Karafan

Quarterly Scientific Journal of Technical and Vocational University

Winter 2022, Vol. 18, No. 4, p. 251-263

Journal homepage: https://karafan.tvu.ac.ir/?lang=en

TVU

doi:10.48301/KSSA.2021.286233.1530 20.1001.1.23829796.1400.18.4.17.2

Original Research

E-ISSN: 2538-4430
ISSN: 2382-9796

Investigation of Anatomical and Physical Properties of Plum Wood (Prunus Cerasifera) in the Wood and Paper Industry

Mojtaba Rezanezhad Divkolae[1*], Amin Khatiri[2], Ali Hassanpoor Tichi[3]

[1,2]Undergraduate Student, Department of Wood Industry, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran.

[3]Assistant Professor, Department of Wood Industry, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Received: 06.11.2021
Revised: 08.13.2021
Accepted: 09.18.2021

Keyword:
Prunus Cerasifera
Semi ring porous
Simple perforation plates
Basic density

***Corresponding Author:**
Mojtaba Rezanezhad Divkolae
Email:
rezanezhad.mojtaba79@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the biometric, anatomical and physical characteristics of plum wood and its applicability in the wood and paper industry. For this aim, three completely healthy plum trees were selected and cut from citrus orchards located in Mazandaran Province. Three discs of 5 cm thickness at three heights (breast height, 3 m height, and 4.5 m height) were cut from the tree trunk in transverse direction and the test specimens were 2 cm × 2 cm × 3 cm- long from the pith to the bark and cut consecutively for examination. Fiber biometric properties including fiber length, fiber lumen diameter, fiber diameter, and cell wall thickness were evaluated. Physical properties including oven-dry density and basic density were calculated. Microscopic sections (transverse, tangential and radial) were prepared and evaluated in accordance with the list of the International Association of Anatomists of the World (IAWA) to study anatomical features. Examination of the anatomy of the plum tree showed that this wood is a semi ring porous hardwood that has distinct growth ring, heterogeneous rays, simple perforation plates, alternative intervessel pits and helical thickenings in vessel elements. In addition, the results of the plum tree biometrics showed that the biometric properties of the fibers in the radial axis of the stem from the pith to the bark follow an increasing pattern, so that the maximum fiber length at the breast height in the area close to the bark averages 1.23 mm and its lowest value at a height of 4.5 m in the area close to the pith was calculated to an average of 0.62 mm. However, in the longitudinal axis with increasing height from the trunk to the crown of the tree, a downward pattern was observed. The results showed that the oven-dry density and basic density from the pith to the bark of the tree had an upward trend and from the bottom of the tree to the crown of the tree had a downward trend.

© 2022 Technical and Vocational University, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

کارافن
فصلنامه علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای
زمستان ۱۴۰۰، دوره ۱۸، شماره ٤، ۲۶۳-۲۵۱
آدرس نشریه: https://karafan.tvu.ac.ir/
doi:10.48301/KSSA.2021.286233.1530
20.1001.1.23829796.1400.18.4.17.2
شاپای الکترونیکی: ۲۵۳۸-۴۴۳۰
شاپای چاپی: ۲۳۸۲-۹۷۹۶

مقاله پژوهشی

بررسی خواص آناتومی و فیزیکی چوب درخت آلوچه (*Prunus Cerasifera*) در صنعت چوب و کاغذ

مجتبی رضانژاد دیوکلایی[1*]، امین خطیری[2]، علی حسن پور تیچی[3]

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی، گروه صنایع چوب، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران.
۳- استادیار، گروه صنایع چوب، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۲۱
بازنگری مقاله: ۱۴۰۰/۰۵/۲۲
پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۲۷

کلید واژگان:
آلوچه
نیمه بخش روزنه‌ای
دریچه ساده
دانسیته بحرانی

***نویسنده مسئول:** مجتبی رضانژاد دیوکلایی
پست الکترونیکی:
rezanezhad.mojtaba79@gmail.com

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، بررسی ویژگی‌های بیومتری، آناتومی و فیزیکی چوب درخت آلوچه و قابلیت کاربرد آن در صنعت چوب و کاغذ می‌باشد. به همین منظور سه اصله درخت کاملاً سالم آلوچه به‌صورت کاملاً تصادفی از باغ مرکبات واقع در استان مازندران انتخاب و قطع گردید. سه دیسک به ضخامت ۵ سانتی‌متر در سه سطح ارتفاعی (قطر برابر سینه، ۳ و ۴/۵ متر) از ساقه درخت قطع و نمونه‌های آزمونی ۲×۲ cm به طول ۳ cm در جهت عرضی از مغز به سمت پوست به‌صورت متوالی تهیه و بررسی شدند. به سمت پوست از یک الگوی افزایشی پیروی می‌کند؛ به طوری که بیشترین میزان طول الیاف در ارتفاع برابر سینه در ناحیه نزدیک به پوست به میانگین ۱/۲۳ میلی‌متر و کمترین میزان آن در ارتفاع ۴/۵ متر در ناحیه نزدیک به مغز به میانگین ۰/۶۲ میلی‌متر محاسبه شد. اما روند تغییرات این ویژگی‌ها در محور طولی با افزایش ارتفاع از کنده به سمت تاج درخت، الگویی نزولی دارد. نتایج بررسی‌ها حاکی از آن بود که دانسیته خشک و بحرانی از مغز به سمت پوست درخت دارای روندی صعودی و از کنده به سمت تاج درخت دارای روندی نزولی می‌باشد.

