصوص دیده نشده است. از نظر کمی، افزایش یا کاهش رشد قطری به معنی افزایش یا کاهش ماده چوبی است. اما از نظر کیفی مقدار رویش قطری با توجه به نوع گونه و کاربرد نهایی چوب، اثر متفاوتی خواهد داشت. این تاثیر در پهن‌برگان و سوزنی‌برگان مختلف و به‌عبارت بهتر در

گونه‌های مختلف با هم تفاوت دارد. آمس^۱ (۱۹۵۰) مقدار رویش قطری بیشتر را در اکالیپتوس‌ها موجب کوتاه‌تر شدن فیبرهای تولیدشده می‌داند. درحالی که اسکراموزی^۲ (۱۹۵۸) معتقد است تغییر سرعت رشد، تغییری در نسبت عناصر چوبی صنوبرها به‌وجود نمی‌آورد.

به دلیل فعالیت زیاد کامبیوم در ابتدای دوره رویش این درختان و افت نرخ رویش سالیانه پس از سنین ۹ و ۱۰ سالگی، اختلاف ارتفاع و قطر برابر سینه درختان ۱۸ ساله نسبت به درختان ۸ ساله، به اندازه تفاوت سن آنها نمی‌باشد. با مقایسه میانگین حجم چوب تولید شده در دو سن مختلف، لزوم انجام برآوردهای اقتصادی کاشت، داشت و برداشت، در این زمینه احساس می‌شود. درختان ۸ ساله چمستان نیز نسبت به صفرابسته، با میانگین ارتفاع تقریباً یکسان، از قطر برابر سینه بیشتری (علی‌رغم فاصله کاشت کمتر)، برخوردارند.

این موضوع گواهی است بر عدم تاثیر فاصله کاشت کمتر (۴×۴ متر) در سنین پایین این کلن سریع‌الرشد صنوبر، در محدوده این سن، وسعت شاخ و برگ درخت هنوز به اندازه‌ای نیست که موجب ایجاد رقابت نوری شود. بنابراین، فاصله کاشت کمتر ۴×۴ متر به لحاظ تولید چوب بیشتر در واحد سطح، برتری دارد. مناسب‌تر بودن زهکشی، نوع خاک، درجه حرارت محیط و سایر شرایط رویشگاه می‌توانند از جمله دلایل رویش سالیانه بیشتر درختان رویشگاه چمستان باشند.

ب-ابعاد الیاف

ابعاد الیاف تا حدودی به جرم مخصوص ارتباط دارند، اما تعیین اثر انفرادی هر یک از آنها خیلی مشکل است. طول فیبر گاهی اوقات تاثیر معنی‌داری بر کیفیت محصول و نوع استفاده از چوب دارد. در تعیین ارزش محصول نهایی، ضخامت دیواره سلولی از نظر اهمیت با طول فیبر مشابه است. عقیده عموم بر این است که مسئول بروز کاستی‌هایی در ویژگی‌های اصلی کاغذ، فیبرهای کوتاه هستند. در

^۱ - Amos

^۲ - Scaramuzzi

یک درخت و بنی درختان متفاوت است. ویژگی‌های الیاف به صورت ژنتیکی شدیداً کنترل می‌شوند و این ویژگی با طرح‌های جنگلداری تغییر می‌کنند. اگرچه در انتخاب میان گونه‌های مختلف، قطر و اندازه حفره سلول اغلب تاثیرگذار هستند، لیکن در یک گونه اهمیت کمتری دارند. ویژگی‌های مطلوب، به طور معمول شامل فیبرهای بلند و باریک می‌باشد.

