

# بررسی ساختار آناتومی، بیومتری الیاف و برخی ویژگی‌های فیزیکی چوب کلن‌های صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides* ۷۷/۵۱) در آستانه اشرفیه استان گیلان<sup>۱</sup>

ابراهیم لشکر بلوکی<sup>۲</sup>

داود پارسا پژوه<sup>۳</sup>

## چکیده

فزاینده‌گی مصرف چوب که با فزونی و کثرت جمعیت پدیدار گشته است توجه به کشت درختان سریع‌الرشد همچون صنوبر را حایز اهمیت نموده است که در طی دهه‌های اخیر تعدادی از گونه و کلن‌های اصلاح شده خارجی وارد ایران و در ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرابسته آستانه اشرفیه واقع در کیلومتر ۵ جاده کیشهر استان گیلان کشت گردیده‌اند. از بین آنها بعضی همانند کلن *P.d. 77/51* با توجه به سازگاری و توان چوبدهی بالا مورد استقبال عمومی کشاورزان و صنوبرکاران قرار گرفته است. بهینه‌سازی مصرف چوب ارتباط تنگاتنگی با شناخت ویژگی آناتومی (تشریحی)، بیومتری الیاف و ویژگی‌های فیزیکی آن پیدا می‌کند. این کلن با وزن مخصوص نرمال ( $0.388 \text{ g/cm}^3$ )، طول و قطر الیاف به ترتیب ۹۴۷ و ۲۵/۴ میکرون در ردیف چوب‌های سبک و نیمه بخش روزن‌های تعریف می‌شوند. حفرات آوندی آن منفرد و یا بهم چسبیده بوده که به صورت گروهی قرار دارند. دوایر سالیانه مشخص و دریچه منفرد در انتهای آوند دارد.

واژه‌های کلیدی: صنوبر دلتوئیدس، آناتومی، بیومتری، الیاف، آوند، اشعه چوبی.

<sup>۱</sup>- تاریخ دریافت: ۸۲/۱۰/۱۷، تاریخ پذیرش: ۸۳/۹/۳۰

<sup>۲</sup>- کارشناس ارشد علوم و صنایع چوب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

<sup>۳</sup>- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (E-mail: Parsa@nrf.ut.ac.ir)

## مقدمه

چوب ماده‌ای بیولوژیک می‌باشد و عناصر متشکله آن با نظم شگرف و شگفت‌انگیزی که دارد در تأمین بخشی از نیازهای مختلف زیستی انسان، نقش مهمی ایفا می‌نماید. چوب حاصل فرآیندهای بیوشیمیایی پیچیده در حلقه اکوسیستم طبیعت بوده که نخستین بار در مصارف ابتدایی نظیر سوخت و ساخت مسکن به کار گرفته شده است. در روزگار جاری با استفاده از فن‌آوری نوین و ابزار دقیق شناخت توانسته‌اند تحولی نوین در مصرف چوب پدید آورده و محصولات متنوع صنعتی بسازند.

اختصاصات هر گونه چوبی با توجه به شرایط اقلیمی، ادا فیزیکی، ارتفاع از سطح دریا و حتی روش‌های جنگلداری می‌تواند دستخوش تغییر گردد. کاربرد اصولی و مصرف بهینه مواد اولیه چوبی و حتی نگهداری درست آن با شناخت ویژگی‌های آناتومی، بیومتری و سایر ویژگی‌های مهندسی آن که نیز ممکن و میسر می‌باشد با توجه به روند رو به رشد مصرف چوب و عدم پاسخگویی تولید چوب از جنگل‌ها، توجه به کشت و توسعه درختان سریع‌الرشد صنوبر مورد استقبال عامه قرار گرفته‌اند که استان گیلان از جمله مناطقی است که صنوبر کاری در آن با کلن‌های *P.d. ۶۹/۵۵* و *P.d. ۷۷/۵۱* و رواج چشمگیری دارد که تولید سالانه در هکتار کلن *P.d. ۷۷/۵۱* به ۲۷ متر مکعب در هکتار می‌رسد. با توجه به گستره وسیع کشت صنوبر و کاربرد متنوع چوب کلن‌های آن در صنایع مختلف اعم از روستایی و صنعتی لزوم شناخت و بررسی ویژگی‌های مختلف آن را امری بدیهی می‌نماید.

مطالعات آناتومی گونه‌های درختی در ردیف بررسی‌های بنیادی قرار دارد، در کاربردهای صنعتی چوب بویژه در صنعت اشباع که در فرآیند حفاظت چوب ضرورت فراوانی دارد، نقش تعیین کننده‌ای یافته است.

تاکنون گونه‌های زیادی از درختان جنگلی و حتی صنوبر مورد بررسی آناتومی و تشریح ساختاری قرار گرفته است که شرح خلاصه‌ای از آن در پی می‌آید:

۱- پانشین<sup>۱</sup> (۱۹۸۰) در صنوبر دلتوئیدس تعداد آوندها در آغاز رویش کم بوده که به تدریج در پایان رویش زیاد می‌شوند. حفرات آوندی ساده در آغاز رویش (چوب بهاره) فراختر از پایان دوره رویش می‌باشد و فیبر از نوع لیبریفورم است (۱۰).

۲- ایفجو<sup>۲</sup> (۱۹۹۱) در گونه صنوبر دلتوئیدس حفرات آوندی و همچنین قطر شعاعی، مماسی آوندها و فیبرها از مغز به سمت پوست افزایش می‌یابد (۸).

۳- راتوری<sup>۳</sup> (۱۹۹۹) بر روی شش کلن صنوبر دلتوئیدس ویژگی‌هایی مانند جرم ویژه، طول و قطر الیاف و آوند و همچنین پهنای دوایر سالیانه را بررسی نموده‌اند که کلن G۴۸ دارای بیشترین درصد فیبر و قطر حفره و بلندترین طول الیاف ۱۱۱۲ میکرون را دارا می‌باشد. همچنین کلن G۳ دارای کمترین مقدار وزن مخصوص  $0.404 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$  با بیشترین فراوانی آوند ۸۴ درصد می‌باشد (۱۱).

