بررسي اثر سن و رويشگاه بر روي خواص چوب صنوبر دلتوئيدس از جنبه كاغذسازي[1]

سعيد مهدوي[2] مهدي فائزي‌پور[3] حسين‌رسالتي[4] حسين فاميليان[5]

چكيده

به منظور بررسي تاثير سن و رويشگاه بر روي ابعاد فيبر، جرم مخصوص و مقدار تركيبات شيميايي يكي از كلن‌هاي موفق صنوبر دلتوئيدس، از جنبه كاغذسازي، ١٢ ديسك از ارتفاع برابر سينه سه گروه درخت، از دو رويشگاه صفرابسته در گيلان و چمستان در مازندران تهيه شد. ميانگين رويش ساليانه (قطري) درختان رويشگاه چمستان نسبت به صفرابسته، به دليل مناسب‌تربودن شرايط رويشگاه، بيشتر بود. در وهله اول سن و سپس رويشگاه تاثير بسزايي بر روي ابعاد فيبر درختان اين كلن داشتند. درختان ١٨ ساله صفرابسته با ميانگين طول فيبر ٠/٩٩٥ ميلي‌متر، بيشترين طول فيبر و ضريب مقاومت به پارگي را داشتند. برآورد آماري ابعاد فيبر درختان نشان داد كه سن تقريبي مناسب براي قطع اين كلن بين ٩ تا ١٠ سالگي است. تاثير سن فقط بر روي جرم مخصوص خشك در سطح احتمال ١% معني‌دار مي‌باشد، ليكن تاثير سن و رويشگاه بر جرم مخصوص پايه معني‌دار نيست. اثر رويشگاه به جز بر روي ميانگين درصد سلولز درختان، بر روي تركيب‌هاي شيميايي ديگر معني‌دار نيست. سن و رويشگاه تاثير معني‌داري بر درصد مواد استخراجي چوب اين درختان نداشت. با توجه به اين بررسي در مجموع مي‌توان گفت كه تاثير سن بر روي خواص چوب صنوبر دلتوئيدس كلن ٧١/٥١، به مراتب بيش از رويشگاه مي‌باشد كه از نقطه‌نظر كاغذسازي حايز اهميت است.

واژه‌هاي كليدي: *صنوبر دلتوئيدس، كلن ٧٧/٥١، طول و قطر فيبر، قطر حفره سلولي، ضخامت ديواره سلولي، سلولز، ليگنين، مواد استخراجي، خاكستر، جرم مخصوص خشك و پايه كاغذسازي.*

[1] - تاريخ دريافت٨١/٧/١ ، تاريخ تصويب نهايي:٨١/١٠/٣٠
[2] - عضو هيات علمي موسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع
[3] - استاد دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران
[4] - استاديار دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي گرگان
[5] - كارشناس ارشد موسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع

مقدمه

افزايش مصرف محصولات به‌دست آمده از چوب، دورنماي رو به كاهش مجوز قطع ساليانه و تلاش براي حفاظت از جنگل‌ها، موجب شده است كه توجه صنعت چوب و كاغذ براي تامين مواد اوليه موردنياز، به سوي كاشت گونه‌هاي سريع‌الرشد كه در كوتاه‌مدت قابل بهره‌برداري هستند، جلب شود. از شاخص‌ترين درختان سريع‌الرشد مي‌توان صنوبرها را نام برد كه چوب آنها به عنوان يك ماده خام ارزشمند، مطرح است. از طرف ديگر به دليل امكان انجام عمليات اصلاح نژاد و دو رگ‌گيري[1]، امكان تشديد صفاتي مثل قابليت ريشه‌زايي خوب، الياف با خواص كيفي مناسب و مقاومت در مقابل آفات و امراض، در اين درختان وجود دارد. افزايش خواص كيفي چوب به منظور كاغذسازي شامل حداكثر توليد چوب، جرم مخصوص پايه[2] زياد، ابعاد مناسب و مقدار مطلوب تركيب‌هاي شيميايي مي‌باشند.

موسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع با هدف دستيابي به رقم‌هاي مناسب صنوبر كه خواص مطلوب فوق را نيز تامين نمايند، طرح‌هاي تحقيقاتي مختلفي را به انجام رسانيده است و در پي آن كلن ۷۷/۵۱ صنوبر دلتوئيدس به عنوان يكي از اين ارقام مناسب در شمال كشور (استان‌هاي گيلان و مازندران) توسعه يافته است (لطفيان ۱۳۶۳).

قاسمي (۱۳۸۱)، براساس بررسي انجام شده در قالب يك طرح تحقيقاتي نتيجه گرفته است كه كلن‌هاي صنوبر دلتوئيدس علي‌رغم سرعت زياد رشد در مناطق شمالي كشور، چون نياز آبي زيادي دارند و در مقابل نوسانات آبياري حساس هستند، در شرايط آب و هوايي نيمه‌خشك چندان موفق نيستند.

