بررسی مقایسه‌ای ابعاد فیبر چوب تنه با شاخه گونه ممرز (*Carpinus betulus* L.)

سعید مهدوی[1] و مسعودرضا حبیبی[1]

چکیده

نیاز روزافزون صنایع چوب و کاغذ کشور به منابع چوبی و محدودیتهای اعمال شده برای استفاده از جنگلهای موجود، چالشهایی را بدین منظور طلب می‌کند که بهینه‌سازی الگوی بهره‌برداری از آن جمله می‌باشد. دنیا در سالهای اخیر به سمت استفاده از چوب درختان کم قطر و شاخه‌ها روی آورده است. درخت ممرز با توجه به وسعت پراکنش، مقام اول را در میان سایر درختان جنگلی در کشور ما داراست و استفاده صنعتی از شاخه‌های این درخت شاید بتواند بخشی از کمبود فعلی را جبران کند. این بررسی نشان داد که ابعاد فیبرهای چوب شاخه ممرز دارای اختلاف معنی‌داری با چوب تنه ممرز است. میانگین کلی طول فیبر تنه ممرز در ارتفاع برابر سینه سه درخت – ۱/۷۶۳ میلیمتر و برای دو شاخه– ۱/٤۲۹ میلیمتر بدست آمد. فیبرها در قسمتهای پایین چوب تنه و نیز مجاور پوست بلندتر هستند. لیکن تغییرات طول فیبر با جهت طولی این درخت فقط دارای همبستگی منفی و معنی‌دار بوده و با جهت شعاعی آن به دلیل دامنه کمتر تغییرات، همبستگی معنی‌داری ندارد. طول فیبرهای تنه ممرز تا سنین نزدیک به ۳۰ سال به حداکثر می‌رسد و از آن به بعد کوتاهتر می‌شود. روند تغییرات طول فیبر شاخه‌ها از پایین به طرف نوک شاخه دارای الگوی منظمی نمی‌باشد. مقایسه ضرایب کاغذسازی فیبرهای تنه با شاخه‌ها نشان داد که به‌رغم وجود اختلاف معنی‌دار بین ابعاد فیبرهای این دو قسمت و بیشتر بودن تمامی این ابعاد برای تنه درخت ممرز، ضریب درهم رفتگی و رانکل (پاره شدن) فیبرهای شاخه، بیش از تنه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی:چوب ممرز، ابعاد فیبر، چوب شاخه، طول فیبر، قطر فیبر، ضخامت دیواره سلولی

۱ –اعضاء هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. E-mail: smahdavi@rifr-ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

در گذشته نه چندان دور، چوب جنگلهای شمال ایران تنها به مصارف سنتی از قبیل تهیه الوار، تراورس، نعل، دو نعل، چهار تراش و بهره‌برداریهای معدودی می‌رسید که حاصل تجارب گذشتگان در استفاده از چوب تنه درختان بود و چوبهای کم قطر نظیر شاخه چندان مورد توجه نبودند. پیشرفت در صنایع چوب و کاغذ سبب شد که به موازات مصارف سنتی، صنایع مدرن‌تر با جهش سریعی رونق پیدا کند و به دلیل نیاز زیاد آنها به چوب، قسمتهای کم قطر درخت نظیر شاخه نیز مورد توجه قرار گیرند. استفاده بهینه از همه قسمتهای درخت، ارزش افزوده‌ای را برای اقتصاد کشور به دنبال دارد که در این خصوص درخت ممرز به لحاظ وسعت پراکنش و درصد حجمی، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (جدول شمارهٔ ۱).

به این منظور، شناخت تفاوتهای موجود بین خواص مختلف چوب تنه با شاخه درخت ممرز می‌تواند در بهینه‌سازی کمی و کیفی تولید محصولات مختلف سلولزی و نیز جبران بخشی از کمبود ماده اولیه چوبی صنایع مزبور، مؤثر واقع شود.