صورتی که مشکل اصلی به ضخامت دیواره سلولی که نشانگر جرم مخصوص است، مربوط می‌شود. در چوب‌هایی با دیواره سلولی ضخیم، اتصالات شیمیایی الیاف به دلیل انعطاف پذیری کمتر ضعیف‌تر است و در نتیجه ویژگی‌های سطحی و مقاومتی کاغذ ضعیف خواهد بود که قابلیت چاپ پذیری کمتر ضعیف‌تر می‌باشد و در نتیجه خصوصیات سطحی و مقاومتی کاغذ ضعیف خواهد بود که قابلیت چاپ پذیری کاغذ حاصله نیز ضعیف می‌باشد. طول فیبر در

جدول ۳- میانگین کلی ابعاد فیبر صنوبر دلتوئیدس و مقایسه آنها در دو رویشگاه و سن مختلف

میانگین ابعاد فیبر	صنوبر ۸ ساله صفرابسته	صنوبر ۱۸ ساله صفرابسته	صنوبر ۸ ساله چمستان	t محاسبه برای رویشگاه	t محاسبه برای سن
طول فیبر (mm)	۰/۸۶۷	۰/۹۹۵	۰/۹۰۱	۱/۹۱*	۷/۶۵**
قطر فیبر (um)	۲۵/۰۹	۲۶/۵۸۳	۲۴/۱۷	۲/۷۰**	۵/۱۹**
قطر حفره سلول (um)	۱۳/۳۲	۱۵/۶۷۱	۱۳/۵۲	۰/۷۴ ^{n.s}	۱۰/۰۸**
ضخامت دیواره سلول (um)	۵/۸۸	۵/۴۴۸	۵/۳۲	۶/۲**	۵/۷۸**

** اختلاف در سطح ۱٪ معنی دار است.

* اختلاف در سطح ۵٪ معنی دار است.

n.s اختلاف معنی دار نیست.

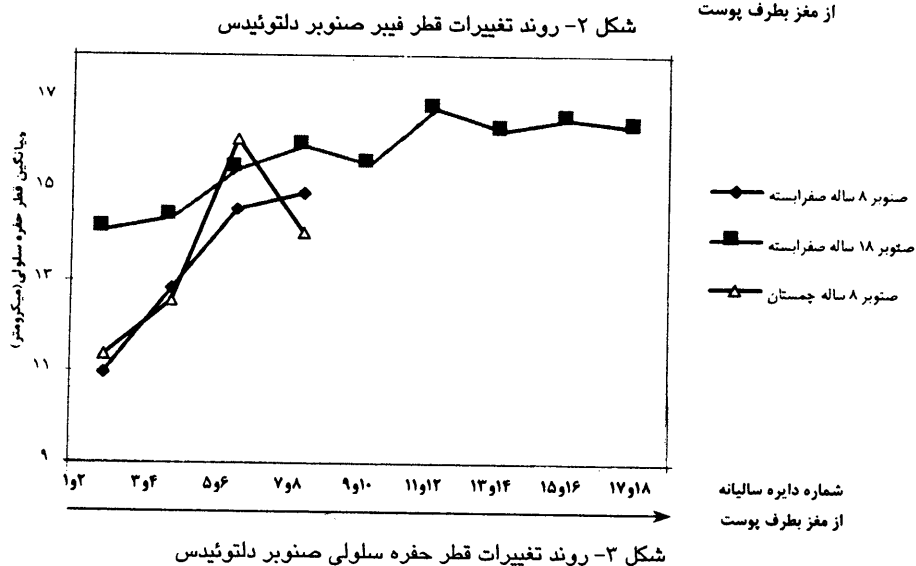
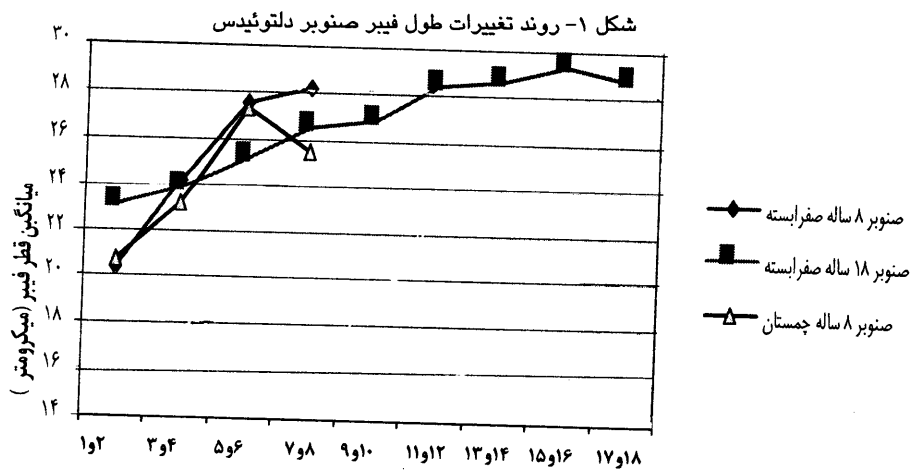
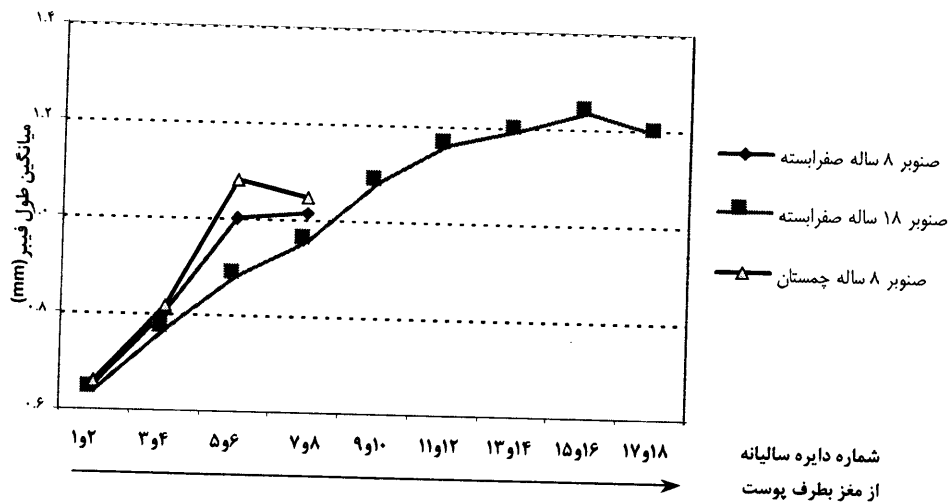
جدول ۴- میانگین ضرایب کاغذسازی فیبر درختان صنوبر