نظرنژاد و همكاران (۱۳۷۶) به منظور توليد خمير كاغذ پربازده از دو گونه صنوبر دلتوئيدس و اروميركن، بررسي اجمالي را در مورد خواص چوب اين گونه‌ها به عمل آوردند. ميانگين ابعاد فيبر درختان ۱۲ ساله صنوبر دلتوئيدس و اروميركن شامل طول فيبر به ترتيب ۱/۱۲ و ۱/۲۹ ميلي‌متر و ضخامت ديواره سلولي به ترتيب ۵/۶۲ و ۴/۴۹ ميكرومتر اندازه‌گيري شد.

رسولي (۱۳۸۱)، نيز براي تهيه خمير كاغذ CMP از صنوبر اروميركن، خواص اوليه چوب اين گونه را به‌طور مختصر مورد بررسي قرار داد. وي ميانگين رويش ساليانه درختان ۸ و ۱۸ ساله گونه اروميركن رويشگاه صفرابسته را به ترتيب ۸/۳۵ و ۱۳/۹۲ ميلي‌متر اندازه‌گيري كرد.

لامينگ[3] و همكاران (۱۹۷۱) معتقدند كه جوان چوب صنوبر دلتوئيدس تا ۱۰ دايره اول رويش ساليانه وجود دارد و ممكن است فقط به دليل بروز تغييراتي در رويشگاه و گونه، كمي تفاوت كند. در بقيه صنوبرها دوره جوان چوبي كوتاه‌تر است.

زابل[4] (۱۹۹۸و۱۹۸۹) در دو كتاب خود به بحث در مورد اثر سن و رويشگاه بر روي خواص مختلف چوب و خواص جوان چوب مي‌پردازد. او اظهار مي‌كند كه بين سن درخت و جرم مخصوص چوب پهن‌برگان پراكنده آوند بخصوص صنوبرها و اكالپتوس، ارتباط ضعيفي وجود دارد. الگوي متداول در اين درختان اين است كه از مغز به طرف پوست با افزايش ضخامت ديواره سلولي، جرم مخصوص نيز افزايش مي‌يابد. مقدار سلولز و ليگنين درختان تحت كنترل شديد ژنتيكي است و مقدار اختلاف پلي‌ساكاريدهاي چوب ارتباط چنداني با ميزان جرم مخصوص نسبي[5] چوب ندارد. شركت آراكروز[6] توانسته است با انجام عمليات اصلاحي بر روي درختان اكالپتوس، مقدار هولوسلولز درختان را افزايش بدهد و در نتيجه بازده خميركاغذ از ۴۷ به ۵۷ درصد افزايش يافت.

گوپال[7] و همكاران(۱۹۹۹) طي بررسي كه بر روي كلن‌هاي مختلف صنوبر انجام دادند، نتيجه گرفتند كه كلن‌هاي مناطق خشك و گرم‌تر، داراي الياف بلندتري هستند. آنها نتيجه گرفتند كه با ۸ ساله شدن درختان دو

[1] - Hybridize
[2] - Basic density
[3] - Laming
[4] - Zobel
[5] - Specific gravity
[6] -Aracruz
[7] -Gopal

رگ‌صنوبر، حجم نسبي چوب با الياف بلندتر (٠/٩ ميلي‌متر و بيشتر) تقريبا چهار برابر چوب با الياف كوتاه‌تر (٠/٧ ميلي‌متر) است. اين محققين رابطه بين مقدار سلولز و بخصوص آلفا سلولز را با بازده خميركاغذ صنوبر معني‌دار مي‌دانند. بازده خميركاغذ كلن‌هايي كه داراي مقدار بيشتري آلفا سلولز بودند نسبت به بقيه بيشتر بود.

آنها مقدار ليگنين كلاسن[١] كلن‌هاي صنوبر را مستقل از مقدار ليگنين‌زدايي شان ارزيابي نمودند. علي‌رغم اينكه مقدار ليگنين كلاسن يك كلن بيش از ديگري بود، مقدار ليگنين‌زدايي آن كمتر از كلن ديگر ارزيابي شد، كه اختلاف در مقدار ليگنين سيرنجيل[٢] اين دو كلن، دليل اين موضوع گزارش شد. در اين خصوص، سرعت ليگنين زدايي اين نوع ليگنين، كه مقدار آن ٦٠-٢٠ درصد در پهن‌برگان است، بيشتر ذكر شده است.

رويشگاه و سن درخت آثار مختلفي بر خواص فيزيكي، شيميايي و الياف چوب توليدشده دارند. اين تحقيق گامي است به سوي بررسي تغييرات اين خواص از جنبه ساخت كاغذ از چوب اين كلن موفق صنوبر.

