

# پتانسیل استفاده از ساقه گیاه توتون (*Nicotiana tabacum* L. 'PVH19') به عنوان یک ماده اولیه

## در صنایع لیگنوسلولزی

وحیدرضا صفدری<sup>1</sup>، سیدپیمان هاشمی<sup>2</sup>، سیدخلیل حسینی هاشمی<sup>3</sup>، اصغر تابعی<sup>4</sup>

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 می توان در صنایع تولید کاغذ و فرآورده های چند سازه ی چوبی مورد استفاده قرار داد. اما استفاده بهینه از این ماده بیولوژیک غیرچوبی مستلزم شناخت ویژگی های آناتومیک، مورفولوژیک و ترکیبات شیمیایی آن می باشد. از ساقه های گیاه توتون وارسته پی وی اچ 19 که به طور نسبتاً وسیعی در مزارع استان گیلان کشت می شود به طور تصادفی نمونه برداری و خصوصیات آناتومیکی در سه مقطع مماسی، عرضی و شعاعی و همچنین ویژگی های مورفولوژیک شامل طول و ضخامت فیبر و ضرایب بیومتری اشتقاق یافته از آن (شاخص درهم رفتگی، شاخص رونکل و ضریب انعطاف پذیری) در سه ارتفاع (5%، 50% و 75%) و همچنین ترکیبات شیمیایی آن از قبیل مقدار سلولز، لیگنین، خاکستر، آلفا سلولز، همی سلولز 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 نشان داد که ویژگی های آناتومیک ساقه گیاه توتون که از قبیل نحوه ی پراکنش آوندها، فیبرها و پهنا و ارتفاع پره چوبی بسیار به پهن برگان شبیه بوده و مقادیر ترکیبات شیمیایی آن در محدوده گیاهان چوبی می باشد. اما رابطه شاخص درهم رفتگی (نسبت طول به قطرالیاف) در الیاف ساقه گیاه توتون از بسیاری از الیاف زراعی و پهن برگان کمتر بوده و در نتیجه پیش بینی می شود که کاغذ تولیدی آن از مقاومت به پارگی چندان مطلوبی برخوردار نباشد ولی رابطه شاخص رونکل (نسبت دوبرابر ضخامت دیواره به قطر الیاف) آن نزدیک به محدوده پهن برگان و بسیاری از گیاهان غیرچوبی بوده و در نتیجه انتظار می رود کاغذ تولیدی از مقاومت به کشش، ترکیدگی و تا خوردگی قابل قبولی برخوردار باشد.

**واژه های کلیدی:** توتون وارسته پی وی اچ 19، ویژگی های آناتومیک، ویژگی های مورفولوژیک، ویژگی های شیمیایی

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

2- دانش آموخته 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

## مقدمه

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<sup>1</sup>، از جمله الیاف زراعی است که اخیراً واریته‌های مختلف از آن به منظور افزایش کیفیت و راندمان برگ که همان تنباکو مصرفی می‌باشد به دست آمده که بارزترین آنها کوکر 347، بارلی، ویرجینیا و پی‌وی‌اچ 19 می-باشد که حدود 20 هزار هکتار از اراضی شمال کشور، خوزستان و کرمانشاه به کشت آنها اختصاص دارد. توتون اصلاح شده واریته پی-وی‌اچ 19<sup>2</sup>، در حال مطالعه، در ایستگاه تحقیقات توتون گیلان می‌باشد [1 و 2].

مطابق با مطالعات صورت گرفته ساقه توتون به دلیل ساختار لیگنینی و دارا بودن ساقه چوبی، ماده اولیه مناسب در صنایع خمیر و کاغذ محسوب می‌شود [5 و 16] 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 کوکر 347<sup>3</sup> نشان داده است که ویژگی‌های مورفولوژیک و درصد سلولز و آلفا سلولز واریته مذکور در محدوده نزدیک به درختان چوبی بوده و حتی لیگنین آن که یک ماده نامطلوب در صنایع خمیر و کاغذ محسوب می‌شود تا حدودی کمتر از درختان چوبی می‌باشد، اما نسبت طول به