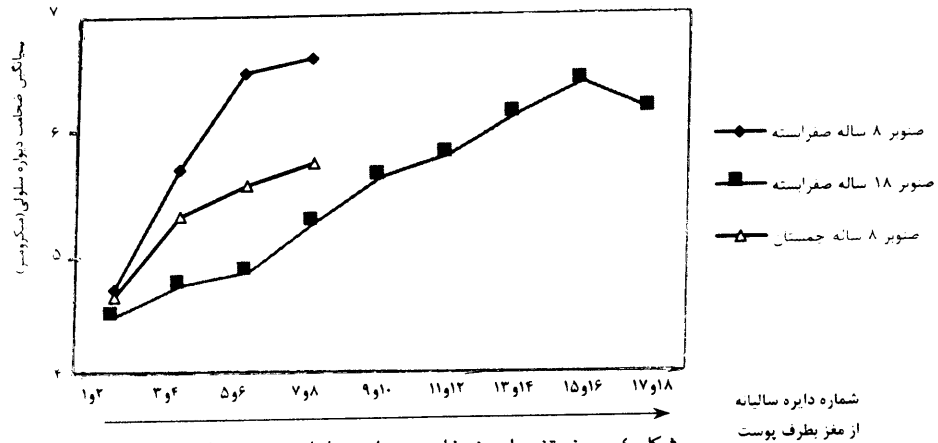
سن و رویشگاه	ضریب	انعطاف پذیری	مقاومت به پارگی	درهم رفتگی
۸ ساله - صفرابسته	۵۳/۱۰	۸۸/۳۳	۳۴/۵۶	
۱۸ ساله - صفرابسته	۵۸/۹۵	۶۹/۵۳	۳۷/۴۳	
۸ ساله - چمستان	۵۵/۹۵	۷۸/۷۲	۳۷/۲۸	

جدول ۵- مقایسه میانگین ابعاد فیبر دایره سالیانه درختان صنوبر ۱۸ ساله صفرابسته و گروه بندی آنها