مواد و روش‌ها

چوب موردنياز در اين تحقيق با همكاري محققين ايستگاه‌هاي تحقيقات صفرابسته در گيلان و چمستان در مازندران تهيه شد. براي هر متغير مورد بررسي (رويشگاه و سن) تعداد چهاراصله درخت (در مجموع ١٢ اصله) به روش تصادفي قطع شد. مشخصات درختان مقطوعه در جدول ١ آورده شده است. اثر رويشگاه بر روي چوب صنوبرهاي ٨ ساله صفرابسته و چمستان، و اثر سن بر روي چوب صنوبرهاي ٨ و ١٨ ساله صفرابسته مورد بررسي قرار گرفت. براي بررسي خواص اين چوب‌ها، ديسك‌هايي با ضخامت ٣٠ سانتي‌متر از ارتفاع برابر سينه بريده شد و جهت‌هاي جغرافيايي بر روي آنها مشخص شد.

الف- اندازه‌گيري رويش ساليانه

ديسك‌هاي كوچك‌تري با ضخامت ٥ سانتي‌متر از ديسك برابر سينه بريده شد كه پس از پس از سنباده‌زني، پهناي دوايرساليانه در جهات مختلف درختان، اندازه‌گيري و ميانگين آنها محاسبه شد. رويش ساليانه (قطري) هر درخت از رابطه (١) تعيين شد:

(١) رويش ساليانه (قطري)=٢*ميانگين پهناي دايره ساليانه

ب-اندازه‌گيري ابعاد فيبر

به اين منظور ديسك‌هايي به ضخامت ٣ سانتي‌متر از ديسك برابر سينه تهيه و از هر دو دايره ساليانه تراشه‌هايي تقريبا مساوي برداشته شد. براي جداسازي الياف از روش فرانكلين[٣] استفاده شد. ابعاد هر فيبر سالم شامل طول، قطر، قطر حفره سلولي و ضخامت ديواره سلولي به‌وسيله ميكروسكوپ با ٣٠ تكرار اندازه‌گيري شد و به اين ترتيب براي هر دو دايره ساليانه ديسك برابر سينه، ابعاد ١٢٠ فيبر و در مجموع براي دوايرساليانه چوب همه درختان، تعداد ١٩٨٠ فيبر سالم، اندازه‌گيري شد. ناگفته نماند كه در يكي از درختان ١٨ ساله صنوبر، دوايرساليانه ١٦-١٥ و ١٨-١٧ به لحاظ امكان بروز خطا در اندازه‌گيري (عدم امكان دقيق جداسازي تراشه و تشخيص چوب اين دوايرساليانه)، اندازه‌گيري نشدند.

ميانگين ضرايب كاغذسازي فيبر درختان صنوبر از روابط شماره (٢)، (٣) و (٤) محاسبه شدند:

(٢) قطر فيبر/طول فيبر=ضريب درهم‌رفتگي

(٣) ١٠٠*(قطر فيبر/قطر حفره سلولي)=ضريب انعطاف‌پذيري

(٤) ١٠٠*(قطرحفره‌سلولي/٢*ضخامت‌ديواره‌سلولي)=ضريب‌مقاومت‌به پارگي

پ-اندازه‌گيري جرم مخصوص

ديسك‌هايي با ضخامت٣ سانتي‌متر از ديسك برابر سينه بريده شد و با توجه به مساحت ديسك، حداقل شش نمونه به ابعاد ٢ سانتي‌متر از مغز به طرف پوست تهيه شد. پس از سنباده‌زني نمونه‌ها، جرم خشك آنها اندازه‌گيري شد.

[١] - Klason lignin

[٢] - Syringyl lignin

[٣] -Franklin

جدول ۱- مشخصات درختان مقطوعه صنوبر دلتوئیدس 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	۱٤/٤۰	۱٤/۷۵	۰/۱۲۳
۲				۱۵	۱٤/۵۰	۰/۱۲٤
۳				۱٤/۷۷	۱٤/۳۰	۰/۱۱۹
٤				۱٤/۷۲	۱٦/۲۵	۰/۱۵۳
میانگین				۱٤/۷۲	۱٤/۹۵	/۱۳۰
۱	صفرابسته	۱۸	۵*۵	۳۰	۲٦/۲	۰/۸۰۹
۲				۲۵/۹	۲۲/٦	۰/۵۱۹
۳				۲۹/٤۵	۲۵/۷	۰/۷٦٤
٤				۳۰/٦	۲۹/۵	۱/۰٤٦
میانگین				۲۸/۹۹	۲٦	۰/۷۸٤
۱	چمستان	۸	٤*٤	۱٤/۵	۱۵/۵	۰/۱٤۷
۲				۱۲/۵	۱۳/۵	۰/۰۷۸
۳				۱٦/٤	۲۱	۰/۲٤۱
٤				۱۵/۲۵	۱۷	۰/۱۷۵
میانگین				۱٤/٦٦	۱٦/۷	۰/۱٦۱

