

بررسی ویژگی‌های فیزیکی، آناتومیکی و بیومتریکی الیاف چوب نارنج

رامین ویسی^{۱*} و ایمان خواجه‌علی^۲

(۱) دانشیار گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، چالوس، ایران.

*رایانامه نویسنده مسئول مکاتبات: vaysi_r452@yahoo.com

(۲) دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، چالوس، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۹

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی ویژگی‌های فیزیکی، آناتومیکی و بیومتریکی الیاف چوب نارنج انجام شد. به همین منظور تعداد شش دیسک از تنه نارنج (*Citrus Spp.*) و از منطقه تنکابن به صورت تصادفی انتخاب شد. نمونه‌های آزمونی برای اندازه‌گیری خواص فیزیکی و آناتومی طبق آزمون‌های استاندارد ASTM و ویژگی‌های بیومتریکی الیاف طبق روش فرانکلین تهیه شدند و داده‌های حاصل در بین تنه‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج نشان داد که نارنج دارای چوب نیمه‌بخش روزنه‌ای است، آوندها به صورت دوتایی و سه‌تایی به هم چسبیده‌اند و دارای دریچه آوندی ساده می‌باشند. پارانشیم‌های طولی معمولاً اطراف آوندها قرار گرفته‌اند و اشعه‌های چوبی از نوع ناهمگن هستند. نتایج پژوهش نشان داد که چوب نارنج دارای متوسط قطر آوند ۱۴/۵ میکرون، تعداد آوند ۸۹، ضخامت اشعه ۴۱/۴ میکرون، طول الیاف ۷۴۳/۸ میکرون، ضریب رانکل ۱۳۶، جرم ویژه خشک ۰/۷۵، جرم ویژه بحرانی ۰/۶۴، هم‌کشیدگی ۱۶/۵ درصد و تخلخل ۴۹/۲ درصد می‌باشد. به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که چوب نارنج ویژگی‌های آناتومی، بیومتری الیاف و خواص فیزیکی مناسب و مشابه چوب پهن‌برگان جنگل‌های شمال کشور را دارد و می‌تواند در صنایع چوب و کاغذ کشور به‌عنوان مواد اولیه مصرفی مناسب برای تولید کاغذ، تخته فیبر و تخته خرده‌چوب نقش زیادی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: بیومتری الیاف، چوب نارنج، خواص فیزیکی، ضریب رانکل، ویژگی آناتومیکی.

مقدمه

اقتصادی زیادی دارد و به صورت درخت و درختچه بوده و به غیر از پونسیروس که دوره زمستان را به صورت خزان سپری می‌نماید، دو جنس دیگر یعنی سیتروس و فورچونلا همیشه سبز می‌باشند. به نظر بسیاری از پژوهشگران منشا مرکبات جنوب شرقی آسیا و هند، شمال کشورهای مالزی، اندونزی، فیلیپین و همچنین نواحی جنوب هیمالیا تا اندونزی بوده است. نارنج در قرن‌های اولیه میلادی به شمال آفریقا و اروپا انتقال یافت. سطح کل باغات مرکبات دنیا ۷،۶۰۰،۰۰۰ هکتار می‌باشد و ایران با ۲۹۰،۰۰۰ هکتار و ۳/۸ درصد سطح زیرکشت، مقام هشتم در بین کشورهای تولیدکننده مرکبات را

در حال حاضر چوب مرکبات (نارنج) به‌عنوان یکی از منابع تجدید شونده و تامین‌کننده بخشی از مواد لیگنوسلولزی غیرچوبی صنایع چوب و کاغذ در کشور مطرح بوده و از اهمیت زیادی برخوردار است. مرکبات (نارنج) با نام علمی *Citrus spp.* از درختان همیشه سبز بوده و در شمال کشور و مناطقی که دارای شرایط آب و هوایی نیمه‌گرمسیری و معتدل باشند، یعنی نواحی که خطر بروز یخ‌زدگی طولانی‌مدت کم است تا ۴۰ درجه عرض جغرافیایی شمالی و جنوبی گسترش یافته‌اند. مرکبات دارای ۲۳ جنس مختلف است که ۳ جنس سیتروس، پونسیروس و فورچونلا قابل توجه بوده و جنبه

دارد. ورود مرکبات به ایران به جز بالنگ، سابقه‌ای ۴۰۰ ساله دارد و به عبارت دیگر مرکبات از موطن اصلی خود به سایر کشورهای جهان از ایران و سپس به فلسطین و بالاخره اروپای جنوبی و آمریکا انتقال یافت. از زمان صفویه به لحاظ تردد کشتی‌های پرتهالی در جنوب ایران بذر پرتقال (مرکبات) در اختیار مردم جنوب قرار گرفت و کاشته شد. سپس بذر آن از جنوب در حدود ۳۰۰ سال قبل به شمال کشور آورده شد و در محله خرم‌آباد شهر استان تنکابن کشت گردید. از آن زمان به بعد به‌ویژه در اوایل سال ۱۳۰۰ شمسی، گونه‌ها و ارقام مختلفی از مرکبات وارد ایران شد و در ایستگاه‌های تحقیقاتی مرکبات و در باغات اطراف کشت شد. مرکبات از حدود ۸۰ سال قبل در ایران با کاشت نهال‌های اصلاح شده ارزش اقتصادی و تجاری ویژه‌ای پیدا کرد، سطح زیرکشت باغات