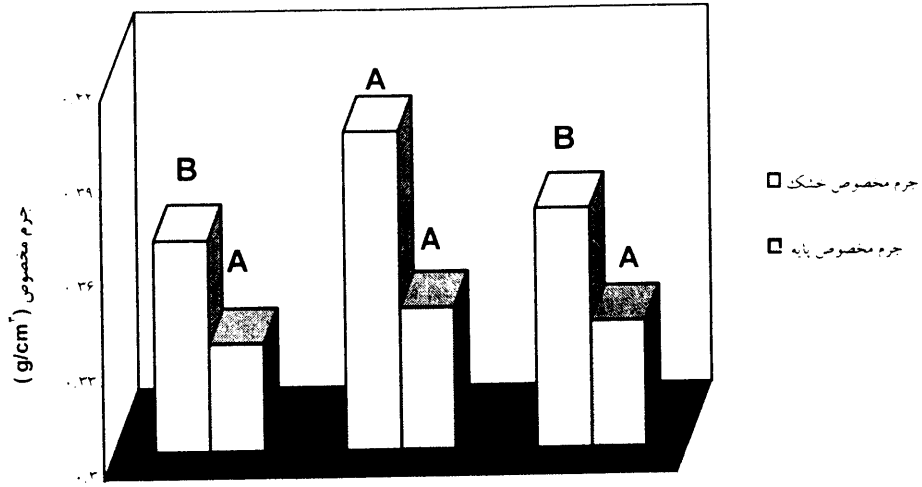
شماره دایره سالیانه	دایره ۲	دایره ۳	دایره ۴	دایره ۵	دایره ۶	دایره ۷	دایره ۸	دایره ۹	دایره ۱۰	دایره ۱۱	دایره ۱۲	دایره ۱۳	دایره ۱۴	دایره ۱۵	دایره ۱۶	دایره ۱۷	دایره ۱۸	F محاسبه
میانگین ابعاد فیبر	۲۰۸	۲۳۰	۲۳۸	۲۵۰	۲۶۰	۲۶۵	۲۷۰	۲۷۵	۲۸۰	۲۸۵	۲۹۰	۲۹۵	۳۰۰	۳۰۵	۳۱۰	۳۱۵	۳۲۰	۸۰/۱۵**
طول فیبر (mm)	۰/۶۴	۰/۷۷	۰/۸۷	۰/۹۶	۱/۰۸	۱/۱۶	۱/۱۹	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳	
گروه بندی میانگین‌ها	E	D	C	C	B	AB	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
قطر فیبر (um)	۲۳/۰۸	۲۳/۸۹	۲۵/۱۷	۲۶/۵۰	۲۶/۸۱	۲۸/۴۴	۲۸/۴۴	۲۹/۳۴	۲۹/۳۴	۲۹/۳۴	۲۹/۳۴	۲۹/۳۴	۲۹/۳۴	۲۹/۳۴	۲۹/۳۴	۲۹/۳۴	۲۹/۳۴	۲۶/۰۵**
گروه بندی میانگین‌ها	D	DC	BC	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
قطر حفره سلولی (um)	۱۴/۱۰	۱۴/۳۸	۱۵/۴۷	۱۵/۹۸	۱۵/۵۵	۱۶/۸۱	۱۶/۸۱	۱۶/۳۵	۱۶/۳۵	۱۶/۳۵	۱۶/۳۵	۱۶/۳۵	۱۶/۳۵	۱۶/۳۵	۱۶/۳۵	۱۶/۳۵	۱۶/۳۵	۵/۶۵**
گروه بندی میانگین‌ها	B	B	AB	A	AB	AB	AB	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
ضخامت دیواره سلولی (um)	۴/۴۹	۴/۷۵	۴/۸۵	۵/۲۶	۵/۶۳	۵/۸۱	۵/۸۱	۶/۱۳	۶/۱۳	۶/۱۳	۶/۱۳	۶/۱۳	۶/۱۳	۶/۱۳	۶/۱۳	۶/۱۳	۶/۱۳	۴۰/۴۳**
گروه بندی میانگین‌ها	E	E	E	D	DC	BC	BC	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	