© 2022 Technical and Vocational University, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

مقدمه

درختان یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی برای هر کشوری می‌باشند. یکی از ویژگی‌هایی که این ماده ارزشمند را نسبت به سایر مواد مانند فلزات، پلاستیک، سیمان و ... مبرا می‌کند تجدیدپذیری آن می‌باشد. امروزه با توجه به مشکلاتی که به علت موضوع تجدیدناپذیری، مصرف انرژی بالا در تولید و مهم‌تر از همه آسیب زدن به محیط زیست در استفاده از موادی مانند فولاد، بتن، آهن و ... وجود دارد گرایش جهانی به استفاده از منابع چوبی و تجدیدپذیر و تولید فراورده‌های چوبی دوچندان شده است. برای مثال، در سال‌های اخیر در کشورهای اروپایی محصولات مهندسی شده چوبی[1] به‌ویژه Glulam[2], CLT[3], PSL[4], LVL[5] در ساخت انواع سازه‌ها و ساختمان‌ها به‌طور گسترده‌ای جایگزین مصالحی مانند فولاد، بتن و ... شده است. اما از طرف دیگر باید به این موضوع نیز توجه داشت که کاربرد نهایی چوب همبستگی غیرقابل‌انکاری با ویژگی‌های بنیادی آن (بیومتری، فیزیکی، آناتومی) دارد. با توجه به اینکه چوب یک ماده بیولوژیک می‌باشد باید به تغییرات این ویژگی‌ها در قسمت‌های مختلف ساقه درخت نیز توجه داشت. به همین دلیل پژوهشگران صنعت چوب و کاغذ در این زمینه از سال‌های قبل تحقیقاتی را آغاز کرده‌اند. امروزه به علت طرح تنفس جنگل‌های شمال ایران و ممنوعیت استفاده از گونه‌های جنگلی، کارخانه‌های فعال در صنعت چوب و کاغذ دچار مشکلات جدی در تهیه مواد اولیه خود شده‌اند. با توجه به شرایط فعلی، چوب گونه‌های مرکبات و باغی می‌توانند بهترین گزینه برای استفاده به‌عنوان مواد اولیه کارخانه‌های چوب و کاغذ باشند اما متأسفانه در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی در زمینه چوب‌های باغی به‌ویژه چوب درخت آلوچه صورت نگرفته است. آلوچه با نام علمی *Prunus Cerasifera* از راسته Rosales، خانواده Rosaceae و گونه Cerasifera می‌باشد. درخت آلوچه از گونه‌های بومی جنوب‌شرقی اروپا و آسیای غربی می‌باشد که جزء پهن‌برگان خزان‌کننده می‌باشد و ارتفاع آن در گونه‌های وحشی از درختچه‌های بزرگ تا درختان کوچک به ۱۲-۸ متر (به‌طور متوسط ۹ متر) می‌رسد. این گونه در بهار شکوفه می‌دهد و دانه‌های آن از فصل تابستان تا پاییز به عمل می‌آیند.

افهامی و سرائیان (۱۳۸۸) در تحقیقی تحت عنوان ارزیابی خواص آناتومیکی و فیزیکی جوان چوب و بالغ چوب دو گونه *Populus euramericana* و *Populus alba* بیان کردند که بین دانسیته چوب جوان و بالغ هر دو گونه، اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید و الگوی تغییرات هم‌کشیدگی نیز در گونه‌های موردمطالعه از مغز به سمت پوست روند کاهشی داشته است [۱].

شواینگر و گروبر[6] (۱۳۸۱) به بررسی ویژگی‌های آناتومی چوب درخت آلوچه پرداخته‌اند. آنان در تحقیقات خود بیان کردند که این گونه دارای چوب همگن و چوب درون مشخص و جزء پهن‌برگان پراکنده آوند می‌باشند. حفرات آوندی غالباً جدا با اندازه کوچک، مقطع گرد و تا حدودی تنگ می‌باشند. اشعه چوبی فراوان است و مرز دوایر رویش سالانه به‌سختی قابل رؤیت می‌باشد و اشعه چوبی هنگام برخورد با حد دوایر رویش سالانه اندکی پهن‌تر می‌شوند. آنان در ادامه بیان کردند پهنای اشعه چوبی از ۱ تا ۶ سلول و ارتفاع آن از ۳ تا ۳۰ سلول و حتی تا ۴۰ سلول نیز می‌رسد. دریچه آوندی از نوع ساده است و آوندها ضخامت مارپیچ دارند. منافذ بین دیواره آوندی به تعداد کم و دارای روزنه شکافی شکل می‌باشد. اشعه چوبی از نوع بسیار ناهمگن و بافت فیبری از فیبر تراکئید تشکیل شده است [۲].

[1] Engineered wood products
[2] Glued laminated timber
[3] Cross laminated timber
[4] Parallel strand lumber
[5] Laminated veneer lumber
[6] Gruber & Schweingruber

کوستودیو[1] و همکاران (۲۰۱۹) تغییرات ویژگی‌های بیومتری و دانسیته بحرانی چوب بالغ گونه *Guazuma crinite* در محورهای طولی و عرضی ساقه را بررسی کردند. آنان در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که به‌طور کلی، تغییرات دانسیته بحرانی و ابعاد الیاف از کنده به سمت تاج درخت دارای یک روند نزولی می‌باشد در حالی که این تغییرات از مغز به سمت پوست ساقه درخت روند افزایشی دارد [۳].

رضانژاد دیوکلائی (۱۳۹۹ الف) تغییرات ویژگی‌های بیومتری، فیزیکی و آناتومی چوب درخت توت *Morus alba* را در محورهای طولی و عرضی ساقه در سه سطح ارتفاعی ارزیابی کردند. آنان اظهار داشتند که با افزایش ارتفاع از کنده به سمت تاج درخت، کلیه ویژگی‌های بیومتری الیاف شامل طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی کاهش می‌یابد و در هر سه سطح ارتفاعی از مغز به سمت پوست کلیه ویژگی‌های بیومتری روند صعودی دارند. همچنین آنان در ادامه بیان کردند که خواص فیزیکی شامل دانسیته خشک و بحرانی با افزایش ارتفاع از قطر برابر سینه به سمت تاج درخت روند نزولی دارد اما در هر سه سطح ارتفاعی تغییرات دانسیته بحرانی و خشک از مغز به سمت پوست دارای روند صعودی می‌باشد [۴].

حسن‌پور تیچی و همکاران (۱۳۹۹ ب) به بررسی تغییرات ویژگی‌های مورفولوژی و آناتومی چوب درخت زبان‌گنجشک *Fraxinus excelsior* در محور شعاعی ساقه درخت در استان مازندران پرداخته‌اند. آنان در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که روند تغییرات کلیه ویژگی‌های بیومتری الیاف شامل طول الیاف، قطر حفره سلولی، ضخامت دیواره سلولی و قطر کلی سلول در محور شعاعی ساقه از مغز به سمت پوست دارای یک الگوی صعودی بوده است [۵].

