پتانسیل استفاده از ساقه گیاه توتون (*Nicotiana tabacum* L. 'PVH19') به‌عنوان یک ماده اولیه در صنایع لیگنوسلولزی

وحیدرضا صفدری[1]، سیدپیمان هاشمی[2]، سیدخلیل حسینی‌هاشمی[3]، اصغر تابعی[4]

تاریخ دریافت: 90/6/7 تاریخ پذیرش: 90/10/25

چکیده

گیاه توتون از جمله گیاهان غیرچوبی است که پس از مصرف برگ آن در صنایع دخانیات، پسماند ساقه آن را می‌توان در صنایع تولید کاغذ و فرآورده‌های چند سازه‌ی چوبی مورد استفاده قرار داد. اما استفاده بهینه از این ماده بیولوژیک غیرچوبی مستلزم شناخت ویژگی‌های آناتومیک، مورفولوژیک و ترکیبات‌شیمیایی آن می‌باشد. از ساقه‌های گیاه توتون واریته پی‌وی‌اچ19 که به‌طور نسبتاً وسیعی در مزارع استان گیلان کشت می‌شود به‌طور تصادفی نمونه‌برداری و خصوصیات آناتومیکی در سه مقطع مماسی، عرضی و شعاعی و همچنین ویژگی‌های مورفولوژیک شامل طول و ضخامت فیبر و ضرایب بیومتری اشتقاق یافته از آن (شاخص درهم‌رفتگی، شاخص رونکل و ضریب انعطاف‌پذیری) در سه ارتفاع (5%، 50% و 75%) و همچنین ترکیبات شیمیایی آن از قبیل مقدار سلولز، لیگنین، خاکستر، آلفا سلولز، همی‌سلولز و غیره آن مطابق با استانداردهای مربوطه با پوست و بدون پوست مورد بررسی و نتایج آن از طریق طرح آماری مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان‌داد که ویژگی‌های آناتومیک ساقه گیاه توتون که از قبیل نحوه‌ی پراکنش آوندها، فیبرها و پهنا و ارتفاع پره‌چوبی بسیار به پهن‌برگان شبیه بوده و مقادیر ترکیبات شیمیایی آن در محدوده گیاهان چوبی می‌باشد. اما رابطه شاخص درهم رفتگی (نسبت طول به قطرالیاف) در الیاف ساقه گیاه توتون از بسیاری از الیاف زراعی و پهن‌برگان کمتر بوده و در نتیجه پیش‌بینی می‌شود که کاغذ تولیدی آن از مقاومت‌به پارگی چندان مطلوبی برخوردار نباشد ولی رابطه شاخص رونکل (نسبت دوبرابر ضخامت دیواره به قطر الیاف) آن نزدیک به محدوده پهن‌برگان و بسیاری از گیاهان غیرچوبی بوده و در نتیجه انتظار می‌رود کاغذ تولیدی از مقاومت‌به کشش، ترکیدگی و تا خوردگی قابل قبولی برخوردار باشد.

واژه‌های کلیدی: توتون واریته پی‌وی‌اچ19، ویژگی‌های آناتومیک، ویژگی‌های مورفولوژیک، ویژگی‌های شیمیایی

1- مسوول مکاتبات، دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، کرج، ایران
vahid.safdari@ kiau.ac.ir

2- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، کرج، ایران

3- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، کرج، ایران

4- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، آستارا، ایران

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

چوب درختان به‌دلیل ویژگی‌های ذاتی (ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیبات شیمیایی) مطلوب و بالا بودن راندمان الیاف باعث شده تا بهترین ماده‌خام در صنایع خمیر و کاغذ محسوب شوند. اما با افزایش جمعیت و مصرف بیش از اندازه این منابع به‌خصوص در کشورهایی نظیر ایران که از سطح جنگل‌های چندان غنی برخوردار نمی‌باشند. صاحبان این دسته از صنایع را با کمبود ماده اولیه و چالش جدی محیط-زیست مواجه کرده تا به‌فکر جایگزینی مناسب با الیاف غیرچوبی باشند. البته تجربه و مطالعات قبلی ثابت کرده که الیاف غیرچوبی شامل پسماند الیاف زراعی (نظیر ساقه‌غلات، نیشکر، ذرت و غیره) و آن دسته از گیاهانی که صرفاً برای تولید الیاف (فیبر) کشت و پرورش داده می‌شوند(نظیر سیسال، شاهدانه (همپ)، کتان روغنی (فلکس)، جیوت، بامبو و غیره) بر خلاف درختان چوبی در همه طول سال قابل برداشت نبوده و به سبب چگالی پایین و حجیم بودن، حمل و نقل آنها طولانی و پرهزینه بوده و به‌دلیل سیلیس بالا بازیابی مواد شیمیایی را در فرآیند تولید دچار مشکل می‌کنند و همچنین کیفیت کاغذ تولیدی آنها به‌اندازه کاغذ حاصل از درختان چوبی نمی-باشد [7]، اما بااین‌وجود استفاده از آنها بنابه دلایل مذکور امری حتمی و اجتناب ناپذیر است.

امروزه با پیشرفت علم اصلاح‌نژاد، انواع واریته‌های مختلف از گیاهان به‌منظور افزایش باروری و افزایش راندمان تولید با یکدیگر تلقیح ژنتیکی شدند که این تلقیح نه‌تنها در کیفیت محصول اصلی آنها از قبیل بذر و میوه بلکه می-تواند در ویژگی‌های اجزای فرعی نظیر ساقه آنها نظیر ویژگی‌های مورفولوژیک و شیمیایی تاثیر گذار باشد. گیاه توتون[1]، از جمله الیاف زراعی است که اخیراً واریته‌های مختلف از آن به‌منظور افزایش کیفیت و راندمان برگ که همان تنباکو مصرفی می‌باشد به‌دست آمده که بارزترین آنها کوکر 347، بارلی، ویرجینیا و پی‌وی‌اچ19 می-باشد که حدود 20 هزار هکتار از اراضی شمال کشور، خوزستان و کرمانشاه به کشت آنها اختصاص دارد. توتون اصلاح شده واریته پی-وی‌اچ19[2]، در حال مطالعه، در ایستگاه تحقیقات توتون گیلان می‌باشد[1 و 2].