جدول ۲- میانگین رویش سالیانه (قطري) درختان مقطوعه صنوبر دلتوئیدس

شماره درخت	رویشگاه	سن درخت (سال)	رویش قطري سالیانه(mm)	انحراف از معیار σn-1
۱	صفرابسته	۸	۱٤/۸۸	۷/۰٤
۲			۱٦/۷٦	۱۰/۹٦
۳			۱٦/۵۸	۸/٤۸
٤			۱۵/۳۸	۸/۳٤
میانگین			۱۵/۹	۸/۷۱
۱	صفرابسته	۱۸	۱۳/۱٦	۸/٦٤
۲			۱۰/۳٦	۱۱/٤٦
۳			۱۳/۵۲	۱۰/۲۸
٤			۱۳/۳٦	۱۱/۳٤
میانگین			۱۲/٦	۱۰/٤۳
۱	چمستان	۸	۱۵/٤۲	۹
۲			۲۳	۹/۵٤
۳			۲٤	۱۰/۹٦
٤			۲۱	۹/٤٦
میانگین			۱٤/٦٦	۹/۷٤

نمونه‌هاي موردنظر برابر اندازه‌گيري حجم اشباع، ابتدا براي جذب ننمودن آب، به پارافين مايع آغشته شدند. سپس حجم نمونه‌ها در حالت خشك و اشباع از آب، به روش ارشميدس تعيين شد. جرم مخصوص خشك و پايه با استفاده از روابط ٥ و ٦ تعيين گرديد:

$$\text{جرم مخصوص خشك}(g/cm^3) = \frac{\text{جرم خشك نمونه}}{\text{حجم نمونه خشك}} \quad (٥)$$

$$\text{جرم مخصوص پايه}(g/cm^3) = \frac{\text{جرم خشك نمونه}}{\text{حجم نمونه اشباع}} \quad (٦)$$

ت-اندازه‌گيري تركيب‌هاي شيميايي

باقيمانده ديسك‌هاي برابر سينه درختان پوست‌كني شد و سطوح آنها رنده و سپس آسياب و الك شدند. بر اساس روش‌هاي استاندارد آزمون TAPPI[1] به شماره‌هاي ذيل، آرد چوب با ابعاد مش ٦٠-٤٠ براي اندازه‌گيري مواد استخراجي وخاكستر و آرد چوب با ابعاد مش ٨٠-٤٠ براي اندازه‌گيري سلولز و ليگنين تهيه شد.

-اندازه‌گيري سلولز: روش كروشنر[2] (اسيدنيتريك) به نقل از كتاب فنجل[3]؛

-اندازه‌گيري ليگنين: T222 om-98؛

-اندازه‌گيري مواد استخراجي محلول در استن:TM204cm-97؛

-اندازه‌گيري خاكستر: T211 om-93.

براي مقايسه نتيجه‌هاي مربوط به اندازه‌گيري ابعاد فيبر، جرم مخصوص وتركيب‌هاي شيميايي چوب دو گروه سني صنوبر (٨ و ١٨ساله) و نيز دو رويشگاه (صفرابسته و چمستان)، از آزمون T و F استفاده شد. براي مقايسه ابعاد فيبر دوايرِ رويش ساليانه درختان ١٨ ساله صنوبر نيز آزمون F به‌كارگرفته شد. مقايسه و گروه‌بندي ميانگين‌ها به روش آزمون دانكن در سطح احتمال ٥% انجام شد.

نتايج

الف- رويش ساليانه (قطري)

ميانگين رويش ساليانه درختان صنوبر كه براساس پهناي دوايرِ ساليانه محاسبه شده است در جدول ٢ آورده شده است. علي‌رغم اينكه ارتفاع و قطر برابر سينه درختان ١٨ ساله (جدول ١)، به ترتيب ١/٩٧ و١/٧٤ برابر درختان ٨ ساله است، ميانگين حجم چوب توليد شده اين درختان به ترتيب حدود ٥ و ٦ برابر درختان ٨ ساله صفرابسته و چمستان مي‌باشد كه به لحاظ اقتصادي قابل توجه است. از نظر ميانگين رويش ساليانه در دوره ٨ ساله درختان مورد بررسي، درختان ٨ ساله چمستان در مقام اول و درختان ٨ و ١٨ ساله صفرابسته به‌ترتيب در مقام‌هاي بعدي قرار مي‌گيرند.

ب-ابعاد فيبر

روند تغييرات طول، قطر، قطر حفره سلولي و ضخامت ديواره سلولي فيبر درختان صنوبر در اشكال شماره ١ تا ٤ به تصوير كشيده شده است. هر يك ازنقاط روي خطوط، معرف ميانگين ١٢٠ فيبر سالم از دو دايره ساليانه است. در جدول ٣، ميانگين كلي ابعاد فيبر سه گروه درخت مورد بررسي به همراه مقايسه آماري بين دو رويشگاه و دو سن مختلف آورده شده است.

