

## بررسی خصوصیات بنیادی چوب ساقه پنبه رقم ورامین جهت استفاده در صنایع سلولزی

چکیده:

رقم ورامین یکی از رقمهای ارزشمند گیاه پنبه است که نزدیک به ۴۰٪ پنبه کاری کشور را در مناطق مرکزی ایران و خراسان و بخشی از استانهای اردبیل و آذربایجان شرقی را زیر پوشش دارد. با توجه به سیاست جایگزینی ضایعات کشاورزی به جای محصولات جنگلی در کارخانه‌های صنایع سلولزی و حجم فراوان این ماده اولیه مناسب در مزارع کشور و توجه به اینکه شناخت خصوصیات ماده اولیه، یکی از ملزومات استفاده صحیح از آن در صنعت می‌باشد بررسی خصوصیات بنیادی در مورد چوب ساقه پنبه مورد توجه قرار گرفت.

در این تحقیق نمونه‌های آزمونی از مزرعه موسسه تحقیقات پنبه ورامین به آزمایشگاههای مجتمع تحقیقاتی البرز منتقل شد و آزمایشهای متعدد بر روی آنها انجام گرفت. آزمایشهای آناتومی و تشریحی بر طبق استانداردهای IAWA و آزمایشهای فیزیکی چوب بر طبق استانداردهای ASTM و آزمایشهای شیمیایی چوب بر طبق استانداردهای TAPPI انجام گرفت.

چوب ساقه پنبه ورامین پراکنده آوند و معمولاً به صورت تک، دوتایی و همچنین دسته‌های ۴-۶-۸ تایی هم مشاهده می‌شود که معمولاً به صورت شعاعی قرار دارند به ندرت دسته‌های خوشه‌ای با تعداد کم آوند هم مشاهده می‌شود. تیغه بین آوندی از نوع کاملاً ساده و گرد می‌باشد. آرایش منافذ دیوار آوندی از نوع منافذ پشت سر هم طولی می‌باشد، متوسط قطر منافذ دیوار آوندی ۳/۷ میکرون و تعداد منافذ در ناحیه تلافی آوند و اشعه کاهش می‌یابد و پراکنده با شکلهای گرد و یا نامنظم، میانگین قطر آوندها ۷۴۰ میکرون و تعداد آوندها ۲۳/۲ عدد در میلی‌متر مربع اندازه‌گیری شد میانگین طول عناصر آوندی ۱۸۸/۴ میکرون و هیچ‌گونه تیلی مشاهده نشد. فیبرها با منافذ ساده و پراکنده با قطری کمتر از ۳ میکرون دیده می‌شوند. فیبرها دارای دیواره نازک و فاقد ضخامت ماریچی هستند. پارانشیم محوری در اطراف آوندها مشاهده می‌شود. اشعه چوبی نا همگن و با سلولهای با اندازه‌های متفاوت دیده می‌شوند. میانگین ارتفاع اشعه‌های چوبی ۵۷۷ میکرون و ترکیب سلولها در آنها مخلوطی از ردیفهای ایستاده و خوابیده می‌باشد تعداد اشعه چوبی بطور متوسط ۷ عدد در میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

میانگین طول لیاف اندازه‌گیری شده در سه ناحیه یقه، ۵۰٪ و ۷۵٪ طول ساقه ۸۴۰ میکرون و میانگین قطر لیاف ۲۳/۹ میکرون و همچنین میانگین قطر حفره سلولی ۱۶/۱۱ و میانگین ضخامت دیواره در لیاف چوب ساقه پنبه ورامین ۳/۹ میکرون اندازه‌گیری شد. چوب پنبه ورامین دارای جرم حجمی خشک ۰/۴۴ گرم بر سانتیمتر مکعب و جرم حجمی بحرانی ۰/۴۰ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد و میزان همکشیدگی حجمی آن ۷/۷ درصد و واکشیدگی حجمی آن ۸/۳ درصد اندازه‌گیری شد. همچنین درصد تخلخل آن نیز ۷۰/۵ درصد برآورد شد. میزان در صد مواد شیمیایی تشکیل دهنده چوب پنبه ورامین نیز آزمایش شد که سلولز ۵۲ درصد، لیگنین ۲۹/۹ درصد، خاکستر ۱/۴ درصد و مواد استخراجی ۶/۸ درصد را نشان داد.

**واژه‌های کلیدی:** پنبه رقم ورامین - آناتومی چوب سفید چوب - شیمی چوب - لیاف - سلولز - لیگنین -

مقدمه:

پنبه به عنوان گیاهی مثمر از زمانهای قدیم نه تنها شناخته شده بود، بلکه مورد استفاده نیز قرار می‌گرفت. مطالعات باستان‌شناسی قدمتی هفت هزار ساله به این گیاه داده است. استفاده از پارچه‌های پنبه‌ای از پنج هزار سال پیش از میلاد مسیح در حوالی رود سند معمول بوده است و عجیب نیست که چینها در ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح نیز لباسهای بافته شده‌ای از لیاف پنبه می‌پوشیدند.

پنبه در قرن دهم میلادی توسط اعراب به اسپانیا برده شد که تا قرن سیزدهم منشأ ترقی صنعت در بارسلون بود. در سال ۱۴۹۲ میلادی کریستف کلمب در جزایر باهاما به سرخپوستانی برخورد کرد که لباسشان از پنبه بود و یک قرن بعد اروپاییان در جزایر کاراییب کشت آن را آغاز کردند. در قرن ۱۵ میلادی تجارت پنبه در انگلیس رایج شد و با توسعه آن در سده ۱۷، انگلستان یکی از مراکز مهم این صنعت گردید و صد سال بعد (قرن ۱۸ میلادی) کشت آن در ایالات جنوبی آمریکا نیز پیشرفت نمود و به تدریج به سمت غرب این کشور گسترش یافت تا اینکه منطقه پنبه خیز کنونی به نام cotton steam ایجاد گردید.

همگام با گسترش سریع کشت پنبه در جهان، امواج این توسعه به ایران هم رسید و کاشت آن در این سرزمین گسترش بیشتری یافت. البته سابقه کشت پنبه در ایران که بی شک از هند و پاکستان منشأ گرفته است به دوره هخامنشی می‌رسد و آورده اند که لباس سربازان هخامنشی از لیاف پنبه بافته شده بود. در این دوره کشت انواع آسیایی از گونه *Gossypium herbaceum* (پنبه بومی) مرسوم بوده و در نوشته‌های بعد از اسلام به پنبه‌زارهای خراسان، ساوه، شوشتر و مالیات آنها نیز اشاره شده است.

به هر حال ورود اولین بذر اصلاح شده به ایران در زمان صدارت میرزا تقی خان امیر کبیر بود این بذر که از نوع آپلند پنبه های آمریکایی بود توسط کشیشی به نام استاکینگ به ایران آورده شد و با احداث اولین کارخانه پنبه پاک کنی در سال ۱۲۹۸ هجری شمسی کشت پنبه اصلاح شده و صنایع وابسته به آن در ایران رو به توسعه گذاشت. به دنبال آن موسسه خوار پوک در سال ۱۳۰۷ هجری شمسی به منظور به نژادی این گیاه چند نژاد آمریکایی را در ورامین آزمایش نمود که نتیجه آن واریته موفق فیلیستان بود. در سالهای بعد از آخرین جنگ جهانی شرکت توسعه و اصلاح پنبه نژادهای دیگری را برای کشت در ورامین و مازندران انتخاب کرد.

#### مشخصات گیاه پنبه:

پنبه از گونه های مختلف جنس *Gossypium* که متعلق به تیره پنیرکیان (*Malvacea*) است بدست می آید. گونه های این جنس به طور طبیعی در مناطق نسبتاً خشک گرمسیری و نیمه گرمسیری خاورمیانه، آفریقا، آمریکا، استرالیا، هاوایی و برخی دیگر جزایر اقیانوس اطلس جنوبی می رویند. تعداد کمی از آنها به مرور توسط انسان اهلی و منتشر شده و به عنوان گیاهان زراعی در بعضی از نقاط مرطوبتر و معتدل جهان مورد استفاده قرار داده شده اند ولی انواع بتانیکلی آنها به صورت وحشی بوده و ارزش تجارتي ندارند. تا کنون ۳۱ گونه پنبه توسط فرایکسل (*fryxell*) شناسایی شده که ۲۷ گونه وحشی و ۴ گونه زراعی می باشند. تفاوت پنبه های زراعی با وحشی دارا بودن لیاف قابل رسیدن روی دانه گیاه است. گونه های وحشی اغلب دایمی یا چند ساله، درختچه ای و مخصوص مناطق خشک هستند. این پنبه ها دارای ریشه عمیق و راست، سطح برگها پوشیده از کرک، فوزه ها کوچک و تار پنبه دانه های آنها به هیچ وجه شبیه تار پنبه های نوع زراعی نیست. از پنبه های زراعی دو گونه بومی خاورمیانه و دو گونه بومی قاره آمریکا است.

