

بررسی تغییرات ابعاد تراکتید کاج تدا از جنگلکاریهای منطقه پیلمبرا

احمد جهان لتیاری^۱، فرداد گلبابائی^۲ و محمدرضا امینی^۳

چکیده:

کاج تدا (*Pinus Teada*) از سوزنی برگانی است که طی حدود چهل سال گذشته در ایران کشت شده و به عنوان یک منبع چوبی الیاف بلند جهت تولید کاغذ مورد توجه است. با توجه به نقش ابعاد الیاف در ویژگیهای کاغذ این تحقیق به منظور تعیین تغییرات ابعاد این گونه چوبی و تعیین امکان استفاده از آن در صنایع چوب به انجام رسیده است.

دو درخت از منطقه پیلمبرا در گیلان انتخاب و پس از قطع و استحصال به آزمایشگاه علوم چوب و کاغذ دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی کرج حمل شد. از هر درخت تعداد ۵ دیسک تهیه و از هر دیسک نیز در فاصله هر ۵ دایره رویشی از مغز به سمت پوست دو نمونه تراشه به تفکیک چوب آغاز و پایان جدا گردید. پس از آماده سازی الیاف طبق روش فرانکلین (۱۹۵۴) از هر نمونه تعداد ۳۰ عدد تراکتید سالم و بدون شکستگی و پیچیدگی انتخاب شده و به کمک میکروسکوپ تحقیقاتی تراکتید شامل طول تراکتید، قطر تراکتید، قطر حفره تراکتید و ضخامت دیواره سلولی اندازه گیری شد و تغییرات آنها با توجه به سه عامل ارتفاع، دایره رویشی و چوب آغاز و پایان مورد مطالعه قرار گرفت. میانگین کلی طول تراکتید، قطر تراکتید، قطر حفره تراکتید و ضخامت دیواره سلولی ۳۰۰۰ تراکتید اندازه گیری شده برای گونه فوق به ترتیب برابر با ۳/۶۵ میلیمتر، ۳۸/۹۷، ۲۸/۹۴ و ۵/۰۱ میکرون محاسبه شد. طول تراکتید، قطر تراکتید، قطر حفره تراکتید و ضخامت دیواره سلولی چوب آغاز به ترتیب برابر با ۳/۴۰ میلیمتر، ۴۲/۳۴، ۳۴/۸۷ و ۳/۷۲ میکرون و میانگین این ویژگیها برای چوب پایان نیز به ترتیب ۳/۸۴ میلیمتر، ۳۵/۵۴، ۲۲/۹۶ و ۶/۲۹ میکرون بدست آمد. رویش سالیانه (رویش قطری) ۵/۶۶ میلیمتر، چوب پایان ۲۴/۱۳٪، ضریب درهم رفتگی ۹۴/۹۶، ضریب نرمش ۷۳/۴۸ و ضریب رونکل ۲۶/۴۷ تعیین گردید.

با در نظر گرفتن سه عامل ارتفاع، دایره رویشی و چوب آغاز و پایان مشخص شد که با افزایش ارتفاع درخت و همچنین افزایش فاصله از مغز به سمت پوست کلیه ویژگیهای آناتومیکی از قبیل طول تراکتید، قطر تراکتید، قطر حفره تراکتید و ضخامت دیواره سلولی افزایش می یابد. ولی در بالاترین ارتفاع و همچنین دایره رویشی نزدیک پوست از میزان افزایش ابعاد کاسته می گردد. تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که میانگین هر چهار ویژگی اندازه گیری شده الیاف نسبت به تغییر ارتفاع از سطح زمین به بالا و تغییر دایره رویشی از مغز به سمت پوست در سطح ۱٪ با هم اختلاف معنی داری دارند.

واژه های کلیدی: کاج تدا، طول تراکتید، قطر تراکتید، قطر حفره تراکتید و ضخامت دیواره سلول.

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۲- موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

۳- کارشناس صنایع چوبی فارغ التحصیل دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

مقدمه:

با توجه به خصوصیات تکنولوژیکی مطلوب چوب سوزنی برگان تلاش گسترده ای در اکثر نقاط دنیا جهت کاشت سوزنی برگان (به خصوص کاجها) و شناسایی خصوصیات آنها انجام گرفته است. در این راستا کاج تدا به عنوان یکی از گونه های سوزنی برگ با ویژگیهای مطلوب مورد توجه بسیاری از محققان و صاحبان صنایع کاغذ قرار گرفته و تحقیقات گسترده ای در مورد آنها انجام شده است.

Zobel و همکاران (۱۹۷۶) در تحقیقی در باره کاج تدا، ۳۶ پایه در گروه درختان ۱۱ ساله، ۱۶ پایه، در گروه درختان بالغ ۳۰ ساله شامل چوبهای تجاری و ۶ پایه در گروه درختان بالغ ۳۰ ساله شامل سرشاخه درختان کاج تدا، میانگین طول تراکنید درختان ۱۱ ساله، ۳۰ ساله و سرشاخه درختان بالغ را به ترتیب ۲/۹۸، ۴/۲۸ و ۳/۵۹ میلیمتر و میانگین قطر تراکنیدها به ترتیب ۵۰/۰۱، ۴۸/۸۶ و ۴۵/۹۱ میکرون گزارش کرده اند. طبق این بررسی طول و ضخامت دیواره تراکنیدهای درختان بالغ زیادترین مقدار را نشان داده و قطر تراکنید و ضخامت دیواره آن کمترین مقدار است.