مرکبات استان مازندران حدود ۱۱۲،۰۰۰ هکتار است و مازندران با ۴۵ درصد میزان سطح زیرکشت و ۴۷ درصد میزان تولید در راس تولید مرکبات کشور قرار دارد. در این ارتباط، شهرستان‌های تنکابن، ساری، بابل، قائم‌شهر، رامسر، بهشهر، نوشهر، آمل، بابلسر، نکا، چالوس، جویبار، سوادکوه، نور و محمودآباد به‌ترتیب دارای بیشترین تا کمترین میزان سطح زیرکشت را در مازندران به خود اختصاص دادند. در حال حاضر به‌دلیل قطع برخی از درختان مرکبات، سالیانه مقادیر زیادی چوب آن تولید می‌گردد که بیشتر در صنایع تخته‌خرده‌چوب، صنایع فیبری و در سایر مصارف به‌کارگیری می‌شود. از طرف دیگر کارخانجات تولیدکننده کاغذ، MDF و تخته‌خرده‌چوب در شمال ایران اخیراً با محدودیت و کمبود مواد اولیه مصرفی مواجه شده‌اند.



شکل ۱. درخت نارنج در شمال ایران (تنکابن)

بخشی از مواد اولیه مصرفی خود با واردات چوب از کشور روسیه تامین می‌شود که مستلزم صرف هزینه‌های زیاد و خروج قابل ملاحظه ارز از کشور خواهد شد. بنابراین شناسایی ویژگی‌های چوب نارنج لازم به‌نظر می‌رسد. در این ارتباط، تا به حال تحقیقات زیادی در خصوص چوب نارنج صورت نگرفته است، اما تحقیقات مشابه عبارتند از پارساپژوه (۱۳۶۶) با بررسی تشریحی، اطلس گونه‌های مهم چوبی شمال کشور را تهیه کرد. طغرای (۱۳۷۸) با بررسی میکروسکوپی چوب‌های ایران، کلید شناسایی آنها را از طریق رایانه تهیه کردند. Latif (۱۹۹۵) تاثیر فاکتورهای فیزیکی و مکانیکی را بر روی خصوصیات بامبو بررسی کرد و گزارش داد که سن و ارتفاع گیاه تاثیر معنی‌داری بر درصد رطوبت ندارد، بنابراین تفاوت معنی‌داری در دانسیته بامبوها در ۳ سن مورد بررسی در ارتفاع مختلف مشاهده نشد. Razak (۱۹۹۵) با بررسی

ویژگی‌های فیزیکی و بیومتری الیاف بامبوی کلکته نتیجه گرفت که ضخامت دیواره با کاهش رطوبت کم می‌شود. این رفتار به‌عنوان یک فاکتور نامناسب معمولاً زمانی آغاز می‌شود که فیبرها به نقطه اشباع می‌رسند. میزان آب بر تمام خصوصیات پایه‌ای چوب‌ها تاثیرگذار است. ویسی (۱۳۸۵) تغییرات خواص فیزیکی و بیومتری الیاف ساقه بامبو را بررسی کرد و گزارش داد که منحنی تغییرات طول الیاف و خواص فیزیکی تا وسط ساقه صعودی و سپس نزولی است و این ویژگی با آهنگ منظمی تغییر می‌کند.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه: در این تحقیق، تعداد شش دیسک از تنه نارنج و از منطقه تنکابن به صورت تصادفی انتخاب شد، به‌طوری‌که ابتدا دیسک‌ها انتخابی پوست کنی شد. به‌منظور جلوگیری از تبخیر سریع رطوبت نمونه‌ها در کیسه‌های نایلونی بسته‌بندی

$$SG_b = \frac{W_o}{V_s} \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$P = (1 - 0.167 D_o) * 100 \quad [2] \quad \text{رابطه (۶)}$$

SG_o : جرم ویژه خشک؛ SG_b : جرم ویژه بحرانی؛ D_o : دانسیته خشک؛ W_o : جرم خشک؛ V_o و V_s : حجم خشک و بحرانی؛ P : درصد تخلخل

همچنین برای اندازه‌گیری مقادیر هم‌کشیدگی و واکشیدگی ابعاد و حجم نمونه‌ها در حالت مرطوب (اشباع) و حالت کاملاً خشک توسط کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری نموده و با استفاده از رابطه زیر میزان هم‌کشیدگی و واکشیدگی محاسبه گردید.