** اختلاف در سطح ۱٪ معنی دار است.

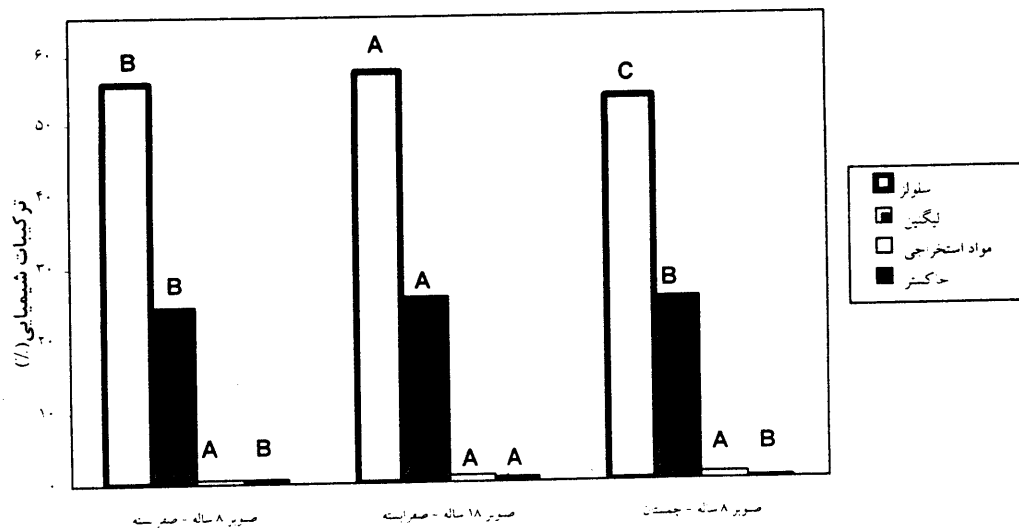




شکل ۴- روند تغییرات ضخامت دیواره سلولی صنوبر دلتوئیدس



شکل ۵- میانگین جرم مخصوص خشک و پایه درختان صنوبر و گروه بندی آنها



شکل ۶- میانگین درصد ترکیبات شیمیایی صنوبر دلتوئیدس و گروه بندی آنها

افزایش طول سلول‌ها، جرم مخصوص نیز افزایش می‌یابد. معنی‌دار بودن تفاوت بین میانگین جرم مخصوص خشک درختان ۸ ساله (صفرابسته و چمستان) با ۱۸ ساله را شاید بتوان ناشی از بیشتر بودن میزان همکشدگی چوب درختان ۸ ساله دانست، که دارای مقدار جوان چوب بیشتری هستند. بین میانگین جرم مخصوص پایه درختان، اختلاف در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نیست.

این مطلب نشان می‌دهد که تاثیر سن فقط بر روی جرم مخصوص خشک این کلن صنوبر معنی‌دار است و رویشگاه اثر معنی‌داری بر جرم مخصوص خشک و پایه ندارد.

مقایسه نتایج با منابع تحقیقاتی خارج از ایران نشان می‌دهد که جرم مخصوص چوب درختان مورد بررسی بیشتر می‌باشد که به دلیل افزایش بازده تولید خمیر کاغذ در واحد زمان، قابل توجه است. البته علی‌رغم اینکه جرم مخصوص چوب به عنوان یک شاخص خوب از کیفیت محصول تولیدشده مطرح است، لیکن ممکن است خواص محصول ساخته شده از جوان چوب و چوب بالغ که دارای جرم مخصوص یکسان باشند، متفاوت باشد.