ميزان t به‌دست آمده و احتمال معني‌داربودن اختلاف ميانگين‌ها در سطح احتمال ٥%، بيانگر اين است كه به جز قطر حفره سلولي فيبر در دو رويشگاه صفرابسته و چمستان، در بقيه موارد، اختلاف ابعاد فيبر در دو رويشگاه و سنين مختلف در سطوح ١% و ٥% معني‌دار است.

در جدول ٤، ميانگين ضرايب كاغذسازي درختان صنوبر محاسبه شده است. بررسي اختلاف بين ميانگين ابعاد فيبر در دوايرِ ساليانه درختان ١٨ ساله صفرابسته به وسيله آزمون F نشان مي‌دهد كه كليه اين اختلاف‌ها در سطح احتمال ١% معني‌دار است (جدول ٥) و اين ميانگين‌ها در گروه‌هاي مختلفي در سطح احتمال ٥% قرار مي‌گيرند.

[1] - Technical Association of Pulp & Paper Industry

[2] - Crushner

[3] -Fengel

پ-جرم مخصوص

ميانگين جرم مخصوص خشك و پايه براي سه گروه از درختان در شكل ۵ ملاحظه مي‌شود. فقط اختلاف بين ميانگين جرم مخصوص خشك چوب اين درختان براي دو سن ۸ و ۱۸ رويشگاه صفرابسته در سطح احتمال ۱% معني‌دار مي‌باشد و در دو گروه مختلف (A و B) قرار مي‌گيرند.

ت-تركيب‌هاي شيميايي

روند تغييرات ميانگين درصد سلولز، ليگنين، مواد استخراجي و خاكستر درختان صنوبر در شكل ٦ ديده مي‌شود. بين ميانگين درصدسلولز دو رويشگاه و سنين مختلف صنوبر دلتوئيدس در سطح ۱% اختلاف معني‌دار است و براساس گروه‌بندي دانكن در سه گروه مختلف (A, B, C) قرار مي‌گيرند. اختلاف بين ميانگين درصد ليگنين و خاكستر اين درختان در سطح 5% معني‌دار بوده و از اين نظر درختان ۸ ساله صفرابسته و چمستان در يك گروه (B) و درختان ۱۸ ساله صفرابسته در گروه ديگري (A) جاي مي‌گيرند. به عبارت ديگر اثر سن بر مقدار ليگنين و خاكستر، معني‌دار است؛ ولي اثر رويشگاه معني‌دار نيست. همانطور كه ملاحظه مي‌شود اثر سن و رويشگاه بر مقدار مواد استخراجي درختان معني‌دار نيست.

بحث و نتيجه‌گيري

الف-مقدار رويش ساليانه

پهناي دوايز رويش ساليانه از شاخص‌هاي مهم رشد كمي و كيفي درختان است و تاثير آن بر خواص چوب سوزني‌برگان و پهن‌برگان متفاوت است. در پهن‌برگان پراكنده آوند مثل صنوبر، ارتباط مشخصي بين پهناي دايره ساليانه و جرم مخصوص ديده نشده است. از نظر كمي، افزايش يا كاهش رشد قطري به معني افزايش يا كاهش ماده چوبي است. اما از نظر كيفي مقدار رويش قطري با توجه به نوع گونه و كاربرد نهايي چوب، اثر متفاوتي خواهد داشت. اين تاثير در پهن‌برگان و سوزني‌برگان مختلف و به‌عبارت بهتر در گونه‌هاي مختلف با هم تفاوت دارد. آمس[1] (۱۹۵۰) مقدار رويش قطري بيشتر را در اكالپتوس‌ها موجب كوتاه‌تر شدن فيبرهاي توليدشده مي‌داند. درحالي كه اسكاراموزي[2] (۱۹۵۸) معتقد است تغيير سرعت رشد، تغييري در نسبت عناصر چوبي صنوبرها به‌وجود نمي‌آورد.

به دليل فعاليت زياد كامبيوم در ابتداي دوره رويش اين درختان و افت نرخ رويش ساليانه پس از سنين ۹ و ۱۰ سالگي، اختلاف ارتفاع و قطر برابر سينه درختان ۱۸ ساله نسبت به درختان ۸ ساله، به اندازه تفاوت سن آنها نمي‌باشد. با مقايسه ميانگين حجم چوب توليد شده در دو سن مختلف، لزوم انجام برآوردهاي اقتصادي كاشت، داشت و برداشت، در اين زمينه احساس مي‌شود. درختان ۸ ساله چمستان نيز نسبت به صفرابسته، با ميانگين ارتفاع تقريبا يكسان، از قطر برابر سينه بيشتري (علي‌رغم فاصله كاشت كمتر)، برخوردارند.