مطابق با مطالعات صورت گرفته ساقه توتون به‌دلیل ساختار لیگنینی و دارا بودن ساقه چوبی، ماده اولیه مناسب در صنایع خمیر و کاغذ محسوب می‌شود [5 و16]و ویژگی‌های آناتومیک، مورفولوژیک (ابعاد فیبر و ضرایب اشتقاق یافته از آن) آن بسیار به پهن‌برگان شبیه می‌باشد[6، 22 و 29]. نتایج حاصل از مطالعه نگارندگان همین مقاله بر روی گونه توتون واریته کوکر347[3] نشان داده‌است که ویژگی‌های مورفولوژیک و درصدسلولز و آلفا سلولز واریته مذکور در محدوده نزدیک‌به درختان چوبی بوده و حتی لیگنین آن که یک ماده نامطلوب در صنایع خمیر و کاغذ محسوب می‌شود تا حدودی کمتر ازدرختان چوبی می‌باشد، اما نسبت طول به

[1] *Nicotiana tabacum*
[2] Nicotiana tabacum L. PVH19
[3] *Nicotiana tabacum* L. *Coker* 347

Archive of SID
www.SID.ir

قطر الیاف (شاخص درهم‌رفتگی) این گونه بسیار پایین‌تر از پهن‌برگان و حتی بسیاری از الیاف غیرچوبی است که نتیجه حاصله حاکی از آن است که کاغذ تولیدی حاصل از ساقه توتون واریته کوکر 347 برای تولید کاغذهای با کیفیت بالا نظیر چاپ وتحریرمناسب نمی‌باشد.

در داخل کشور ایران مطالعات زیادی بر روی ویژگی‌های آناتومیکی گیاه توتون و یا خواص کاغذ یا فرآورده چندسازه تولیدی از ساقه این گیاه صورت نگرفته‌است. فقط در یک مورد ویژگی‌های مورفولوژیک و شیمیایی ساقه دو واریته بارلی و ویرجینیا گیاه توتون (*Nicotiana tabacum*)، مورد بررسی قرار گرفته که نتایج نشان‌داده ساقه توتون واریته بارلی و ویرجنیا ماده اولیه مناسبی برای تولید خمیر و کاغذ می‌باشند [3].

این پژوهش قصد دارد ویژگی‌های شیمیایی توتون واریته پی‌وی‌اچ19 را مورد مطالعه و با دیگر گیاهان غیرچوبی و چوبی مورد مقایسه قرار دهد و مناسب بودن آن را برای مصرف صنایع خمیر و کاغذ مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

تهیه ساقه‌های چوبی

تعداد 32 ساقه گیاه توتون واریته پی‌وی‌اچ19[1] ، از ایستگاه تحقیقاتی توتون واقع در استان گیلان در اوایل آبان ماه که برداشت برگ گیاه به اتمام رسیده به‌طور تصادفی از سطح زمین قطع شد. سه عدد از این ساقه‌ها به‌منظور بررسی ویژگی‌های آناتومیک، تعداد 5 عدد به مطالعه ویژگی‌های مورفولوژیک چوب و تعداد 24 عدد ساقه باقی-مانده به اندازه‌گیری ترکیبات‌شیمیایی ساقه در دو حالت با پوست و بدون پوست اختصاص یافت.

تهیه مقاطع میکروسکوپ نوری از چوب

قطعات گرد (دیسکی) به ارتفاع 5 سانتی‌متر از قسمت وسط سه عدد ساقه گیاه توتون قطع و به‌منظور تثبیت به‌طور مجزا به ظروف حاوی محلول شیمیایی: فرمالین، اسید اسیتیک و الکل (FAA) منتقل شدند. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه آناتومی چوب، نمونه‌های چوبی در ظروف حاوی محلول شیمیایی: گلیسرین - آب - الکل (1:1:1) تا هنگام برش‌برداری نگهداری شدند[26].

به‌منظور تهیه مقطع عرضی، نمونه‌های چوبی از وسط مغز به دو نیم تقسیم شدند و به‌وسیله میکروتوم از آنها مقاطعی به‌ضخامت 10 الی 20 میکرومتر تهیه شد و پس از رنگبری با آب ژاول با مخلوط ماده رنگی استرابلو و سفرانین (به نسبت 1 به 1) رنگ آمیزی شدند و از آنها لام و

[1] *Nicotiana tabacum* L. PVH19

Archive of SID
www.SID.ir

لامل‌های میکروسکوپی تهیه شد[28و 21]. به‌منظور اطمینان از وجود کریستال نمونه‌ها توسط میکروسکوپ نوری و با نور پلاریزه مشاهده شدند و سپس از نمونه‌ها از طریق میکروسکوپ نیکون مجهز به دوربین[1] و متصل به کامپیوتر عکس تهیه شد. کلیه مشخصات میکروسکوپی نمونه‌ها مطابق با ویژگی‌های میکروسکوپی پهن برگان ارایه شده توسط کمیته آیاوا[2] تشریح شدند[19].

تهیه عکس‌های میکروسکوپ الکترونی (SEM)

نمونه‌های ساقه کوچک توتون (نمونه‌های خشک) به ابعاد بسیار کوچک (0/5 * 0/5 * 0/5 سانتی‌متر) توسط اره کوچک (اره معرق‌کاری) بریده شدند و سطوحی که قرار بود توسط میکروسکوپ الکترونی عکس‌برداری شود ابتدا با آب مرطوب و سپس توسط تیغ جراحی (اسکالپل) کاملاً صاف و عاری از هرگونه پرز شده و تحت شرایط دمای محیط آزمایشگاهی خشک شدند و سپس توسط چسب مایع بر روی پایک‌های فلزی چسبانیده شده و پس از اعمال خلاء در دستگاه جانبی میکروسکوپ الکترونی با طلا اندود شده و از آنها عکس میکروسکوپ الکترونی تهیه شد[13].