۴- حجازی، ر، (۱۳۵۷) کلن *Populus nigra var. pyramidalis* را بررسی و چنین بیان داشته است: آوندها همسان، دریچه آوندی گرد یا کمی بیضوی، بلندی عناصر آوندی ۳۵۰ میکرون، پره چوبی نامنظم با بلندی ۲۲۰ میکرون و پهنای آن ۱۵ میکرون (۴).

۵- حسین‌زاده و شیخ‌الاسلام (۱۳۶۴) ده کلن از صنوبر *P. nigra* L.، طول فیبر و وزن مخصوص آنها را بررسی نموده‌اند که کلن شماره ۳۹ از کشور هلند با طول فیبر ۱۰۵۲ میکرون و کلن شماره ۷۸ بومی با طول فیبر ۸۴۳ میکرون دارای بلندترین و کوتاهترین فیبرها را داشته‌اند (۵).

۶- پارسا پزوه، (۱۳۶۶) ویژگی‌های آناتومی دو گونه تبریزی و سپیدار را چنین گزارش نموده است: چوب هر دو گونه همگن و پراکنده آوند است (۱). حفرات آوندی به طور مجزا و یا چسبیده به هم (در جهت شعاعی) دیده می‌شود که بسیار فراوان در دایره سالیانه پراکنده‌اند. بافت فیبری منحصراً از فیبر تراکیید تشکیل شده است.

۱. Panshin

۲. Ifju

۳. Raturi

## مواد و روش‌ها

نمونه‌های چوبی از کلن صنوبر *Populus deltoides* ۷۷/۵۱ که از پروژه تحقیقاتی<sup>۱</sup> که سال پایانی (۱۳۸۱) اجرای آن بوده است از مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرابسته که موقعیت جغرافیایی و سایر اختصاصات خاکشناسی و هواشناسی آن بشرح زیر است، درختان قطع و نمونه‌ها تهیه شده‌اند:

ایستگاه تحقیقات صنوبر در کیلومتر ۵ جاده کیشهر در نزدیکی رودخانه همیشه جاری سفیدرود قرار دارد که ارتفاع آن ۱۵ متر بالاتر از سطح دریای خزر و ۱۰ متر پایین‌تر از سطح آب‌های آزاد است. طول جغرافیایی ۵۵' و ۴۵' شرقی و عرض آن ۱۷' و ۳۷' شمالی می‌باشد. خاک آن بیشتر از رسوبات آبرفتی ریز بافت سیلتی لوم است که PH آن در حد خنثی تا کمی قلیایی (۷/۷-۸/۳) می‌باشد که از لحاظ قابلیت کشت و توسعه صنوبرکاری دارای پتانسیل بالایی است. مقدار بارندگی متوسط سالیانه ۱۱۸۶ میلیمتر و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۷/۵ درجه سانتیگراد که میانگین حداکثر و حداقل حرارت در گرمترین و سردترین ماه سال به ترتیب ۲۶/۶ و ۸/۶ درجه سانتیگراد بوده است.<sup>۲</sup> برای انجام تحقیق مورد نظر نمونه‌های آزمونی برای هر یک از آزمون آناتومی بیومتری و برخی ویژگی‌های فیزیکی سه اصله درخت از هر تکرار از کلن *P.d.* ۷۷/۵۱ به طور تصادفی انتخاب شدند که ارتفاع و قطر آنها به ترتیب ۱۱/۵۳ الی ۱۲/۲۰ متر و ۱۶/۵ الی ۱۷ سانتیمتر بوده است که سنی معادل ده سال داشته‌اند که درختان مناسب برای مصرف کاغذ سازی که در منطقه متداول می‌باشد در همین دامنه قطر و ارتفاعی می‌باشند.

تهیه نمونه‌های آزمونی و اندازه‌گیری‌ها

## ۱- برای ویژگی‌های فیزیکی

دیسک تهیه شده را به دو قسمت ۲۰ و ۱۰ سانتیمتری جدا نموده که بخش نخست آن برای آزمون فیزیکی اختصاص یافته است. نمونه‌ها براساس استاندارد

<sup>۱</sup> - کریمی، غ، آزمایش مرحله نهایی سازگاری ارقام مختلف صنوبر جهت معرفی مناسب‌ترین رقم

<sup>۲</sup> - براساس آمار هواشناسی ایستگاه پل آستانه اشرفیه

ASTM<sup>۲</sup> و آیین‌نامه D2395-85 که همانا مکعب‌های

چوبی به ابعاد ۲×۲×۲/۵ سانتی‌متر می‌باشد به تعداد ۱۰ عدد از هر درخت تهیه شدند.

اندازه‌گیری وزن مخصوص‌ها از رابطه کلی  $D = \frac{P}{V}$

که در پارامترهای D، P و V به ترتیب وزن مخصوص (gr/cm<sup>3</sup>)، وزن (gr) و حجم (Cm<sup>3</sup>) می‌باشند.

وزن مخصوص خشک  $D_o = \frac{P_o}{V_o}$  که وزن و حجم خشک

نمونه‌ها پس از استقرار در اتوو با دمای درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت گرم نموده و پس از خارج نمودن از اتوو استقرار در کیسه پلاستیکی هر یک از نمونه‌ها با ترازوی دیجیتالی با حساسیت هزارم گرم توزین گردیدند و برای اندازه‌گیری حجم نمونه‌ها ابتدا آنها را به پارافین مذاب آغشته نموده تا روزنه‌ها کاملاً بسته شود پس از آن نمونه‌ها به سوزنی متصل شده که به ظرف مدرجی که محتوی آب مقطر بوده، فرو برده شده تا طبق قانون ارشمیدس با اندازه‌گیری حجم آب جابه‌جا شده که برابر حجم نمونه‌هاست اندازه‌گیری حجمی به عمل آمد.