اين موضوع گواهي است بر عدم تاثير فاصله كاشت كمتر (٤*٤ متر) در سنين پايين اين كلن سريع‌الرشد صنوبر، در محدوده اين سن، وسعت شاخ و برگ درخت هنوز به اندازه‌اي نيست كه موجب ايجاد رقابت نوري شود. بنابراين، فاصله كاشت كمتر ٤*٤ متر به لحاظ توليد چوب بيشتر در واحد سطح، برتري دارد. مناسب‌تر بودن زهكشي، نوع خاك، درجه حرارت محيط و ساير شرايط رويشگاه مي‌توانند از جمله دلايل رويش ساليانه بيشتر درختان رويشگاه چمستان باشند.

ب-ابعاد الياف

ابعاد الياف تا حدودي به جرم مخصوص ارتباط دارند، اما تعيين اثر انفرادي هريك از آنها خيلي مشكل است. طول فيبر گاهي اوقات تاثير معني‌داري بركيفيت محصول و نوع استفاده از چوب دارد. در تعيين ارزش محصول نهايي، ضخامت ديواره سلولي از نظر اهميت با طول فيبر مشابه است. عقيده عموم بر اين است كه مسئول بروز كاستي‌هايي در ويژگي‌هاي اصلي كاغذ، فيبرهاي كوتاه هستند. در

[1] - Amos

[2] -Scaramuzzi

صورتي كه مشكل اصلي به ضخامت ديواره سلولي كه نشانگر جرم مخصوص است، مربوط مي‌شود. در چوب‌هايي با ديواره سلولي ضخيم، اتصالات شيميايي الياف به‌دليل انعطاف‌پذيري كمتر ضعيف‌تر است و در نتيجه ويژگي‌هاي سطحي و مقاومتي كاغذ ضعيف خواهد بودكه قابليت چاپ‌پذيري كمتر ضعيف‌تر مي‌باشد و در نتيجه خصوصيات سطحي و مقاومتي كاغذضعيف خواهد بود كه قابليت چاپ‌پذيري كاغذ حاصله نيز ضعيف مي‌باشد. طول فيبر در يك درخت و بني درختان متفاوت است. ويژگي‌هاي الياف به‌صورت ژنتيكي شديدا كنترل مي‌شوند و اين ويژگي با طرح‌هاي جنگلداري تغيير مي‌كنند. اگرچه در انتخاب ميان گونه‌هاي مختلف، قطر و اندازه حفره سلول اغلب تاثيرگذار هستند، ليكن در يك گونه اهميت كمتري دارند. ويژگي‌هاي مطلوب، به‌طور معمول شامل فيبرهاي بلند و باريك مي‌باشد.

جدول ٣- ميانگين كلي ابعادفيبر صنوبر دلتوئيدس و مقايسه آنها در دو رويشگاه و سن مختلف

ميانگين ابعاد فيبر	صنوبر ٨ ساله صفرابسته	صنوبر ١٨ ساله صفرابسته	صنوبر ٨ساله چمستان	t محاسبه براي رويشگاه	t محاسبه براي سن
طول فيبر(mm)	٠/٨٦٧	٠/٩٩٥	٠/٩٠١	١/٩١*	٧/٦٥**
قطر فيبر(um)	٢٥/٠٩	٢٦/٥٨٣	٢٤/١٧	٢/٧٠**	٥/١٩**
قطر حفره سلول (um)	١٣/٣٢	١٥/٦٧١	١٣/٥٢	٠/٧٤$^{n.s}$	١٠/٠٨**
ضخامت ديواره سلول (um)	٥/٨٨	٥/٤٤٨	٥/٣٢	٦/٢**	٥/٧٨**

**اختلاف در سطح ١% معني‌دار است.

*اختلاف در سطح ٥% معني‌دار است.

n.s اختلاف معني‌دار نيست.

جدول ٤- ميانگين ضرايب كاغذسازي فيبر درختان صنوبر

ضريب / سن و رويشگاه	انعطاف‌پذيري	مقاومت به پارگي	درهم‌رفتگي
٨ ساله-صفرابسته	٥٣/١٠	٨٨/٣٣	٣٤/٥٦
١٨ ساله – صفرابسته	٥٨/٩٥	٦٩/٥٣	٣٧/٤٣
٨ساله – چمستان	٥٥/٩٥	٧٨/٧٢	٣٧/٢٨

جدول ٥- مقايسه ميانگين ابعاد فيبر دوايز ساليانه درختان صنوبر ١٨ ساله صفرابسته و گروه‌بندي آنها