$$\frac{V_s - V_o}{V_o} SW = *100 \quad \text{رابطه (۷)}$$

$$\frac{V_s - V_o}{V_s} SH = *100 \quad [2] \quad \text{رابطه (۸)}$$

SW : درصد واکشیدگی؛ SH : درصد هم‌کشیدگی؛ V_o

و V_s : حجم خشک و اشباع

تهیه نمونه‌های آزمون تشریح آناتومی: نمونه‌ها آزمونی بر اساس آیین‌نامه شماره ۸۵-۲۳۹۵ استاندارد ASTM (مکعب‌های چوبی به ابعاد ۲×۲×۲/۵ سانتی‌متر) از چوب نارنج به‌طور کاملاً تصادفی تهیه شد. برای سهولت تهیه مقاطع نازک میکروسکوپی، نمونه‌ها را به مدت ۳ روز در آب خیسانده، به‌طوری‌که روزانه اقدام به تعویض آب آن گردد، پس از آن به مدت یک تا دو ساعت نیز نمونه‌ها جوشانده شد. برای بررسی وضعیت آناتومی چوب نارنج، قطر آوند، تعداد آوند، تعداد اشعه، طول اشعه و پهنای اشعه اندازه‌گیری گردید.

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS در محیط Windows انجام گرفت. به‌طوری‌که داده‌های مربوط به خواص فیزیکی، آناتومیکی و بیومتریکی الیاف چوب نارنج با استفاده از آزمون‌های دانکن و به روش مقایسه میانگین‌ها (در سطح اعتماد ۹۵ درصد) مقایسه و مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور از طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید.

و به کارگاه صنایع چوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس (رادپو دریا) منتقل شد. در این مطالعه در مجموع ۴۸ نمونه تهیه و مورد بررسی و آزمایش قرار گرفتند.

اندازه‌گیری ابعاد الیاف: برای اندازه‌گیری ابعاد الیاف چوب نارنج از روش فرانکلین (۱۹۵۴) استفاده شد (ح‌سینی ۱۳۸۰). به‌طوری‌که ابتدا از هر دیسک از مغز به پوست خلال‌هایی تهیه گردید. سپس خلال‌ها در لوله آزمایش قرار داده شد و مخلوط اسید استیک و آب اکسیژنه به نسبت مساوی (۵۰ به ۵۰) به آنها افزوده شد و به مدت ۴۸ ساعت در داخل اتوو و در درجه حرارت ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از این مدت نمونه‌ها را از اتوو خارج کرده و آنها را تا خنثی شدن آب اکسیژنه و اسید استیک مورد شستشو قرار گرفتند. سپس با استفاده از میکروسکوپ، طول و قطر کلی الیاف در هر نمونه اندازه‌گیری شد. برای تعیین ضرایب بیومتری الیاف نیز از روابط زیر استفاده شد.

$$\text{رابطه (۱)} \quad L/d = \text{ضریب درهم‌رفتگی}$$

$$\text{رابطه (۲)} \quad C/d = 100 * \text{ضریب انعطاف‌پذیری}$$

$$\text{رابطه (۳)} \quad 2P/C = 100 * \text{ضریب رانکل}$$

L : طول الیاف؛ d : قطر کلی الیاف؛ C : قطر حفره؛ P :

ضخامت دیواره الیاف

اندازه‌گیری خواص فیزیکی: برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی چوب نارنج از آزمون‌های استاندارد ASTM استفاده شد. برای اندازه‌گیری جرم ویژه خشک و بحرانی ابتدا نمونه‌های (۲×۲×۲ سانتی‌متر) تهیه شده به مدت ۴۸ ساعت درون آب غوطه‌ور گردید تا کاملاً اشباع شود. به‌طوری‌که دیگر افزایش وزن پیدا نکند. سپس ابعاد و حجم هر یک از نمونه‌ها توسط کولیس با دقت ۰/۱۰ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. با تعیین حجم کاملاً اشباع، نمونه‌ها را در داخل اتوو به مدت ۲۴ ساعت و در دمای 103 ± 2 درجه سانتی‌گراد خشک شده و سپس با ترازوی حساس با دقت یک صدم گرم توزین شد. آنگاه با اندازه‌گیری ابعاد آنها حجم نمونه‌ها به‌دست آمد و با استفاده از فرمول‌های زیر جرم ویژه خشک، بحرانی و تخلخل محاسبه گردید.

$$SG_o = \frac{W_o}{V_o} \quad \text{رابطه (۴)}$$

نتایج

مقایسه میانگین مشخصه‌های کمی

میانگین مشخصه‌های خواص فیزیکی، آناتومی و بیومتری الیاف چوب نارنج در بین تنه‌ها بر اساس آزمون

دانکن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین میانگین کلیه مشخصه‌های بیومتری الیاف خواص فیزیکی (به جز هم‌کشیدگی) در سطح اعتماد ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۱ و ۲).