وابری (دیفیبره کردن) نمونه‌های چوبی به‌منظور بررسی ویژگی‌های مورفولوژیک

طول فیبر، قطر فیبر، قطر حفره، ضخامت دیواره و ضرایب اشتقاق یافته از آنها (شاخص درهم‌رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و شاخص رونکل) و راندمان الیاف مطابق با روابط ذیل در سه ارتفاع ساقه (5%، 50% و 75%) بدون پوست اندازه‌گیری شد. لذا بدین‌منظور و همچنین به‌منظور تشخیص بهتر اجزای آناتومیک، تراشه‌هایی به اندازه چوب کبریت در جهت طولی شعاعی بخش مجاور مغز تا مجاور پوست در پنج تکرار (پنج ساقه چوبی) در سه ارتفاع (5%، 50% و 75%) جمعاً 15 تکه چوبی مطابق با روش فرانکلین[3] دیفبیره شدند [15]. به‌ازای هر ارتفاع (تیمار) و در هر تکرار تعداد 40 عدد فیبر جمعاً 120 عدد فیبر و در سه ارتفاع و سه تیمار در مجموع 600 عدد فیبر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

[1] Sony, Model No SSC-Dc50AP
[2] IAWA committee
[3] Franklin, 1945

Archive of SID
www.SID.ir

(1) $\frac{L}{d}$ = شاخص در هم رفتگی (لاغری) (2) $\frac{C}{d} * 100$ = ضریب انعطاف پذیری (نرمی)

(3) $\frac{2w}{c}$ = شاخص رونکل (4) $\frac{Ds}{Dp} * 100$ = راندمان الیاف

L = طول فیبر؛ d = قطر فیبر؛ C = قطر حفره فیبر؛

Ds = وزن خشک خرده چوب پس از دیفیبره شدن؛ Dp = وزن خشک اولیه خرده‌چوب

و w = ضخامت دیواره فیبر

اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی

اندازه‌گیری درصد ترکیبات شیمیایی ساقه گیاه توتون در دو بخش ساقه چوب با پوست و چوب بدون پوست در چهار تکرار، هر تکرار شامل شش ساقه چوبی صورت پذیرفت. علت انتخاب شش ساقه چوبی برای هر تکرار دستیابی به مقدار آردچوب لازم برای آزمایشات بود. اندازه‌گیری هولوسلولز مطابق با استاندارد D1104-56، آلفاسلولز مطابق با استاندارد D1103-60 آیین نامه ASDM، سلولز مطابق با استاندارد T217m-55، لیگنین مطابق با استاندارد88 – T222 om، مواد استخراجی مطابق با استاندارد88 – T204 om، خاکستر مطابق با استاندارد 85 –T211 om آیین نامه TAPPI استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

داده‌های مربوطبه ویژگی‌های مورفولوژیکی (راندمان الیاف، طول فیبر، قطر فیبر، قطر حفره، ضخامت دیواره و ضرایب اشتقاق یافته از آنها شامل: شاخص درهم‌رفتگی، ضریب انعطاف-پذیری و شاخص رونکل) در سه ارتفاع ساقه (5%، 50% و 75%) و در 5 تکرار (5 ساقه توتون) از طریق طرح آماری بلوک کامل‌تصادفی تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت پذیرفت. همچنین نتایج حاصل از ترکیبات شیمیایی در دو بخش ساقه چوبی با پوست و ساقه چوبی بدون‌پوست با طرح آماری بلوک کامل‌تصادفی تجزیه‌واریانس و نتایج حاصل از میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

ویژگی‌های مورفولوژیکی

متوسط طول فیبر چوب ساقه گیاه توتون (*Nicotiana tabacum* L.) در سه ارتفاع برابر است 0/964 میلی‌متر، میانگین ضخامت دیواره 5/46 میلی‌متر، متوسط قطر الیاف 35/13 میلی‌متر و میانگین قطر حفره سلولی 24/21 میکرون می‌باشد. همان‌طوری که در (جدول 1) نشان داده شده‌است بین ویژگی‌های مورفولوژیک و ضرایب اشتقاق یافته از آن هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P<0.05$). اما راندمان الیاف در سه ارتفاع از پایین به سمت بالا دارای تغییرات معنی‌داری بوده‌است، به‌طوری‌که در ارتفاع 5% مقدار راندمان الیاف 65/12% و در ارتفاع 75% مقدار آن به 62/50% کاهش یافت.

ترکیبات شیمیایی

همان‌طوری‌که در بخش مواد و روش‌ها اشاره شد، ترکیبات شیمیایی بدون در نظر گرفتن ارتفاع در دو بخش ساقه چوبی با پوست و بدون‌پوست مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان‌داد که بعضی از ترکیبات شیمیایی شامل

Archive of SID

www.SID.ir

مواداستخراجی، خاکستر که اغلب در غیرچوبی‌ها سیلیس می‌باشد و همچنین لیگنین در ساقه‌چوبی با پوست به‌طور معنی‌داری بیش از ساقه‌چوبی بدون‌پوست می‌باشد که موید این مطلب است که ترکیبات مذکور در پوست گیاه توتون بیش از چوب آن می‌باشد(جدول 2).

جدول ۱- مقایسه ویژگی‌های مورفولوژیکی (بیومتری) ساقه تونون با دیگر منابع سلولزی مورد استفاده در صنایع خمیر و کاغذ