جدول شمارهٔ ۱- طبقه‌بندی جنگلهای شمال برحسب درصد حجمی و وسعت گونه‌ها

گونه	مساحت (هزار هکتار)	درصد حجمی
ممرز	٤٥٧	۳۳
راش	۳٦۰	۲٦
توسکا	۱۲٥	۹
افرا	۱۱۱	۸
بلوط	۱۱۱	۸
نمدار	٦۹	٥
بقیه	۱٥۲	۱۱
جمع	۱۳۸٥	۱۰۰

مأخذ: ارسطو سعید-۱۳۷٤

Archive of SID

www.SID.ir

در تغییرات ساختار چوب علاوه بر پهنای رویش سالیانه، مورفولوژی الیاف، ساختمان فرا ساختاری و ترکیبهای شیمیایی متغیر هستند. این ویژگیها هم در میان درختان و هم در داخل یک درخت از یک گونه تغییر می‌کنند. این در حالی است که ساختار چوب بخشهای مختلف درخت مانند شاخه و ریشه با تنه متفاوت است. لیکن به دلیل اهمیت کمتر آنها در مقابل چوب تنه به لحاظ کاربرد، اطلاعات نسبتاً کمی در این خصوص وجود دارد. تفاوتهای عمده بین چوب شاخه و ریشه با تنه را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

۱- از آنجایی که معمولاً شاخه کندتر از تنه درخت رشد می‌کند، پهنای رویش سالیانه شاخه درخت کمتر است.

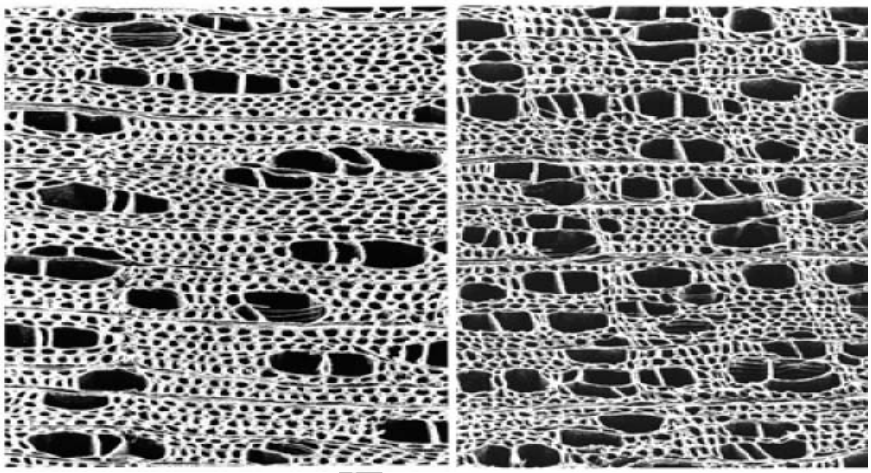
۲- شاخه در مقطع عرضی معمولاً برون مرکزی دارد. در سوزنی‌برگان دوایر رویش سالیانه در بخش پایینی شاخه پهن‌ترند در حالی که در پهن‌برگان برعکس است (شکل شمارهٔ ۱). بسیاری از عوامل نظیر فاصله از تنه، قطر شاخه، زاویه شاخه نسبت به تنه و طول شاخه با برون مرکزی مرتبط هستند. به عنوان یک قاعده کلی، برون مرکزی با چوب واکنشی همراه است یعنی شاخه دارای مقدار قابل توجهی چوب واکنشی با ویژگیهای پست‌تر الیاف می‌باشد. میزان اختلاف چوب شاخه نسبت به چوب طبیعی تنه به مقدار زیادی به فراوانی چوب واکنشی در شاخه مربوط است(Tsoumis، ۱۹۹۱).

۳- ابعاد سلولهای طبیعی چوب شاخه نسبت به چوب تنه کوچک‌تر است (جدول شمارهٔ ۲). به عبارت دیگر، سلولهای چوبی شاخه نسبت به تنه کوتاهتر و باریک‌تر هستند (Tsoumis، ۱۹۹۱) که این موضوع در مورد تراکئیدهای سوزنی‌برگان و نیز الیاف و عناصر آوندی توسط Sanio (۱۹۷۲) مورد بررسی قرار گرفته است. وی مشاهده نمود که طول تراکئیدهای چوب شاخه با محل قرار گرفتن شاخه بر روی تنه درخت مرتبط است و تراکئیدهای شاخه‌هایی که از محل تنه با تراکئیدهای بلند روییده‌اند نیز نسبتاً بلند می‌باشد و برعکس. او همچنین مشاهده نمود که طول تراکئیدها

Archive of SID

www.SID.ir

از انتها تا نوک شاخه نیز متغیر است. روند این تغییر از انتهای شاخه به طرف نوک آن ابتدا افزایش و بعد کاهش نشان داد. این مورد در شاخه‌های یک ساله کاج ژاپنی (*Pinus densiflora*) نیز همین روند را دارد.