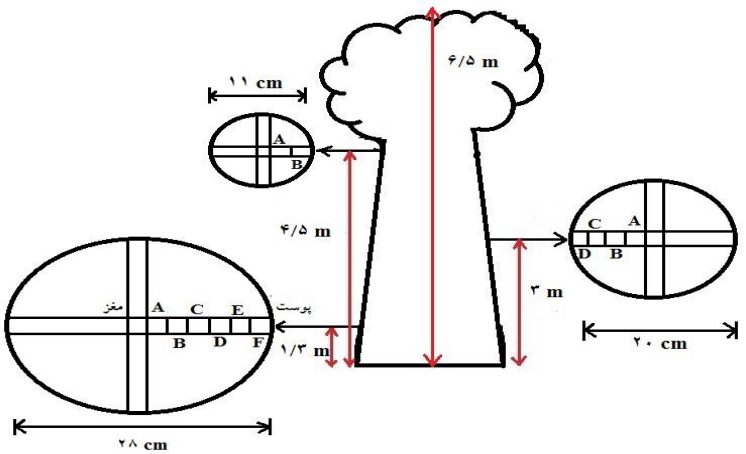
حسن‌پور تیچی و رضانژاد دیوکلائی (۱۴۰۰) به مقایسه خواص بیومتری و آناتومی چوب درون و چوب برون گونه سنجد *Elaeagnus angustifolia* در استان خراسان پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنان حاکی از آن بود که تغییرات کلیه ویژگی‌های بیومتری الیاف شامل طول الیاف، قطر حفره سلولی، ضخامت دیواره سلولی و قطر کلی سلول در محور عرضی ساقه با افزایش فاصله از مغز و نزدیک شدن به ناحیه پوست دارای یک الگوی افزایشی می‌باشد [۶].

بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تغییرات ویژگی‌های آناتومی، بیومتری و فیزیکی چوب درخت آلوچه و تأثیر این تغییرات بر کاربرد آن در تولید فراورده‌های چوبی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی ویژگی‌های آناتومی، بیومتری و فیزیکی چوب درخت آلوچه، سه اصله درخت آلوچه، کاملاً سالم و فاقد هرگونه معایب طبیعی نظیر ترک، تخریب بیولوژیکی و صدمات مکانیکی و با سن تقریبی ۱۴ سال، قطر برابر سینه ۲۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۶/۵ متر به‌صورت کاملاً تصادفی از باغ مرکبات واقع در استان مازندران، شهرستان بابل انتخاب و قطع گردیدند. سه دیسک به ضخامت ۵ سانتی‌متر در سه ارتفاع (قطر برابر سینه، ارتفاع ۳ متر و ارتفاع ۴/۵ متر) از ساقه هریک از درختان تهیه گردید. میانگین پهنا دوایر رویش سالانه در ارتفاع برابر سینه، ارتفاع ۳ متر و ارتفاع ۴/۵ متر به‌ترتیب برابر با ۵/۵، ۴/۳ و ۲/۸ میلی‌متر بوده است. سپس برای تهیه نمونه‌های آزمونی در هر دیسک، طبق استاندارد مکعب‌های آزمونی با ابعاد ۳×۲×۲ سانتی‌متر به‌صورت متوالی در محور شعاعی ساقه، از مغز به سمت پوست تهیه گردید (شکل ۱). در نهایت نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌های بیومتری، فیزیکی و آناتومی به آزمایشگاه صنایع چوب و کاغذ دانشکده شهید هاشمی‌نژاد ساری منتقل شدند.

[1] Custodio



شکل ۱. الگوی برش و تعداد نمونه‌ها در سه ارتفاع از درخت آلوچه

روش‌ها

آماده‌سازی نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌های بیومتری

به‌منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های بیومتری الیاف از مکعب‌های چوبی تراشه‌هایی با ابعاد ۱۵×۱۰ میلی‌متر در راستای مماسی با ضخامت ۲ میلی‌متر تهیه گردید. سپس تراشه‌ها در لوله‌های آزمایشگاهی حاوی محلول اسید استیک و آب‌اکسیژنه با نسبت ۱:۱ قرار گرفتند و کدگذاری لازم بر روی هریک از لوله‌های آزمایشگاهی انجام شد. در مرحله بعد، نمونه‌ها برای وابری الیاف به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. نمونه‌ها پس از تغییر رنگ به رنگ سفید از آون خارج شدند و برای از بین رفتن بو و اثر محلول اسید استیک و آب‌اکسیژنه به دفعات ۵ الی ۶ بار توسط آب‌مقطر شستشو داده شدند. سپس نمونه‌ها وابری شدند و توسط محلول سافرانین رنگ‌آمیزی و روی لام‌های میکروسکوپی تثبیت گردیدند [۷]. از هر لام حداقل تعداد ۳۰ فیبر سالم و بدون هرگونه انحراف و شکستگی به‌صورت تصادفی اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های بیومتری الیاف از یک میکروسکوپ نوری مجهز به چشمی با عدسی مدرج استفاده گردید (برای اندازه‌گیری طول الیاف از چشمی 10 x و ضخامت دیواره سلولی، قطر حفره سلولی و قطر کلی سلول از چشمی 40 x استفاده شد).

تعیین دانسیته

به‌منظور بررسی روند تغییرات دانسیته چوب درخت آلوچه از روش نمونه‌برداری صلیبی استفاده گردید. محورهای ارتوتروپیک و هندسی در نمونه‌ها کاملاً با یکدیگر منطبق بودند و نمونه‌ها از هر دیسک طبق استاندارد Iso-13061-2 با ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر با طول ۳ سانتی‌متر به‌صورت متوالی از مغز به سمت پوست تهیه گردیدند [۸]. برای تعیین دانسیته خشک و دانسیته بحرانی، نمونه‌ها به مدت یک هفته در آب غوطه‌ور شدند تا کاملاً اشباع شوند. در مرحله بعد، ابعاد و وزن نمونه‌ها در حالت اشباع به‌ترتیب با استفاده از یک میکرومتر با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و یک ترازو دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد، نمونه‌ها در آون با دمای ۲±۱۰۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا زمانی که کاملاً خشک شوند و سپس وزن و ابعاد ثانویه آنها اندازه‌گیری شد. دانسیته خشک از تقسیم وزن به حجم نمونه‌ها در حالت خشک و دانسیته بحرانی از تقسیم وزن خشک به حجم نمونه‌ها در حالت اشباع محاسبه گردید.