Cole و همکاران (۱۹۶۶) در سلسله تحقیقاتی در باره کاجهای ۱۶ تا ۲۱ ساله تدا، الیوتی، برگ بلند و *Pinus serotina* در منطقه جورجیا، عنوان کردند که تراکنیدهای کاج برگ بلند در حدود ۰/۳ میلیمتر بلندتر از سه گونه دیگر بوده است.

Jackson (۱۹۴۸) با مطالعه در باره قسمتهای مختلف کاج تدا به این نتیجه رسیده است که طول تراکنیدهای تنه کاج تدا از مغز به سمت پوست افزایش می یابد و این افزایش در سن ۲۰ تا ۶۰ سالگی به حداکثر خواهد رسید. همچنین طول تراکنیدهای یک درخت از قسمت پایین تنه به سمت تاج درخت افزایش می یابد و پس از رسیدن به حداکثر با افزایش ارتفاع کاهش می یابد.

یکی از عوامل موثر بر طول تراکنید منشا بذر آن می باشد. در تحقیقی که در باره ۸۵۰ پایه کاج جک ۵ ساله، از ۲۵ منشا مختلف بذر از مکانهای مختلف، انجام گرفته است نشان می دهد که میانگین طول متوسط تراکنید حاصل از ۲۵ منشا، ۱/۳۸ میلیمتر بدست آورده است. منشا بذر واقع در دریاچه میشیگان در کانادا بلندترین تراکنیدها را با طول ۱/۶۲ میلیمتر دارد که تقریباً ۱۴ درصد بلند تر از میانگین طول تراکنیدها از ۲۵ منشا است. از سوی دیگر منشا بذر واقع در دریاچه ریندر ایالت ساسکاچوان کانادا دارای کوتاهترین طول تراکنید در حدود ۱/۱۲ میلیمتر یا در حدود ۱۸ درصد کوتاهتر از میانگین طول از تمام منابع می باشد. آنها میانگین طول تراکنید را در کلویت مینه سوتا، ۱/۴۵ میلیمتر بدست آوردند.

Gibbs و Palmer (۱۹۶۷) با توجه به اثر عوامل محیطی و اکولوژیکی بر تغییرات طول تراکنید، قطر تراکنید و ضخامت دیواره، تحقیقاتی در باره گونه *Pinus caribaea* در سه منطقه کشور فیجی به انجام رسانیده اند. طول تراکنیدها در این سه منطقه ۲/۹۳، ۲/۶۷ و ۳/۳۸ میلیمتر، قطر الیاف ۳۸، ۳۸ و ۳۹ میکرون و ضخامت دیواره ۴، ۴ و ۵ میکرون بوده است.

McMillin (۱۹۶۸) پس از تحقیقاتی عنوان می کند که میانگین طول تراکنید بدون در نظر گرفتن وزن مخصوص و میزان رویش با افزایش تعداد دواير از مغز به پوست افزایش می یابد.

طباطبایی و ترور (۱۳۴۹) ابعاد تراکنید کاج الداریکا را در منطقه کرج اندازه گیری کرده اند. طبق نتایج این بررسی قطر تراکنیدهای آغاز در جهت شعاعی و مماسی به ترتیب ۳۵ و ۳۰ میکرون و قطر تراکنیدهای پایان در

جهت شعاعی و مماسی به ترتیب ۲۱ و ۲۳ میکرون می‌باشد. میانگین طول تراکئیدها ۱/۳۴ میلی‌متر و حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۰/۶۷ و ۲/۰۹ میلی‌متر اندازه‌گیری شده است.

حبیبی و همکاران (۱۳۸۱) در بررسی خصوصیات فیزیکی و تشریحی کاج الداریکا منطقه گرگان، تغییرات طول الیاف و ضخامت دیواره را با توجه به دو عامل ارتفاع از سطح زمین و فاصله از مغز، مورد بررسی قرار داده و نتیجه می‌گیرند که طول تراکئیدهای چوب آغاز و پایان و میانگین کلی طول تراکئیدهای چوب آغاز با افزایش فاصله از سطح زمین افزایش می‌یابد و طول تراکئیدهای چوب آغاز با افزایش فاصله از مغز اندکی کاهش و طول تراکئید چوب پایان اندکی افزایش نشان می‌دهد. در این تحقیق میانگین طول تراکئیدها، قطر و حفره سلولی و ضخامت دیواره به ترتیب ۲/۲۶ میلی‌متر، ۳۹/۳۹، ۲۹/۵۳ و ۵/۲۸ میکرون اندازه‌گیری شده است. ضریب درهم‌رفتگی ۵۸/۵۹، ضریب مقاومت به پاره شدن ۳۶/۲۶ درصد و ضریب انعطاف‌پذیری ۱۸/۱۶ درصد محاسبه شده است.