شکل شمارهٔ ۱- چوب کششی (سمت چپ) و چوب مقابل آن (سمت راست) در شاخه یک پهن برگ (*Betula pubescens*) مأخذ: Kellomäki (۱۹۹۸)- عکس از Pekka Saranpaa

جدول شمارهٔ ۲- طول سلولهای چوبی شاخه و تنه چند گونه شرق آمریکا

نوع سلول چوبی	طول سلول در تنه (میلیمتر)	طول سلول در شاخه (میلیمتر)
تراکئید هشت سوزنی‌برگ	۳/٤٤	۱/۸۱
الیاف هشت پهن‌برگ پراکنده آوند	۱/۱٦	۰/۸۳
الیاف چهار پهن‌برگ بخش روزنه‌ای	۱/۲٤	۰/۹٤
عناصر آوندی هشت پهن‌برگ پراکنده آوند	۰/٥٤	۰/٤٥
عناصر آوندی چهار پهن‌برگ بخش روزنه‌ای	۰/۳۱	۰/۲٥

مأخذ: Fengel (۱۹٤۱)

Archive

www.SID.ir

۴- Bhat (۱۹۸۲) اظهار نموده است که در شاخه، ویژگیهای اصلی ساختمان چوبهای پراکنده آوند و بخش روزنه‌ای حفظ می‌شود، اگر چه آوندها در تنه کوچکتر هستند و تعداد آنها در واحد سطح مقطع عرضی بیشتر است، لیکن چوب شاخه دارای سلولهای اشعه چوبی بیشتری است. در درخت توس، چوب شاخه مشابه جوان چوب می‌باشد.

در ایران مطالعات پراکنده‌ای با روشهای مختلف به منظور اندازه‌گیری خواص مختلف چوب ممرز انجام گرفته است. ابعاد الیاف و ضرایب کاغذسازی از جمله این خواص می‌باشند که توسط دو گروه به شرح جدول شمارهٔ ۳ مورد اندازه‌گیری قرار گرفته‌اند.

جدول شمارهٔ ۳- ابعاد الیاف و ضرایب کاغذسازی چوب ممرز

منبع	طول فیبر (میلیمتر)	قطر فیبر (میکرون)	قطر حفره سلولی (میکرون)	ضخامت دیواره سلولی	ضریب درهم رفتگی	ضریب انعطاف‌پذیری	ضریب پارگی
سلیمانی (۱۳۵۵)	۱/۳	۲٤/۲	۱۲/۲۷	٦/۰٥	٥٦/٦۲	٥۰/۳٥	٤۹/٦٥
کیمیا (۱۳٦۷)	۱/۳۹(۱) ۱/۱۱(۲) ۱/۱۰(۳)	۲٥	-	٦/۲	٥٥/٦	-	٤۹/٦

(۱) درخت کهنسال (۲) درخت جوان (۳) سرشاخه

حسین‌زاده و شیخ‌الاسلامی (۱۳٦۳) بررسی در باره تغییرات طول فیبر و پهنای دوایر سالیانه گونه ممرز در سه منطقه ارتفاعی جنگلهای اسالم انجام دادند. میانگین طول فیبر چوب گونه ممرز ۱/۷۱ میلیمتر (با حدود تغییرات ۱/۱۲ تا ۲/٤۰ میلیمتر) و در مناطق مختلف پایین بند، میان بند و بالابند به ترتیب ۱/۷۹، ۱/٦۹ و ۱/٦٦ میلیمتر

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری شد. هرچند تغییرات این ارقام به ظاهر روندی منظم را نشان می‌دهد، ولی نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که این تغییرات قابل ملاحظه نبوده و در سطح ۵٪ معنی‌دار نیست. به عبارت دیگر، ارتفاع از سطح دریا در این جنگلها تأثیر چندانی بر اندازه طول فیبر نداشته است. اختلاف طول فیبر درختان در هر یک از این مناطق در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بوده است. در این بررسی همبستگی بین طول فیبر با سن درخت و طول فیبر با پهنای دایره سالیانه درختان در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده است که به ترتیب این همبستگی ها مثبت و نیز مثبت یا منفی (با توجه به هر منطقه ارتفاعی) بوده‌اند.