گونه		طول فیبر (mm)	قطر الیاف (µm)	ضخامت دیواره سلول (µm)	قطر حفره سلول (µm)	شاخص درهم- رفتگی	ضریب انعطاف پذیری (٪)	شاخص رونکل	رانداومان الیاف (٪)	منابع
ساقه توتون	ارتفاع ٪۷۵	۱/۰۷	۲۶/۸	۵/۳	۱۶/۳	۳۹/۹۳	۶۰/۸۲	۰/۶۵		[۳۲]
ساقه گندم و برنج		۰/۷۴	۱۳/۲	۴/۶	۴	۵۶/۰۶	۳۰/۴۰	۲/۳		[۱۰]
ساقه کنف		۲/۶	۲۱/۵	۴/۲	۱۱/۹	۱۲۰/۹۳	۵۵/۳۵	۰/۷۱		[۳۳] و [۲۵]
باگاس		۱/۵۹	۲۰/۹۶	۵/۶۳	۹/۷۲	۷۵/۸۶	۴۶/۳۷	۱/۱۶		[۲۷]
بامبو		۲/۳۰	۱۵/۱	۴/۱۷	۶/۹	۱۵۲/۳۲	۴۵/۷۰	۱/۲۱		[۹] و [۷]
پهن‌برگان	ارتفاع ٪۵۰	۰/۷ – ۱/۶	۱۰-۴۰	۱۷-۲۱	۱۱-۱۵	۵۵-۷۵	۵۵-۷۰	۰/۴ – ۰/۷		[۱۷] و [۴] و [۷]
سوزنی‌برگان		۲/۷ – ۴/۶	۲۰-۵۰	-	-	۹۵ – ۱۲۰	۷۵	۰/۳۵		
ساقه توتون	ارتفاع ٪۷۵	۰/۹۵۶ (۰/۰۰۴)	۳۵/۰۵ (۰/۴۷۶)	۵/۵۸ (۰/۴۵۶)	۲۳/۸۹ (۰/۶۱۲)	۲۷/۲۹ (۰/۳۹۸)	۶۸/۱۳ (۱/۴۰۵)	۰/۴۷ (۰/۰۲۹)	۶۲/۵۰ (۱/۲۰۱)	مطالعه حاضر
	ارتفاع ٪۵۰	۰/۹۶۴ (۰/۰۰۴)	۳۵/۰۸ (۰/۶۵۲)	۵/۴۵ (۰/۳۱۱)	۲۴/۱۸ (۰/۵۹۰)	۲۷/۴۹ (۰/۴۴۶)	۶۸/۹۵ (۱/۵۰۳)	۰/۴۵ (۰/۰۲۹)	۶۳/۴۳ (۱/۴۵۸)	
	ارتفاع ٪۵	۰/۹۷۳ (۰/۰۰۶)	۳۵/۲۵ (۰/۴۴۳)	۵/۳۵ (۰/۴۷۲)	۲۴/۵۵ (۰/۸۲۰)	۲۷/۵۸ (۰/۳۴۲)	۶۹/۶۶ (۱/۶۲۵)	۰/۴۴ (۰/۰۳۵)	۶۵/۱۲ (۱/۲۳۲)	

اعداد داخل پرانتز در سه ردیف اول انحراف معیار داده‌ها؛ حروف متشابه مبین بر عدم معنی‌داری؛ حروف نامتشابه مبین بر معنی‌داری در سطح ۵ درصد؛ (● و ns: عدم معنی‌داری داده‌های مطالعه حاضر می‌باشد).

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه ترکیبات شیمیایی ساقه تونون با دیگر منابع سلولزی مورد استفاده در صنایع خمیر و کاغذ

گونه	هلوسلولز	آلفا سلولز	همی سلولز	سلولز	پنتوزان	مواد استخراجی محلول در اتانول	مواد استخراجی محلول در الکل	مواد استخراجی محلول در آب گرم	مواد استخراجی محلول در آب سرد	خاکستر	منبع
ساقه تونون با پوست	۸۳/۱۵** (۰/۴۱۲)	۵۴/۱۵* (۰/۶۸۳)	۲۸/۶۵* (۰/۷۹۰)	۳۹/۳۸* (۰/۴۷۹)	۲۸* (۰/۸۱۶)	۶/۸۵** (۰/۰۸۲)	۲/۱۳* (۰/۰۲۹)	۳/۹۰* (۰/۰۶۳)	۲/۵۳* (۰/۰۲۲)	۲/۵۰** (۰/۱۱۵)	مطالعه حاضر
ساقه تونون بدون پوست	۸۵/۴۵** (۰/۴۴۳)	۵۵/۷۰* (۰/۶)	۲۹/۶۵* ۰/۵۲۶)	۴۰/۵۰* (۰/۴۰۸)	۲۶/۵۰* (۰/۵۷۷)	۶/۵۸** (۰/۱۱۹)	۱/۹۵* (۰/۰۲۱)	۳/۴۴* (۰/۰۲۸)	۲/۴۲* (۰/۰۲۱)	۲/۴۵** (۰/۱)	
ساقه تونون	۶۷/۶	۳۷/۵	-	-	۱۹/۵	۶/۵		۱۹/۱	۱۵/۸	۷/۳	[۳۲]
ساقه گندم	۷۴/۵	۳۸/۲	-	۲۸-۵۱	۱۵/۳	۷/۸		۱۳/۹۹	۱۰/۷۵	۴/۷	[۱۰]
پوست کنف	۷۳/۲	۵۵/۵	-	-	۱۲/۵	۰/۷		-	-	۰/۶	[۳۱]
باگاس	۷۴/۷۷	۴۷/۴		۵۵/۸۱	۲۰/۳۵	۳/۱۵		-	-	۱/۷۴	[۳۷]
بهون‌پرگان	۷۰-۸۱	۳۸-۴۹	۲۳-۲۶	۴۲-۴۹	۲۰-۲۶	۰/۱-۷/۷		۳-۶	۳-۶	۰/۲ -۰/۸	[۲۱] و [۸]
سوزنی‌برگان	۶۸-۷۴	۴۰-۴۵	۲۵-۳۲	۴۱-۴۶	۲۶-۳۱	۰/۴ - ۸/۵		۲-۵	۲-۶	۰/۲-۰/۴	

اعداد داخل پرانتز ردیف اول انحراف معیار داده‌های مطالعه حاضر می‌باشد.(* و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و یک درصد)