با توجه به لزوم تامین چوب صنعتی مورد نیاز، تحقیق و بررسی در مورد گونه‌های درختی بیگانه به خصوص انواع سوزنی برگان سریع‌الرشد و صنعتی جهان در رویشگاههای مختلف جنگلی در شمال ایران حائز اهمیت بوده و در حال انجام است که در میان آنها کاج تدا دارای سازگاری بیشتری با شرایط ایران بوده و رشد خیلی خوبی در شمال کشور داشته است.

متأسفانه در حال حاضر اطلاعات کافی و جامع در زمینه خصوصیات تکنولوژیکی کاربرد چوب این گونه در کشورمان وجود ندارد. بنابراین با توجه به اهمیت ویژگیهای کاربردی در انتخاب گونه مناسب برای صنایع چوب و کاغذ، در این تحقیق تغییرات ابعاد الیاف (تراکئیدها) چوب گونه تدا با توجه به سه عامل ارتفاع، دایره رویشی و چوب آغاز و پایان مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روشها: نمونه‌برداری از جنگلکاریهای طرح سازگاری گونه‌های سوزنی‌برگ در منطقه پیلمبرا در حوزه چوب و کاغذ ایران (چوکا) واقع در استان گیلان انجام گرفته است. جنگلکاری آن در سال ۱۳۴۳ شروع شده و دامنه سنی اکثر گونه‌های چوبی بین ۲۸-۳۴ سال می‌باشد. نمونه‌برداری به صورت تصادفی با قطع دو اصله درخت کاج تدا انجام شده است. قطع درخت از ارتفاع ۵۰ سانتیمتری زمین صورت گرفته و پس از آن در پنج ارتفاع مختلف ۵۰ سانتیمتری ۴/۲، ۶/۵ و ۸/۵ متری از هر درخت در مجموع ۵ دیسک به ضخامت ۱۰ سانتیمتر تهیه و به آزمایشگاه تحقیقات علوم چوب و کاغذ در کرج انتقال یافت، سپس با تهیه قطعات مورد نیاز مطابق با شکل‌های شماره ۱ تا ۳ انجام آزمایشهای در آزمایشگاه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج صورت گرفت.

اندازه‌گیری رویش سالیانه: برای اندازه‌گیری رویش سالیانه درختان از تمام دیسک‌های تهیه شده از دو درخت استفاده گردید. بدین ترتیب که دواير رویشی از مغز به طرف پوست شماره‌گذاری و پهنای هریک از آنها اندازه‌گیری و میانگین پهنای دواير رویشی محاسبه گردید (جدول شماره ۲).

تعیین درصد چوب پایان (درصد تراکم بافت چوب): برای تعیین درصد چوب پایان نیاز به دانستن پهنای دواير سالیانه درخت و همچنین پهنای چوب پایان است. برای تعیین درصد چوب پایان از فرمول مورک استفاده شد. طبق این فرمول هرگاه در یک دایره رویش سالیانه دو برابر ضخامت دیواره تراکئید در جهت شعاعی برابر یا بیشتر از قطر حفره تراکئید گردد، از آن نقطه چوب پایان آغاز می‌گردد و همچنین با استفاده از میکروسکوپ و مقاطع میکروسکوپی

عرضی تهیه شده پهنای چوب پایان اندازه‌گیری و با رابطه ساده زیر درصد چوب پایان محاسبه می‌شود. البته در کاج تدا، در بین چوب آغاز و پایان مرز کاملاً مشخصی برقرار است:

$$\%T = \frac{SW}{i} * 100$$

%T = درصد چوب پایان (درصد تراکم بافت)

SW = میانگین پهنای چوب پایان (mm)

i = میانگین پهنای دایره رویش سالیانه (mm)

اندازه‌گیری ابعاد تراکنید: دیسکهای تهیه شده از ۵ ارتفاع متفاوت درختان استفاده شده است (شکل شماره ۲). جهت آماده سازی الیاف یک قطعه چوب به عرض و ضخامت ۱×۱ سانتیمتر و به طول شعاع دیسک از هر دیسک جدا گردید. آنگاه از مغز به طرف پوست به فاصله هر ۵ دایره رویش سالیانه به تفکیک چوب آغاز و پایان، تراشه ای به طول تقریبی ۱ سانتیمتر و ضخامت در حدود ۲-۱ میلیمتر جدا گردید. پس از آن تراشه های تهیه شده را درون لوله های آزمایشی کد گذاری شده و درپوش دار قرار داده شد و به آنها مخلوطی از اسید استیک و آب اکسیژنه به نسبت ۱ به ۱ اضافه گردید (از اسید استیک به منظور جداسازی تراکنیدها و از آب اکسیژنه جهت سفید کردن الیاف استفاده می شود) آنگاه لوله‌های آزمایشی به مدت ۲۴ ساعت در اتو در درجه حرارت 65 ± 5 قرار داده شد. پس از پایان این مدت لوله‌ها را از اتو خارج کرده و پس از شستشوی تراشه‌ها با چند تکان شدید تراشه چوب دفیبره شده و جهت اندازه گیری ابعاد الیاف آماده گردید (فرانکلین، ۱۹۵۴).