آماده‌سازی نمونه‌ها برای انجام مطالعات آناتومی

ویژگی‌های آناتومی چوب درخت آلوچه به‌طور دقیق مطابق با لیست انجمن بین‌المللی آناتومیست‌های جهان (IAWA[1]) بررسی شدند [۹]. مکعب‌های چوبی با ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر به طول ۳ سانتی‌متر از ناحیه نزدیک به پوست تهیه گردیدند. سپس برای نرم کردن بافت چوب، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در محلول الکل ۹۸ درصد، آب و گلیسیرین با نسبت حجمی ۱:۱:۳ غوطه‌ور شدند. سپس مقاطع میکروسکوپی در جهات سه‌گانه عرضی، مماسی و شعاعی با ضخامت تقریبی ۱۵ میکرون استفاده از یک میکروتوم دستی (مدل GSL1) تهیه گردیدند. در مرحله بعد برای خارج کردن محتویات درون‌سلولی، مقاطع میکروسکوپی به مدت ۱۵ الی ۳۰ دقیقه در آب‌ژاول قرار گرفتند. پس از آن، مقاطع به‌منظور از بین رفتن بو و تأثیر آب‌ژاول به دفعات ۲ تا ۳ بار به‌وسیله آب‌مقطر شستشو داده شدند. در مرحله بعد، نمونه‌ها برای ۳ تا ۵ دقیقه با استفاده از محلول سافرانین رنگ‌آمیزی شدند و برای حذف رنگ‌های اضافه در بافت سلولی، مقاطع به‌ترتیب با آب‌مقطر (یک بار)، الکل ۵۰ درصد (یک بار)، الکل ۹۶ درصد (۲ تا ۳ بار) و الکل مطلق (یک بار) شستشو داده شدند. برای الکل‌زدایی، مقاطع میکروسکوپی در محلول گزیلل قرار گرفتند و در مرحله آخر، مقطع میکروسکوپی با استفاده از چسب کانادا بالزام روی لام‌های میکروسکوپی تثبیت شدند. به‌منظور مطالعه میکروسکوپی چوب نزدیک به پوست گونه آلوچه از یک میکروسکوپ نوری مجهز به چشمی مدرج استفاده شد [۲].

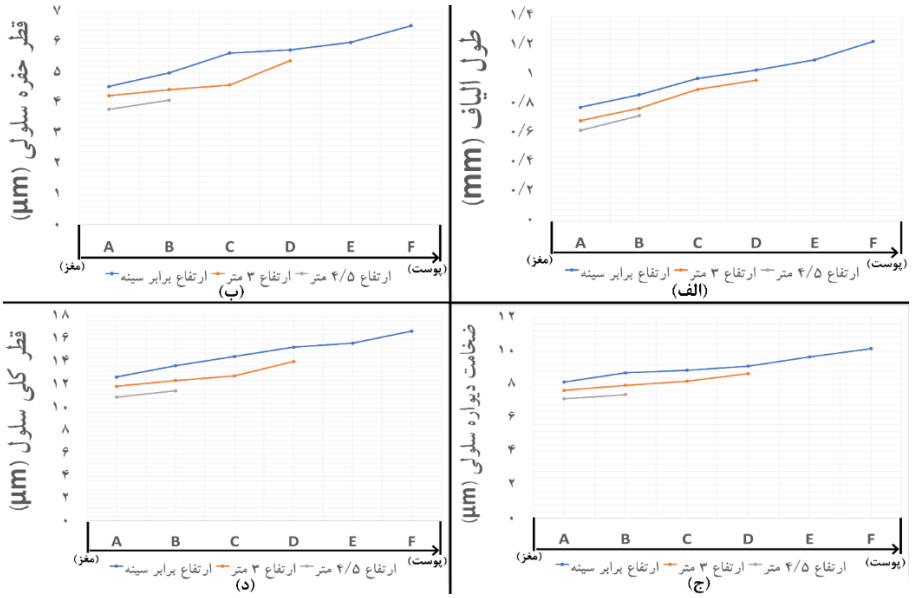
بحث و نتیجه‌گیری

ویژگی‌های بیومتری الیاف

تأثیر مستقل و متقابل جهت طولی و عرضی درخت بر ویژگی‌های بیومتری الیاف شامل طول الیاف، قطر حفره سلولی، ضخامت دیواره سلولی و قطر کلی سلول در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. با افزایش ارتفاع از کنده به سمت تاج درخت، تغییرات طول الیاف از یک الگوی نزولی پیروی می‌کند؛ به‌طوری که بیشترین میزان طول الیاف اندازه‌گیری شده (تعداد ۳۰ فیبر سالم و بدون معایب) در ارتفاع برابر سینه (نمونه F) در ناحیه نزدیک به پوست به میانگین ۱/۲۳ میلی‌متر و کمترین میزان طول الیاف در ارتفاع ۴/۵ متر (نمونه A) در ناحیه نزدیک به مغز به میانگین ۰/۶۲ میلی‌متر محاسبه گردید. با دور شدن از سطح زمین و نزدیک شدن به نواحی بالایی درخت، تغییرات قطر حفره سلولی دارای یک روند نزولی بوده است؛ به‌طوری که بیشترین میزان قطر حفره سلولی اندازه‌گیری شده (تعداد ۳۰ فیبر سالم و بدون معایب) در ارتفاع برابر سینه (نمونه F) در منطقه نزدیک به پوست به میانگین ۶/۵۵ میکرون و کمترین میزان آن در ارتفاع ۴/۵ متر (نمونه A) در منطقه نزدیک به مغز به میانگین ۳/۸ میکرون مشاهده گردید. با افزایش ارتفاع درخت از قطر برابر سینه و نزدیک شدن به ارتفاع ۴/۵ متر میانگین مقدار ضخامت دیواره سلولی، سیری نزولی داشت؛ به‌طوری که بیشترین میزان ضخامت دیواره سلولی در ارتفاع برابر سینه (نمونه F) و در چوب نزدیک به پوست به میانگین ۱۰/۱۵ میکرون و کمترین میزان ضخامت دیواره سلولی در ارتفاع ۴/۵ متر (نمونه A) و در چوب نزدیک به مغز به میانگین ۷/۱۵ میکرون بوده است. با دور شدن از کنده درخت و نزدیک شدن به تاج درخت روند تغییرات قطر کلی سلول از یک الگوی کاهشی پیروی می‌کند؛ به‌طوری که بیشترین میزان قطر کلی سلول در قطر برابر سینه (نمونه F) در ناحیه نزدیک به پوست به میانگین ۱۶/۷ میکرون و کمترین میزان آن در ارتفاع ۴/۵ متر (نمونه A) در ناحیه نزدیک به مغز به میانگین ۱۰/۹۵ میکرون به‌دست آمد. روند تغییرات کلیه ویژگی‌های بیومتری الیاف شامل طول الیاف، قطر حفره سلولی، ضخامت