www.SID.ir

نتایج

ویژگی های آناتومیک پوست ساقه گیاه توتون

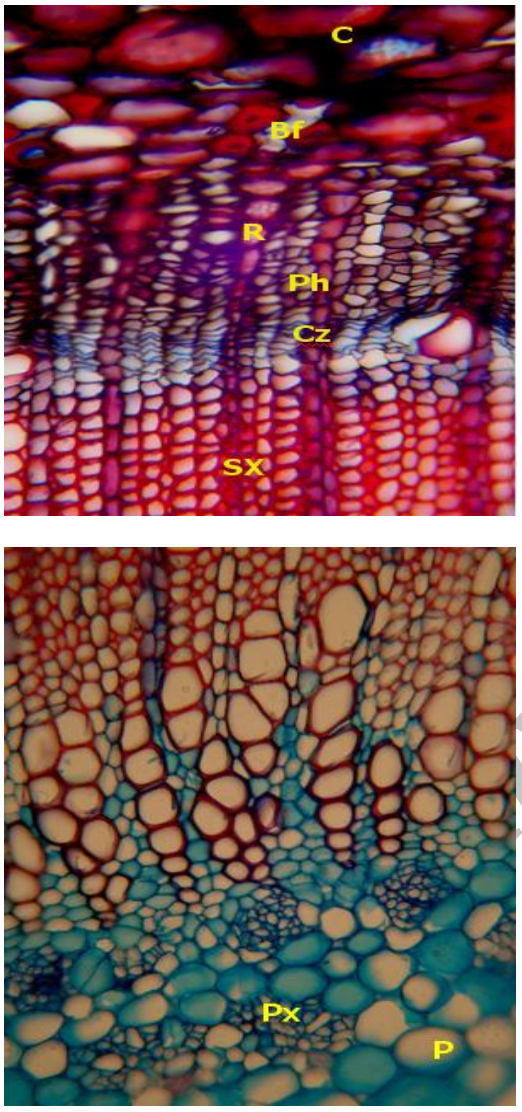
پوست ساقه گیاه توتون در مقایسه با بخش چوبی آن باریک بوده و 17/72 درصد از وزن-خشک گیاه، تشکیل می‌دهد. اما چوب و مغز به-ترتیب 67/10 و 15/18 درصد از وزن‌خشک ساقه توتون را شامل می‌شوند. پوست را می‌توان به سه بخش ناحیه کامبیومی، ناحیه آوند آبکش، کورتکس و اپیدرم تقسیم‌بندی نمود. فیبرهای ناحیه آوند آبکش در مقایسه با فیبر ناحیه چوبی بسیار ضخیم می‌باشد که نقش استقامتی ناحیه پوست را که غالباً از بافت پارانشیمی تشکیل شده‌است را داراست (شکل 1).

ویژگی‌های آناتومیک ساقه گیاه توتون

ویژگی‌های کدگذاری شده انجمن آناتومیست‌های چوب مخصوص مقاطع چوبی است، امّا چون ساختمان آناتومیک ساقه گیاه توتون به دولپه‌ایها[1] تعلق دارد به ساختار درختان چوبی بسیار شبیه است و لذا ترجیح داده‌شده تا از روش کمیته آیاواَ [19] در تشریح آناتومیک ساقه گیاه توتون استفاده شود.

مقطع عرضی: ساقه گیاه توتون جزو گیاهان یک‌ساله می‌باشد و در نتیجه فاقد دایره‌رویشی است و آوندهای آن در اندازه‌های کوچک و بزرگ و تقریباً به ابعاد برابر در مقطع عرضی پراکنده می‌باشند. آوندها در ردیف‌های شعاعی مرتب شده و آوندهای منفرد در آن تقریباً به-فراوانی و به‌شکل زاویه‌دار[2] (چندوجهی) مشاهده می‌شود. قطر مماسی منفذ آوند 9/25 ± 0/65 میکرومتر می‌باشد. تعداد آوند در یک میلی‌متر مربع 2/88 ± 107/57 عدد می‌باشد. فیبرها دارای دیواره بسیار نازک و تقریباً ضخیم می‌باشند.

پارانشیم‌های طولی از نوع کمی دورآوندی (پاراتراشال)[3]، دور از آوند (آپوتراشال)[4]، پراکنده[5]، و گاهاً تجمعی[6] مشاهده می‌شود (شکل 1).

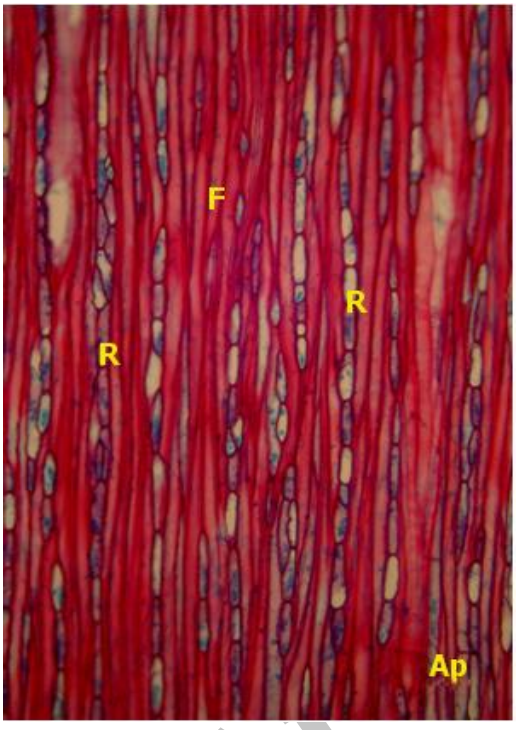


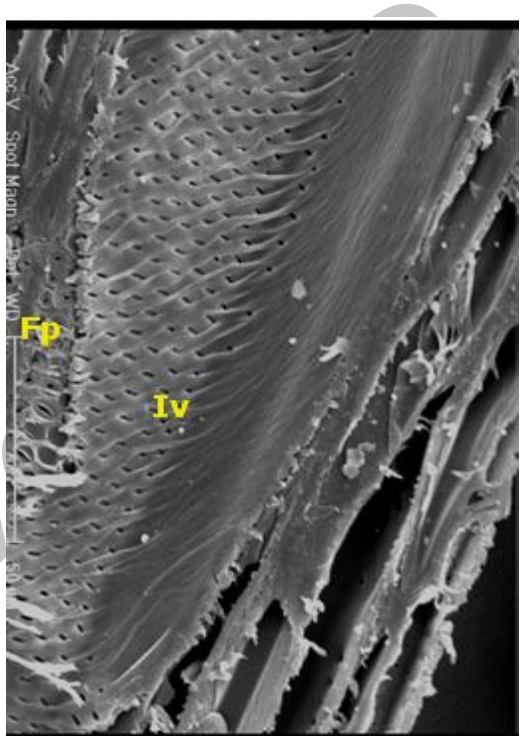
شکل1- مقطع عرضی پوست و ساقه گیاه توتون (*Nicotiana tabacum* L. 'PVH19')، بافت‌چوب ثانویه (SX)؛ ناحیه کامبیوم (CZ) و فلوئم (PH)؛ فیبر پوست (Bf)؛ اشعه چوبی ناحیه فلوئم (R)؛ کورتکس (C)؛ سلول‌های پارانشیمی مغز (P) و فیبر اولیه (PX). (اشکال دارای بزرگنمایی 200* می‌باشد).