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار بیومتری الیاف چوب نارنج

مشخصه‌ها	طول الیاف (میکرون)	قطر کلی الیاف (میکرون)	قطر حفره (میکرون)	ضریب انعطاف‌پذیری (*۱۰۰)	ضریب رانگل (*۱۰۰)
متغیرها	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین
چوب نارنج	۷۳۴/۸۳	۱۷۱/۵	۱۶/۱۴	۴/۴	۷/۱۹

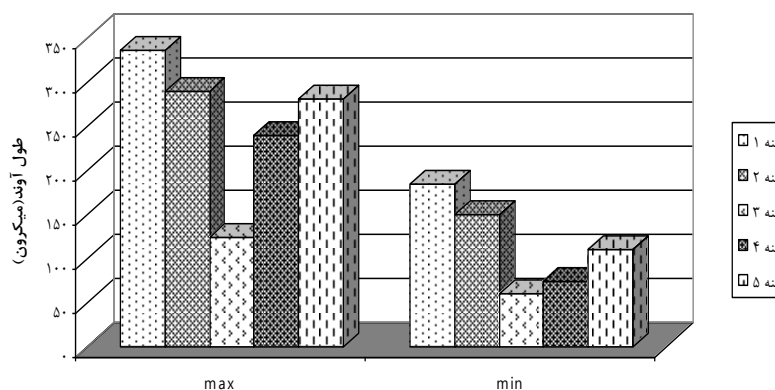
جدول ۲. میانگین و انحراف معیار خواص فیزیکی چوب نارنج

متغیرها	جرم ویژه خشک	جرم ویژه بحرانی	هم‌کشیدگی %	واکشیدگی %	تخلخل %
مشخصه‌ها	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین
چوب نارنج	۰/۷۵	۰/۰۳۲	۰/۶۴	۰/۰۱۶	۱۶/۵

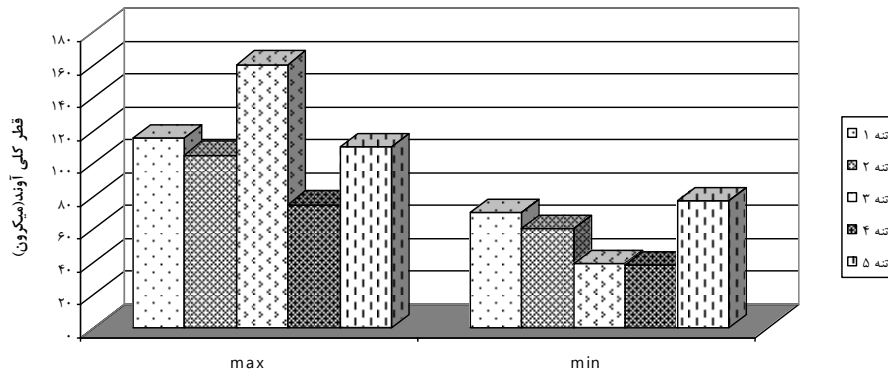
ویژگی‌های آناتومی چوب نارنج

نتایج ویژگی‌های آناتومی نشان داد که قطر آوند چوب نارنج بین ۱۶۳/۹ تا ۴۰/۶ میکرون متغیر است. اختلاف حداقل و حداکثر قطر آوند به دلیل نیمه بخش روزنه‌ای بودن این چوب است، به طوری که آوندهای درشت‌تر در ابتدای فصل رویش و آوندهای کمی کوچک‌تر در انتهای فصل رویش قابل تشخیص هستند، به طوری که آوندهای متوسط به صورت دوتایی و سه‌تایی به هم چسبیده‌اند و در جهت شعاعی در مقطع عرضی به تعداد ۸-۱۵ عدد در میلی‌متر مربع پراکنده شده‌اند. درجه آوندها ساده است. تعداد پارانشیم‌ها در طول ۱۷-۳۳ و در پهنا ۳-۵ عدد قرار گرفته‌اند. در مقطع عرضی