ت- ترکیب‌های شیمیایی

مقدار ترکیب‌های شیمیایی یک ماده لیگنوسولوزی اهمیت زیادی در انتخاب نوع محصول دارد، که در این خصوص برای تهیه کاغذ، مقدار سلولز زیاد و لیگنین کم ماده اولیه از اولویت برخوردار است. بازده سلولز عبارت است از مقدار سلولز قابل استفاده از یک مقدار معین وزنی یا حجمی چوب با جرم مخصوص مشخص. بازده سلولز از درختی به درخت دیگر تا حدود ۷ درصد تغییر می‌کند و باعث جابه‌جایی سالیانه میلیون‌ها دلار ثروت می‌شود. به این لحاظ عملیات اصلاح درختان بر روی گونه‌های سریع‌الرشد که در دوره‌های کوتاه‌مدت قابل بهره‌برداری باشند، متمرکز شده است.

شکل ۶ نشان می‌دهد که تاثیر سن و رویشگاه بر مقدار مواد استخراجی درختان صنوبر معنی‌دار نیست و میانگین‌ها در یک گروه قرار می‌گیرند (گروه A). از نظر مقدار لیگنین و خاکستر درختان ۱۸ ساله صفرابسته در یک گروه و درختان ۸ ساله صفرابسته و چمستان در گروه

وجود اختلاف آماری بین میانگین ابعاد فیبر درختان صنوبر (به جز میانگین قطر حفره سلولی در دو رویشگاه) بیانگر این نکته است که در وهله اول سن و سپس رویشگاه تاثیر بسزایی بر روی ابعاد فیبر و نیز ضرایب کاغذسلی این کلن سریع‌الرشد صنوبر دارند.

صرف مقایسه ابعاد فیبر، باتوجه به دو متغیر سن و رویشگاه، نمی‌توان برآورد قطعی در مورد ساخت محصول موردنظر به عمل آورد و اظهار نظر قطعی در این مورد با سایر خواص ماده چوبی، روش ساخت محصول، نوع محصول و متغیرهای دیگری ارتباط دارد.

بیشتر بودن میانگین طول فیبرهای درختان ۸ ساله چمستان به لحاظ خشک و گرم‌تر بودن این رویشگاه نسبت به صفرابسته گیلان، با نتایج به‌دست آمده به وسیله گوپال (۱۹۹۹) توافق دارد.

نکته قابل ذکر در خصوص مقایسه نتایج به‌دست آمده با سایر سوابق تحقیقاتی ذکر شد داخل کشور این است که به دلیل تکرار کمتر اندازه‌گیری در این نوع سوابق، وجود اختلاف‌های موجود بدیهی است.

به منظور تعیین سن مناسب بهره‌برداری این کلن صنوبر از نظر ابعاد فیبر، مقایسه‌ای نیز بین میانگین، ابعاد فیبر دوایر رویش سالیانه صنوبر ۱۸ ساله انجام گرفت (جدول ۵). گروه‌بندی میانگین‌ها نشان می‌دهد که در سطح احتمال ۱٪، تقریباً از سنین ۹ تا ۱۰ سالگی به بعد، تفاوت معنی‌داری در ابعاد فیبر سنین بالاتر این درختان وجود ندارد. به عبارت دیگر می‌توان گفت که در محدوده سن ۹ تا ۱۰ سال، دوره جوان چوبی این درختان به‌سر رسیده است. این مطلب قبلاً نیز به‌وسیله لامینگ^۱ (۱۹۷۱) گزارش شده است.

پ- جرم مخصوص

اگرچه ویژگی‌های الیاف چوب بر روی کیفیت محصول ساخته شده تاثیر دارد، لیکن اثر هیچ یک از این خواص به اندازه جرم مخصوص چوب نیست. الیاف بلند، جرم مخصوص پایه بیشتری دارند به‌طوری‌که در صنوبرها با

^۱ - Laming

مقدار ترکیب‌های شیمیایی بیش از رویشگاه است. گروهی از مواد استخراجی در چوب‌ها موجب بروز مشکلاتی در تجهیزات کاغذسازی می‌شوند که برای شستشوی این مواد باید هزینه زیادی پرداخت. مقدار کم مواد استخراجی این کلن صنوبر نسبت به سایر پهن‌برگان بیانگر از مطلوب بودن چوب آن از این نظر است.