پنبه دارای انواع یکساله و چندساله به صورت بوته و درختچه می باشد که نوع چندساله آن ریشه های عمیق دارد. اکثر گیاهان تیره پنیرکیان دارای ساقه و برگهای کرکدار می باشند که پنبه از آن مستثنی نیست. پنبه خود گشن است و به ندرت در آن گرده افشانی غیر مستقیم دیده می شود. گونه های جنس *Gossypium* چه وحشی و چه زراعی از نظر تعداد کروموزم به دو گروه ۱۳ و ۱۶ کروموزمی تقسیم می گردد که گروه اول (دنیای قدیم یا آسیایی) بر اساس مبدا اولیه خود به ۷ زیر گروه طبقه بندی می شود به عنوان مثال *G. herbaceum* یکی از این طبقات می باشد که در هندوستان و آفریقا به صورت درختچه ای با انشعابات رویش کم و دارای ساقه های ضخیم و سخت با ارتفاعی بیش از یک متر پیدا شده است. مبدا گونه های گروه دوم (دنیای جدید) که دارای ۲۶ کروموزم است (*G. hirsutum* *G. barbadense*) آمریکای مرکزی می باشد و امروز در سراسر جهان کشت آن رواج دارد. لازم به تذکر است که پنبه های معروف به *Upland* از این گروه هستند. این پنبه ها به صورت بوته های کوچک یکساله با تعداد کمی شاخه رویشی یا بدون آن می باشند. طول لیاف آنها کوتاه تا متوسط بوده و از نظر ظرافت بین درجات خشن تا نیمه ظریف طبقه بندی می گردد. واریته های این گونه قسمت بیشتر پنبه کارهای دنیا را به خود اختصاص داده است. ارقام اصلاح شده ورامین، ساحل، هوپی کالا، دلتاپاین ۱۶ که در ایران کشت می شوند از این گونه اند.

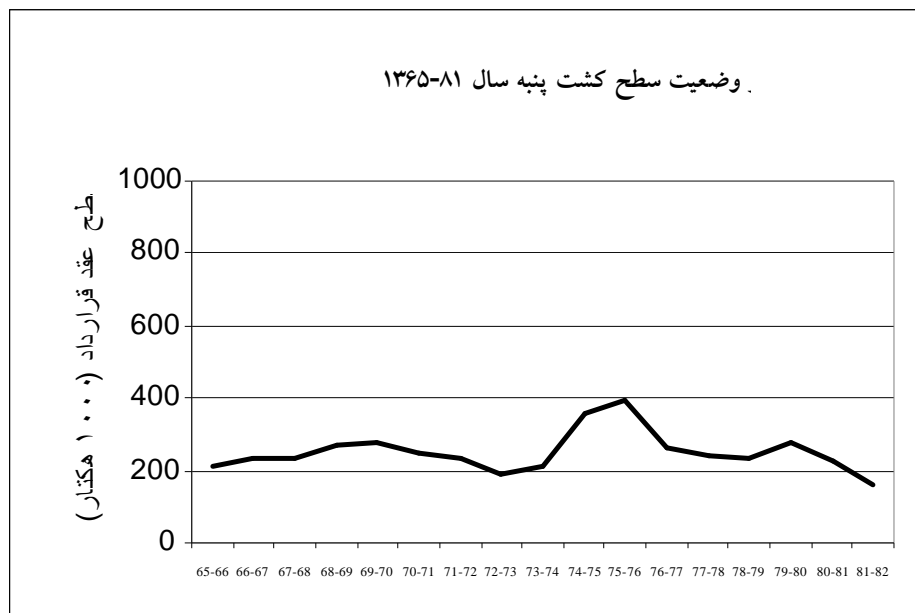
واریته گونه *G. barbadense* که به پنبه های مصری مشهورند به طور طبیعی به صورت درختچه چند ساله بوده، ولی در اکثر مناطق که تولید میشوند به عنوان گیاه یکساله مورد استفاده قرار می گیرند. لیاف این نوع پنبه نسبتاً بلند و ظریف و غوزه کوچک و مخروطی شکل آنها از ۳ تا ۴ خانه تشکیل می گردد. واریته های گونه های مزبور هم اکنون در سطح تجاری در آمریکای لاتین و دره رود نیل (مصر و سودان)، در ایران و تا حدی در نقاط فاریاب مرو، جنوب غرب ایالات متحده آمریکا مورد بهره برداری قرار دارند.

رقم ورامین یکی از یافته های مهم و ارزشمند تحقیقات پنبه ایران است که با سعی و تلاش گروه تحقیقات پنبه در مرکز ورامین از طریق دو رگ گیری ساده در سال ۱۳۳۸ هجری شمسی بین رقم کولر ۱۰۰، ویلت و استرین ۵۳۹ بوجود آمده است. در سال ۱۳۴۶ هجری شمسی به عنوان یک رقم اصلاح شده تجاری برای کشت در مناطق گرگان و گنبد، خراسان، مغان و استان مرکزی توصیه شد. این رقم پر بار و با کیفیت ممتاز حدود ۷۰٪ از سطح پنبه کاری کشور را در مناطق فوق الذکر برای مدت زیادی به خود اختصاص داد. با پیشروی بیماری ورتیسیلوز از مازندران به گرگان و بخشی از گنبد به تدریج از سطح زیر کشت آن کاسته شد و هم اکنون قریب ۴۰٪ پنبه کاری کشور در مناطق مرکزی ایران، استان خراسان و بخشی از استانهای اردبیل و آذربایجان شرقی زیر پوشش است.

میزان سطح زیر کشت پنبه در سالهای قبل و بعد از انقلاب دارای افت و خیزهای متعددی بوده که متأثر از بازار استفاده از پنبه در داخل و خارج از کشور و سیاست گذارهای بخش تصمیم گیرنده نسبت به این محصول بوده است. شکل شماره وضعیت سطح زیر کشت پنبه را از سالهای ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۱ (ه، ش) نشان می دهد. ملاحظه می گردد که اوج شکوفایی کشت این محصول در سالهای ۷۳-۷۴ نزدیک به ۴۰۰ هزار هکتار در سال بوده است و در سالهای اخیر سطح زیر کشت کاهش یافته است. سازمان پنبه و دانه های روغنی که متولی کشت این محصول می باشد میزان کشت این محصول را در سالهای آینده حدود ۲۰۰ هزار هکتار در نظر گرفته است. آنها معتقدند که دولت باید با پرداخت یارانه به پنبه کاران و همچنین سیاستهای حمایتی دیگر همان گونه که از دیگر محصولات کشاورزی حمایت می شود از پنبه کاران نیز حمایت کند.

کارشناسان سازمان پنبه کشور میزان ماده خشک چوبی باقیمانده از برداشت محصول پنبه را در مزارع پنبه کشور حدود ۱۱ تا ۱۴ تن در هکتار برآورد کرده اند. این مقدار در مقایسه با رویش حجمی سالیانه جنگلهای شمال کشور که به طور متوسط برای جنگلهای راش حدود ۳ متر مکعب (۲۰۰۰ کیلو با رطوبت ۱۰٪) چوب در هکتار در سال در نظر گرفته می شود مقدار قابل ملاحظه ای است.

بحث جمع آوری و نگهداری ضایعات پنبه جهت استفاده در کارخانه های صنایع چوب از موانع اصلی استفاده از این ماده اولیه و همچنین دیگر ضایعات کشاورزی می باشد که باید از لحاظ اقتصادی مورد توجه قرار گیرد، اما در مورد صنایع کوچک بحث کمی متفاوت است. در کارخانه های کوچک مقوا سازی و کاغذ سازی که از مواد اولیه به صورت محلی استفاده می کنند ضایعات کشاورزی در مقایسه با محصولات جنگلی از اولویت اقتصادی خوبی برخوردارند و می توانند جایگزین محصولات جنگلی بشوند.



شکل شماره میزان سطح زیر کشت پنبه در سالهای ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۲ در کشور.