شماره‌دايره‌ساليانه / ميانگين‌ابعادفيبر	دايره ١و٢	دايره ٣و٤	دايره ٥و٦	دايره ٧و٨	دايره ٩و١٠	دايره ١١و١٢	دايره ١٣ و١٤	دايره ١٥و١٦	دايره ١٧و١٨	Fمحاسبه
طول فيبر**(mm)**	٠/٦٤	٠/٧٧	٠/٨٧	٠/٩٦	١/٠٨	١/١٦	١/١٩	١/٢٣	١/١٧	٨٠/١٥**
گروه‌بندي ميانگين‌ها	**E**	**D**	**C**	**C**	**B**	**AB**	**A**	**A**	**A**	
قطر فيبر**(um)**	٢٣/٠٨	٢٣/٨٩	٢٥/١٧	٢٦/٥٠	٢٦/٨١	٢٨/٤٤	٦١/٢٨	٢٩/٣٤	٢٨/٦٠	٢٦/٠٥**
گروه‌بندي ميانگين‌ها	**D**	**DC**	**BC**	**B**	**B**	**A**	**A**	**A**	**A**	
قطر حفره سلولي**(um)**	١٤/١٠	١٤/٣٨	١٥/٤٧	١٥/٩٨	١٥/٥٥	١٦/٨١	١٦/٣٥	١٦/٥٥	١٦/١٨	٥/٦٥**
گروه‌بندي ميانگين‌ها	**B**	**B**	**AB**	**A**	**AB**	**A**	**A**	**A**	**A**	
ضخامت‌ديواره‌سلولي**(um)**	٤/٤٩	٤/٧٥	٤/٨٥	٥/٢٦	٥/٦٣	٥/٨١	٦/١٣	٦/٤	٦/١١	٤٠/٤٣**
گروه‌بندي ميانگين‌ها	**E**	**E**	**E**	**D**	**DC**	**BC**	**AB**	**A**	**AB**	

**اختلاف در سطح ١% معني‌دار است.

شکل ۱- روند تغییرات طول فیبر صنوبر دلتوئیدس

شکل ۲- روند تغییرات قطر فیبر صنوبر دلتوئیدس

شكل ٣- روند تغييرات قطر حفره سلولي صنوبر دلتوئيدس

شكل ٤- روند تغييرات ضخامت ديواره سلولي صنوبر دلتوئيدس

شكل ۵- ميانگين جرم مخصوص خشك و پايه درختان صنوبر و گروه‌بندي آنها

شكل ٦- ميانگين درصدتركيبات شيميايي صنوبر دلتوئيدس و گروه‌بندي آنها

وجود اختلاف آماري بين ميانگين ابعاد فيبر درختان صنوبر (به‌جز ميانگين قطر حفره سلولي در دو رويشگاه) بيانگر اين نكته است كه در وهله اول سن و سپس رويشگاه تاثيربسزايي بر روي ابعاد فيبر و نيز ضرايب كاغذسلزي اين كلن سريع‌الرشد صنوبر دارند.

صرف مقايسه ابعاد فيبر، باتوجه به دو متغير سن و رويشگاه، نمي‌توان برآورد قطعي در مورد ساخت محصول موردنظر به عمل آورد و اظهار نظر قطعي در اين مورد با ساير خواص ماده چوبي، روش ساخت محصول، نوع محصول و متغيرهاي ديگري ارتباط دارد.

بيشتر بودن ميانگين طول فيبرهاي درختان ۸ ساله چمستان به لحاظ خشك و گرم‌تر بودن اين رويشگاه نسبت به صفرابسته گيلان، با نتايج به‌دست آمده به وسيله گوپال (۱۹۹۹) توافق دارد.

نكته قابل ذكر در خصوص مقايسه نتايج به‌دست آمده با ساير سوابق تحقيقاتي ذكر شد داخل كشور اين است كه به دليل تكرار كمتر اندازه‌گيري در اين نوع سوابق، وجود اختلاف‌هاي موجود بديهي است.

به منظور تعيين سن مناسب بهره‌برداري اين كلن صنوبر از نظر ابعاد فيبر، مقايسه‌اي نيز بين ميانگين، ابعاد فيبر دوابر رويش ساليانه صنوبر ۱۸ ساله انجام گرفت (جدول ۵). گروه‌بندي ميانگين‌ها نشان مي‌دهد كه در سطح احتمال ۱%، تقريبا از سنين ۹ تا۱۰ سالگي به بعد، تفاوت معني‌داري در ابعاد فيبر سنين بالاتر اين درختان وجود ندارد. به عبارت ديگر مي‌توان گفت كه در محدوده سن ۹ تا ۱۰ سال، دوره جوان چوبي اين درختان به‌سر رسيده است. اين مطلب قبلا نيز به‌وسيله لامينگ[1] (۱۹۷۱) گزارش شده است.

پ-جرم مخصوص

اگرچه ويژگي‌هاي الياف چوب بر روي كيفيت محصول ساخته شده تاثير دارد، ليكن اثر هيچ يك از اين خواص به

[1] - Laming

اندازه جرم مخصوص چوب نيست. الياف بلند، جرم مخصوص پايه بيشتري دارند به‌طوري‌كه در صنوبرها با افزايش طول سلول‌ها، جرم مخصوص نيز افزايش مي‌يابد. معني‌داربودن تفاوت بين ميانگين جرم مخصوص خشك درختان ٨ ساله (صفرابسته و چمستان) با ١٨ ساله را شايد بتوان ناشي از بيشتر بودن ميزان همكشيدگي چوب درختان ٨ ساله دانست، كه داراي مقدار جوان چوب بيشتري هستند. بين ميانگين جرم مخصوص پايه درختان، اختلاف در سطح احتمال 5% معني‌دار نيست.