دیگر قرار می‌گیرند. این مطلب بیانگر این است که اثر سن بر این دو ترکیب معنی‌دار است. تاثیر سن و رویشگاه بر مقدار سلولز درختان معنی‌دار است و از این نظر این میانگین‌ها در سه گروه قرار می‌گیرند. به این ترتیب مشخص می‌شود که اثر سن بر مقدار سلولز درختان معنی‌دار است و از این نظر این میانگین‌ها در سه گروه قرار می‌گیرند. به این ترتیب مشخص می‌شود که اثر سن بر

منابع

- ۱-رسولی گرمارودی اسماعیل، ۱۳۸۱. بررسی امکان استفاده از چوب صنوبر به جای چوب راش در ترکیب با چوب ممرز برای تولید خمیرشیمیایی-مکانیکی جهت ساخت کاغذ روزنامه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۲-قاسمی رفعتا،...، ۱۳۸۱. گزارش نهایی طرح بررسی سازگاری ارقام مختلف صنوبر در شرایط اقلیمی کرج، زیر چاپ، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.
- ۳- لطفیان حسن، ۱۳۶۳. گزارش طرح‌های تحقیقاتی صنوبر و ارائه نتایج مقدماتی، سمینار اهمیت صنوبر، نشریه شماره ۴، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.
- ۴-نظرنژاد نورالدین و همکاران، ۱۳۷۶. بررسی خصوصیات خمیرکاغذ راندمان بالا (CMP) از دو گونه صنوبر دلتوئیدس و ارومیکن، مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۳۶، پاییز ۱۳۷۶.
- 5-Anonymous, 1993. Tappi test methods, Technical Association of Pulp & Paper Industry.
- 6-Farmer, RE, & Wilcox, JR., 1966. Specific gravity variation in a lower Mississippi valley cottonwood plantation, Tappi, Vol. 49:210-211.
- 7- Fenel, D., 1989. Wood chemistry, Ultrastructure, Type setting and printing wagner GmbH.
- 8-Gopal, C., et al, 1999. Variability in pulping and fiber characteristics of hybrid poplar trees due to their genetic makeup, environmental factors, and tree age, Tappi Journal, Vol. 82, No. 5.
- 9-Laming, P.B., Welle, B.J., & Griffien, J., 1971. Some remarks on the assurance of juvenile wood in poplar trees, International Poplar Committee 14th session, Bucarest, Romania, 11pp.
- 10-Morrison, D., et al., 2000. Wood quality ranking of plantation trees, Tappi Journal peer reviewed paper.
- 11-Zobel, B.J., 1998. Juvenile wood in forest trees, Springer series in wood science.
- 12-Zobel, B.J. & Buijtenen, P., 1989. Wood variation, its causes and control, Springer Verlag.

The Effects of Provenance and Age Variations on Wood Properties of Eastern Cottonwood

S. Mahdavi¹

M. Faezipour²

H.Resalati³

H.Familian⁴

Abstract

To investigate the effects of provenance and age variations on wood properties of eastern cottonwood (Clone 77/51), disks were cut at the breast height of 12 eastern cottonwood trees, collected from Gillan (Safrabasteh) and Mazandaran (Chamestan) research projects by a random sampling method.

Average growth rate of Chamestan trees was the highest because of better conditions of the provenance (e.g., soil, temperature, etc.). Age caused more variation in fiber dimensions. The highest fiber length mean was 0.995 mm for 18 years old Safrabasteh trees. Optimum age for tree harvesting of this clone was found to be 9-10 years by statistical analysis method. Variation in tree age had statistically significant effect on oven dry density, but it did not have significant effect on basic density. Provenance variation did not bring about significant differences in chemical composition, except in cellulose content. The results also showed that variation in tree age had more effects on wood characteristics of this clone than variation in provenance.

Keywords: Eastern cottonwood, Gillan, Mazandaran, Age variations effects, Fiber dimensions, Wood density, Chemical composition.

¹ -Scientific member, Research Institute of Forests and Rangelands

² -Professor, Univ. of Tehran

³ -Asst. Prof. Gorgan University of Agricultural & Natural Resources Sciences

⁴ -Senior expert in Wood Science and Technology, Research Institute of Forests & Rangelands