در ایران تحقیقات پراکنده ای در مورد ساقه پنبه انجام شده است که از آن جمله می توان به مطالعات شکوهی (۱۳۷۶) اشاره کرد. وی تهیه خمیر از این ماده را با فرایندهای سودا و کرافت مورد بررسی قرار داد و میانگین کلی بازده و عدد کاپای خمیرهای مورد تحقیق خود را برای پختهای سودا به ترتیب ۵۵.۱۸٪ و ۰.۶۱ و برای پخت کرافت ۵۳.۶۷٪ و ۸۷.۶ عنوان کرد.

نامبرده در بررسیهای فیزیکی ساقه پنبه میزان پوست آن را حدود ۲۶٪ گزارش نمود و اعلام داشت که با توجه به میزان بیشتر پوست در ساقه پنبه نسبت به درختان (۱۵-۲۰٪) می توان چنین پیش بینی کرد که این میزان پوست بر روی فرایند لیگنین زدایی و ویژگیهای خمیر تاثیر می گذارد. وی جرم مخصوص خشک و بحرانی ساقه پنبه را به ترتیب ۰/۴۱ و ۰/۳۸ گزارش کرد و آن را در مقایسه با گونه های چوبی در ردیف چوبهای بسیار سبک قرار داد. وی نتایج بررسیهای شیمیایی خود را به صورت جدول شماره ارائه نمود.

جدول شماره درصد مواد شیمیایی تشکیل دهنده ساقه گیاه پنبه [ ]

مواد تشکیل دهنده	میانگین٪	انحراف از معیار
سلولز	۵۳/۵	۰/۵
لیگنین	۲۷/۳	۲/۵۱
خاکستر	۱/۲	-
مواد استخراجی محلول در الکل و استن	۸/۶۷	۱/۰۴
مواد استخراجی محلول در آب گرم	۵	-
مواد استخراجی محلول در سود ۱٪	۲۱/۱۷	۱/۲۵

مقادیر سلولز و لیگنین بدست آمده برای ساقه پنبه نشان می‌دهد که در صد سلولز و لیگنین تقریباً مشابه مقادیر سلولز (۴۵-۵۰٪) و لیگنین (۲۰-۳۰٪) موجود در چوب پهن برگان می‌باشد. در مورد خاکستر و مواد استخراجی نیز می‌توان گفت که ساقه پنبه در مقایسه با چوب پهن برگان از مقدار بیشتری برخوردار است.

شکوهی با بررسی نتایج بیومتریکی الیاف ساقه پنبه عنوان کرد:

طول الیاف ساقه پنبه نظیر بعضی از منابع غیر چوبی یکساله مانند ذرت دانه‌ای (۹۱۰ میکرون) و کلش برنج (۵۰۰-۱۰۰۰ میکرون) می‌باشد، ولی از بعضی از منابع غیر چوبی نظیر ساقه نیشکر الیاف کوتاهتری دارند. الیاف ساقه پنبه در مقایسه با الیاف گیاهان چوبی، در زمره الیاف با طول متوسط (۹۰۰-۱۶۰۰ میکرون) تا کوتاه (L کوچکتر از ۹۰۰ میکرون) قرار می‌گیرد که در واقع قابل مقایسه با چوب پهن برگان است.

جدول شماره خصوصیات مورفولوژیکی الیاف تشکیل دهنده ساقه گیاه پنبه [ ۱ ]

مشخصات مورفولوژیکی	میانگین (میکرون)	انحراف از معیار
طول فیبر	۹۱۵/۶۲	۰/۵۱
قطر فیبر	۲۸/۲۷	۲/۷۹
ضخامت دیواره سلولی	۳/۱۸	۰/۵۸
قطر حفره سلولی	۲۲/۳۱	۲/۶۳

شفیع زاده (۱۳۸۷) امکان استفاده از ساقه پنبه جهت تولید خمیر کاغذ فلوتینگ با فرایند NSSC و سودا و همچنین امکان اختلاط آنها با خمیر NCCS مخلوط پهن برگان تولید کارخانه چوب و کاغذ مازندران را در سه سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰٪ مورد بررسی و ارزیابی قرار داد. در فرایند سودا با توجه به راندمان ۵۵/۶۵٪ عدد کاپای ۱۳۶/۶۳ و میزان شایو ۴/۲۴٪ در درجه روانی ۴۰۰ که حاصل پخت با درصد مواد شیمیایی ۱۶/۵ و زمان پخت ۷۵ دقیقه بود به عنوان بهترین حالت تولید خمیر انتخاب گردید.

در فرایند NCCS نیز با توجه به بازده ۶۱٪ عدد کاپای ۱۳۶/۳ و میزان شایو ۳/۸٪ در درجه روانی ۴۰۰ برای پخت با درصد مواد شیمیایی ۱۶/۵ و زمان پخت ۹۰ دقیقه به عنوان بهترین حالت تولید خمیر برگزیده شد و نتایج درصد حلالیت چپیس مخلوط پهن برگان (۲۱٪) و ساقه پنبه (۲۹/۵٪) در محلول ۱٪ سودا، افت بیشتر مواد تشکیل دهنده ساقه پنبه در مقایسه با مخلوط چپیس چوب پهن برگان را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج مناسب آزمونهای فیزیکی و مقاومتی کاغذهای حاصل از اختلاط خمیرهای ساقه پنبه با خمیر NCCS مخلوط پهن برگان به نظر می‌رسد جایگزینی خمیر سودا و NCCS ساقه پنبه با ۳۰٪ خمیر NCCS مخلوط پهن برگان بلا مانع باشد.

#### مواد و روشها:

جهت انجام این تحقیق با موسسه تحقیقات پنبه در ورامین مشاوره شد و آنها رقمهای ورامین، ساحل و بختگان را به عنوان رقمهای اصلی معرفی نمودند که مقاله حاضر نتایج بررسی درمورد رقم ورامین می‌باشد.

نمونه های آزمایشی از مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات پنبه ورامین تهیه شد و به صورت دسته های (piles) جدا گانه از هر رقم به مجتمع تحقیقاتی البرز منتقل گردید. مشخصات جغرافیایی ایستگاه مذکور به قرار زیر می‌باشد.

از هر پایل سه بوته به صورت کاملاً تصادفی انتخاب شد. بعد از انتقال به آزمایشگاه جهت تعیین خصوصیات مورفولوژی الیاف از هر نمونه در قسمت های قطور، متوسط و باریک در مناطق نزدیک یقه، ۵۰٪ و ۷۵٪ ارتفاع بوته، نمونه هایی تهیه شد. سپس نمونه های تهیه شده را به صورت کامل تبدیل به تراشه کرده و در لوله های آزمایش ریخته و به روش فرانکلین (۱۹۵۴) دفیبره شدند. بعد از جدا سازی کامل الیاف از یکدیگر در هر نمونه با ۹۰ تکرار، طول الیاف قطر الیاف و قطر حفره سلولی توسط میکروسکوپ نوری پروژکتینا با صفحه مدرج اندازه گیری شد. لازم به تذکر است که قطر دیواره سلولی از نیم تفاضل قطر فیبر و قطر حفره بدست می‌یاید. در این مرحله همچنین ضریب در هم رفتگی ضریب مقاومت به پارگی و ضریب انعطاف پذیری طبق فرمولهای زیر محاسبه شدند.