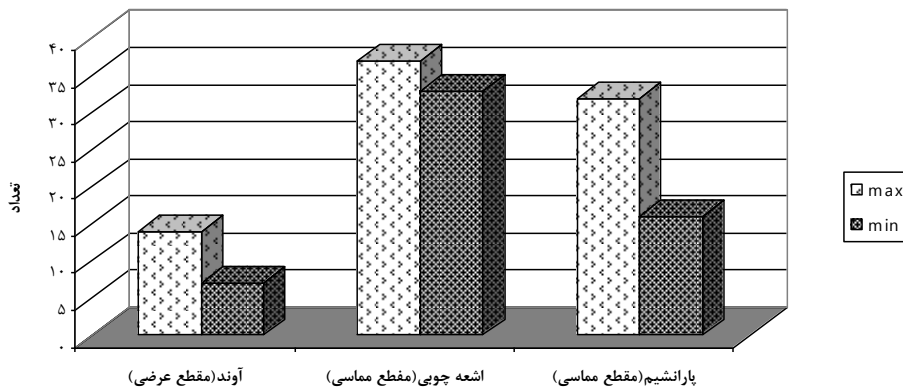
فیبرهای فشرده انتهایی چوب تابستانه (چوب پایان) حد بین دواپر رویش سالیانه را مشخص می‌کنند. اشعه‌های چوبی در مقطع مماسی به تعداد ۳۷-۳۵ عدد در یک میلی‌متر مربع قرار دارد. اشعه‌های چوبی از نوع ناهمگن هستند، زیرا سلول‌های حاشیه‌ای مکعبی است. حداکثر ضخامت و طول اشعه چوبی در چوب نارنج به ترتیب ۵۰/۵ و ۳۴/۳ میکرون و طول اشعه ۴۲۷/۲ و ۲۶۸/۹ میکرون می‌باشد، مهمترین سلول‌هایی که در چوب نارنج می‌توان مشاهده کرد انواع آوندهای بهاره و تابستانه، فیبرلیبری فرم، پارانشیم محوری، پارانشیم افقی با اشکال نامنظم است (شکل‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶).



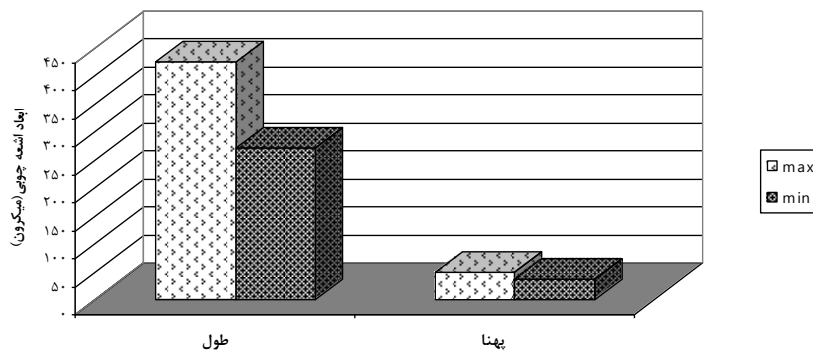
شکل ۲. طول (ارتفاع) آوند چوبی در چوب نارنج



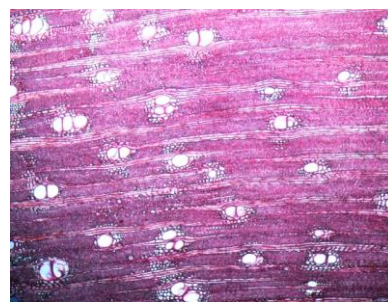
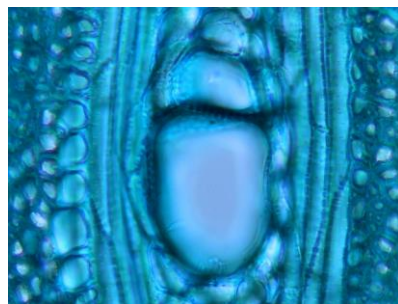
شکل ۳. قطر کلی آوندها در چوب نارنج



شکل ۴. تعداد آوند، اشعه چوبی و پارانشیم در چوب نارنج



شکل ۵. ابعاد اشعه چوبی در چوب نارنج

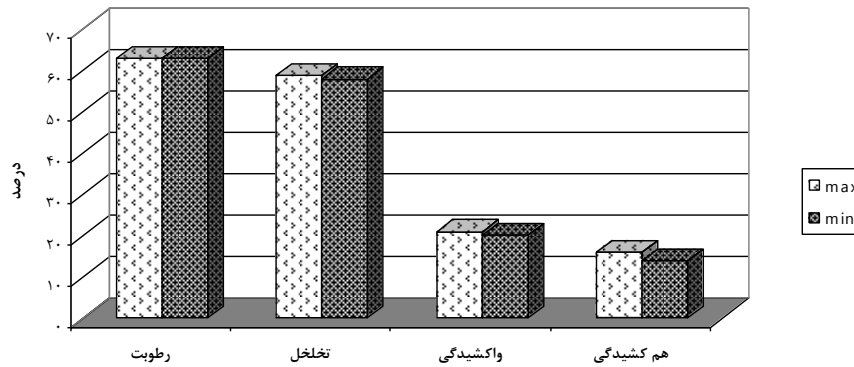


شکل ۶. وضعیت سلول‌ها در مقطع عرضی (راست) و اشعه چوبی در مقطع مماسی (چپ) چوب نارنج