[1] International association of wood anatomists

دیواره سلولی و قطر کلی سلول، در هر سه ارتفاع (قطر برابر سینه، ارتفاع ۳ متر و ارتفاع ۴/۵ متر) در محور شعاعی از مغز به سمت پوست، سیر صعودی داشته است (شکل ۳).

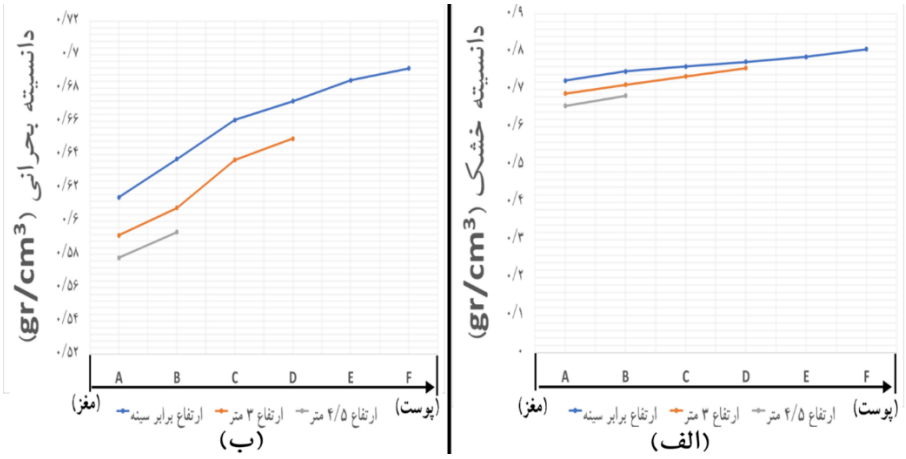


شکل ۲. روند تغییرات طول الیاف (الف)، قطر حفره سلولی (ب)، ضخامت دیواره سلولی (ج) و قطر کلی سلول (د) در قسمت‌های مختلف ساقه درخت آلوچه

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده حاصل از بررسی‌های بیومتری چوب گونه آلوچه می‌توان گفت که با افزایش سن درخت و دور شدن از ناحیه مغز و نزدیک شدن به ناحیه پوست درخت، میانگین کلیه ویژگی‌های بیومتری الیاف شامل طول الیاف، قطر حفره سلولی، ضخامت دیواره سلولی و قطر کلی سلول افزایش می‌یابند. علت اصلی این افزایش را می‌توان فعالیت سلول‌های مادری کامبیوم در نواحی چوب جوان و بالغ دانست. سلول‌هایی که در سال‌های اولیه زندگی درخت تولید می‌شوند ساختار سلولی کاملی ندارند؛ زیرا سلول‌های مادری کامبیوم قادر به تولید سلول‌ها با ساختار سلولی بالغ نیستند. اما با افزایش سن درخت به علت تکامل سلول‌های مادری کامبیوم، سلول‌های تولید شده توسط آنها دارای ساختمان سلول کامل‌تر و بالغ‌تر می‌باشد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که رابطه خطی بین طول الیاف و سن لایه کامبیوم (سلول‌های مادری) وجود دارد [۴; ۱۰; ۱۱]. بررسی روند تغییرات ویژگی‌های بیومتری الیاف در محور طولی و در سه ارتفاع از ساقه درخت بیانگر آن بود که میانگین طول الیاف، قطر حفره سلولی، ضخامت دیواره سلولی و قطر کلی سلول از کنده به سمت تاج درخت کاهش می‌یابد. این بررسی با تحقیق حسن‌پور و رضانژاد (۱۳۹۹) مطابقت دارد. علت این موضوع را می‌توان به حجم بیشتر چوب جوان در قسمت‌های فوقانی (ناحیه تاج) ساقه درخت دلالت داد [۴; ۱۱].

دانسیته

بررسی روند تغییرات دانسیته چوب درخت آلوچه بیانگر آن است که تأثیر مستقل و متقابل محورهای طولی و عرضی درخت بر دانسیته خشک و بحرانی در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. با افزایش ارتفاع از کنده به سمت تاج درخت، روند تغییرات دانسیته خشک سیر نزولی دارد؛ به‌طوری که بیشترین میزان دانسیته خشک در ارتفاع قطر برابر سینه (نمونه F) و در چوب نزدیک به پوست به میانگین ۰/۸ گرم بر سانتی‌مترمکعب و کمترین میزان آن در ارتفاع ۴/۵ متر (نمونه A) و در چوب نزدیک به مغز به میانگین ۰/۶۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب بود. با دور شدن از ارتفاع قطر برابر سینه و نزدیک شدن به ناحیه تاج درخت، میانگین تغییرات دانسیته بحرانی، روند نزولی بود؛ به‌طوری که بیشترین میزان دانسیته بحرانی در قطر برابر سینه (نمونه F) در ناحیه نزدیک به پوست به میانگین ۰/۶۹ گرم بر سانتی‌مترمکعب و کمترین میزان آن در ارتفاع ۴/۵ متر (نمونه A) در ناحیه نزدیک به مغز به میانگین ۰/۵۷ گرم بر سانتی‌مترمکعب بوده است. تغییرات دانسیته خشک و دانسیته بحرانی در هر سه سطح ارتفاع (قطر برابر سینه، ارتفاع ۳ متر و ارتفاع ۴/۵ متر) در محور شعاعی از مغز به سمت پوست از یک روند افزایشی پیروی می‌کند (شکل ۴).