جهت تهیه نمونه های مطالعات آناتومی و تشریحی و اندازه گیریهای مربوطه از سه ارتفاع ذکر شده نمونه هایی با قطر کامل و به ارتفاع ۲ سانتیمتر تهیه و بعد به مدت ۸ تا ۱۲ ساعت در آب جوش پخته شدند تا نمونه ها نرم شده و جهت مقطع گیری آماده شوند. سپس مقطع گیری در جهت عرضی توسط یک دستگاه میکروتوم لایکا ۱۴۰۰ لغزشی و در جهات شعاعی و مماسی توسط دست انجام گرفت. آنگاه مقاطع تهیه شده رنگ آمیزی و جهت مطالعه تثبیت شدند.

$$\text{ضریب مقاومت به پارگی} = \frac{2P}{C} \times 100, \text{ ضریب انعطاف پذیری} = \frac{C}{d} \times 100, \text{ ضریب لاغری} = \frac{L}{d}$$

$$L = \text{طول فیبر} = d = \text{قطر فیبر} = C = \text{قطر حفره سلولی} = P = \text{ضخامت دیواره سلولی می باشد.}$$

مطالعه بر اساس دستورالعمل IAWA (۱۹۸۹) انجام گرفت و بافت چوب به طور کامل تشریح شد و اندازه گیری میانگین تعداد آوند در میلیمتر مربع، قطر آوند در مقطع عرضی، طول عناصر آوندی در مقطع شعاعی و مماسی، تعداد اشعه در میلیمتر در مقطع مماسی، ارتفاع و عرض اشعه در مقطع مماسی قطر منافذ دیوار آوند در مقطع مماسی هر یک با حد اقل ۳۰ تکرار به طور جداگانه اندازه گیری شد جهت انجام بررسی خصوصیات فیزیکی نمونه هایی به ارتفاع ۲ سانتیمتر بر اساس آیین نامه شماره ۲۰۱۶-۷۴ D و آیین نامه شماره ۲۳۹۵-۸۳ D استاندارد ASTM تهیه شد و بعد از آماده سازی، جرم مخصوص در شرایط کاملاً خشک، جرم مخصوص بحرانی، جرم مخصوص در ۱۲ درصد رطوبت اندازه گیری شد. همچنین درصد همکشیدگی و واکشیدگی حجمی و میزان تخلخل بر اساس فرمولهای زیر محاسبه گردید:

$$P_{12} = P_0 - ((P_0 - P_i) \frac{12}{30}), P_i = \frac{m_0}{V_0}, C = (1 - 0.67P_0) \times 100, \beta = \frac{V_g - V_0}{V_g}, \alpha = \frac{V_g - V_0}{V_0} \times 100$$

$M_0$  = جرم کاملاً خشک،  $V_0$  = حجم کاملاً خشک،  $P_0$  = جرم مخصوص کاملاً خشک،  $V_g$  = حجم کاملاً اشباع،  $P_i$  = جرم مخصوص بحرانی،  $P_{12}$  = وزن مخصوص در ۱۲ درصد رطوبت،  $C$  = درصد تخلخل،  $\alpha$  = درصد واکشیدگی حجمی،  $\beta$  = درصد همکشیدگی حجمی.

جهت اندازه گیری خصوصیات شیمیایی سه بوته انتخاب شده و بعد از پوست کنی به آرد چوب تبدیل شدند اندازه گیریهابر اساس استانداردهای TAPPI به شرح زیر انجام شد:

T 257 cm-85 -تهیه آرد چوب

T 264 om-88 -آرد عاری از مواد استخراجی

-میزان سلولز روش اسید نیتریک

T 222 om-88 -میزان لیگنین

T 211 om-85 -میزان خاکستر

T 204 om-88 -میزان مواد استخراجی

آزمایشهای فوق هر یک با ۴ تکرار انجام شد. جهت مقایسه میانگینها در خصوصیات مرفولوژیکی و مشخصات آناتومیکی در سه قسمت ذکر شده در بوته پنبه از روش آنووا یک طرفه استفاده شد.

### نتایج:

در میان ساقه های پنبه رقم ورامین منتقل شده به آزمایشگاه مجتمع البرز ساقه های با ارتفاع حد اکثر ۱۲۰ سانتیمتر و حد اقل ۵۵ سانتیمتر مشاهده شد. حد اکثر قطر یقه در نمونه های آزمونی ۲/۵ سانتیمتر و میانگین وزنی بوته های آزمونی (در رطوبت ۱۵٪) ۱۸۰ گرم با حد اکثر ۲۳۰ و حد اقل ۱۱۰ گرم اندازه گیری شد.

بررسیهای انجام شده در مورد خصوصیات مرفولوژیکی در مورد ساقه پنبه رقم ورامین نشان داد که بین طول الیاف در سه منطقه یقه، ۵۰٪ و ۷۵٪ ارتفاع بوته پنبه هیچ گونه اختلاف معنی داری وجود ندارد و میانگین طول الیاف در ۲۷۰ تکرار در سه ارتفاع ۸۴۰ میکرون با حد اکثر ۲۳۰۰ میکرون و حد اقل ۳۲۰ میکرون و با انحراف از معیار ۰/۲۴۷ بدست آمد.

اما در مورد قطر الیاف بین سه ناحیه یقه، ۵۰٪، و ۷۵٪ ارتفاع بوته در سطح ۹۹٪ اختلاف معنی دار وجود دارد به این صورت که قطر الیاف در ناحیه یقه و ۵۰٪ به ترتیب با میانگینهای ۲۴/۷ و ۲۵/۰۴ میکرون در یک گروه و قطر الیاف در ناحیه ۷۵٪ با میانگین ۲۱/۹ میکرون در گروه دیگر قرار دارد میانگین کلی قطر الیاف در بوته پنبه ورامین ۲۳/۹ میکرون با انحراف از معیار ۵۵/۵ اندازه گیری شد.

در مورد قطر حفره سلولی الیاف بین قسمتهای یقه، ۵۰٪ و ۷۵٪ ارتفاع بوته در سطح ۹۵٪ تفاوت معنی دار وجود دارد به این صورت که حفره الیاف در ناحیه ۵۰٪ با میانگین ۱۶/۹۷ میکرون در یک گروه و الیاف ناحیه ۷۵٪ با میانگین قطر حفره ۱۵/۰۱ میکرون در گروه دیگر قرار دارند و الیاف ناحیه یقه با میانگین قطر حفره ۱۶/۳۵ میکرون تفاوت معنی داری با دو گروه دیگر ندارد. میانگین کلی قطر حفره سلولی ۱۶/۱۱ میکرون با انحراف از معیار ۵/۲۰ اندازه گیری شد.

ضخامت دیواره سلولی هم در سه ناحیه یقه ۵۰٪ و ۷۵٪ دارای تفاوت معنی دار در سطح ۹۹٪ می باشد به این صورت که ناحیه یقه و ۵۰٪ ارتفاع به ترتیب با میانگین های ۴/۱۸ و ۴/۰۳ میکرون در یک گروه و ناحیه ۷۵٪ با میانگین ۳/۸۹ میکرون در گروه دیگر قرار دارد، میانگین کلی قطر دیواره الیاف ۳/۸۹ میکرون با انحراف از معیار ۱/۴۵ اندازه گیری شد.

ضرایب کاغذ سازی طبق محاسبات انجام شده از این قرار بود: ضریب در هم رفتگی الیاف ۵۲/۰۷٪، ضریب مقاومت به پارگی الیاف ۴۸/۳٪، و ضریب انعطاف پذیری الیاف ۶۷/۴٪.

مطالعه و اندازه گیری صفات تشریحی نشان داد که در این صفات اختلاف معنی داری در طول گیاه وجود ندارد. میانگین قطر آوندها ۷۴ میکرون اندازه گیری شد که مقدار حد اکثر آن ۱۵۴ میکرون و مقدار حد اقل آن ۲۷ میکرون است با انحراف از معیار ۳۲/۰۰۷ می باشد. تعداد آوندها در میلیمتر مربع ۲۳/۲ اندازه گیری شد با حد اکثر ۲۸ و حد اقل ۱۷ عدد در میلیمتر مربع و با انحراف از معیار ۴/۷۵ و میانگین طول عناصر آوندی ۱۸۸/۴ اندازه گیری شد. با حد اکثر ۳۱۱/۳ و حد اقل ۷۰/۲ میکرون و انحراف از معیار ۵۸/۵۶ اندازه گیری شد. همچنین میانگین قطر منافذ دیوار آوندی ۳/۷ میکرون اندازه گیری شد. با حد اکثر ۵ میکرون و حد اقل ۲/۲ میکرون همچنین میانگین طول اشعه چوبی ۵۷۷ میکرون اندازه گیری شد. با حد اکثر ۱۳۰۰ میکرون و حد اقل ۱۱۸ میکرون و انحراف از معیار ۳۳۶/۷۳ همچنین میانگین تعداد اشعه چوبی ۷ عدد در میلیمتر اندازه گیری شد. با حد اکثر ۱۲ و حد اقل ۵ عدد.

نتایج مطالعات در مورد خصوصیات فیزیکی چوب ساقه پنبه رقم ورامین به این شرح است: مقدار میانگین جرم حجمی خشک نمونه های اندازه گیری شده ۰/۴۴ گرم بر سانتیمتر مکعب می باشد با حد اکثر ۰/۵۱ و حد اقل ۰/۳۴ گرم بر سانتیمتر مکعب و انحراف از معیار ۰/۰۵۶ همچنین میانگین جرم حجمی بحرانی ۰/۴۰ گرم بر سانتی متر مکعب تعیین شد. با حد اکثر ۰/۴۷ و حد اقل ۰/۳۱ گرم بر سانتیمتر مکعب و انحراف از معیار ۰/۰۵۶ میزان همکشیدگی و واکشیدگی حجمی به ترتیب با میانگین های ۷/۷۵٪ و ۸/۳۶٪ اندازه گیری شد و همچنین درصد تخلخل در نمونه های آزمایشی ۷۰/۵ تعیین شد.