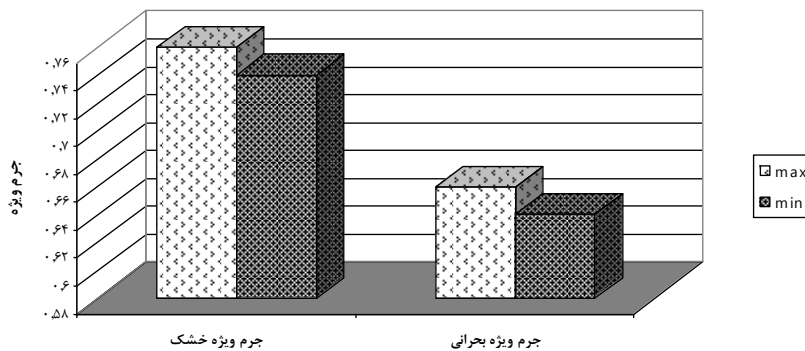
خصوصیات فیزیکی چوب نارنج

متوسط هم کشیدگی و واکشیدگی و تخلخل چوب نارنج به ترتیب ۱۶/۵، ۲۴/۹ و ۴۹/۲ درصد اندازه گیری شد. از نظر آماری بین میانگین کلیه خواص فیزیکی (به جز هم کشیدگی) تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد وجود ندارد (شکل ۷ و ۸).

نتایج نشان داد که حداکثر جرم ویژه خشک و بحرانی چوب نارنج به ترتیب ۰/۷۵ و ۰/۶۵ و حداقل آنها ۰/۷۳ و ۰/۶۳ می باشد. هم کشیدگی چوب نارنج از ۱۷/۳ تا ۱۵/۷ درصد و واکشیدگی آن از ۲۱/۳ تا ۲۰/۶ درصد در تغییر است



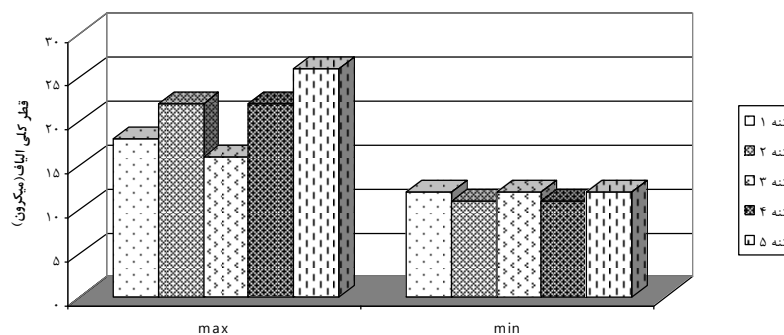
شکل ۷. تغییرات برخی ویژگی های فیزیکی چوب نارنج