اين مطلب نشان مي‌دهد كه تاثير سن فقط بر روي جرم مخصوص خشك اين كلن صنوبر معني‌دار است و رويشگاه اثر معني‌داري بر جرم مخصوص خشك و پايه ندارد.

مقايسه نتايج با منابع تحقيقاتي خارج از ايران نشان مي‌دهد كه جرم مخصوص چوب درختان مورد بررسي بيشتر مي‌باشد كه به دليل افزايش بازده توليد خميركاغذ در واحد زمان، قابل توجه است. البته علي‌رغم اينكه جرم مخصوص چوب به عنوان يك شاخص خوب از كيفيت محصول توليدشده مطرح است، ليكن ممكن است خواص محصول ساخته شده از جوان چوب و چوب بالغ كه داراي جرم مخصوص يكسان باشند، متفاوت باشد.

ت-تركيب‌هاي شيميايي

مقدار تركيب‌هاي شيميايي يك ماده ليگنوسلولزي اهميت زيادي در انتخاب نوع محصول دارد، كه در اين خصوص براي تهيه كاغذ، مقدار سلولز زياد و ليگنين كم ماده اوليه از اولويت برخوردار است. بازده سلولز عبارت است از مقدار سلولز قابل استفاده از يك مقدار معين وزني يا حجمي چوب با جرم مخصوص مشخص. بازده سلولز از درختي به درخت ديگر تا حدود ٧ درصد تغيير مي‌كند و باعث جابه‌جايي ساليانه ميليون‌ها دلار ثروت مي‌شود. به اين لحاظ عمليات اصلاح درختان بر روي گونه‌هاي سريع‌الرشد كه در دوره‌هاي كوتاه‌مدت قابل بهره‌برداري باشند، متمركز شده است.

شكل ٦ نشان مي‌دهد كه تاثير سن و رويشگاه بر مقدار مواد استخراجي درختان صنوبر معني‌دار نيست و ميانگين‌ها در يك گروه قرار مي‌گيرند (گروه A). از نظر مقدار ليگنين و خاكستر درختان ١٨ ساله صفرابسته در يك گروه و درختان ٨ ساله صفرابسته و چمستان در گروه ديگر قرار مي‌گيرند. اين مطلب بيانگر اين است كه اثر سن بر اين دو تركيب معني‌دار است. تاثير سن و رويشگاه بر مقدار سلولز درختان معني‌دار است و از اين نظر اين ميانگين‌ها در سه گروه قرار مي‌گيرند. به اين ترتيب مشخص مي‌شود كه اثر سن بر مقدار سلولز درختان معني‌دار است و از اين نظر اين ميانگين‌ها در سه گروه قرار مي‌گيرند. به اين ترتيب مشخص مي‌شود كه اثر سن بر مقدار تركيب‌هاي شيميايي بيش از رويشگاه است. گروهي از مواد استخراجي در چوب‌ها موجب بروز مشكلاتي در تجهيزات كاغذسازي مي‌شوند كه براي شستشوي اين مواد بايد هزينه زيادي پرداخت. مقدار كم مواد استخراجي اين كلن صنوبر نسبت به ساير پهن‌برگان بيانگر از مطلوب‌بودن چوب آن از اين نظر است.

منابع

١-رسولي گرمارودي اسماعيل، ١٣٨١. بررسي امكان استفاده از چوب صنوبر به جاي چوب راش در تركيب با چوب ممرز براي توليد خميرشيميايي-مكانيكي جهت ساخت كاغذ روزنامه، پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي، دانشگاه تربيت مدرس.

٢-قاسمي رفعت‌ا...، ١٣٨١. گزارش نهايي طرح بررسي سازگاري ارقام مختلف صنوبر در شرايط اقليمي كرج، زير چاپ، موسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع.

٣- لطفيان حسن، ١٣٦٣. گزارش طرح‌هاي تحقيقاتي صنوبر و ارائه نتايج مقدماتي، سمينار اهميت صنوبر، نشريه شماره ٤، موسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع.

٤-نظرنژاد نورالدين و همكاران، ١٣٧٦. بررسي خصوصيات خميركاغذ راندمان بالا (CMP) از دو گونه صنوبر دلتوئيدس و اروميركن، مجله پژوهش و سازندگي، شماره ٣٦، پاييز ١٣٧٦.

5-Anonymous, 1993. Tappi test methods, Technical Assocition 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. Mahdavi[1] M. Faezipour[2] H.Resalati[3] H.Familian[4]

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*