از آزمونهای درصد مواد شیمیایی نتایج زیر بدست آمد: میزان سلولز موجود در شاخه های پنبه ۵۲٪ با انحراف از معیار ۳/۸ و میزان لیگنین موجود در نمونه ها ۲۹/۲ درصد با انحراف از معیار ۲/۳ و میزان خاکستر ۱/۴ درصد با انحراف از معیار ۰/۲۴ و میزان مواد استخراجی ۶/۸ درصد با انحراف از معیار ۱/۱۵.

#### بحث:

رنگ چوب رقم ورامین کرم روشن تا زرد روشن می باشد و مقدار مغز مشاهده شده در آن نسبت به رقمهای دیگر بسیار کمتر است تا حدی که در بعضی از بوته ها در قسمت های نازکتر با چشم غیر مسلح دیده نمی شود. چوب پنبه به علت یکساله بودن فاقد دواپر رویشی می باشد.

آرایش آوندها در چوب ساقه پنبه به صورت پراکنده آوند معمولاً به صورت تک و دو تایی همچنین دسته های ۴، ۶، ۸ تایی هم مشاهده می گردد که معمولاً به صورت شعاعی قرار دارند و به ندرت دسته های خوشه ای با تعداد کم آوند هم دیده می شود تیغه بین آوندی از نوع ساده و گرد می باشد. آرایش منافذ دیوار آوندها متناوب طولی می باشد. متوسط قطر منافذ دیوار آوندها ۳/۷ میکرون با حد اکثر ۵ و حد اقل ۲/۲ میکرون اندازه گیری شد. منافذ آراسته مشاهده نگردید. منافذ در ناحیه تقاطع اشعه و آوند (cross field) به تعداد کم و به صورت پراکنده با شکل گرد یا نا منظم مشاهده گردیدند. ضخامت ماریپیچی مشاهده نشد، اما در چوب اولیه عناصر آوندی با ضخامت ماریپیچی وجود دارند. میانگین قطر آوندها ۷۴ میکرون، میانگین تعداد آوندها در میلیمتر مربع ۲۳/۲ و میانگین طول عناصر آوندی ۱۸۸/۴ میکرون اندازه گیری شد. بدون تیل و یا صمغ در داخل عناصر آوندی. فیبرها با منافذ ساده و پراکنده با قطر کمتر ۳ میکرون به تعداد اندک و پراکنده. ضخامت ماریپیچی در فیبرها همچنین septate fiber مشاهده نشد. فیبرها با دیواره بسیار نازک دیده می شوند. اشعه چوبی با نواحی چند ردیفه که پهنای آنها معادل نواحی یک ردیفه است و با سلولهایی با اندازه های متفاوت. اشعه های چوبی با طول بیشتر از یک میلیمتر هم دیده می شود. میانگین طول اشعه چوبی ۵۷۷ میکرون ترکیب سلولها در اشعه چوبی مخلوطی از ردیفهای ایستاده و خوابیده می باشد که به صورت ناهمگن پراکنده اند. تعداد اشعه چوبی ۷

عدد در میلیمتر اندازه گیری شد. بر اساس اندازه گیریهای انجام شده در مورد خصوصیات مرفولوژیکی الیاف، طول الیاف ساقه پنبه ورامین به طور میانگین ۸۴۰ میکرون می باشد که این مشخصه در ارتفاع ساقه پنبه تغییر معنی داری از خود نشان نمی دهد. الیاف از نظر طولی در سه سطح طبقه بندی می شوند. دسته اول الیاف کوتاه با طولی کمتر از ۰/۹ میلیمتر، دسته دوم الیاف متوسط با طول بین ۰/۹ تا ۱/۶ میلیمتر دسته سوم الیاف با طول بیشتر از ۱/۶ میلیمتر که الیاف بلند می باشند. الیاف ساقه پنبه ورامین در طبقه الیاف کوتاه قرار می گیرند. بر اساس مطالعات انجام شده در مورد دیگر ضایعات کشاورزی طول الیاف ساقه گندم ۱۱۰۰ میکرون (مهدوی ۱۳۷۷) کلش برنج خمام ۷۷۰ میکرون (فخریان ۱۳۷۷) باگاس یا تفاله نیشکر ۱۶۶۰ میکرون (صالحی ۱۳۷۹) گزارش شده است. همان گونه که ملاحظه می شود طول الیاف ساقه پنبه نسبت به ساقه گندم و باگاس دارای الیاف کوتاهتر و نسبت به کلش برنج دارای الیاف بلندتری است. همچنین نسبت به بعضی از پهن برگان مانند صنوبر با میانگین ۹۳۰ میکرون (سلیمانی ۱۳۵۳) دارای طول الیاف مناسبی است. طول الیاف اصلی ترین مشخصه ای است که در صنایع کاغذ سازی مد نظر قرار می گیرد و هر چه الیاف بلند تر باشند افزایش مقاومتی کاغذ تولید شده را سبب می شوند. به همین علت معمولاً خمیر پهن برگان با طول الیاف کوتاه با درصدی از خمیر الیاف بلند مخلوط می گردد. در مورد پنبه احتمالاً به علت کوتاهی الیاف کاغذ تولید شده دارای مقاومتی مکانیکی آرمانی نخواهد بود که می توان با اختلاط با خمیر کاغذ الیاف بلند این مشکل را حل کرد.

میانگین قطر الیاف ساقه پنبه ورامین ۲۳/۹ میکرون می باشد این مقدار در مقایسه با قطر الیاف باگاس با ۱۹/۶۳ میکرون (صالحی ۱۳۷۹) و کاه گندم با میانگین ۱۶/۱۳ میکرون (مهدوی ۱۳۷۷) و کلش برنج منطقه خمام ۱۳/۱۷ میکرون (فخریان ۱۳۷۷) مقدار قابل توجهی است. قطور بودن الیاف بیان کننده انعطاف پذیری هنگام عمل پالایش در کاغذسازی می باشد. هر چه قطر الیاف بیشتر باشد ضربه پذیری الیاف بیشتر خواهد بود به عبارت دیگر در مورد الیاف پنبه پالایش پذیری مناسب نگام استفاده در صنایع کاغذ پیش بینی می گردد.

ضخامت دیواره الیاف پنبه ورامین به طور میانگین ۳/۹ میکرون برآورد شده است. این مقدار در مقایسه با سایر ضایعات کشاورزی مثل کاه گندم با ضخامت ۴/۴۸ میکرون (مهدوی ۱۳۷۷) و کلش برنج با ضخامت ۳/۸۷ میکرون (فخریان ۱۳۷۷) از مقدار مناسبی برخوردار است، اما در مقایسه با تفاله نیشکر با ضخامت ۶/۰۸ میکرون از مقدار پایینی برخوردار است.

ضخیم بودن دیواره الیاف تاثیر مستقیمی در دانسیته الیاف دارد که افزایش این ضخامت باعث افزایش خصوصیات مقاومتی در الیاف و نیز در محصول حاصل از آن لیف می گردد. همچنین الیاف در برابر تغییر شکل و انعطاف پذیری و مجاله شدن هم از خود مقاومت نشان می دهد. همچنین افزایش ضخامت دیواره باعث افزایش ماتی و زبری و حجیم شدن کاغذ می شود و همین طور قابلیت جذب و نگهداری آب نیز افزایش پیدا می کند. مجموع این خواص در خصوصیات مقاومتی محصول ساخته شده تاثیر مستقیم می گذارد که در مورد کاغذ با افزایش این خصوصیات مقاومت در برابر پاره شدن و همین طور طول پاره شدن افزایش می یابد همان گونه که ملاحظه می شود ضخامت دیواره الیاف پنبه ورامین چندان بالا نیست اما در مقایسه با دیگر ضایعات کشاورزی مقدار مناسبی است.