با کمک قطره چکان قطره‌ای محتویات لوله را روی لام ریخته و پس از قرار دادن لامل بر روی آن با استفاده از میکروسکوپ و عدسی چشمی مدرج طول الیاف با عدسی شیئی بزرگنمایی ۱۰ و قطر الیاف و قطر حفره سلولی آنها نیز با استفاده از عدسی شیئی بزرگنمایی ۴۰ اندازه گیری شد.

برای اندازه گیری ابعاد از ۳۰ تراکنید سالم استفاده گردید. جهت تبدیل ارقام مربوط به اندازه‌گیری قطر تراکنید و قطر حفره سلولی به میکرون از ضریب ۲/۵۶۴ استفاده می‌شود. برای محاسبه ضخامت دیواره سلولی از رابطه زیر استفاده شد.

P = ضخامت دیواره سلولی (میکرون)

$$P = \frac{Q - C}{2}$$

Q = قطر تراکنید (میکرون) **C** = قطر حفره سلولی (میکرون)

بدین ترتیب میانگین ابعاد تراکنیدهای دو درخت کاج تدا در ۵ ارتفاع مختلف به تفکیک چوب اعاز و پایان اندازه‌گیری شده است.

محاسبه فاکتورهای کاغذ سازی: در کاغذ سازی ضریب درهم رفتگی (Felting Coefficient)، ضریب نرمش یا انعطاف پذیری (Flexibility Coefficient)، ضریب مقاومت کاغذ در برابر پاره شدن (Runkel) و نسبت طول به ضخامت دیواره سلولی (L/T) نقش دارند.

بنابراین این فاکتورها با استفاده از روابط زیر برای هر یک از دو درخت محاسبه و مورد مقایسه آماری قرار گرفته اند:

$$FL.C = \frac{C}{Q} \times 100 \quad \text{ضریب نرمش} \quad Fel.C = \frac{L}{Q} \quad \text{ضریب درهم رفتگی}$$

$$R = \frac{2P}{Q} \times 100 \text{ ضریب رونکل}$$

L = طول تراکنید (میکرون) Q = قطر تراکنید (میکرون)

C = قطر حفره سلولی (میکرون) P = ضخامت دیواره سلولی (میکرون)

روشهای آماری: داده های این تحقیق با استفاده از روش تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در صورت معنی دار بودن اختلاف میانگین های ارقام مربوط به هر ارتفاع و دایره رویشی با استفاده از آزمون دانکن گروه بندی شده اند.

نتایج:

نتایج اندازه گیری ویژگیهای آناتومیکی شامل درصد چوب پایان و ابعاد الیاف و همچنین فاکتورهای کاغذسازی در جداول شماره ۴ و ۵ خلاصه شده است. میانگین درصد چوب پایان که در تعیین کاربرد چوب نقش مهمی دارد که برای هر دو درخت محاسبه در جدول شماره ۳ ارائه شده است. طبق اطلاعات خلاصه شده در این جدول میانگین چوب پایان چوب کاج تدا از منطقه پیلمبرا برابر با ۲۴/۱۳٪ می باشد.

میانگین کل طول تراکنید چوب کاج تدا در منطقه پیلمبرا ۳/۶۵ میلی متر بدست آمد که برای چوب آغاز و پایان نیز به ترتیب ۳/۴۶ و ۳/۸۵ میلی متر اندازه گیری شد. تغییرات طول تراکنید با توجه به سه عامل ارتفاع، دایره رویشی و چوب آغاز و پایان مورد بررسی قرار گرفته است.

با توجه به اهمیت قطر تراکنید در محاسبه فاکتورهای کاغذ سازی این ویژگی اندازه گیری شده و تغییرات آن با توجه به سه عامل ارتفاع، دایره رویشی و چوب آغاز و پایان مورد بررسی قرار گرفته است. میانگین کل قطر تراکنید چوب کاج تدا ۳۸/۹۷ میکرون و به طور جداگانه برای چوب آغاز و پایان به ترتیب ۴۲/۴۰ و ۳۵/۵۴ میکرون بدست آمده است (جدول شماره ۴).

در میان ابعاد تراکنید پس از طول تراکنید، ضخامت دیواره سلولی درجه دوم اهمیت قرار دارد، زیرا با توجه به تغییرات آن ویژگیهای مقاومتی کاغذ از قبیل مقاومت کششی و مقاومت به پاره شدن نیز تغییر می کند. این ویژگی نیز بر اساس سه عامل ارتفاع، دایره رویشی و چوب آغاز و پایان اندازه گیری شده است (جدول شماره ۴). میانگین کل ضخامت دیواره سلولی کاج تدا ۵/۰۱ میکرون و میانگین آن برای چوب آغاز و پایان به ترتیب ۳/۷۲ و ۶/۲۹ میکرون اندازه گیری شد.

با توجه به اهمیت فاکتورهای کاغذ سازی در پیش بینی ویژگیهای کاغذ ساخته شده، همواره این فاکتورها محاسبه می شوند. در این بررسی میانگین کل ضریب درهم رفتگی ۹۴/۹۶، ضریب نرمش ۷۳/۴۸٪ و ضریب رونکل ۲۶/۴۷٪ تعیین شده است (جدول شماره ۵).