تعیین وزن مخصوص بحرانی نیز از رابطه  $Di = \frac{P_o}{V_s}$  که نسبت

وزن خشک به حجم اشباع از آب تعریف می‌شود برای اندازه‌گیری حجم در شرایط اشباع نمونه‌ها را در آب غوطه‌ور نموده که پس از گذشت زمان ۷۲ ساعت نمونه‌ها در ته ظرف ته‌نشین گردیدند. نمونه‌ها را از آب خارج نموده با کاغذ نمگیر قطرات آب در روی نمونه‌ها را خشک نموده و با اتصال به سوزن در ظرف مدرج محتوی آب مقطر فرو برده تا با حجم‌یابی آب جابجا شده حجم نمونه‌ها به‌دست آید.

تعیین وزن مخصوص تر نمونه‌ها پس از شرایط اشباع‌پذیری با ترازوی دیجیتالی نیز تعیین وزن گردیدند و حجم نمونه‌ها که در اختیار بوده است (در وزن مخصوص بحرانی)، وزن مخصوص تر نمونه‌ها به‌دست آمده‌اند.

تعیین وزن مخصوص نرمال نمونه‌ها که همان رطوبت ۱۲ درصد آن‌ها می‌باشد با استفاده از رابطه:

## ۳- برای آزمون تشریحی

نمونه‌های مکعبی به ابعاد  $8 \times 8 \times 10$  میلی‌متر در جهات مشخص سه گانه (عرضی- شعاعی- مماسی) تهیه شده است، از این نمونه‌ها به کمک دستگاه مخصوص برش بردار (میکروتوم) برش نازکی که اصطلاحاً اسلاید گفته می‌شود تهیه و آماده‌سازی شدند. آماده‌سازی اسلایدها قبل و بعد از برش برابر دستورالعمل کتاب اطلس چوب‌های شمال ایران انجام گردید (پارسا پزوه ۱۳۶۶).

## نتایج

## ۱- تعیین و اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های فیزیکی

شناخت ویژگی‌های فیزیکی چوب مانند سایر مواد مهندسی، اهمیت راهبردی در بهینه‌سازی مصرف چوب و سازه‌های به عمل آمده از آن را دارد. تمامی شاخصه‌های فیزیکی چوب اعم از رنگ، بو، درخشندگی، طعم، قابلیت‌های الکتریکی، حرارت، صوت و خاصیت طنین آن، عکس‌العمل چوب در برابر رطوبت و اطلاع از وزن مخصوص همگی زمینه‌های مساعدتر مصرف آن را فراهم می‌آورد که برابر اندازه‌گیری به عمل آمده میانگین فاکتورهای مورد سنجش به شرح جدول (۱) می‌باشد:

جدول ۱- مقادیر برخی ویژگی‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده چوب صنوبر کلن  $P.d 77/51$ 

درصد رطوبت	درصد تخلخل	درصد واكشیدگی حجمی	درصد همكشیدگی حجمی	وزن مخصوص $gr/cm^3$			
				خشک	تر	بحرانی	نرمال
۱۰۴/۰۵	۷۲/۷۸	۱۱/۶۹	۱۰/۴۴	۰/۴۰۵	۰/۶۶۵	۰/۳۶۳	۰/۳۸۸

فیبرها سالم و بدون شکستگی باشند.

فیبرها صاف و بدون خمیدگی و انحراف باشند.

اندازه‌گیری قطر از قسمت میانه فیبر که ضخیم‌ترین بخش آن می‌باشد، صورت پذیرد.

نمونه‌های اندازه‌گیری شده از سه ناحیه در سطح دیسک که به نواحی نزدیک پوست، بین مغز و پوست (میانه) و

به‌دست آمده است که کمیت‌های  $D_n = \left[ D_0 - (D_0 - D_1) \frac{M}{30} \right]$  و  $D_0$  و  $D_1$  که به ترتیب وزن مخصوص بحرانی- خشک و رطوبت ۱۲ درصد می‌باشد نیز اندازه‌گیری شده است.

تعیین مقدار درصد همکشی‌دگی و واكشیدگی این دو پدیده با تغییر ابعاد چوب در اثر کاهش و یا جذب رطوبت در چوب بروز می‌کند که سبب بروز برخی از ناهنجاری‌های ومعايب در سازه‌های چوبی می‌گردد. تعیین درصد این پدیده‌ها با استفاده از رابطه‌های  $\alpha = \frac{V_s - V_0}{V_0} \times 100$  و

$\beta = \frac{V_s - V_0}{V_0} \times 100$  ترتیب برای درصد همکشی‌دگی و

واكشیدگی استفاده گردید که  $V_0$  و  $V_s$  به ترتیب حجم در شرایط شباع و حجم خشک نمونه‌ها بوده است.

تعیین درصد تخلخل برای کلن مورد بررسی از رابطه  $C = (1 - 0.67d_0) \times 100$  به‌دست آمده است که  $d_0$  وزن مخصوص خشک نمونه‌ها می‌باشد.

## ۲- برای آزمون بیومتری

برای تهیه نمونه‌های بیومتری تراشه‌هایی به طول ۲-۳ سانتیمتری و ضخامت ۱-۳ میلی‌متر از سه ناحیه مختلف هر دیسک (نزدیک مغز- نزدیک پوست- بین مغز و نزدیک پوست) تهیه و آماده‌سازی شدند (۱). نمونه‌های دفیبره برای اندازه‌گیری طول، قطر و حفره فیبر و آماده‌سازی شده و از میکروسکوپ مجهز به صفحه نمایش مدرج استفاده گردید.