[1] Dicotyledons
[2] Angular
[3] Axial parenchyma scanty paratracheal
[4] Apotracheal axial parenchyma
[5] Axial parenchyma diffuse
[6] Axial parenchyma diffuse-in-aggregates

Archive of SID
www.SID.ir

مقطع مماسی: منافذ (پونکتواسیون) بین آوندی از نوع متقابل و متناوب می‌باشد (شکل 2) که این موضوع در نمونه‌های دیفیبره کاملاً مشخص است. اندازه منافذ (پونکتواسیون‌ها) بین‌آوندی 7 تا 10 میکرومتر و طول آوند 0/06 ± 0/618 میلی‌متر می‌باشد. پونکتواسیون بر روی دیواره‌فیبر فراوان و با هاله کاملاً مشخص و طول فیبر 0/008 ± 0/964 میلی‌متر می‌باشد. اشعه چوبی همگن با پهنای تک‌ردیفه و به‌ندرت دو ردیفه مشاهده می‌شود و ارتفاع آن بیش از یک میلی‌متر می‌باشد(شکل 2).

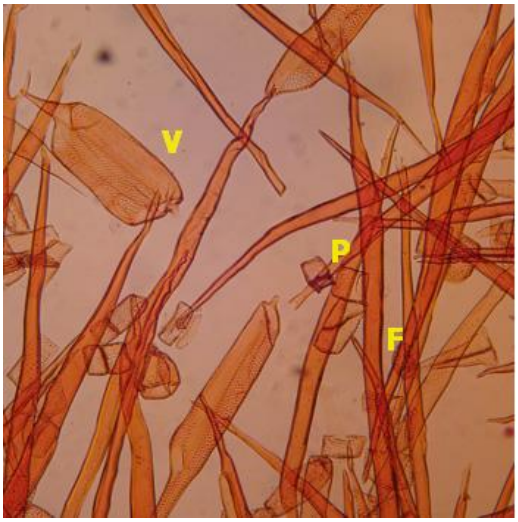


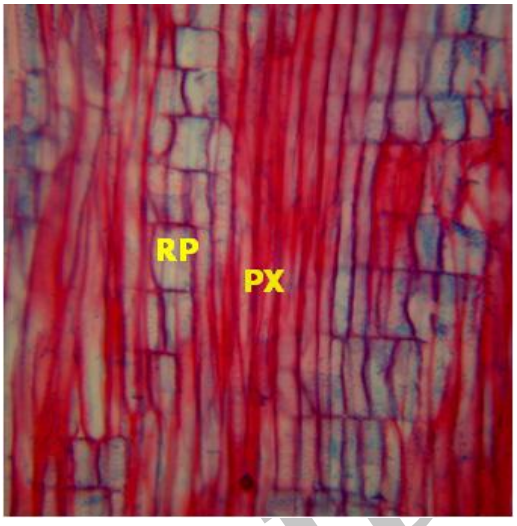


شکل2- مقطع مماسی ساقه توتون (*Nicotiana tabacum* L. 'PVH19') ، اشعه چوبی (R) ؛ پارانشیم طولی (AP) و فیبر (F) پونکتواسیون هاله‌ای فیبر (FP) و پونکتواسیون هاله‌ای بین آوند (IV) را نشان می‌دهد(شکل سمت راست دارای بزرگنمایی540* شکل سمت چپ دارای بزرگنمایی 100* می‌باشد).

مقطع شعاعی: دریچه آوندی از نوع ساده ولی احتمالاً به‌سبب عدم شیب به‌سمت وجه شعاعی در این مقطع به‌خوبی نمایان نمی‌باشد ولی در نمونه‌های دیفیبره کاملاً معلوم می‌باشد، (شکل 3). منافذ بین آوند و اشعه شبیه منافذ بین‌آوندی ساده و یا دارای هاله بسیار باریک می‌باشد. تمامی سلول‌های اشعه چوبی به‌صورت مربع یا مستطیل ایستاده مشاهده می‌شوند (شکل 3).

www.SID.ir





شکل3- سمت راست مقطع شعاعی و سمت چپ الیاف وابری شده (دیفیبره) ساقه چوبی توتون (*Nicotiana tabacum* 'PVH19' .L). پارانشیم طولی و عرضی (P)، فیبر (F)، فیبر چوبی اولیه (PX)، بافت پارانشیمی مغز (RP) مشخص می-باشد.(شکل سمت راست دارای بزرگنمایی200* شکل سمت چپ دارای بزرگنمایی 100* می‌باشد).

بحث

ویژگی‌های آناتومیک ساقه گیاه توتون واریته پی‌وی‌اچ19 از قبیل نحوه‌ی پراکنش آوندها، فیبرها و پهنا و ارتفاع پره چوبی بسیار به پهن-برگان شبیه می‌باشد. ازآنجایی‌که توتون به دولپه-ایها تعلق دارد برخلاف دیگر گیاهان زراعی تک-لپه دارای دستجات چوب آبکش نبوده و همانند درختان چوبی کامبیوم که بین پوست و چوب قرار دارد در مجاورت مغز بافت‌چوبی اولیه و در مجاورت پوست بافت چوبی ثانویه ایجاد می-نماید. پوست ساقه توتون نظیر سایر گیاهان دولپه اغلب دارای ماهیت پارانشیمی است و همچنین وجود بافت مغز که تماماً از پارانشیم تشکیل شده‌است این گونه را تا حدودی با دیگر گیاهان دولپه چوبی متمایز می‌گرداند[20].