بحث :

درصد چوب پایان در کاربرد چوب نقش دارد، زیرا چوب پایان بر روی خصوصیات مقاومتی چوب تاثیر می‌گذارد. در این تحقیق درصد متوسط چوب پایان ۲۴/۱۳٪ اندازه گیری شد. نتایج بررسیهای دیگر درصد متوسط چوب پایان در اسکاندیناوی را بین ۱۵ تا ۵۰ درصد در کاجها و ۱۰ تا ۴۰ درصد در نوئل گزارش می‌کند.

اگر در درختی رویش قطری سالیانه کم باشد درصد چوب پایان افزایش می‌یابد. با افزایش درصد چوب پایان به دلیل ضخامت بیشتر دیواره های تراکتید این چوب مقاومت مکانیکی آن زیاد می‌گردد. زمانی که پهنای دایره رویشی سالیانه درخت زیادتر شود از درصد چوب پایان و در نتیجه از مقاومت‌های مکانیکی آن کاسته می‌گردد، ولی تعداد تراکتید بیشتری در یک سال رویشی تشکیل می‌شود. این نکته برای صنایعی از قبیل کاغذ سازی که تعداد تراکتید در واحد حجم چوب و محصول مهم می‌باشد با ارزش محسوب می‌شود.

ابعاد تراکتید : ابعاد تراکتید به ویژه طول تراکتید و ضخامت دیواره سلولی از خصوصیات مهم چوب در فرآیندهای تولید خمیر کاغذ می‌باشد. بنابراین در این تحقیق ابعاد تراکتید (شامل طول تراکتید ، قطر تراکتید و قطر حفره تراکتید و ضخامت دیواره سلولی) اندازه‌گیری شده و ضرایب خمیر کاغذسازی محاسبه شده است. با توجه به اینکه تغییرات ابعاد تراکتید بر اساس سه عامل ارتفاع، دایره رویشی و چوب آغاز و پایان مورد بررسی قرار گرفته است. در تجزیه و تحلیل نتایج از جدول میانگین ، تجزیه واریانس و همچنین آزمون دانکن استفاده گردید. در جدول تجزیه و تحلیل واریانس ارتفاع با عامل A ، دایره رویشی با عامل B و چوب آغاز و پایان با عامل C مشخص شده است. در ضمن دو درخت بررسی شده نیز تکرار آزمایشهای در نظر گرفته شده در تجزیه و تحلیل نتایج اختلاف معنی دار بودن در سطح ۵٪ و ۱٪ برای هر سه عامل و به صورت مشترک و رابطه آنها با هم مورد بررسی قرار گرفت. در آزمون دانکن نیز با توجه به سه عامل مذکور ، گروه‌بندی‌هایی جداگانه برای هر عامل و هم چنین برای هر دو و سه عامل صورت گرفته است.

تجزیه و تحلیل نتایج طول تراکتید : در جدول شماره ۵ و نمودارهای شماره ۴ و ۵ میانگین طول تراکتیدهای چوب کاج تدا در ارتفاع و دایره رویشی مختلف به تفکیک چوب آغاز و پایان نشان داده شده است. طبق نتایج بدست آمده طول تراکتید با توجه به افزایش ارتفاع در درخت و همچنین از مغز به سمت پوست افزایش می‌یابد که با تحقیقات Jackson (۱۹۴۸) در مورد کاج تدا ، گلبابایی (۱۳۷۷) در باره کاج الداریکا کاملاً مطابقت می‌کند. تجزیه و تحلیل آماری اختلاف معنی داری را در سطح ۱٪ بین میانگین‌های طول تراکتیدها در ارتفاعات مختلف و دایره رویشی نشان می‌دهد. آزمون دانکن نشان می‌دهد که بلندترین الیاف در ارتفاع پنجم و دایره رویشی بیست و پنجم از مغز به سمت پوست و کوتاهترین الیاف در ارتفاع اول و دایره رویشی پنجم از مغز وجود دارند. تجزیه واریانس بین چوب آغاز و پایان اختلاف معنی داری را در سطح اعتماد ۱٪ نشان می‌دهد.

در جدول شماره ۶ طول حداقل ، حداکثر و میانگین تراکتید چوب کاج تدا خلاصه شده است. به علاوه جدول شماره ۴ و نمودارهای شماره ۴ و ۵ نشان می‌دهند که از میزان افزایش طول تراکتید در ارتفاع آخر و دایره رویشی نزدیک به پوست کاسته شده است. با توجه به اینکه میانگین طول تراکتید کاج تدا در رویشگاه اصلی در شرق و جنوب شرقی ایالات متحده ۴mm گزارش شده است (Zobel و همکاران ، ۱۹۷۶). میانگین کمتر طول تراکتید در منطقه پلمبرا می‌تواند به دلیل رویشگاه و شرایط اقلیمی باشد.