دوست حسینی و پارساپژوه (۱۳۷٦) طی بررسی که درباره تغییرات طول فیبر چوب گونه ممرز جنگل خیرودکنار در محورهای شعاعی و طولی درخت انجام دادند نتیجه‌گیری کردند که تغییرات طول فیبر در محور شعاعی درخت صعودی است و نشان می‌دهد که در قسمتهای بیرونی تنه (در مجاورت پوست) فیبرها بلندتر هستند. همچنین فیبرهای چوب ممرز در پایین تنه درخت، بلندتر از قسمتهای بالایی هستند. تغییرات افزایش طول فیبر از مغز به طرف پوست از ۱/۳۳ تا ۱/۵۹ میلیمتر نوسان دارد و از پایین درخت به طرف بالای آن به‌ترتیب از۱/٦۰ تا ۱/۲۹ میلیمتر تغییر می‌کند. میانگین کل طول فیبر درختان ممرز در این منطقه ۱/٤۷ میلیمتر گزارش شده است.

مواد و روشها

درختان ممرز از پارسل ۳۳ جنگل آموزشی شصت کلاته با ارتفاع از سطح دریا ۹۳۰-۷۷۰ متر واقع در ۱۷ کیلومتری جنوب غربی گرگان با طول جغرافیایی ´۲٤-۲۰ و ° ٥٤ شرقی و عرض جغرافیایی ´٤٥-٤۱ و °۳٦ شمالی قطع شد. خاک این جنگل به رنگ قهوه‌ای با بافت شنی، رسی، لومی و بسیار عمیق از جمله خاکهای نیمه مرطوب با اسیدیته ٦/۹ می‌باشد. دارای اقلیم منطقه خزری است که با هوایی معتدل و تغییرات

Archive of SID

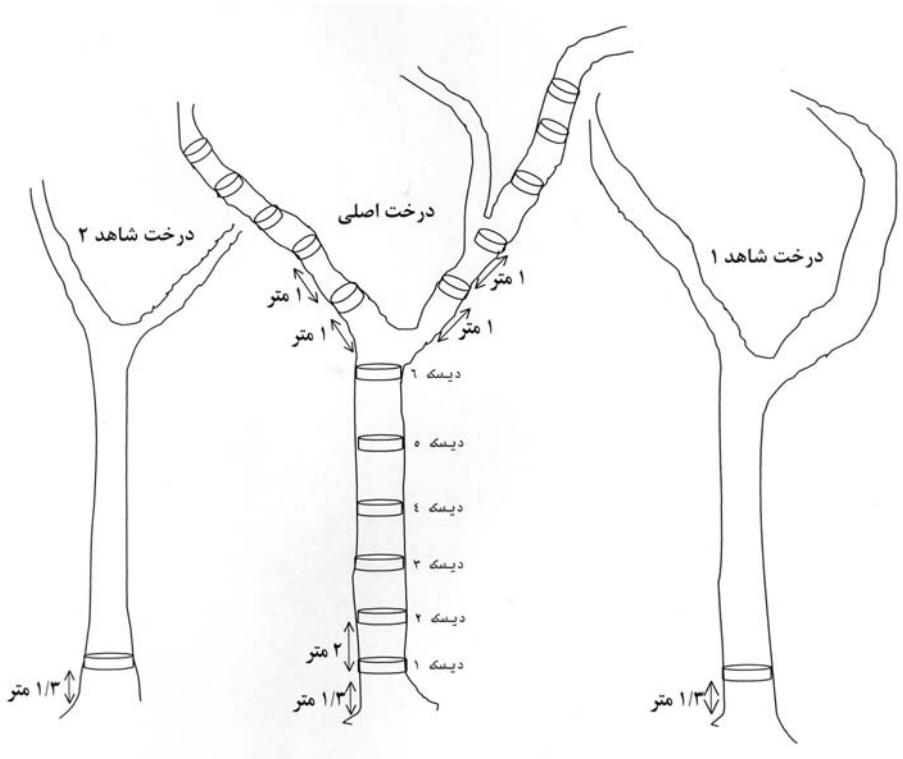
www.SID.ir

سالیانه کم درجه حرارت دارای متوسط بارندگی سالیانه ٦٤۹ میلیمتر می‌باشد.