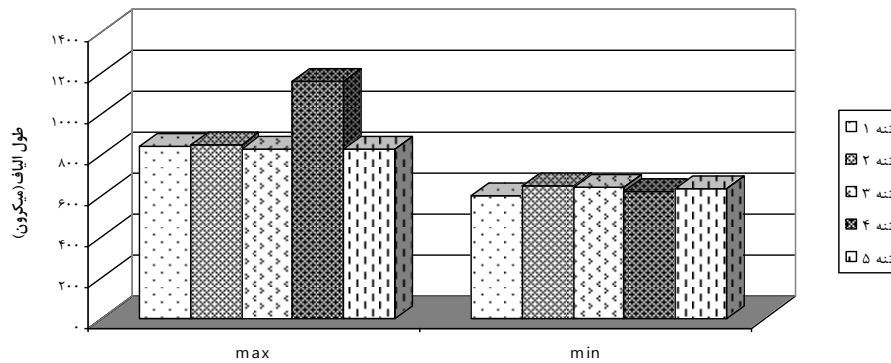
شکل ۸. تغییرات جرم ویژه در چوب نارنج

ویژگی های بیومتری الیاف چوب نارنج

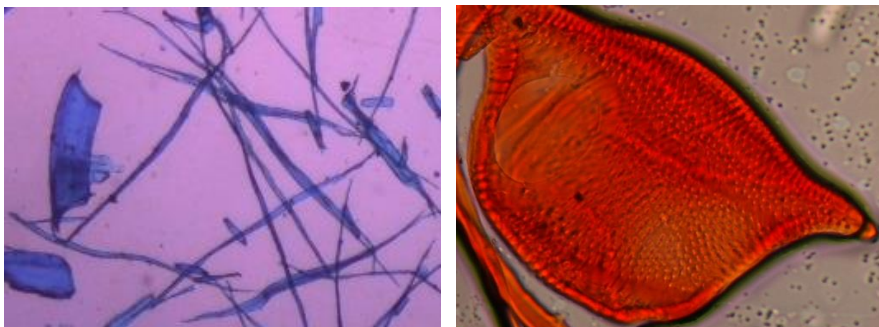
نتایج نشان داد که طول الیاف از حداقل ۵۴۹ تا حداکثر ۱۲۰۰ میکرون در تغییر می باشد. متوسط طول الیاف چوب نارنج ۷۳۴/۸ میکرون است. قطر الیاف بین حداقل ۱۱/۵۲ و حداکثر ۲۱/۵۹ می باشد. ضریب درهم رفتگی و رانکل الیاف چوب نارنج به ترتیب ۴۸/۸ و ۱۳۶ است. همچنین نتایج نشان داد که الیاف این چوب مشابه بعضی پهن برگان بوده و دیواره الیاف آن نسبتاً ضخیم تر است (شکل ۹ و ۱۰). بنابراین چوب نارنج می تواند برای ساخت خمیر و کاغذ، تخته فیبر و تخته خرده چوب بسیار مناسب باشد.



شکل ۹. قطر کلی الیاف در چوب نارنج



شکل ۱۰. طول الیاف در چوب نارنج



شکل ۱۱. وضعیت دریچه آوند ساده (چپ) و منافذ و دیواره الیاف (راست) در چوب نارنج

بحث و نتیجه‌گیری

انتظار داشت که تغییرات خواص فیزیکی، آناتومیکی و بیومتریکی الیاف آنها از الگوی مشخصی پیروی کند که بیشتر تابع عواملی درونی است.

نتایج نشان داد که میانگین قطر آوند چوب نارنج ۸۹/۵ میکرون می‌باشد و اختلاف معنی‌داری بین میانگین قطر آوند ساقه‌های چوب نارنج وجود ندارد. اختلاف حداقل و حداکثر قطر آوند به دلیل نیمه بخش روزنه‌ای بودن این چوب است، به طوری که آوندهای متوسط به صورت دوتایی و سه‌تایی به هم چسبیده‌اند و در جهت شعاعی پراکنده شده‌اند. اشعه‌های چوبی از نوع ناهمگن هستند، زیرا سلول‌های حاشیه‌ای مکعبی است. متوسط تعداد آوندهای نیمه‌بخش روزنه‌ای چوب نارنج ۱۴ عدد در میلی‌متر مربع می‌باشد. متوسط پهنا و طول اشعه نارنج نیز به ترتیب ۴۱/۳۶ و ۳۴۳/۷ میکرون اندازه‌گیری شد. از نظر آماری بین میانگین ویژگی‌های آناتومی چوب نارنج سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. همچنین نتایج نشان داد میانگین جرم ویژه خشک و بحرانی آن نیز به ترتیب ۰/۷۵ و ۰/۶۴ است. متوسط هم‌کشیدگی و واکشیدگی و

به عقیده بیشتر دانشمندان و محققان علوم چوب، عواملی که باعث تغییر ویژگی‌های مختلف چوب می‌شوند شامل دو گروه عوامل خارجی یا شرایط رویشی یا رویشگاهی مانند ارتفاع از سطح دریا، جهت و شیب زمین، خاک، دما، رطوبت نسبی، نور، باد، برف و غیره و عوامل درونی (ژنتیکی) می‌باشند که تغییراتی نظیر چوب بهاره و تابستانه، طول الیاف، چوب جوان و چوب بالغ، درون‌چوب و برون‌چوب را سبب می‌شوند. الگوی تغییرات خواص فیزیکی چوب و طول الیاف برای همه گونه‌ها و درختان به ویژه گیاهان غیرچوبی که دارای ساختمان پیچیده‌تری هستند، یکسان نیست، زیرا مجموع عوامل گفته شده در شرایط گوناگون اثرات متفاوتی بر رویش گونه و در نتیجه ویژگی سلول‌ها و ساختار چوب می‌گذارد و تغییرات خواص چوب گونه‌های مختلف به‌ویژه در رویشگاه‌های متفاوت یکسان نخواهد بود (ویسی، ۱۳۸۵؛ حسینی، ۱۳۸۰). اما چون در این تحقیق چوب نارنج تنها از یک رویشگاه (منطقه تنکابن) و با شرایط یکسان مورد مطالعه قرار گرفته است، بنابراین می‌توان