بین وزن مخصوص چوب و بازده فیبر آن همبستگی مستقیم و تنگاتنگی وجود دارد به طوری که می توان گفت که یک استر چوب که وزن مخصوص زیادی دارد بازده تقریباً در مقایسه با چوب سبک به دو برابر می رسد و این موضوع از نظر صنایع شیمیایی که به درصد الیاف زیاد چوب نیازمندند بسیار حایز اهمیت است. همچنین به اثبات رسیده است که چوبهای با وزن مخصوص زیاد دارای فیبرهای طویل تر از چوبهای سبک هستند و به عبارت دیگر بین این دو عامل رابطه ای مستقیم وجود دارد (در یک گونه) این مساله در کاغذ سازی بسیار حایز اهمیت است (پارسا پزوه ۱۳۶۷). جرم حجمی خشک نمونه های ساقه پنبه ورامین ۰/۴۴ گرم بر سانتیمتر مکعب اندازه گیری شد. همچنین جرم حجمی بحرانی آن ۰/۴۰ گرم بر سانتیمتر مکعب و جرم حجمی در رطوبت ۱۲٪ آن ۰/۴۲ گرم بر سانتیمتر مکعب اندازه گیری شد که بر طبق تقسیم بندی IAWA جزو چوبهای با دانسیته متوسط قرار می گیرد اما بر اساس تقسیم بندی که دکتر پارسا پزوه در مورد چوبهای فرانسه در کتاب تکنولوژی چوب، چوب ساقه پنبه ورامین جزو چوبهای خیلی سبک همتراز با صنوبر قرار می گیرد.

میزان همکشیدگی و واکشیدگی حجمی چوب ساقه پنبه رقم ورامین نیز به ترتیب ۷/۷۵ و ۸/۳۶ درصد اندازه گیری شده است که در دسته چوبهای با درصد همکشیدگی کم قرار می گیرد.

منابع

۱-پارسا پزوه، داوود، ۱۳۶۶. اطلس چوبهای شمال ایران، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۹۳۲، ۱۳۶.

- ۲- پارساپژوه، داوود، ۱۳۶۷. تکنولوژی چوب، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۸۵۱، ۴۰۴.
- ۳- حسینی، س. ض.، ۱۳۷۹. مورفولوژی الیاف در چوب و خمیر کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- ۴- حسینی نژاد، زهره، ۱۳۸۰. پنبه رقم ورامین، نشریه ترویجی انتشارات فنی معاونت ترویج.
- ۵- شفیق زاده. فرهاد، ۱۳۸۷. بررسی امکان استفاده از خمیر سودا و NSSC ساقه پنبه برای تولید کاغذ فلوتینگ در صنایع چوب و کاغذ مازندران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- ۶- شکوهی، مژگان، ۱۳۷۶. بررسی مقایسه ای کاربرد فراین سودا و کرافت در پخت ساقه پنبه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- ۷- صالحی، کامیار، ۱۳۷۹. بررسی و تعیین ویژگیهای خمیر کاغذ شیمیایی مکانیکی بازده زیاد از باگاس، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تحقیقات چوب و کاغذ ایران شماره ۱۰.
- ۸- فامیلیان، حسین، ۱۳۸۲. بررسی مقایسه ای ویژگیهای آناتومی. فیزیکی، و شیمیایی چوب کنار دون ریز در دو منطقه از استان بوشهر. مجله پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران جلد ۱۸ شماره ۱.
- ۹- فخریان، عباس، ۱۳۷۷. بررسی قابلیت استفاده از کلش برنج در صنایع کاغذ، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تحقیقات چوب و کاغذ شماره ۶.
- ۱۰- مهدوی، سعید، ۱۳۷۷. بررسی تولید خمیر کاغذ از کاه گندم به روش حلال آلی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تحقیقات چوب و کاغذ شماره ۶.

11- Annual book of ASTM standard, 1989

12- Franklin, I., 1954. A rapid method of softening wood for microtome sectioning, *trop. Wood* 88, 36 - 88

13- IAWA committee, 1989. IAWA Bulletin, n. s., Vol. 10(3) : 219-332 Rijksherbarium, Leiden. Netherland.

14- Tappi Test methods. 1992-93 . Tappi Press. Atlanta, Ga., USA

#### Abstract:

In order to investigate the possibility of utilizing cotton stem in cellulosic industries chemical, physical and anatomical properties of cotton stem (var. varamin) was investigated.

Cotton wood fiber length, fiber diameter, lumen diameter and cell wall thickness was measured at 840  $\mu\text{m}$ , 23.9 $\mu\text{m}$ , 16/11 $\mu\text{m}$ , and 3/9 $\mu\text{m}$  respectively.

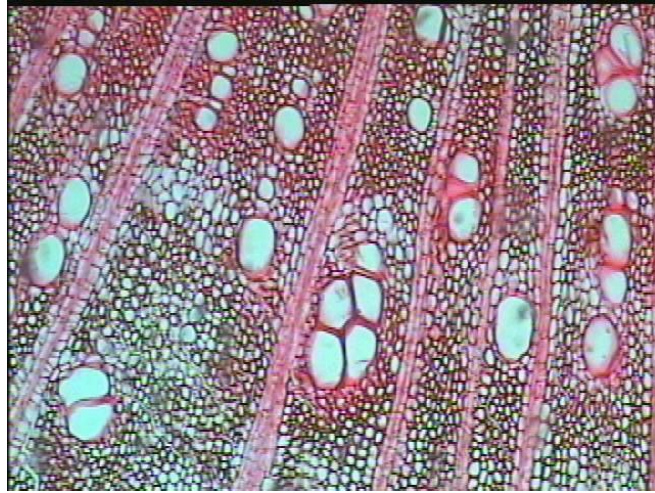
Cotton wood oven-dry density, basic density, and air-dry density were measured at 0/44 gr./cm<sup>3</sup>, 0.40gr/cm<sup>3</sup>, and .42gr/cm<sup>3</sup>.

Shrinkage and swelling was measured at 7.7 %, 8.3% and porosity was measured at 70.5%.

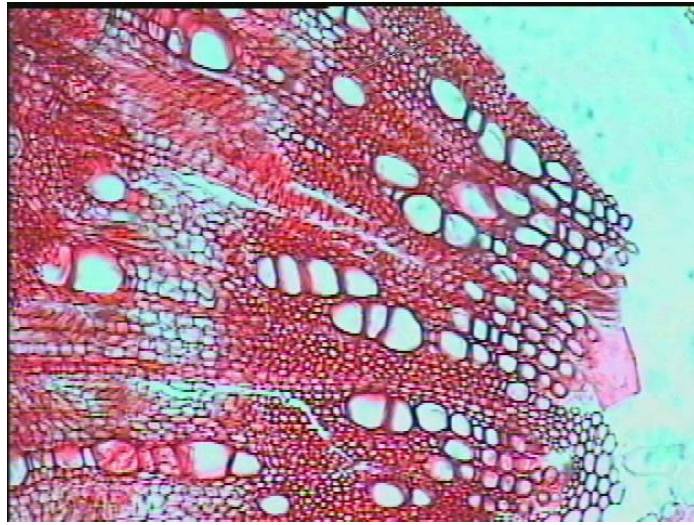
Chemical composition was as follow: cellulose 52%, lignin 29.2%, and ash 1.4% and extractive 6.8%.



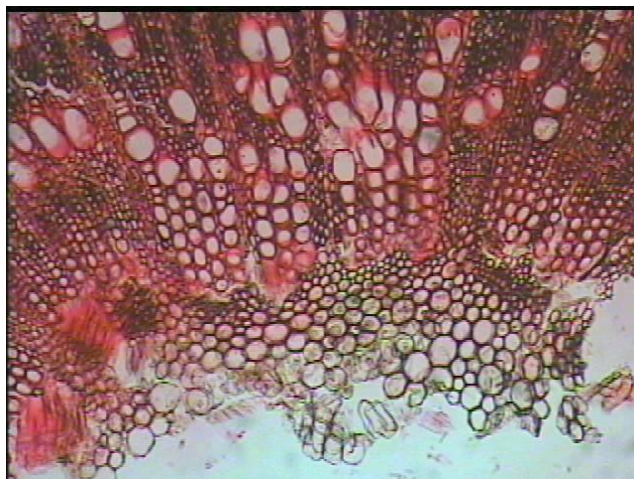
Anatomical features was as follow: Growth ring boundaries distinct or absent. Wood diffuse-porous. Vessels in diagonal or radial pattern Vessls grouping: partly solitary partly in radial multiples of 2-4-6 or very small cluster. Simple perforation plate. Intervessel pit alternate. Intervessel pit size: minute  $< 4 \mu\text{m}$  Vestured pits absent. Vessel-ray pits with much reduced borders to apparently simple. Helical Thickening absents. Mean tangential diameter of vessel lumina 50-100  $\mu\text{m}$ . Vessels per square millimeter 20-40 vessels. Mean vessel element length  $< 350\mu\text{m}$ . Tyloses Gums&deposits absent. Fiber with simple to minutely bordered pits. Helical thickening in ground tissue fibers absents. Nonseptate fiber present. Fibers very thin walled. Rays with multiseriate portion as wide as uniseriate portion. Aggregate rays absent. Ray height  $> 1\text{mm}$ . Body ray cells procumbent with over 4 rows of upright and square marginal cells. Ray per millimeter 4-12/mm.