چوب مورد بررسی از سه اصله درخت ممرز سالم با فرم و رشد طبیعی که یکی از آنها برای مقایسه ابعاد الیاف چوب تنه با دو شاخه آن و دو اصله دیگر (شاهد) برای مقایسه بین ابعاد الیاف چوب تنه‌های سه درخت از ارتفاع برابر سینه درختان تهیه شد. به منظور بررسی روند تغییرات ابعاد فیبر در جهت طولی و شعاعی درخت اصلی، تعداد ۵ دیسک از تنه و نیز هر یک از شاخه‌های آن تهیه شد. نمونه برداری از دوایر رویش سالیانه ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۷۰ دیسکها انجام شد و پس از جداسازی الیاف به روش فرانکلین (۱۹٥٤) ابعاد الیاف ۱۰۰ فیبر سالم برای هر یک از این دوایر در دیسکها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. شکل شماره ۲ نحوه نمونه برداری از درختان را نشان می دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل شمارهٔ ۲- نحوهٔ نمونه‌برداری از درخت اصلی و شاهد ممرز برای اندازه‌گیری ابعاد الیاف

www.SID.ir

برای بررسی اختلاف بین میانگین ابعاد الیاف درختان اصلی و شاهد و نیز درخت اصلی با شاخه‌ها، از آزمون t استفاده شد. برای بررسی اختلاف بین میانگین ابعاد فیبر در جهات طولی (ارتفاع) و شعاعی (دوایر سالیانه) این درخت از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد.

نتایج

میانگین کلی طول فیبر تنه ممرز در ارتفاع برابر سینه سه درخت – ۱/۷۶۳ میلیمتر و میانگین کلی طول فیبر در جهات شعاعی و طولی تنه اصلی – ۱/۷۱٤ میلیمتر اندازه‌گیری شد. همچنین میانگین کلی طول فیبر برای دو شاخه– ۱/٤۲۹ میلیمتر بدست آمد. برای تنه سه درخت، تنه اصلی و شاخه‌ها، میانگین کلی قطر فیبر به ترتیب ۲۳/۲٤، ۲٦/٥٤ و ۱۹/۸۷ میکرون، میانگین کلی ضخامت دیواره سلولی به ترتیب ٦/۰۸، ٦/۷۲ و ٥/۱٦ میکرون و میانگین کلی قطر حفره سلولی به ترتیب ۹/۷۸، ۱۲/٤۸ و ۷/۹۷ میکرون اندازه‌گیری شد.

طول فیبر (با دامنه تغییرات ۱/۷۸–۱/٦۱ میلیمتر) با افزایش ارتفاع درخت اصلی کاهش می‌یابد (شکل شمارهٔ ۳) در حالی که طول فیبر با افزایش فاصله از مغز به‌طرف پوست (با دامنه ۱/۷٥–۱/٦٥ میلیمتر) تا حدود دایره ۳۰ افزایش و بعد از آن کاهش می‌یابد (شکل شمارهٔ ٤). تجزیه واریانس طول فیبر در دو جهت طولی (ارتفاع) و شعاعی درخت حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد. روند تغییرات طول فیبر شاخه‌ها با افزایش ارتفاع (با دامنه ۱/٤۷–۱/٤۱ میلیمتر) و نیز فاصله از مغز به طرف پوست (با دامنه ۱/۳۷ تا ۱/٤۸ میلیمتر) در درخت اصلی تقریباً صعودی است. در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری از نظر طول فیبر در میان سه درخت ممرز در ارتفاع برابر سینه مشاهده نشد. لیکن این اختلاف بین تنه اصلی با شاخه‌های آن (با دامنه ۱/۳۳تا ۱/۷۳ میلیمتر) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد.

Archive of SID

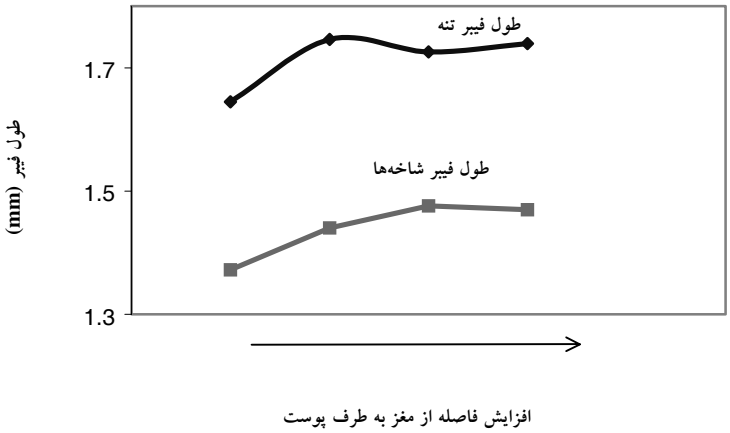
www.SID.ir

شکل شمارهٔ ۳- مقایسه طول فیبر تنه با شاخه‌ها از پایین به طرف بالای درخت

روند تغییرات قطر فیبر با افزایش ارتفاع درخت (با دامنه ۲۸/۱۷-۲۵/۹۳ میکرون) و نیز افزایش فاصله از مغز به طرف پوست (با دامنه ۲۸/۲۸-۲٤/۸٤ میکرون) در شکلهای شمارهٔ ۵ و ٦ قابل مشاهده است. تجزیه واریانس این تغییرات نشان داد که اختلاف بین قطر فیبر در ارتفاع درخت در سطح ۵٪ معنی‌دار نبوده، ولی بین دوایر رویشی در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد.