ویژگی‌های مورفولوژیک، اعم از طول فیبر و ضخامت دیواره در سه ارتفاع ساقه (5%، 50% و 75%) تفاوت معنی‌داری نداشته و طبعاً روابط اشتقاق یافته آنها نیز فاقد هرگونه تفاوت معنی-داری بوده‌است. اما متوسط طول فیبر ساقه توتون در سه ارتفاع 0/964 میلی‌متر بوده که مقدار آن بیش از ساقه غلات نظیر گندم، جو و ذرت و همچنین کمتر از باگاس، بامبو، کنف و سوزنی-برگان می‌باشد و اغلب در محدوده پهن‌برگان می‌باشد (جدول 1). سابقاً طول فیبر عامل بسیار مهمی در مقاومت کاغذ تولیدی پنداشته می‌شد، امّا بعدها محققان دریافتند که رابطه شاخص درهم رفتگی (نسبت طول به قطرالیاف) و سایر روابط اشتقاق یافته اثرات بیشتری بر روی مقاومت کاغذ دارند [11و 17]. رابطه شاخص درهم رفتگی (نسبت طول به قطرالیاف) در توتون (27/45) در مقایسه با سایر الیاف غیرچوبی و پهن‌برگان کمتر بوده و مطابق با گزارش سایر محققان آن دسته از الیاف برای ساخت کاغذ مناسب می‌باشند که رابطه شاخص درهم رفتگی (نسبت طول‌به‌قطرالیاف) بیش از 33 داشته باشند [12 و 27 و 34]، بنابراین پیش‌بینی می‌شود که

Archive of SID

www.SID.ir

کاغذ تولیدی ساقه توتون دارای مقاومت‌به پارگی بالایی نباشد. علت این پدیده را می‌توان بدین دلیل دانست که الیاف کوتاه و قطور ساقه توتون دارای پیوند الیاف‌به‌الیاف ضعیف و از رابطه شاخص درهم رفتگی (نسبت طول به قطرالیاف) مطلوب برخوردار نباشد[24].

علی‌رغم آن‌که رابطه شاخص درهم رفتگی (نسبت طول به قطرالیاف) در الیاف ساقه گیاه توتون بسیار کمتر از الیاف چوب پهن‌برگان و الیاف غیر چوبی می‌باشد ولی رابطه شاخص رونکل (نسبت دوبرابر ضخامت دیواره به قطر الیاف)آن در محدوده نزدیک‌به پهن‌برگان بوده و حتی نسبت‌به ساقه برنج و گندم از رابطه شاخص رونکل (نسبت دوبرابر ضخامت دیواره‌به-قطرالیاف) مناسب‌تری برخوردار می‌باشد. ضمناً مطابق با تحقیقات[34]، محدوده قابل قبول رابطه شاخص رونکل (نسبت دوبرابر ضخامت دیواره به قطر الیاف) برای الیاف خمیر و کاغذ کمتر از 1 می‌باشد، لذا می‌توان استنباط نمود که الیاف ساقه توتون به‌سبب حفره‌سلولی پر پهن و رابطه شاخص رونکل (نسبت دوبرابر ضخامت دیواره-به قطر الیاف) مناسب از سطح ویژه بالایی برخوردار بوده و قابلیت نواری شدن مطلوبی داشته و در نتیجه پیش‌بینی می‌شود که کاغذ تولیدی آنها متراکم و از سطح صاف برخوردار - باشد [14، 18 و 23] مقاومت‌به تاخوردگی، ترکیدگی و کشش قابل قبولی از خود نشان دهند[30].

همان‌طوری‌که در (جدول 2) نشان داده می‌شود سه ترکیب اصلی و موثر در صنایع لیگنوسلولزی، یعنی آلفاسلولز، لیگنین و خاکستر [33] در ساقه گیاه توتون در مقایسه با سایر الیاف زراعی نتایج مطلوبی از خود نشان داده‌است. به‌لحاظ شیمیایی آلفا سلولز الیافی که بیش از یا نزدیک به 34% باشد ماده خام مطلوب در صنایع خمیر و کاغذ محسوب می‌شود که بدین لحاظ و جدای از سایر عوامل تاثیر گذار کنف با دارا بودن 55/5 درصد آلفا سلولز ماده مطلوب در صنایع خمیر و کاغذ محسوب می‌شود[33]. ساقه گیاه توتون با متوسط 54/50 درصد آلفاسلولز از این جهت ماده خام مناسب برای صنایع خمیر و کاغذ محسوب می‌شود اما لیگنین که یک ماده نامطلوب در صنایع خمیر کاغذ محسوب در ساقه توتون 28 درصد مشاهده شده که مقدار آن در محدوده لیگنین پهن‌برگان بوده و در نتیجه برای رسیدن به عدد کاپا مناسب نیازمند دمای و مایع پخت شدیدتر نسبت‌به کنف می‌باشد که اتخاذ نتیجه مناسب در این خصوص درخور مطالعات بیشتری است. هرچند الیاف غیرچوبی به دارا بودن درصد بالای خاکستر نسبت به الیاف چوبی معروفند و از این جهت با رسوب در دیگ پخت مشکلات قابل توجهی در فرآیند تولید ایجاد می‌نمایند، اما با این وجود محدوده خاکستر ساقه گیاه توتون در محدوده دیگر گیاهان غیرچوبی بوده و از این جهت نمی‌تواند مشکلات قابل توجهی خصوصاً در فرآیندهای مکانیکی ایجاد نماید.

مواداستخراجی محلول در آب و حلال‌های آلی آن در محدوده نزدیک‌به گیاهان چوبی بوده و از بعضی از گیاهان غیرچوبی نظیر ساقه گندم و برنج کمتر می‌باشد. به‌طور کلی پیش‌بینی می‌شود بتوان از ساقه گیاه توتون به‌تنهایی برای تولید کاغذهای با کیفیت کم، نظیر کاغذ روزنامه و با ترکیب آن با الیاف بلند کاغذ مطلوب و قابل قبولی تهیه نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1- خواجه‌پور، م. 1378. تولید نباتات صنعتی، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ اول: ص 348.

2- سید شریفی، ر. 1388. گیاهان صنعتی، انتشارات عمیدی دانشگاه محقق اردبیلی، چاپ دوم: ص 393 .

3- شاخص، ج. سراییان، ا.ر. و زینالی، ف.1390. بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی و شیمیایی ساقه گیاه توتون. مجله تحقیقات چوب و کاغذ ایران. جلد 26، شماره 2، ص 339 -351.

4- صفدری، و. ر. 1389. ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیبات شیمیایی چوب ملج، اوجا، آزاد و داغداغان. مجله تحقیقات چوب و کاغذ ایران. جلد 25، شماره 2، ص 248 -259.