## ۲-۱- تعیین مقادیر بیومتری الیاف

از نمونه‌های دفیبره شده برای اندازه‌گیری طول، قطر، حفره و دیواره الیاف به روش فرانکلین و با استفاده از میکروسکوپ مجهز به صفحه نمایش مدرج نیز استفاده و عمل شد. تلاش گردیده تا الیاف اندازه‌گیری شده همگی دارای ویژگی‌های زیر باشند:

نزدیک مغز مربوط می‌شوند جدا و اندازه‌گیری شدند (جدول ۲). به دلیل نقش و اهمیت برجسته الیاف در ویژگی‌های و راندمان کمی و کیفی سازه‌هایی که چوب مواد اولیه آن می‌باشند فقط به تحلیل و آنالیز بیومتری الیاف با نرم‌افزار رایانه‌ای (SAS) و در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی پرداخته شد.

جدول ۲- مقادیر بیومتری الیاف صنوبر کلن ۷۷/۵۱ P.d (واحد اندازه‌گیری میکرون)

ضخامت دیواره الیاف			قطر حفره الیاف			قطر کلی الیاف			طول الیاف			فاکتورها تکرار
پ	م	ن	پ	م	ن	پ	م	ن	پ	م	ن <sup>(۱)</sup>	
۶/۴۹	۵/۷۶	۴/۴۸	۱۴/۶۱	۱۵/۱۲	۱۳/۲۴	۲۷/۶۰	۲۶/۶۶	۲۲/۲۲	۱۱۴۱	۱۰۱۰	۷۵۹	۱
۵/۵۱	۴/۹۹	۴/۴۰	۱۵/۳۸	۱۸/۴۶	۱۳/۱۶	۲۶/۴۰	۲۸/۴۶	۲۱/۹۶	۱۰۵۰	۹۴۵	۷۴۲	۲
۵/۸۱	۴/۹۹	۴/۸۲	۱۵/۱۲	۱۵/۲۱	۱۳/۳۳	۲۶/۷۵	۲۵/۲۱	۲۲/۹۹	۱۰۴۸	۱۰۵۳	۷۷۱	۳
۵/۹۳	۵/۲۴	۴/۵۶	۱۵/۰۳	۱۶/۲۶	۱۳/۲۴	۲۶/۹۱	۲۶/۷۷	۲۲/۳۹	۱۰۷۹/۶	۱۰۰۲/۶	۷۵۷/۳	میانگین

۱- ن م: نزدیک مغز ن پ: نزدیک پوست میانه: ناحیه بین مغز و پوست چوب

جدول ۳- تجزیه واریانس طول الیاف در نواحی سه گانه (ن م- میانه- ن پ)

F	MS	SS	D.f	منابع تغییرات (S.O.V)
۱/۹۳ <sup>n.s</sup>	۲۵۸۷۰/۷	۵۱۷۴۱/۴	۲	تکرار
۱۷/۸۴*	۲۴۰۶۴۶/۲	۴۸۴۲۹۲/۵	۲	تیمار (بین نواحی)
	۱۳۴۹۲/۱	۵۳۹۶۸/۵	۴	خطا
		۵۸۷۰۰۲/۴	۸	کل

\* در سطح ۵ درصد معنی‌دار است

MS - ۱ معنی‌دار نیست

جدول ۴- گروه‌بندی آزمون دانکن در خصوص طول الیاف

تیمار	میانگین تیمار	گروه‌بندی تیمار
نزدیک پوست	۱۰۷۹/۶	A
میانه	۱۰۰۲/۶	A
نزدیک مغز	۷۵۷/۳	B

جدول ۵- تجزیه واریانس قطر الیاف در نواحی سه گانه (ن م- میانه- ن پ)

F	MS	SS	Df	منابع تغییرات (S.O.V)
۰/۲۲ <sup>n.s</sup>	۰/۳۲۵	۰/۶۵	۲	تکرار
۱۳/۳۰*	۱۹/۸۵۴	۳۹/۷۱	۲	تیمار (بین نواحی)
	۱/۴۹۳	۵/۹۷	۴	خطا
		۴۶/۳۳	۸	کل

جدول ۶- گروه‌بندی آزمون دانکن در خصوص قطر الیاف

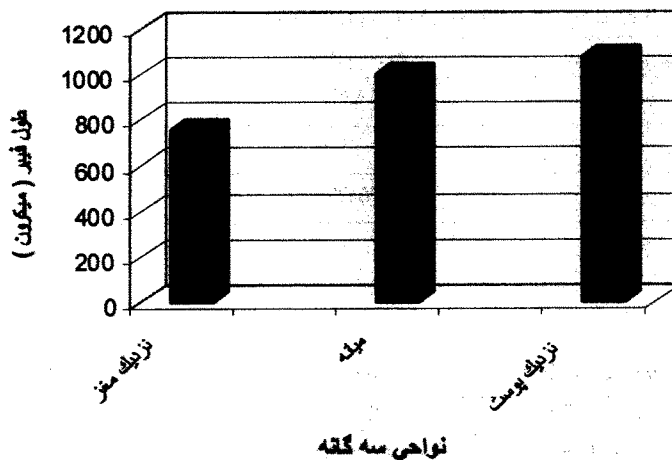
تیمار	میانگین تیمار	گروه‌بندی تیمار
نزدیک پوست	۲۶/۹۱	A
میانه	۲۶/۷۷	A
نزدیک مغز	۲۲/۳۹	B

جدول ۷- تجزیه واریانس قطر حفره الیاف در نواحی سه گانه

منابع تغییرات (S.O.V)	Df درجه آزادی	SS مجموع مربعات	MS میانگین مربعات	F مقدار
تکرار	۲	۳/۰۷	۱/۵۳	۱/۳۸ <sup>n.s</sup>
تیمار (بین نواحی)	۲	۱۳/۷۵	۶/۸۷	۶/۲۰*
خطا	۴	۴/۴۴	۱/۱۱	
کل	۸	۲۱/۲۶		

جدول ۸- تجزیه واریانس ضخامت دیواره الیاف در نواحی سه گانه

منابع تغییرات (S.O.V)	Df درجه آزادی	SS مجموع مربعات	MS میانگین مربعات	F مقدار
تکرار	۲	۰/۵۹۴	۰/۲۹۷	۲/۷۵ <sup>n.s</sup>
تیمار (بین نواحی)	۲	۲/۸۴	۱/۴۲۱	۱۳/۱۷*
خطا	۴	۰/۴۳		
کل	۸	۳/۸۷		