Archive of

www.SID.ir



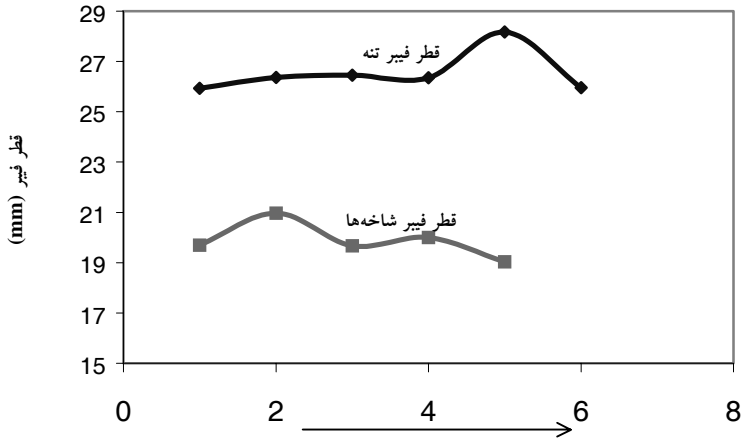
شکل شمارهٔ ٤- مقایسه طول فیبر تنه با شاخه‌ها از مغز به طرف پوست

آزمون t اختلاف بین قطر فیبرهای تنه و شاخه‌های آن را (با دامنه ۲٦/٦٦-۱۸/۸ میکرون) در سطح ۱٪ مثبت نشان داد. در هر دو مورد، حداقل میانگین مربوط به فیبرهای شاخه می‌باشد.

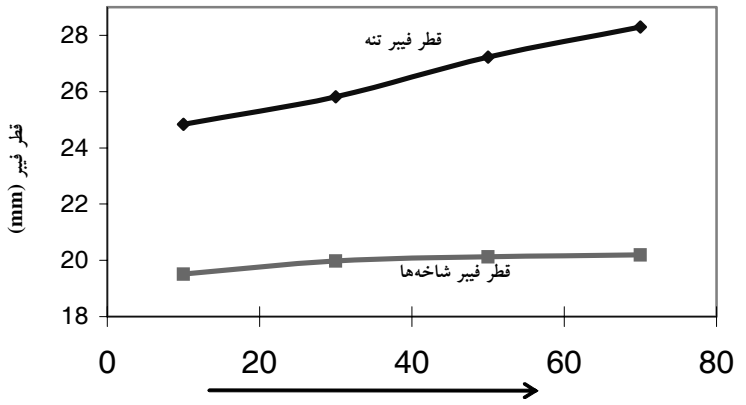
مقایسه میانگین قطر حفره سلولی (با دامنه ۱۲/٤۸-۷/۹۷ میکرون) و نیز ضخامت دیواره سلولی (با دامنه ٦/۷۲ - ٥/۱٦ میکرون) فیبرهای تنه با شاخه ممرز حاکی از وجود اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ است که در هر دو مورد، حداقل میانگین مربوط به فیبرهای شاخه می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل شمارهٔ ۵- مقایسه قطر فیبر تنه با شاخه‌ها از پایین به طرف بالای درخت



شکل شمارهٔ ٦- مقایسه قطر فیبر تنه با شاخه‌ها از مغز به طرف پوست

www.SID.ir

مقایسه میانگینهای ضرایب کاغذسازی فیبرهای شاخه با تنه نشان داد که به رغم کمتر بودن ابعاد فیبر شاخه نسبت به تنه درخت اصلی، میانگین ضریب درهمرفتگی و ضریب مقاومت به پارگی (رانکل) فیبرهای شاخه بیشتر از تنه می‌باشد و فقط ضریب انعطاف‌پذیری فیبرهای تنه بیشتر از شاخه است (جدول شمارهٔ ٤).