قطر تراکتید این چوب در اثر افزایش ارتفاع و همچنین از مغز به سمت پوست افزایش می یابد. ولی در ارتفاع آخر و دواير رویشی نزدیک به پوست از سرعت افزایش قطر تراکتید کاسته شده است. تجزیه و تحلیل آماری اختلاف معنی داری را در سطح ۱٪ در میان میانگین های قطر تراکتید در ارتفاعات مختلف و دواير رویشی نشان می دهد. دامنه تغییرات قطر تراکتید در این گونه بین ۲۹/۴۹ میکرون و ۵۰/۲۱ میکرون می باشد، و میانگین قطر تراکتید برای دو درخت به ترتیب ۲۹/۲۴ و ۳۸/۶۹ میکرون و میانگین آن ۳۸/۹۷ میکرون اندازه گیری شده است. قطر تراکتید چوب کاج تدا رویشگاه پلیمبرا از قطر تراکتید کاج تدا در ایالات متحده کمتر می باشد که علت آن را می توان رویشگاه و شرایط اقلیمی ذکر کرد.

آزمون دانکن گروه بندی میانگین ها بر اساس سه عامل ارتفاع، دایره رویشی و چوب آغاز و پایان نشان می دهد که قطورترین تراکتیدها در ارتفاع پنجم درخت، دایره رویشی بیست پنجم از مغز به پوست و چوب آغاز و کم قطورترین آنها در ارتفاع اول درخت، دایره رویشی پنجم از مغز به پوست و چوب پایان قرار دارند.

قطر حفره سلولی با افزایش ارتفاع و نزدیک شدن فاصله آن به پوست افزایش می یابد. میانگین قطر حفره سلولی برای هر دو درخت به ترتیب ۲۸/۹۶ و ۲۸/۹۲ میکرون و میانگین کل ۲۸/۹۴ میکرون می باشد. تغییرات قطر حفره سلولی بین ۱۹/۷۷ و ۴۰/۶۱ میکرون می باشد. تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد که اثر سه عامل ارتفاع، دایره رویشی و چوب آغاز و پایان بر روی قطر حفره سلولی در سطح ۱٪ معنی دار شده است. در ارتفاع آخر و دواير رویشی نزدیک پوست از سرعت افزایش قطر حفره سلولی کاسته می شود (نمودارهای شماره ۸ و ۹).

ضخامت دیواره سلولی نیز با افزایش ارتفاع درخت و همچنین نزدیک شدن به سمت پوست درخت افزایش یافته است، ولی در بالاترین ارتفاع و دواير رویشی نزدیک به پوست از سرعت افزایش این ویژگی کاسته می شود. تاثیر سه عامل ارتفاع، دایره رویشی و چوب آغاز بر روی ضخامت دیواره سلولی در سطح ۱٪ معنی دار بوده است. با توجه به گروه بندی آماری و مقایسه میانگین ها مشاهده می شود که با افزایش ارتفاع از سطح زمین و همچنین نزدیک شدن الیاف به سمت پوست ضخامت دیواره سلولی افزایش می یابد. بین چوب آغاز و پایان نیز در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری مشاهده می شود.

فاکتورهای کاغذ سازی: از آنجایی که در منطقه پلیمبرا به طور متوسط چوب پایان حدود ۲۴/۱۳ درصد از کل چوب را تشکیل می دهد، واضح است که تراکتیدهای چوب آغاز نقش بسیار مهمی در تعیین فاکتورهای کاغذ سازی ایفا می کنند. بنابراین فاکتورهای مذکور برای تراکتید چوب آغاز محاسبه شده و با فاکتورهای کاغذ سازی تراکتیدهای کل چوب درخت مقایسه می گردد.

با مشاهده هیستوگرام شماره ۱۲ مشخص است که اختلاف بین میانگین های ضریب درهم رفتگی تراکتیدهای چوب آغاز و کل درخت قابل توجه است. با توجه به اینکه دامنه تغییرات فاکتور مذکور بین ۱۵۰ - ۲۰ می باشد و هر چه مقدار آن بیشتر باشد الیاف از لحاظ کاغذ سازی مناسبتر می باشد. ضریب درهم رفتگی به دو مولفه طول و قطر تراکتید بستگی دارد. با توجه به طول کوتاهتر و قطر زیادتر تراکتید چوب آغاز در مقایسه با تراکتید چوب کل درخت، این تفاوت سبب می گردد که ضریب درهم رفتگی تراکتیدهای چوب کل درخت بیشتر از تراکتیدهای چوب آغاز گردد. با توجه به اینکه حدود ۷۵/۸۷ درصد چوب کاج تدا از منطقه پلیمبرا را تراکتیدهای چوب آغاز تشکیل می دهد، بنابراین این تراکتیدها را نمی توان نادیده انگاشت و بایستی در ارزیابی توان بالقوه کاغذسازی این چوب ملحوظ داشت. با رجوع به هیستوگرام شماره ۱۲ مشخص است که اختلاف بین میانگین های ضریب نرمش