شکل ۱- مقایسه بیومتری طول الیاف کن  $p.d \text{ } \mu\text{m}/51$ 

۲- اندازه‌گیری ضرایب مهم  
 دانستن ویژگی‌هایی همچون ضریب نرمش، مقاومت به پارگی و درهم‌رفتگی (لاغری) الیاف، ما را در انتخاب مواد اولیه مناسب‌تر برای تولید مصنوعات نظیر کاغذ، تخته فیبر می‌تواند رهنمون شود. ضرایب در نواحی مورد اندازه‌گیری با استفاده از روابط زیر محاسبه شد.  
 ضریب نرمش از رابطه  $100 \times \frac{\%}{d}$  و مقاومت به پارگی (ضریب رانگل) از رابطه  $100 \times \frac{\%}{3}$  و ضریب لاغری از

۱- مقایسه بیومتری طول الیاف کن  $p.d \text{ } \mu\text{m}/51$

رابطه  $L/d$  نیز محاسبه گردیده‌اند که  $L$ ،  $W$  و  $d$ ،  $C$  به ترتیب قطر حفره فیبر، قطر فیبر، ضخامت دیواره فیبر و طول فیبر می‌باشند (جدول ۹).

جدول ۹- ویژگی ضرایب مهم الیاف کلن P.d. ۷۷/۵۱

ردیف	ضرایب مهم	نزدیک پوست درصد	میانه درصد	نزدیک مغز درصد	میانگین درصد
۱	درهم بیچیدگی (لاغری)	۴۰/۱۳	۳۷/۴۷	۳۲/۳۹	۳۷/۳۵
۲	مقاومت به پارگی (رانکل)	۷۸/۹۰	۶۴/۴۵	۶۸/۸۸	۷۰/۶۲
۳	نرمش	۵۵/۸۵	۶۰/۷۳	۵۹/۱۳	۵۸/۵۴

۳- بررسی وضعیت بیومتری آوندهای کلن P.d. ۷۷/۵۱  
آوندها در حقیقت به مثابه خلل و فرج چوب می‌باشند که نقش مهمی در فرآیند اشباع صنعتی آن به منظور افزایش مقاومت در مقابل عوامل مخرب بیولوژیک (قارچ‌ها و آفات) دارد. از اینرو طول، قطر و تعداد در واحد سطح به ویژه در صنوبرها که فاقد مواد استخراجی و سایر مواد نظیر تیل و غیره می‌باشند، قابلیت اشباع‌پذیری و سایر عملیات حتی پولیمریزاسیون با مواد پلیمر صنعتی قابل تأمل است. میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده به شرح (جدول ۱۰) می‌باشد.

جدول ۱۰- مقادیر بیومتری آوند کلن P.d. ۷۷/۵۱

طول (میکرون)	قطر (میکرون)	تعداد در میلی‌متر مربع
۵۷۶/۳۳	۷۱/۴۸	۴۷/۳

۴- وضعیت بیومتری اشعه چوبی کلن P.d. ۷۷/۵۱  
اشعه چوبی برای استقرار طولی آنها بر خلاف آوندها می‌باشد به مثابه پودر در ساختار اسکلتی چوب عمل می‌کند. اهمیت این اجزاء در صنایع روکش که سبب بروز جلوه زیبایی و نقوش می‌گردد بیشتر نمایان می‌شود. پره

جدول ۱۱- مقادیر بیومتری اشعه چوبی کلن P.d. ۷۷/۵۱

ارتفاع (میکرون)	پهنا (میکرون)	تعداد در میلی‌متر	تعداد سلول
۲۶۳	۱۹/۳۶ *	۸/۲۶	۱۳/۸۳

۵- ۱- مقطع عرضی <sup>۲</sup>:

چوب نیمه بخش روزنه‌ای و تا اندازه‌ای همگن می‌باشد. حفرات آوندی منفرد و یا به هم چسبیده (شکل ۲) به صورت گروه‌های دو، سه و یا چهارتایی (ندرتاً پنج و شش تایی) عموماً در جهت شعاعی می‌باشد که وضعیت استقرار

## ۵- مشاهدات میکروسکوپی کلن P.d. ۷۷/۵۱

مطالعه ساختار آناتومی این کلن با تهیه اسلایدهایی و به کمک میکروسکوپ مجهز به صفحه نمایش (مانیتور) و طبق استاندارد IAWA<sup>۱</sup> انجام شده که ویژگی‌های آن در مقاطع سه گانه به شرح زیر ارائه می‌شود.

۲- در زیرنویس اشکال C عرضی، t مماسی و r شعاعی می‌باشد

۱- International association of wood Anatomists

آوندها در کنار هم و یا جدا از یکدیگر در دو آوند آغاز و پایان به شرح جدول (۱۲) می‌باشد:

جدول ۱۲- نسبت درصد وضعیت استقرار آوندها (بهاره- پاییزه) در کلن P.d.۷۷/۵۱

ردیف	نوع آوند	منفرد	دوتایی	سه تایی	چهار تایی و بیشتر
۱	بهاره	۶۱/۴۲	۲۹/۸۰	۷/۹۳	۰/۸۳
۲	پاییزه	۴۷/۵۵	۳۹/۲۰	۱۰/۳۳	۲/۹۱

وقتی آوندها به صورت تجمعات سه تایی و بیشتر قرار می‌گیرند حفرات دیگر شکل بیضوی کامل را نداشته بلکه به اشکال نامنظم هندسی با گوشه‌های مدور کمی زاویه‌دار به نظر می‌رسند. تعداد آوندها در هر میلیمتر مربع  $۴۷/۳$  عدد می‌باشد. بافت فیبری فراوان و به مراتب بیشتر از آوندها بوده که در بین آنها پراکنده و در ردیف‌های شعاعی مرتب شده‌اند (شکل ۵). قطر دهانه فیبرها متفاوت است و اندازه آن از آغاز تا پایان دوره رویشی به طور بطئی کوچکتر می‌شود و در مجموع هماهنگی آشکاری در بین آنها وجود دارد (اشکال ۳، ۴). آنچه در مقطع عرضی جلوه خاصی دارد پراکندگی و مجاور هم بودن حفرات فیبری و آوندی است.