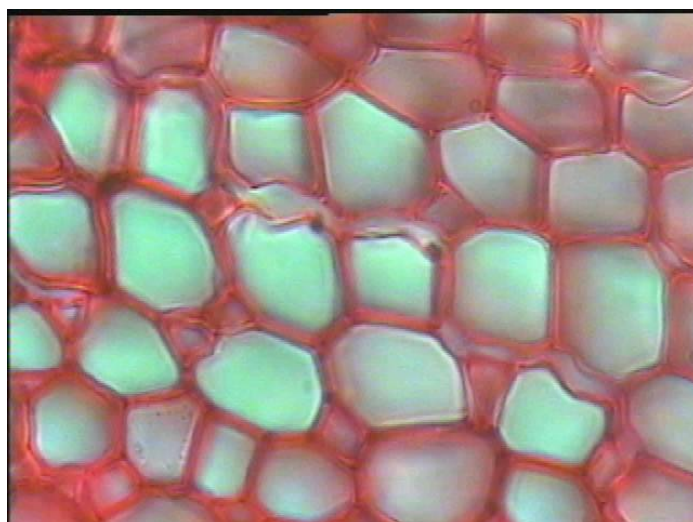
عکس شماره ۴۰مقطع عرضی ساقه گیاه پنبه رقم ورامین 40x



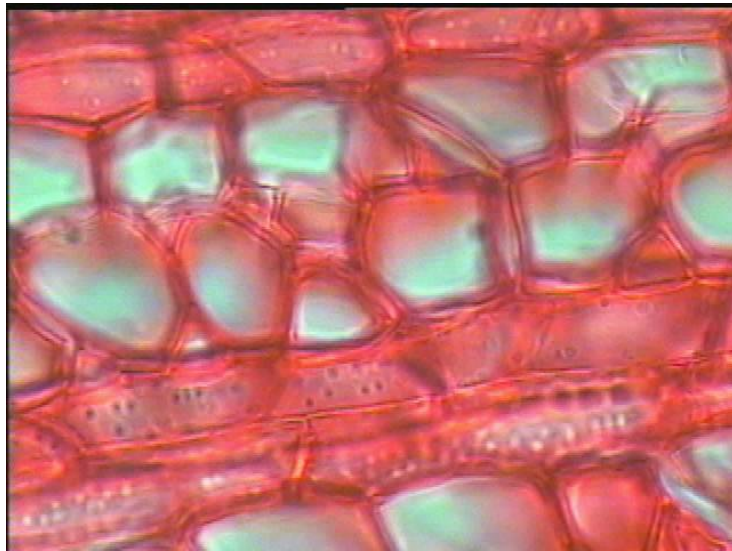
عکس شماره ۴۰مقطع عرضی ساقه گیاه پنبه ورامین بافت چوب اولیه 40x



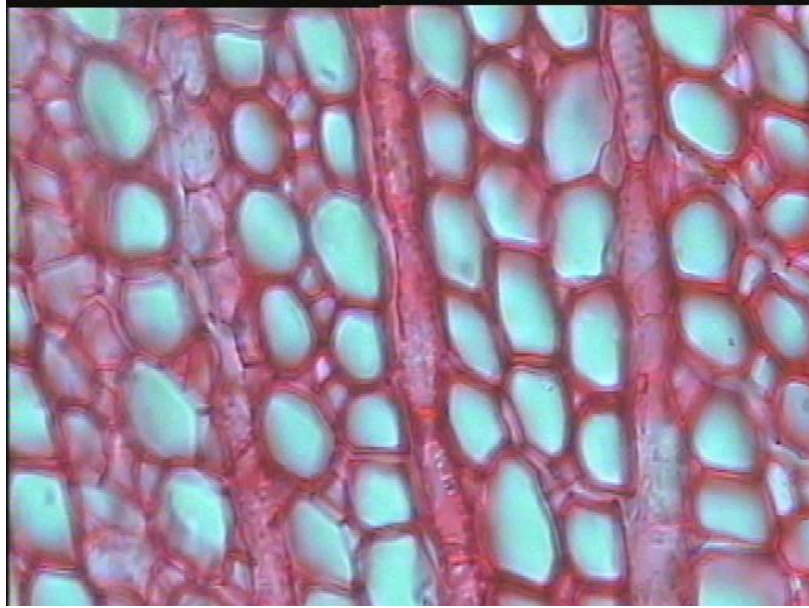
عکس شماره    مقطع عرضی ساقه گیاه پنبه ورامین بافت چوب پنبه و چوب اولیه 40x



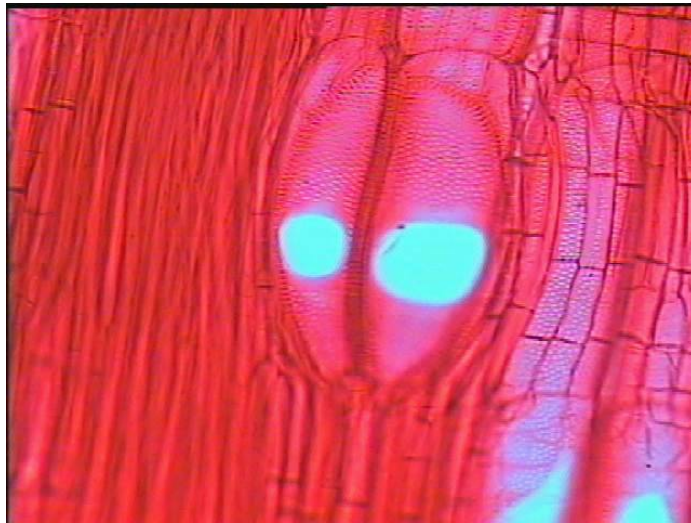
عکس شماره    مقطع عرضی ساقه گیاه پنبه ورامین دیواره نازک الیاف 400x



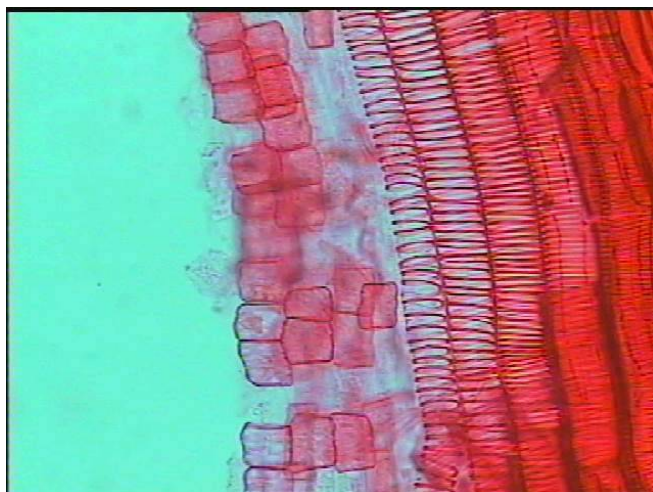
عكس شماره مقطع عرضی ساقه گیاه پنبه ورامیناشعه چوبی 400x



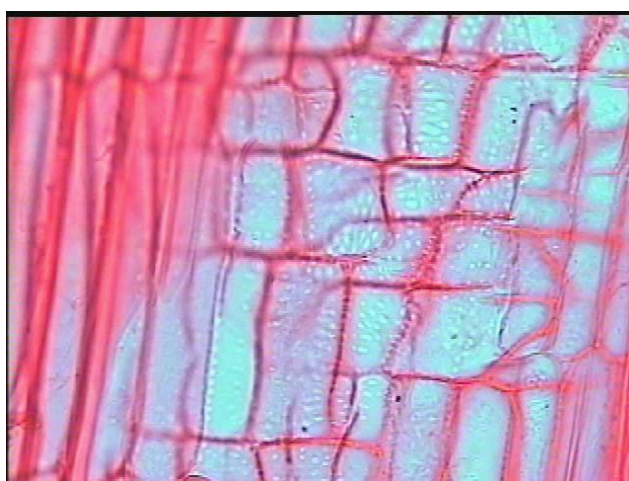
عکس شماره    مقطع عرضی ساقه گیاه پنبه ورامیناشعه چوبی 200x