منابع

- پارسا پزوه، د. (۱۳۶۶) اطلس چوب‌های شمال ایران. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۲۰-۲۵.
- پارسا پزوه، د. (۱۳۶۷) تکنولوژی چوب. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۴۰-۴۲.
- حسینی، س.ض.ا. (۱۳۸۰) مرفولوژی الیاف در چوب و خمیر کاغذ، انتشارات دانشگاه گرگان، صفحات ۱۱۵-۱۱۷.
- حسین زاده، ن، طغریایی، ن،؛ گلبابائی، ف. (۱۳۷۹) بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی گونه ممرز از رویشگاه ویسر مازندران. مجله تحقیقات چوب و کاغذ ایران، شماره ۲۲۵، صفحات ۱۰۹-۱۴۹.
- ویسی، ر. (۱۳۸۵) بررسی تغییرات خواص فیزیکی و بیومتری الیاف در طی ارتفاع ساقه بامبو. فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نوشهر و چالوس، (۱)۱، صفحات ۲۳-۳۱.
- Kollman, F.P. and W. Jr. (1968) Principles of wood science and Technology, new York, 1(1),102-104.
- Latif, M. (1995) Bamboo in Malaysia: Past, present and future research. Proceedings 4th international bamboo Workshop, Thailand and, 84-89.
- Lindstrom, H. (1997) Fiber length, tracheid diameter, and Late wood percentage in Norway spruce, development from pith out wards, Wood and Fiber Science.
- R . S . seth (1995) The effects of fiber length & coarseness on the tensile strength of webs, tappi Journah, 3(1), 33-38.
- Razak, O. (1995) Planting and utilization of bamboo in Peninsular Malaysia. Research Pamphlet. Forest Research Institute Malaysia, 49-55.
- Tappi test method (1993) Atlanta, GA, 146-153.

تخلخل چوب نارنج به ترتیب ۲۱/۵، ۱۶ و ۴۹ درصد اندازه‌گیری شد. با توجه به تقسیم‌بندی جرم ویژه و تغییر ابعاد، چوب نارنج دارای چوب نیمه‌سنگین و هم‌کشیدگی متوسط می‌باشد. از نظر آماری بین میانگین کلیه خواص فیزیکی (به جز هم‌کشیدگی) در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. نتایج بیومتری الیاف نشان داد متوسط طول الیاف، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل چوب نارنج ۷۳۴/۸ میکرون، ۴۶/۹ و ۱۳۶/۰۲ می‌باشد. از نظر آماری بین ویژگی‌های بیومتری الیاف در سطح اعتماد ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. به طوری که ویژگی‌های بیومتری الیاف چوب نارنج و ویژگی‌های فیزیکی آن مشابه بعضی از پهن‌برگان جنگل‌های شمال کشور بوده و حتی طول الیاف و ضریب رانکل آن به مراتب بهتر از بسیاری از گونه‌های پهن‌برگ صنعتی است. نتایج نشان داد که چوب نارنج برای ساخت خمیر و کاغذ، تخته فیبر و تخته خرده‌چوب بسیار مناسب می‌باشد. نتایج این تحقیق با نتایج به دست آمده از سایر پژوهشگران به خصوص پارسا پزوه (۱۳۶۷) و Razak (۱۹۹۵) همخوانی دارد. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که چوب نارنج به علت طول و قطر الیاف و به خصوص ضرایب رانکل و خواص فیزیکی (جرم ویژه و مقدار ماده چوبی) مناسب و ویژگی‌های آناتومی خوب می‌تواند نقش موثری در استفاده بیشتر آن به عنوان بخشی از مواد اولیه مصرفی صنایع خمیر و کاغذ، تخته فیبر و تخته خرده‌چوب ایران و در تامین بخشی از مواد اولیه صنایع چوب و کاغذ داشته باشد.

An Investigation on the Physical, Anatomical and Fiber Biometrical Properties of Orange Wood (*Citrus Spp.*)

Ramin Vaysi^{1*} and Iman Khajeali²

- 1) Associate Professor, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran. *Corresponding Author Email Address: vaysi_r452@yahoo.com
- 2) M.Sc. Graduated in Wood and Paper Technology, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran.

Date of Submission: 2021/05/19

Date of Acceptance: 2021/08/14

Abstract

This research was aimed to investigate on the physical, anatomical and fiber biometrical properties of orange wood (*Citrus Spp.*). For this purpose, six discs of orange wood (*Citrus Spp.*) trunk from the Tonkabon region were randomly chosen. The samples were prepared for measured fiber biometrical, physical and anatomical properties by using Franklin and ASTM standard test methods respectively. The results showed that wood of orange wood had semi-ring porous, vessels are pairs of 2-3 group's vessels with simple aperture. The parenchyma's were longitudinal and around the vessels. There were a lot of heterogeneous rays in orange wood. The average of the number and vessel diameter were 14 and 89.5 μ , ray thickness 41.4 μ , fiber length 734.1 μ , Runkel coefficient 136, dry density 0.75gr/cm³, basic density 0.64 gr/cm³, shrinkage and porosity 16.5 % and 49.2% percent, respectively. The results also indicated that orange wood properties were very fit and same the hard woods. The results also pointed out that the above-mentioned of orange wood properties can to replace some or full of the raw material for production pulp and paper, fiber board, particle board and another wood composition boards in the wood and paper industries.

Key words: Anatomical properties, Fiber biometrical, Orange wood, Physical, Runkel coefficient.