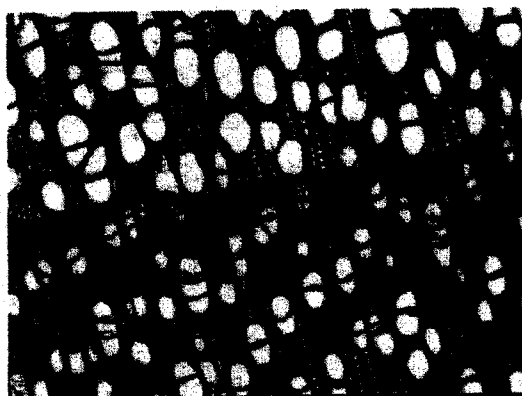
اشعه چوبی منحصراً از سلول‌های پارانشیمی تشکیل شده است و با چشم غیر مسلح قابل رؤیت نبوده ولی در نمایه میکروسکوپی همگنی در آن دیده می‌شود اشعه چوبی متعدد و همشکل به تعداد  $۸/۳$  شعاع (پره چوبی) در میلی‌متر وجود دارد. گاهی پارانشیم‌های پراکنده در پایان دوره رویش دیده می‌شود. آوند و گروه‌های آوندی در بین نوارهای اشعه چوبی ردیف شده‌اند حد دوایر سالیانه نمایان و مشخص است.



شکل ۳- حفرات آوندی در بهار و پاییز (C-x100)

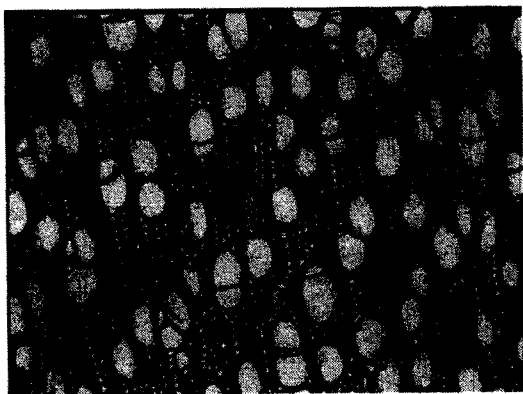
همان‌گونه که از جدول (۱۲) پیداست آوندهای دوتایی و بیشتر از آن در آوند پاییزه در مقایسه با آوند بهاره رو به فزونی است. حفرات آوندی فراوان ولی قطر آنها در آغاز دوره (بهاره) نسبت به پایان دوره (پاییزه) اختلاف آشکاری مشاهده می‌شود (شکل ۳) به طوری که برابر اندازه‌گیری به عمل آمده قطر آنها در ردیف‌های آغازین و پایانی دوره رویشی به ترتیب  $۱۱۰/۸۹$  و  $۶۱/۵۳$  میکرون اندازه‌گیری شده است. آوندهای بهاره به مراتب فراخ‌تر بوده و تحول آن طوری است که هر قدر به پایان دوره نزدیک‌تر می‌شویم از قطر آن به تدریج کاسته شده، طوری که در پایان دوره نزدیک به دو و نیم برابر کاهش می‌یابد (شکل ۴). این کاهش قطر با آهنگ خاصی پدیدار شده و در مجموع می‌توان ناهمگنی خاصی را در بخش‌های آوند بهاره و پاییزه مشاهده نمود.

گروه‌های آوندی چنان که مشاهده شد عموماً در جهت شعاعی است ولی مواردی که آوندها به صورت دستجات سه تایی و بیشتر در کنار یکدیگر دیده می‌شوند دیگر الزاماً در جهت شعاعی نبوده بلکه به صورت مثلثی و دیگر اشکال هندسی در کنار هم رؤیت می‌شود. حفرات آوندی عموماً به شکل بیضوی (آوند منفرد) که قطر بزرگ آن در امتداد شعاعی و قطر کوچک آن در امتداد مماسی می‌باشد ولی

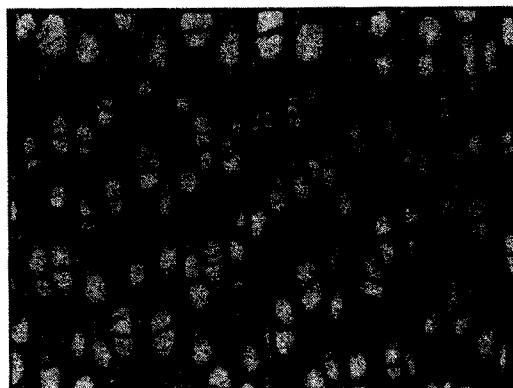


شکل ۲- مقطع عرضی چوب نیمه بخش (C-x40)





شکل ۵ - بافت فیبری در مقطع عرضی (C-x40)



شکل ۴-آوندهای بهار در ابتدا و انتهای دوره (C-x40)

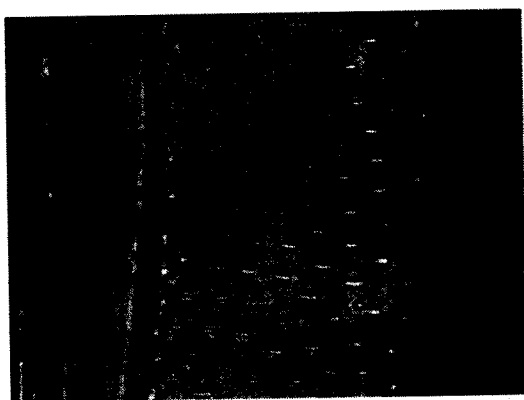


شکل ۶-پراکنندگی و مجاورت حفرات فیبری و آوندی (Cx-200)

کوتاه  $\ominus$  دیده می‌شود (شکل ۸). که به طور افقی در کنار هم قرار دارند. تعداد سلول‌های هر ردیف (بلندی) به طور متوسط ۱۵/۹ عدد می‌باشد که حداقل ۵ و حداکثر ۲۲ ردیف شمارش شده است.