جدول شمارهٔ ٤- مقایسه ضرایب کاغذسازی فیبرهای تنه با شاخه گونه ممرز

ضریب کاغذسازی	تنه	شاخه
ضریب درهم رفتگی(L/D)	٦٥/١٧	٧٢/٠١
ضریب انعطاف پذیری١٠٠ ×(C/D)	٤٨/٠٢	٤٢/٧١
ضریب رانکل١٠٠×(2P/D)	٥١/٩٨	٥٣/٣٤

L= طول فیبر D= قطر فیبر C= قطر حفره سلولی P= ضخامت دیواره سلولی

بحث

طول سلولها در یک درخت و میان درختان یک گونه متفاوت است. لیکن به صورت ژنتیکی به نحو نیرومندی کنترل می‌شود. این ویژگی با تغییر الگوی رشد در جنگلداری نیز قابل تغییر است (Zobel، **١٩٨٩**). مقایسه میانگین کلی طول فیبر گونه ممرز در رویشگاه شصت کلاته گرگان (١/٧١٤ میلیمتر) حاکی از این است که این گونه در زمره پهن‌برگان با طول فیبر بلند قرار می‌گیرد و نسبت به میانگین رویشگاه خیرودکنار (دوست حسینی و پارساپژوه- ١٣٧٦) ٠/٢٤ میلیمتر بیشتر است در حالی که تقریباً مشابه با رویشگاه اسالم (حسین‌زاده و شیخ‌الاسلامی - ١٣٦٣) می‌باشد. روند تغییرات طول فیبر در جهات طولی و شعاعی این درخت نیز مشابه با الگوی دو منبع ذکر شده و نیز Panshin (١٩٨٠) است. یعنی فیبرها در قسمتهای پایین چوب تنه و نیز مجاور پوست بلندترهستند. به طور کلی دوایر سالیانه واقع در مرکز تنه در تمام طول درخت ممرز، حاوی کوتاهترین فیبرها بوده و همچنان که سن درخت بالا می‌رود طول فیبرها

Archive of SID

www.SID.ir

نیز افزایش می‌یابد تا در سنین نزدیک به ۳۰ سال به حداکثر می‌رسد و از آن به بعد کوتاهتر می‌شود. سلولهای لایه زاینده جوان در مراحل تقسیم سلولی، فیبرهای کوتاهتری بوجود آورده که با افزایش سن، سلولهای طویل‌تری تولید می‌کنند. در این مورد، تعدادی از محققان (منابع ٦, ۱۲ و ١٤) نتایج مشابهی را درباره تغییرات طول فیبر اکالیپتوس که در شمار پراکنده آوندهاست، گزارش کرده‌اند. بین میانگین طول فیبر چوب تنه با شاخه‌ها در هر دو جهت، اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به طوری که میانگین کلی طول فیبر چوب تنه ممرز نسبت به شاخه‌هایش ۰/۲۸ میلیمتر بیشتر است. این در حالی است که میان طول فیبرهای چوب تنه سه درخت ممرز در ارتفاع برابر سینه آنها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ وجود ندارد. روند تغییرات طول فیبر شاخه‌ها از پایین به طرف نوک شاخه مشابه الگوی ارائه شده برای سوزنی‌برگان که توسط Sanio (۱۹۷۲) گزارش شده است، نمی‌باشد (شکل شمارهٔ ۳).

میانگین کلی قطر فیبر بدست آمده برای چوب تنه‌های اصلی و شاهد، در حدود منابع ذکر شده جدول شمارهٔ ۳ می‌باشد، لیکن چوب شاخه دارای قطر فیبر کمتری در مقایسه با این منابع می‌باشد. بررسی همبستگی میان قطر فیبرها با جهات طولی و شعاعی چوب تنه اصلی و شاخه‌ها نشان داد که قطر فیبر فقط با افزایش سن تنه اصلی همبستگی مثبت دارد. میانگین قطر فیبرهای چوب تنه اصلی نسبت به شاخه‌ها بیش حدود ۲۵٪ (٦/٦٧ میکرون) بیشتر است.

میانگین قطر حفره و ضخامت دیواره فیبرهای چوب تنه اصلی تقریباً با سایر منابع (جدول شمارهٔ ۳) مشابه می‌باشد و نسبت به شاخه‌ها به ترتیب حدود ۳٦٪ (٤/٥ میکرون) و ۲۳٪ (۱/۵۳ میکرون) بیشتر است.