5- Agrupis, S.C & E. Maekawa., 1999, Industrial utilization of tobacco stalks. I. Preliminary evaluation for biomass resources. Holzforschung, (53) pp: 29-31.

6- Agrupis, S.C., E. Maekawa & K. Suzuki., 2000, Industrial utilization of tobacco stalks II. Preparation and characterization of tobacco pulp by steam explosion pulping. Wood Science (46); NO.3, pp: 222-229.

7- Ates, S. Ni.Y., M. Akgul & A. Tozluoglu., 2008, Characterization and evaluation of *Paulownia* elongata as a raw material for paper production. African Journal of Biotechnology (7)., 22, pp: 4153 - 4158.

8- Barnett, G & eds. Jeronimidis., 2003, Wood Quality and Its Biological Basis. Blackwell Scientific Publisher, Oxford, p: 226.

9- Deniz, I & S. Ates., 2002, Determination of optimum kraft pulping conditions using bamboo (*Pyllotachys bambusoides*). 2nd. National Black Sea Forestry Congress Proceedings, Artvin, Turkey, pp: 1072-1084.

10- Deniz, I., H. Kirci & S. Ates., 2004, Optimization of Wheat Straw (*Tiriticum durum*) Kraft Pulping. Indian Crop. Prod. (3)19, pp: 237-243.

11- Dinwoodie, J. M., 1965, The relationship between fiber morphology and paper properties. A review of literature, Tappi (48), pp: 440–447.

12- Enayati, A.A., Y. Hamzeh., S.A. Mirshokraie & M. Molaii., 2009 "Papermaking potential of canola stalks," BioRes. (1) 4, pp: 245-256.

13- Exley, R. R., B.G. Butterfield & B.A. Meylan., 1974, The preparation of wood specimens for the scanning electron microscope. Journal of Microscopy, (101), pp: 21-30.

14- Fengel, D & G. Wegener., 1984, Wood: chemistry, ultra structure, reactions / Dietrich W. de Gruyter, Berlin; New York, pp: 26-65.

15- Franklin, G.L., 1945, Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. Nature (155), pp: 51–59.

Archive of SID

www.SID.ir

16- Hepworth, D.G & J.F.V. Vincent., 1998, Modeling the mechanician properties of xylem tissue from tobacco plants (*Nicotiana* tabacum 'Samsun') by concidering the importance of molecular and micromechanisms. Anal, Botany (81), pp: 761-770.
17- Horn, R.A., 1978, Morphology of pulp fiber from hard woods and influence on paper strength. Technologist Forest products Laboratory, Forest service U.S. Department of Agriculture Madison, Wisconsin 53705. Fpl 312.
18- Hurter, R.W & F.A. Riccio., 1998, Why CEOS don't want to hear about nonwoods—or should they? In: TAPPI Proceedings, NA Nonwood Fiber Symposium, Atlanta, GA, USA, pp: 1–11.
19- IAWA Committee., 1989, IAWA list of microscopic features for hardwoods identification by an IAWA Committee. E.A.Wheeler., P.Baas & P.E. Gasson (eds.)., IAWA Bull.n.s.(10), pp:219-332.
20- Ilvessalo & M.S. Pfaffli., 1995, Fiber Atlas: Identification of papermaking fibers. Springer- Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
21- Johansen, D.A., 1940, Plant micro technique. McGraw-Hill Book Co., New York p:.523.
22- Kimura, Y & F. Teratani., 1965, Studies on tobacco stem pulp as raw material for special paper (in Japanese). Mokuzai Kenkyu (Wood Res Bull Wood Res Inst Kyoto Univ) (34), pp: 62-93.
23- McDougall, G.C., G.J. McDougall., I.M. Morrison., D. Stewart., J.D.B. Weyers & J.R. Hillman., 1993, Plant fibres: botany, chemistry and processing. Journal of the Science of Food and Agriculture (62), pp: 1-20.
24- Ogbonnaya, C.I., H. Roy-Macauley., M.C. Nwalozie & D.J.M. Annerose., 1997, Physical and histochemical properties of kenaf *(Hibiscus cannabinus L.)* grown under water deficit on a sandy soil. Ind. Crops Prod. (7), pp: 9–18.
25- Olotuah, O.F., 2006, Suitability of Some Local Bast Fibre Plants in Pulp and Paper Making. Journal of Biological Sciences (3) 6, pp: 635 – 637.
26- Ruzin, S.E., 1999, Plant Microtechnique and Microscopy. New York: Oxford University Press.(322), pp: 32.50.
27- Samariha, A & A. Khakifirooz., 2011, "Application of NSSC pulping to sugarcane bagasse. Bioresaurce (3) 6, pp: 3313-3323.
28- Schweingruber, F.H., A. Borner & E.D. Schulze., 2006, Atlas of woody plant stems. Evolution, Structure, and Environmental Modifications. Springer- Verlag, Berlin,(229), pp: 74-85.
29- Tsolov, V., 1985, Boards from beech fibres and agricultural wastes. Gorsko topanstvo Gorska Promishlenost. (6) 41, pp: 15-17.
30- Tutus, A., N. Comlekcioglu., S. Karaman & M.H. Alma., 2010, Chemical composition and fiber properties of Crambe orientalis and Crambe tataria. Int. J. Agric. Biol., (12), pp: 286–290.
31- Udohitinah, J.S & A.O. Oluwadare., 2011, Pulping properties of Kraft pulp of Nigerian-growen kenaf (*Hibiscus cannabinus L.).* Bioresources (1)6, pp: 751-761.
32- Usta, M., H. Kırcı & H. Eroglu., 1990, Soda-Oxygen pulping of corn *(Zea mays indurata sturt*). In: Tappi Pulping Conference: Toronto, Ontario, Canada, Proceeding Book (1), pp: 307-312.
33- Ververis, C., K. Georghiou., N. Christodoulakis., P. Santas & R. Santas., 2004, Fiber dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their sutibality for paper production. Industrial Crops and Products (19), pp: 245–254.
34- Xu, F., X.C. Zhong., R.C. Sun & Q. Lu., 2006, "Anatomy, ultrastructure, and lignin distribution in cell wall of Caragana Korshinskii," Industrial crop and production (24), pp: 186-193.

Archive of SID

www.SID.ir