#### ۲-۵- مقطع مماسی

اشعه چوبی همگن می‌باشد چون سلول‌ها هم‌شکل و تک‌سلولی می‌باشند. پهنای اشعه چوبی فقط از یک ردیف سلول تشکیل شده است (شکل ۷). روزنه‌های جدار آوندی تقریباً بیضوی بوده که منافذ آن ساده و به صورت خط تیره



شکل ۸-روزنه‌های جدار آوندی (t-x400)

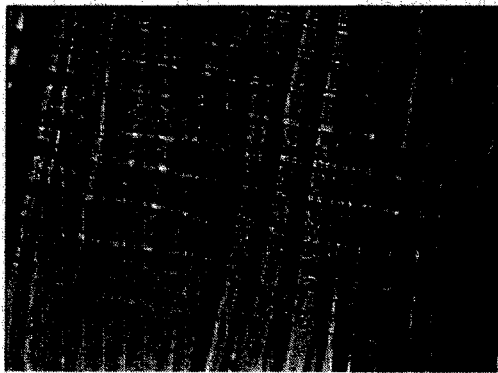


شکل ۷-پهنای اشعه چوبی (t-x200)

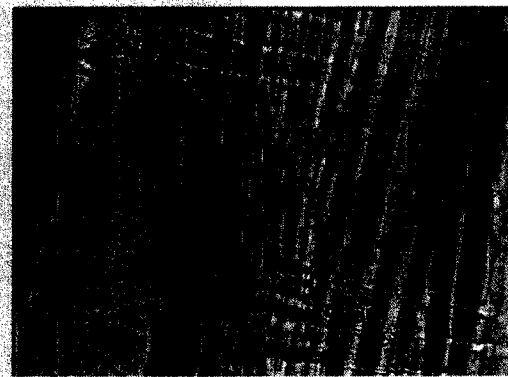
## ۳-۵- مقطع شعاعی

عناصر آوندی دریاچه منفرد داشته و روزنه‌ها به فراوانی و به صورت ردیف عرضی در جدار آوند قرار دارند (شکل ۹) همگی هم‌شکل و یکنواخت می‌باشند. روزنه‌های جدار آوندی را می‌توان علاوه بر ردیف‌های عرضی در ردیف‌های مورب نیز مشاهده نمود. منافذ بین اشعه چوبی و آوند در دو یا سه ردیف افقی قرار دارند. تعداد منافذ ۱۰ تا ۱۵ روزنه در کنار هم دیده می‌شود و گاهی تا ۲۲ روزنه می‌رسد (شکل ۱۰). به نظر می‌رسد تمام ردیف‌های پره چوبی با آوندها ارتباط نداشته بلکه هر چند ردیف پره چوبی با آوندها دارای منافذ و چند ردیف دیگر فاقد آن

می‌باشند (شکل ۱۱) که البته در این مورد گوناگونی وجود دارد یعنی اینکه گاهی یک ردیف دارای روزنه ولی دو الی سه ردیف پس از آن فاقد روزنه می‌باشد و یا اینکه سه ردیف دارای روزنه مشترک (آوند-پره چوبی) ولی چهار الی پنج ردیف بعدی فاقد آن بوده و پس از آن مجدداً ردیف‌های روزنه‌دار دیده می‌شوند (شکل ۱۲). روزنه‌ها اغلب همگن و یکنواخت می‌باشد. سلول‌های اشعه چوبی به صورت مستطیل‌های خوابیده دیده می‌شوند. بافت فیبری، از نوع فیبر لیبریفورم می‌باشد چون که سلول‌های چوبی طویل و منافذ آن ساده و بدون هاله پیرامونی است.



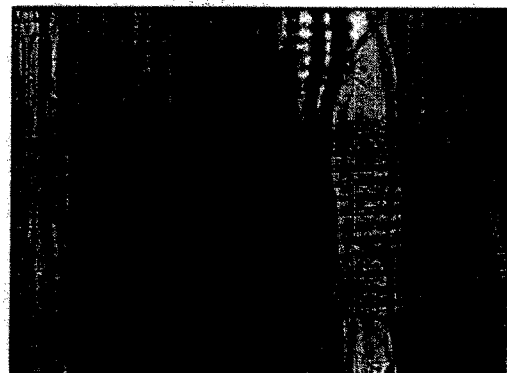
شکل ۱۰ - منافذ بین اشعه چوبی و آوندی (r-x200)



شکل ۹- دریاچه و روزنه عناصر آوندی در مقطع شعاعی (r-x200)



شکل ۱۲ - روزنه‌های مشترک آوند- پره چوبی (r-x200)



شکل ۱۱- منافذ ردیف‌های پره چوبی (r-x100)