شکل ۳. روند تغییرات دانسیته خشک (الف) و دانسیته بحرانی (ب) در قسمت‌های مختلف ساقه درخت آلوچه

میانگین تغییرات دانسیته خشک و دانسیته بحرانی، در محور شعاعی ساقه از مغز به سمت پوست، روند افزایشی داشت. این بررسی‌ها با نتایج حاصل از پژوهش افهامی و سرائیان (۱۳۸۸) مطابقت دارد. با توجه به حجم بیشتر چوب بالغ در ناحیه نزدیک به پوست و تفاوت در ساختار سلولی (افزایش ضخامت دیواره سلولی در چوب نزدیک به پوست) بین چوب دو ناحیه نزدیک به پوست و نزدیک به مغز ؛ بنابراین دانسیته در ناحیه نزدیک به پوست نسبت به ناحیه نزدیک به مغز بیشتر می‌باشد. این بررسی با تحقیق کیایی و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت دارد [۱۲]. همچنین میانگین دانسیته خشک و دانسیته بحرانی با افزایش ارتفاع از کنده به سمت تاج درخت کاهش می‌یابد که علت اصلی این امر وجود حجم بیشتر چوب جوان در نواحی بالایی درخت می‌باشد [۴].

ویژگی‌های آناتومی

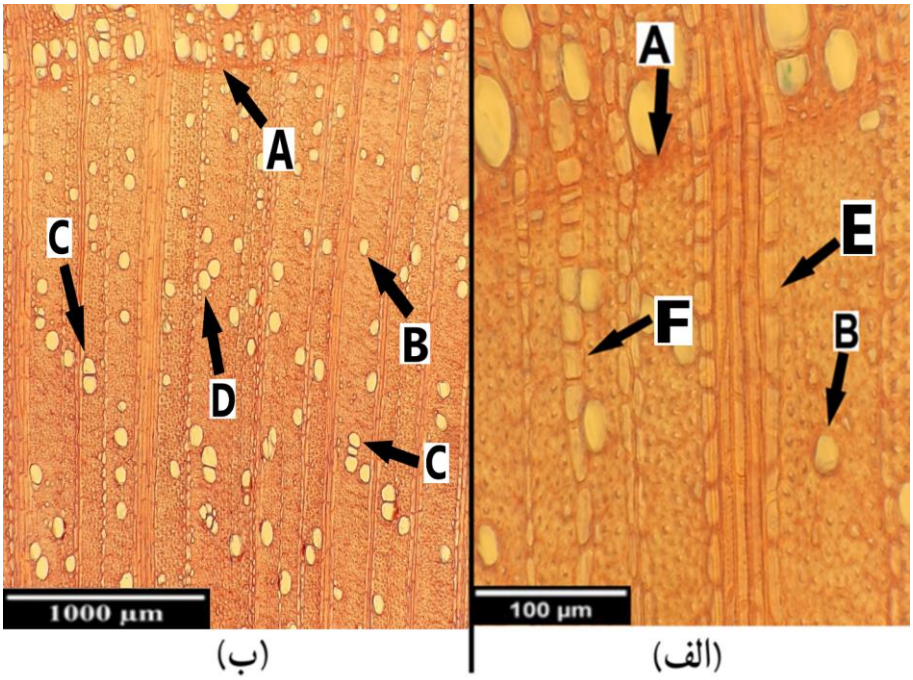
به‌منظور مطالعه دقیق ویژگی‌های آناتومی چوب درخت آلوچه ویژگی‌های میکروسکوپی چوب نزدیک به پوست این گونه به‌طور دقیق مطابق با لیست انجمن بین‌المللی آناتومیست‌های جهان (IAWA) بررسی شد. با بررسی ویژگی‌های

آناتومی چوب درخت آلوچه می‌توان بیان کرد که این چوب جزو پهن‌برگان نیمه بخش روزنه‌ای دارای حلقه رویش مشخص، دریچه آوندی ساده، منافذ بین دیواره جانبی آوند از نوع متناوب، منافذ بین اشعه چوبی و آوند با هاله‌های تحلیل‌رفته و کشیده می‌باشد. گروه‌بندی آوندها بیشتر به‌صورت منفرد و گروهی چسبیده به‌هم در جهت شعاعی دیده مشاهده گردید. آوندها از لحاظ آرایش (چیدمان) به‌صورت نوارهای شعاعی و در الگوهای مورب مشاهده شدند. همچنین میانگین قطر مماسی حفرات آوند به‌ترتیب در چوب آغاز و پایان ۶۱ میکرون و ۳۲ میکرون بوده و تعداد آوندها در هر میلی‌مترمربع به‌طور متوسط ۱۸ عدد می‌باشد (شکل ۴). پهنای اشعه چوبی از ۱-۶ ردیف سلول، متغیر و ارتفاع اشعه به‌طور میانگین ۳۵ سلول بوده است (شکل ۵). ساختار اشعه چوبی این گونه ناهمگن (حاشیه اشعه چوبی مربعی شکل و سلول‌های داخلی مستطیل خوابیده) مشاهده گردید (شکل ۶).

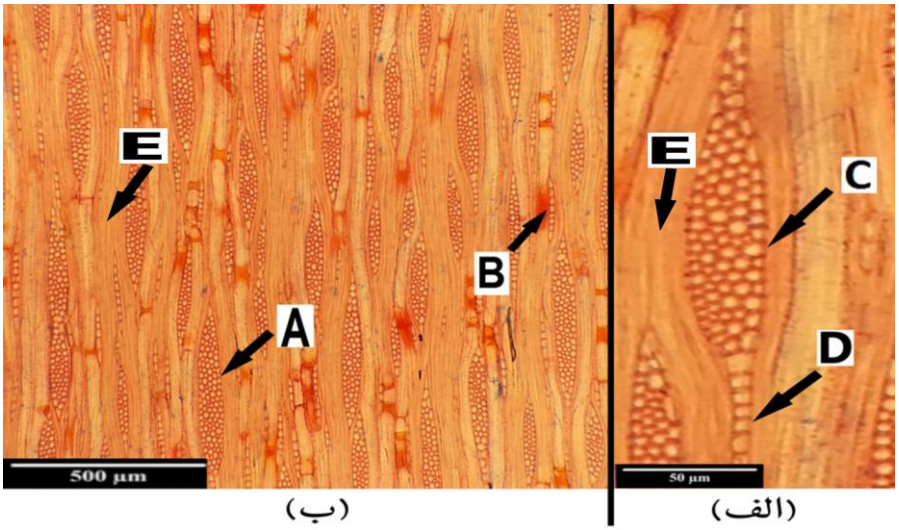
جدول ۱. ویژگی‌های آناتومی چوب نزدیک به پوست گونه آلوچه مطابق با لیست انجمن بین‌المللی آناتومیست‌های جهان (IAWA)