تراکئید چوب آغاز و کل درخت قابل توجه می‌باشد. دامنه تغییرات این فاکتور بین ۹۰-۵۰ متغیر است. هر قدر که این فاکتور بیشتر باشد مقاومت کاغذ در مقابل گسیخته شدن افزایش می‌یابد. ضریب نرمش نسبت مستقیم با قطر حفره تراکئید و نسبت معکوس با قطر تراکئید دارد. با توجه به اینکه قطر حفره تراکئید چوب آغاز زیادتر از کل درخت می‌باشد با توجه به هیستوگرام شماره ۱۲ درمی‌یابیم که اختلاف بین میانگینهای ضریب رونکل تراکئیدهای چوب آغاز و کل درخت قابل توجه می‌باشد. دامنه تغییرات این فاکتور بین ۱۰۰-۵۰ متغیر است که هر چه مقدار آن بیشتر باشد مقاومت کاغذ در برابر پاره شدن افزایش می‌یابد ضریب رونکل رابطه‌ای مستقیم با دو برابر ضخامت دیواره تراکئید و نسبت معکوس با قطر تراکئید دارد. با توجه به کمتر بودن ضخامت دیواره تراکئید چوب آغاز در مقایسه با تمام چوب درخت و همچنین قطر بیشتر تراکئید آن، سبب می‌شود که ضریب مقاومت در برابر پاره شدن (ضریب رونکل) تراکئیدهای تمام چوب درخت زیادتر از تراکئیدهای چوب آغاز باشد. به طور خلاصه ضریب نرمش تراکئیدهای چوب آغاز زیادتر از تمام چوب درخت است، ولی در مقابل ضریب درهم رفتگی و ضریب رونکل تراکئیدهای تمام چوب درخت بیش از تراکئیدهای چوب آغاز می‌باشد.

منابع:

- ۱- حبیبی، م.، حسین‌زاده، ع.، فامیلیان، ح. و حسین‌خانی، ح.، ۱۳۸۱. بررسی روند تغییرات ابعاد الیاف گونه کاج الداریکا. تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره انتشار ۲۹۳.
- ۲- طباطبایی، م. و ترور، ف.، ۱۳۴۹. بررسی مقایسه‌ای دو گونه کاج در ایران، نشریه دانشگاه تهران. شماره ۱۷، دانشکده جنگلداری.
- ۳- گل‌بابایی، ف.، جهان‌لتیباری، ا.، حسین‌زاده، ع.، سپیده‌دم، ج. و نوربخش، ا.، ۱۳۷۷. بررسی ویژگیهای کاربردی خمیر کاغذ کرافت از کاج الداریکا. تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره انتشار ۱۸۲.
- 4- Zobel, B. J. (1976). Wood properties as affected by changes in the wood supply of southern pines. *Tappi*: 59 (4): 126-128.
- 5- Franklin, G. L. (1954). A rapid method of softening wood for ... tropical woods 88, 35-6
- 6- Cole, D.E.; Zobel, B.J. and Roberds, J.H., 1966. Slash, loblolly and longleaf pine in a mixed natural stand. A comparison of their wood properties, pulp yield and paper properties. *Tappi* 49:161-166.
- 7- Jackson, A. B. and Dallimore, W. (1948). *A Handbook of coniferae*.
- 8- Palmer, E.R., Gibbs, J.A., 1967. The pulping characteristics of *Pinus caribaea* from Sabah. *Tropical prod. Ins. Report* L 12.
- 9- McMillan, W. B. (1968). A study in the comparative lengths of tracheids of red spruce grown under free and suppressed conditions. *J. for.* 23, 34-42.

جدول شماره ۱- مشخصات درختان قطع شده

شماره درخت	قطر برابر سینه (سانتیمتر)	ارتفاع درخت (متر)	تعداد دیسک
۱	۲۷/۰۷	۲۰/۰۵	۵
۲	۲۱/۹۸	۱۹/۷۰	۵

جدول شماره ۲- میانگین پهنای دواير سالیانه و رویش سالیانه دو درخت کاج تدا

شماره دیسک	پهنای دواير سالیانه (میلیمتر)	
	درخت شماره ۱	درخت شماره ۲
۱	۳/۶۲	۲/۵۱
۲	۳/۵۲	۲/۱۶
۳	۳/۱۲	۲/۳۵
۴	۳/۲۳	۲/۳۰
۵	۳/۰۳	۲/۲۳
میانگین	۳/۳۱	۲/۳۵
انحراف معیار	۰/۲۶۰	۰/۱۳۳
میانگین دو درخت	۲/۸۳	

جدول شماره ۳- میانگین پهنای و درصد چوب پایان

شماره درخت	میانگین پهنای دواير رویشی سالیانه (mm)	میانگین پهنای چوب پایان (mm)	چوب پایان (%)
۱	۳/۳۱	۰/۷۵۶	۲۲/۸۵
۲	۲/۳۵	۰/۵۹۷	۲۵/۲۲
میانگین دو درخت	۲/۸۳	۰/۶۷۶	۲۴/۱۳
انحراف از معیار	۰/۶۷۹	۰/۱۱۲	۰/۰۱۸

جدول شماره ۴- میانگین ابعاد تراکتید چوب آغاز، پایان و تمام چوب کاج تدا از منطقه پیلمبرا