## بحث و نتیجه‌گیری

صنوبر دلتوئیدس کلن  $P.d.$  ۷۷/۵۱ با وزن مخصوص نرمال ( $0.388g/cm^3$ ) در ردیف چوب‌های سبک دسته‌بندی می‌شود (پارسا‌پژوه، ۱۳۶۷) که طول و قطر فیبر آن به ترتیب ۹۴۷ و ۲۵/۴ میکرون اندازه‌گیری شده است (۲). که با توجه به طول فیبر، این کلن صنوبر در ردیف چوب‌های با الیاف متوسط قرار می‌گیرد و در بین پهن‌برگان که عموماً دارای الیافی کوتاه می‌باشند دارای طول الیاف بلندتری است که به همین دلیل در صنایع کاغذسازی شرایط مطلوب‌تری برایش فراهم شده است. همان‌طور که اشاره شد با توجه به جدول تجزیه واریانس جدول (۳) و گروه‌بندی دانکن جدول (۴) و شکل (۱) طول الیاف این کلن صنوبر در ناحیه نزدیک مغز چوب با سایر نواحی اندازه‌گیری شده (میان-ن پ) اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد. الیاف با میانگین طول ۱۰۷۹/۱ میکرون در ناحیه نزدیک پوست و ۱۰۰۳/۶ میکرون در ناحیه بین پوست و مغز (میان-ه) در گروه A و میانگین طول الیاف ۷۵۷/۳ میکرون در ناحیه نزدیک مغز در گروه B دسته‌بندی می‌شود (جدول ۴). در نواحی میان-ه و نزدیک پوست طول الیاف بلندتر بوده و بهبود کیفی و کمی کاغذ با این فاکتور ارتباط پیدا می‌کند. لذا چنین به نظر می‌رسد که برای افزایش راندمان تولید شاید با رعایت سایر فاکتورها جداسازی ناحیه مغزی و حذف آن از پروسه ساخت کاغذ با کیفیت مطلوب‌تر روش مساعدی باشد. در مورد سایر فاکتورهای بیومتری نظیر قطر الیاف با توجه به جدول تجزیه واریانس (۵) اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشته و همانند مقایسه طول الیاف در گروه A و B دسته‌بندی می‌شود (جدول ۶).

چوب این کلن نیمه بخش روزنه‌ای و تا اندازه‌ای ناهمگن می‌باشد. حفرات آوندی منفرد و یا چسبیده می‌باشند که در چوب بهاره تعداد آوندهای منفرد و قطر آنها بیشتر از سایر گروه‌های آوندی است و هر قدر به چوب پاییزه نزدیک می‌شویم از تعداد آوندهای منفرد کاسته و گروه‌های آوندی دو یا سه تایی و حتی بیشتر زیادتر می‌شود. قطر حفرات

آوندی بهاره به مراتب بیشتر از پاییزه است و این مقدار تا دو و نیم برابر می‌رسد این حفرات ساده و شکل آن تقریباً بیضوی است ولی در گروه‌های آوندی به اشکال نامنظم هندسی با گوشه‌های مدور یا کمی زاویه‌دار در می‌آیند. اختلاف این گونه صنوبر خارجی (*P. deltoides*) را در مقایسه با گونه صنوبر بومی (*P. nigra*) را می‌توان همانند اختلاف راش اروپا (*Fagus silvatica*) با راش ایران (*F. orientalis*) تصور نمود همچنانکه راش اروپا در مقطع عرضی حالت پراکنده آوند داشته ولی راش ایران را می‌توان در زمره چوب‌های نیمه پراکنده آوند یا نیمه بخش روزنه‌های منظور نمود (پارسا‌پژوه، ۱۳۸۱). این وضعیت در مقطع عرضی صنوبر بومی (*P. nigra*) حالت پراکنده آوند داشته ولی گونه صنوبر (*P. deltoides*) در زمره چوب‌های نیمه بخش روزنه‌ای بررسی شده است.

## تقدیر و تشکر

این مقاله با مساعدت تحقیقاتی همکار گرامی جناب آقای مهندس فامیلیان محقق علوم چوب و کاغذ مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع و تشویق و حمایت معنوی جناب آقای دکتر میرحسینی ریاست محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان و همچنین همکاران محترم آقایان: مهندس رحمانی، مهندس کریمی و مهندس حسین‌زاده تدوین گردیده است. لذا از مساعدت ایشان نهایت سپاس و امتنان به عمل می‌آید.

## منابع

- ۱-پارسا پژوه، داود، ۱۳۶۶. اطلس چوب‌های شمال ایران. دانشگاه تهران.
- ۲-پارسا پژوه، داود، ۱۳۶۷. تکنولوژی چوب، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳-پارسا پژوه، داود، ۱۳۸۱. شناخت چوب‌های تجارتي جهان. پلی‌کپی درسی.
- ۴-حجازی، ر. ۱۳۵۷. اصول تشریح چوب. انتشارات دهخدا.
- ۵-حسین‌زاده، ع و شیخ‌الاسلام. ۱۳۶۴. بررسی کیفیت چوب کلن‌های موفق صنوبر در آذربایجان، نشریه شماره ۴۳. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.
- ۶-مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۱۳۷۸. نشریه تحقیقات جنگل و صنوبر (۲).
- 7-F.A.O. 1979. Poplar and Willows in Wood Production and Land Use. No. 10.
- 8-IFJU.G. 1991. Quantitative and Anatomy Characterization Of Plantation Grown Cotton wood (*pupulus deltoides* Marsh).
- 9-IAWAcomitte. 1989. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification IAWA Bultin. 10(3): 219-352.
- 10-Panshin. A.J. 1990. Text book of Technology.
- 11-Raturi, RD. Luxmi Chauham 1999. Studies on Anatomical Variations in Different Clones of *Populus Deltoides*.

## A Study of Anatomical Characteristics, Fiber Biometry and Some Other Physical Properties of One of the Most Important Clones of Poplar (*Populus deltoides* 77.51) in Gilan

E. Lashkarbolouki<sup>1</sup>

D.Parsapajouh<sup>2</sup>

### Abstract

Increase in wood consumption has been accompanied by population increase. The importance of cultivated fast growing species and clones of poplar is indicated by the fact that many have been imported to Iran and cultivated in Gilan through recent decades.

Among them some clones like *Populus deltoides* 77.51 are of better compatibility and higher wood yield. Therefore, it was paid more attention to by farmers as well as poplar culturists.

Best wood utilization is found to be in close relationship with recognizing the species, anatomical characteristics, biometry as well as physical properties.

Specific gravity in this clone is  $0.388 \text{ gr/cm}^3$  with average length and diameter of fiber of 946.95 and 25.4 microns respectively.

Anatomical characteristics: wood is semi-ring porous, homocellular, vessels are single or jointed together in groups of double, triple or tetra bands.

**Keywords:** Deltoides poplar, Anatomy, Biometry, Fiber, Vessel, Ray.