دوایر رویش	متوسط طول آوند
۱- مرز دوایر رویشی مشخص	۵۳- متوسط طول آوند ۸۰۰-۳۵۰ میکرون (میانگین ۶۰۰ میکرون)
تخلخل	**تیل و رسوبات در آوند**
۴- چوب نیمه بخش روزنه‌ای	-
چیدمان آوند	**فیبرهای بافت زمینه‌ای**
۷- آوندها در الگو های مورب / یا آوندها در الگوهای شعاعی	۶۱- فیبرها با منافذ ساده یا هاله‌ای بسیار کوچک
	فیبرهای تقسیم شده و نوارهای فیبری شبه‌پارانشیمی
	۶۶- حضور فیبرهای تقسیم نشده
گروه‌بندی آوند	**ضخامت دیواره سلولی**
۹- آوندهای منفرد (بیش از ۹۰ درصد)	۶۹- فیبرها با دیواره نازک تا ضخیم
۱۰- آوندهای گروهی چسبیده به‌هم در جهت شعاعی	**متوسط طول الیاف**
دریچه آوندی	۷۲- متوسط طول الیاف ۱۶۰۰-۹۰۰ میکرون
۱۳- دریچه آوندی ساده	**پارانشیم های محوری**
منافذ بین دیواره جانبی آوند: اندازه و آرایش	۷۵- پارانشیم‌های محوری غایب یا بسیار کمیاب
۲۲- منافذ بین دیواره جانبی آوند متناوب	۷۸- پارانشیم محوری پاراتراشال نامشخص
۲۳- شکل منافذ بین دیواره جانبی آوند چندگوش	**پهنای اشعه**
۲۴- اندازه منافذ بین دیواره جانبی آوند بسیار ریز ≤ ۴ میکرون	۹۸- اشعه‌های بزرگ‌تر معمولاً ۱۰-۴ ردیفه (اشعه‌ها غالباً ۱ و ۶ ردیفه)
منفذ بین اشعه چوبی و آوند	**ارتفاع اشعه**
۳۱- منافذ بین آوند و اشعه با هاله تحلیل رفته و ساده: منافذ گرد یا زاویه‌دار	۱۰۲- میانگین ارتفاع اشعه ۳۵ سلول (بلندترین ارتفاع اشعه ۵۷ سلول)
ضخامت مارپیچ	**ترکیب سلولی اشعه چوبی**
۳۶- ضخامت مارپیچ در عناصر آوندی	۱۰۸- سلول‌های بدنه اشعه خوابیده با بیش از ۴ ردیف سلول ایستاده در حاشیه
قطر مماسی حفره آوندی	

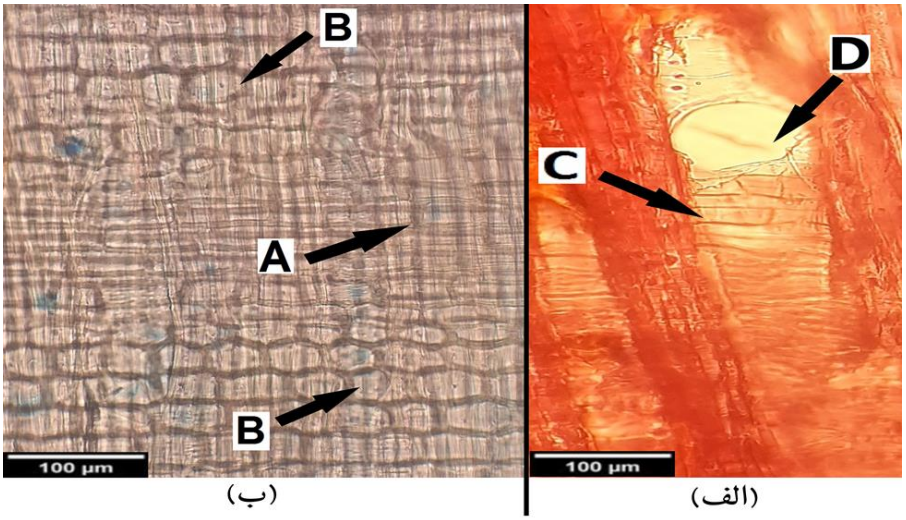
دوایر رویش	متوسط طول آوند
۴۱- میانگین قطر مماسی حفره آوندی ۱۰۰-۵۰ میکرون (میانگین: چوب آغاز ۶۱ میکرون و چوب پایان ۳۲ میکرون)	**تعداد اشعه چوبی در میلی‌متر**
تعداد آوند در میلی‌مترمربع	**۱۱۶**- تعداد اشعه چوبی در هر میلی‌متر ≤ ۱۲ (میانگین ۲۰ عدد)
۴۷- تعداد آوند در هر میلی‌مترمربع ۲۰-۵ عدد (میانگین ۱۸ عدد)	



شکل ۴. مقطع عرضی چوب درخت آلوچه (الف) و (ب). مرز دوایر رویش مشخص (مکان‌نما A)، آوندهای منفرد (مکان‌نمای B)، آوندهای گروهی چسبیده به‌هم در جهت شعاعی (مکان نمای C)، آوندهای چسبیده به‌هم به‌صورت مورب (مکان‌نمای D)، اشعه چوبی پنج ردیفه (مکان‌نمای E) و اشعه چوبی تک‌ردیفه (مکان‌نمای F)