شماره درخت	محل نمونه	طول تراکتید (mm)	قطر تراکتید (μ)	قطر حفره تراکتید (μ)	ضخامت دیواره سلولی (μ)
درخت شماره ۱	آغاز	۳/۵۰	۴۲/۸۸	۳۵/۱۲	۳/۸۷
	پایان	۳/۹۲	۳۵/۶۱	۲۲/۸۰	۶/۴۳
درخت شماره ۲	آغاز	۳/۴۱	۴۱/۹۲	۳۴/۷۰	۳/۶۰
	پایان	۳/۷۸	۳۵/۴۷	۲۳/۱۳	۶/۱۶
میانگین دو درخت	آغاز	۳/۴۶	۴۲/۴۰	۳۴/۹۱	۳/۷۲
	پایان	۳/۸۵	۳۵/۵۴	۲۲/۹۷	۶/۲۹
میانگین کل		۳/۶۵	۳۸/۹۷	۲۸/۹۳	۵/۰۱

جدول شماره ۵- ضرایب کاغذ سازی چوب کاج تدا از منطقه پیلمبرا

میانگین کل	درخت شماره ۲			درخت شماره ۱			فاکتور کاغذسازی
	کل	پایان	آغاز	کل	پایان	آغاز	
۹۴/۹۶	۹۳/۹۵	۱۰۶/۵۷	۸۱/۳۴	۹۵/۹۷	۱۰۸/۶۱	۸۳/۶۱	ضریب درهم رفتگی
۷۳/۴۸	۷۳/۷۴	۶۵/۲۱	۸۲/۲۸	۷۳/۱۲	۶۴/۰۳	۸۲/۲۱	ضریب نرمش
۲۶/۴۸	۲۵/۹۵	۳۴/۷۳	۱۷/۱۷	۲۶/۹۹	۳۶/۰۶	۱۸/۰۵	ضریب رونکل

جدول شماره ۶- طبقه بندی تراکتید برحسب طول

محل نمونه	حداقل (mm)	حداکثر (mm)	میانگین (mm)
چوب آغاز	۲/۲۱	۴/۷۲	۳/۴۶
چوب پایان	۲/۳۵	۵/۲۱	۳/۸۵

شکل شماره ۱- چگونگی اندازه‌گیری رویش قطری

شکل شماره ۲- روش تهیه دیسک

شکل شماره ۳- مراحل تهیه تراشه‌های چوب از دیسکها

نمودار شماره ۴- تاثیر ارتفاع بر طول تراکتید در کاج تدا

نمودار شماره ۵- تاثیر دایره رویشی بر طول تراکنید در کاج تدا

نمودار شماره ۶- تاثیر ارتفاع بر قطر تراکتید در کاج تدا

نمودار شماره ۷- تاثیر دایره رویشی بر قطر تراکتید در کاج تدا

نمودار شماره ۸- تاثیر ارتفاع بر قطر حفره تراکئید در کاج تدا

نمودار شماره ۹- تاثیر دایره رویشی بر قطر حفره تراکئید در کاج تدا

نمودار شماره ۱۰- تاثیر ارتفاع بر ضخامت دیواره سلولی در کاج تدا

نمودار شماره ۱۱- تاثیر دایره رویشی بر ضخامت دیواره سلولی در کاج تدا

هیستوگرام شماره ۱۲ - فاکتورهای کاغذ سازی چوب در کاج تدا

Investigation on Trachieds characteristics of *Pinus teada*

Jahan-Latibari A.¹, Golbabaei, F.² and Amin, M.R.³,

Abstract

Pinus teada, which was planted in Pelembra region, shows promising both in growth rate and adaptability. Even though the fiber geometry of *P. teada* wood in its native growth region is excellent, but for utilization of this wood in pulping, the knowledge of its technological characteristics especially fiber geometry is required.

Two trees of this species were randomly selected from Pelembra forests plantation in Gilan and after felling were cut in smaller bolts and transferred to wood & paper research laboratory, research institute of forests and rangelands. Five cross-sections with the thickness of 15 cm were cut from each tree and the cross-sections were used for selection of samples. Fiber geometry measurement samples were prepared from every five annual rings and from each sample, springwood (early wood) and summer wood (late wood) sample were cut separately. Preparations of fiber geometry samples were according to procedure developed by Franklin (1954) and from each sample the dimension of 30 complete and unbroken trachieds was measured. Trachied length, diameter, cell wall thickness and lumen diameter was measured for different elevation in tree and different growth rings in cross-section. Dimension of 3,00 trachieds were measured totally.

Average trachied length, diameter, lumen diameter and cell wall thickness of early wood were measured at 3.65mm, 38.97 μm , 28.94 μm and 3.72 μm respectively. Related values for late wood is as follow: trachied length 3.84mm; diameter, 35.54 μm ; lumen diameter, 22.96 μm ; and cell wall thickness, 6.29 μm . Average annual growths were measured at 5.66 mm and late wood percentage at 24.13. Felting, flexibility and runkel coefficients were calculated at 97.96, 73.48, and 26.74 respectively.

The result of this study indicates that all measured properties increases with increasing the height of tree and from center (pith) toward outer regions (bark). However all the measured values decreased at highest as well as outer locations.

Statistical analysis indicated that the difference in measured properties at different heights of trees to from center and bark is significantly different at 1% level.

Key word: *Pinus teada*, trachied length, diameter, lumen diameter, cell wall thickness, early wood and late wood.

¹ – Faculty, Islamic Azad University, Karaj Branch

² – Faculty, Research Institute of Forests and Rangelands

³ – Former student, Islamic Azad University, Karaj Branch