مقایسه ضرایب کاغذسازی فیبرهای تنه با شاخه‌هایش نشان داد که به رغم وجود اختلاف معنی‌دار بین ابعاد فیبرهای این دو قسمت و بیشتر بودن تمامی این ابعاد برای تنه درخت ممرز، ضریب درهم رفتگی و رانکل (پاره شدن) فیبرهای شاخه، بیش از تنه

Archive of SID

www.SID.ir

می‌باشد. این موضوع به لحاظ امکان استفاده عملی از چوب شاخه در صنایع چوب و کاغذ می‌تواند حائز اهمیت بوده و کیفیت محصول ساخته شده را به‌رغم ضعف نسبی طول فیبر شاخه بهبود بخشد. از طرف دیگر برای کاغذسازی از چوب این گونه، با توجه به بلندتر بودن فیبرهای قسمتهای پایین‌تر چوب تنه، بدین منظور می‌توان با انجام بررسیهای لازم، از نسبت اختلاط مناسب چوب تنه و شاخه استفاده کرد. البته سایر خواص چوب شاخه شامل خواص فیزیکی (مثل میزان پوست و جرم مخصوص) و شیمیایی (درصد سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر) نیز بر کمیت و کیفیت فرآورده سلولزی تأثیرگذار هستند که باید در کنار ابعاد فیبر، مورد توجه کافی قرار گیرند.

منابع مورد استفاده

۱- بی‌نام، ۱۳٦۷. برنامه بیست ساله توسعه صنایع کاغذسازی کشور، مجلهٔ کیمیا، ویژه‌نامه ۹ و ۱۰، مهر و آبان.

۲- حسین‌زاده، ع. و شیخ الاسلامی، م.، ۱۳٦۳. بررسی تغییرات طول فیبر و دوایر رویش سالیانه ممرز در سه ارتفاع جنگلهای اسالم، نشریه شمارهٔ ۳٦، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۳٤ صفحه.

۳- دوست حسینی، ک. و پارساپژوه، د.، ۱۳۷٦. بررسی تغییرات خواص فیزیکی و طول الیاف چوب گونه ممرز در محورهای شعاعی و طولی درخت، مجلهٔ منابع طبیعی ایران، شمارهٔ ۱- (۵۰): ٦۹-۷۸.

٤- سعید، ا.، ۱۳۷٤. مبانی اقتصادی-عملی اداره جنگلها، انتشارات دانشگاه تهران، شمارهٔ ۲۲۵۷، ۳۳۵ صفحه.

۵- سلیمانی، پ.، ۱۳۵۵. خواص بیومتریک ممرز از نظر کاغذسازی، نشریه دانشکدهٔ منابع طبیعی (۳۲):۲٦-۳۵.

Archive of SID

www.SID.ir

٦- مهدوی، س.، ۱۳۸۳. بررسی همبستگی ابعاد الیاف و جرم مخصوص با میزان رویش قطری و سن در چوب اکالیپتوس کامادولنسیس، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، نشریهٔ چوب و کاغذ ایران، شمارهٔ ۱-۱۹.

7- Bhat, K.M.1982.A note on cellular proportions and basic density of lateral roots in birch. *IAWA Bull. n.s.* 3(2):89-94.

8- Fengel. A.C.1941. Comparative Anatomy and varying Physical Properties of Trunk, Branch and Root Wood in Certain Northeastern Trees. New York State College of Forestry, Tech. Bull. No.55.

9- Franklin, G.L. 1954. A rapid method for softening wood for microtome sectioning, Tropical woods. pp. 36-88.

10- Kellomäki,S.1998.Forest Resources and Sustainable Management, Published in cooperation with the Finnish Paper Engineers' Association and TAPPI.

11- Panshin, A.J. and C. De Zeeuw,1980. Textbook of wood technology, 4th edition, McGraw Hill Inc., New York, 722 p.

12- Sanio, K.1972.Über die Grösse der Holzzellen bei der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris),Jahrb. wiss. Bot.* 8:401-420.

13- Taylor, F.W.1973.Variation in anatomical properties of South Africa grown *Eucalyptus grandis*, Appita Journal 27(3):171-178.

14- Taylor, F.W. 1975.Fiber length measurements, An accurate inexpensive technique, Tappi Journal 58(12:126-127).

15- Tsoumis, G. 1991. Science and technology of wood, Structure, Properties, Utilization, Chapman & hall, England,494 p.

16- Zobel, B.g. & Buijtenen,p.,1989.Wood variation, Its causes and control, Springer-Verlag, Germany, 348 p.

Archive of SID

www.SID.ir