شکل ۵. مقطع مماسی چوب آلوچه (الف) و (ب). اشعه چوبی پنج ردیفه (مکان‌نمای A)، اشعه چوبی تک‌ردیفه (مکان‌نمای B)، اشعه چوبی ۵ ردیفه با ۲۸ سلول ارتفاع (مکان‌نمای C) و فیبرهای تقسیم نشده (مکان‌نمای E)



شکل ۶. مقطع شعاعی چوب آلوچه (الف) و (ب). سلول‌های بدنه اشعه به‌صورت مستطیل خوابیده (مکان‌نمای A)، اشعه چوبی ناهمگن با بیش از ۴ ردیف (۵-۴ ردیف) سلول مربعی شکل در حاشیه (مکان‌نمای B)، ضخامت مارپیچ روی دیواره آوند (مکان‌نمای C) و دریچه آوندی ساده (مکان‌نمای D)

نتیجه‌گیری کلی

براساس لیست انجمن بین‌المللی آناتومیست‌های جهان، فیبرها از نظر طولی به سه دسته تقسیم می‌شوند: ۱- فیبرهای کوتاه با طول کمتر از ۹۰۰ میکرون، ۲- فیبرهای متوسط با طول ۹۰۰ تا ۱۶۰۰ میکرون و ۳- فیبرهای بلند با

طول بیش از ۱۶۰۰ میکرون [۹]. در نتیجه طول فیبر چوب درخت آلوچه در دسته اول و دوم قرار می‌گیرد. طول الیاف، همبستگی غیرقابل‌انکاری با ویژگی‌های کاغذ ساخته شده دارد. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، الیاف چوب درخت آلوچه در ناحیه نزدیک به مغز دارای ویژگی‌های مناسب برای کاغذسازی را ندارد اما الیاف در ناحیه چوب نزدیک به پوست ویژگی‌های مناسب برای کاغذسازی را دارد.

دانسیته یکی از مهم‌ترین فاکتورها در تمامی کاربردهای چوب می‌باشد. با توجه به نتایج دانسیته به‌دست‌آمده از این تحقیق، چوب گونه آلوچه، دانسیته بالایی دارد و در صنعت تخته خرده‌چوب، ضریب فشردگی تخته در هنگام پرس تخته‌ها کاهش می‌یابد و بدین منظور نمی‌توان از این چوب به‌طور خالص استفاده کرد؛ از این رو در صورت کاربرد از این چوب باید به‌صورت مخلوط با گونه‌های سبک وزن (صنوبر) استفاده شود.

با توجه به نتایج حاصل از مطالعات میکروسکوپی، چوب درخت آلوچه جزو پهن‌برگان نیمه بخش روزنه‌ای با مرز حلقه رویش مشخص، دارای دریچه آوندی ساده، منفذ بین اشعه چوبی و آوند از نوع متناوب، منفذ بین دیواره جانبی آوند از نوع متناوب و اشعه چوبی ناهمگن می‌باشد.

References

[1] Efhami, D., & Saraeyan, A. R. (2009). Evaluation of anatomical and physical properties of juvenile/mature wood of Populus alba and Populus× euramericana. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, *24*(1), 134-147. https://doi.org/10.22092/IJWPR.2009.117363

[2] Gruber, L., & Schweinager, F. (2003). *Atlas of Woods of Northern Iran: Microscopic description and diagnosis of important species* (D. Parsapjooh, Trans.). Institute of Printing and Publishing, University of Tehran.

[3] Chavesta, M., Tomazello Filho, M., Carneiro, M., & Nisgoski, S. (2020). Axial and radial evaluation of the basic density and fiber dimensions of Guazuma crinita Martius wood. *Revista Floresta*, *50*(2), 1143-1150. https://doi.org/10.5380/rf.v50i2.58356

[4] Rezanezhad Divkolae, M. (2020). Changes of Biometric, Physical and Anatomical Properties of juvenile wood and mature wood of Morus alba tree in Longitudinal and Transverse Directions. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*, *11*(2), 305-316. http://www.ijwp.ir/article_38023.html?lang=en

[5] Hassanpoor Tichi, A., Rezanezhad Divkolae, M., Khatiri, A., & Alizadeh, R. (2020). Investigation of Changing Trends in Morphological and Anatomical Characteristics of fraxinus excelsior in Stem Radial Axis (Case Study: Mazandaran Province). *Karafan Quarterly Scientific Journal*, *17*(2), 81-91. https://doi.org/10.48301/kssa.2020.119214

[6] Hassanpoor Tichi, A., & Rezanezhad Divekolae, M. (2021). Comparing the anatomical and biometrical characteristics of heartwood and sapwood of Elaeagnus angustifolia (case study Khorasan province). *Karafan Quarterly Scientific Journal*. https://karafan.tvu.ac.ir/article_129725.html?lang=en

[7] Franklin, G. (1946). A rapid method of softening wood for microtome sectioning. *Tropical woods*, *88*, 35-36. https://eurekamag.com/research/013/622/013622801.php

[8] ISO. (2014). *Physical and mechanical properties of wood-Test methods for small clear wood specimens-Part 2: Determination of density for physical and mechanical tests. ISO 13061-2. 2014*. International Organization for Standardization Geneva, Switzerland. https://www.iso.org/standard/60064.html

[9] Wheeler, E., Baas, P., & Gasson, P. (1989). IAWA List of Microcopie Features for Hardwood Identification. *International Association of Wood Anatomists (IAWA)*, *10*(3), 219–332. https://www.researchgate.net/publication/294088872_IAWA_List_of_Microcopie_Features_for_Hardwood_Identification

[10] Zobel, B. J., & Sprague, J. R. (1998). *Juvenile Wood in Forest Trees*. Springer Berlin Heidelberg, Germany. https://books.google.com/books?id=PXNFAQAAIAAJ

[11] Zobel, B. J., & Van Buijtenen, J. P. (1989). *Wood Variation: Its Causes and Control*. Springer Berlin Heidelberg. https://books.google.com/books/about/Wood_Variation.html?id=XyTxAAAAMAAJ

[12] Kiaei, M., Bakhshi, R., & Ahangar, M. (2015). Physiicall And Biiomettriic Properttiies Off Euonymus Latifolia Wood (Case Sttudy: Chamesttan--Nour). *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*, *6*(2), 239-249. https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=531118