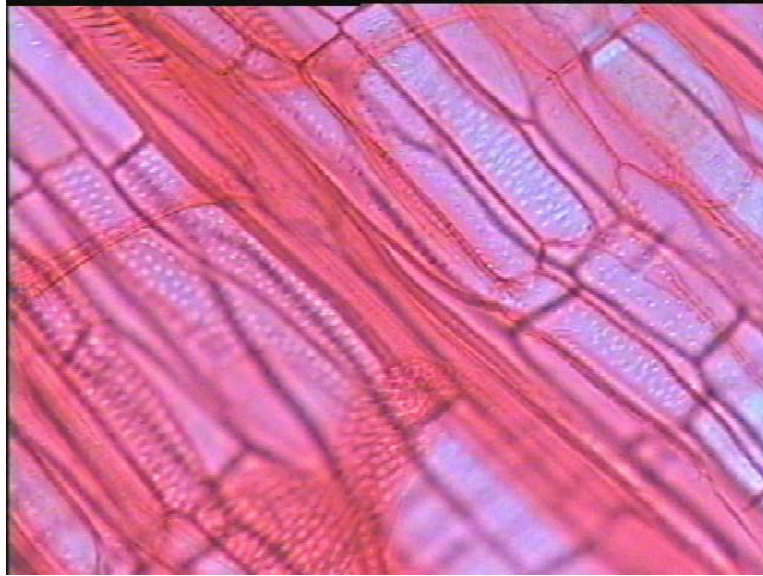
عکس شماره    مقطع شعاعی ساقه گیاه پنبه ورامین تیغه بین آوندی 200x



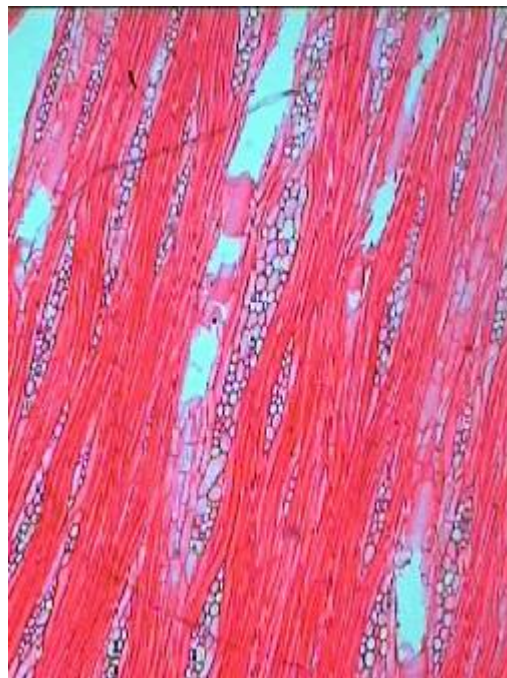
عکس شماره    مقطع شعاعی ساقه گیاه پنبه ورامین بافت چوب پنبه و چوب اولیه 200x



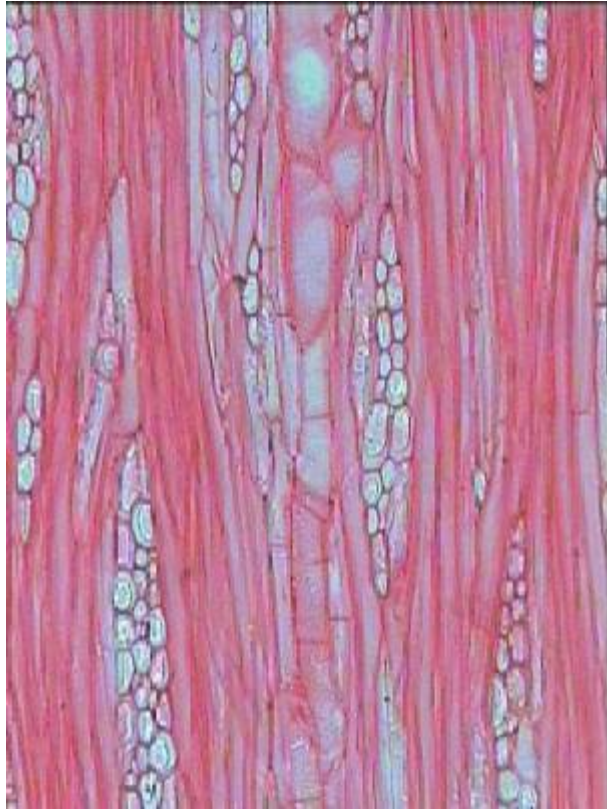
عکس شماره    مقطع شعاعی ساقه گیاه پنبه ورامین 200x cross field



عکس شماره ۲۰۰x مقطع شعاعی ساقه گیاه پنبه ورامینپارانشیمهای طولی

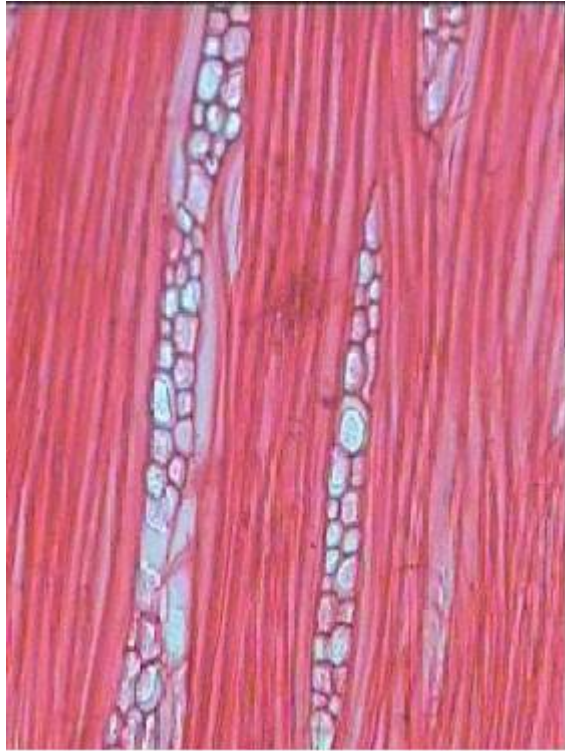


عکس شماره ۴۰x مقطع مماسی ساقه گیاه پنبه ورامین



عکس شماره      مقطع مماسی ساقه گیاه پنبه ورامین 100x





عکس شماره    مقطع مماسی ساقه گیاه پنبه ورامین 100x



عکس شماره عناصر تشکیل دهنده ساقه گیاه پنبه 40x



شکل شماره دیواره الیاف ساقه گیاه پنبه x 400

جدول شماره : آزمون چند دامنه‌ای دانکن در مورد اثر مستقل ارتفاع بر ضخامت دیواره سلولی در ساقه پنبه

ناحیه یقه	ناحیه ۵۰%	ناحیه ۷۵%
۴/۱۸	۳/۴	۳/۶۶
A	A	B

جدول شماره : آزمون چند دامنه‌ای دانکن در مورد اثر مستقل ارتفاع بر قطر حفره سلولی در ساقه پنبه

ناحیه یقه	ناحیه ۵۰%	ناحیه ۷۵%
۱۶/۳۵	۱۶/۹۷	۱۵/۰۱
AB	A	B

جدول شماره : آزمون چند دامنه‌ای دانکن در مورد اثر مستقل ارتفاع بر قطر الیاف در ساقه پنبه

ناحیه یقه	ناحیه ۵۰%	ناحیه ۷۵%
۲۴/۷۳	۲۵/۰۴	۲۱/۹۳
A	A	B

جدول شماره : مشخصات فیزیکی ساقه پنبه رقم ورامین

جرم حجمی خشک gr/cm <sup>3</sup>	جرم حجمی بحرانی gr/cm <sup>3</sup>	جرم حجمی در رطوبت ۱۲% gr/cm <sup>3</sup>	همکشیدگی طول (%)	واکشیدگی طول (%)	تخلخل (%)
۰/۴۴	۰/۴۰	۰/۴۲	۷/۶۶	۸/۲۹	۷۰/۴۴

جدول شماره : درصد مواد شیمیایی تشکیل دهنده ساقه پنبه رقم ورامین

مواد تشکیل دهنده	درصد	انحراف از معیار
سلولز	۵۲	۳/۸
لیگنین	۲۹/۲	۲/۳۰
مواد استخراجی (الکل استن)	۶/۸	۱/۱۵
خاکستر	۱/۴	۰/۲۴