چوب درختان به دلیل ویژگی‌های ذاتی (ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیبات شیمیایی) مطلوب و بالا بودن راندمان الیاف باعث شده تا بهترین ماده خام در صنایع خمیر و کاغذ محسوب شوند. اما با افزایش جمعیت و مصرف بیش از اندازه این منابع به خصوص 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 به فکر جایگزینی مناسب با الیاف غیرچوبی باشند. البته تجربه و مطالعات قبلی ثابت کرده که الیاف غیرچوبی شامل پسماند الیاف زراعی (نظیر ساقه غلات، 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 به دلیل سیلیس بالا بازیابی مواد شیمیایی را در فرآیند تولید دچار مشکل می‌کنند و همچنین کیفیت کاغذ تولیدی آنها به اندازه کاغذ حاصل از درختان چوبی نمی-باشد [7]، اما با این وجود استفاده از آنها بنابه دلایل مذکور امری حتمی و اجتناب ناپذیر است. امروزه با پیشرفت علم اصلاح نژاد، انواع واریته‌های مختلف از گیاهان به منظور افزایش باروری و افزایش راندمان تولید با یکدیگر تلقیح ژنتیکی شدند که این تلقیح نه تنها در کیفیت

<sup>1</sup> *Nicotiana tabacum*

<sup>2</sup> *Nicotiana tabacum* L. PVH19

<sup>3</sup> *Nicotiana tabacum* L. Coker 347

## مواد و روش‌ها

### تهیه ساقه‌های چوبی

تعداد 32 ساقه گیاه توتون وارپته پی‌وی‌اچ<sup>19</sup>، 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 آناتومیکی، تعداد 5 عدد به مطالعه ویژگی‌های مورفولوژیک چوب و تعداد 24 عدد ساقه باقی‌مانده به اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی 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 به ضخامت 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

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 وارپته کوکر 347 برای تولید کاغذهای با کیفیت بالا نظیر چاپ و تحریر مناسب 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 وارپته بارلی و ویرجینیا گیاه توتون (*Nicotiana tabacum*) مورد بررسی قرار گرفته که نتایج نشان‌داده ساقه توتون وارپته بارلی و ویرجینیا ماده اولیه مناسبی برای تولید خمیر و کاغذ می‌باشند [3].

این پژوهش قصد دارد ویژگی‌های شیمیایی توتون وارپته پی‌وی‌اچ<sup>19</sup> 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.

<sup>1</sup> *Nicotiana tabacum* L. PVH19

وابری (دیفیبره کردن) نمونه‌های چوبی به- منظور 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 بدین منظور و همچنین به- منظور 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<sup>3</sup> دیفیبره 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.

لامل‌های میکروسکوپی تهیه شد [28 و 21]. به- منظور 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<sup>1</sup> و متصل به کامپیوتر عکس تهیه شد. کلیه مشخصات میکروسکوپی نمونه‌ها مطابق با ویژگی‌های میکروسکوپی پهن برگان ارایه شده توسط کمیته آیوا<sup>2</sup> 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].

<sup>3</sup> Franklin, 1945

<sup>1</sup> Sony, Model No SSC-Dc50AP

<sup>2</sup> IAWA committee

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

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

$$L = \text{طول فیبر؛} \quad d = \text{قطر فیبر؛} \quad C = \text{قطر حفره فیبر؛}$$

$$Ds = \text{وزن خشک خرده چوب پس از دیفیبره شدن؛} \quad Dp = \text{وزن خشک اولیه خرده چوب}$$

$$w = \text{ضخامت دیواره فیبر}$$

### 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 هولوسولوز مطابق با استاندارد D1104-56، آلفاسولوز مطابق با استاندارد D1103-60 آیین نامه ASDM، سلولز مطابق با استاندارد T217m-55، لیگنین مطابق با استاندارد 88 - T222 om مواد استخراجی مطابق با استاندارد 88 - T204 om خاکستر مطابق با استاندارد 85 - T211 om آیین نامه TAPPI استفاده شد.

### تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های مربوط به 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 (50%، 75% و در 5 تکرار (5 ساقه توتون) از طریق طرح آماری بلوک کامل تصادفی 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 بدون پوست با طرح آماری بلوک کامل تصادفی تجزیه واریانس 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 شده است 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 بوده است، 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 بدون پوست مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد که بعضی از ترکیبات شیمیایی شامل

ترکیبات مذکور در پوست گیاه توتون بیش از چوب آن می‌باشد (جدول 2).

مواد استخراجی، خاکستر که اغلب در غیرچوبی‌ها سیلیس می‌باشد و همچنین لیگنین در ساقه‌چوبی با پوست به‌طور معنی‌داری بیش از ساقه‌چوبی بدون پوست می‌باشد که موید این مطلب است که

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

منبع	راندمان الیاف (%)	شاخص رنگی	ضریب انعطاف پذیری (%)	شاخص رنگی درم - رنگی	قطر حفره سلول (µm)	ضخامت دیواره سلول (µm)	قطر الیاف (µm)	طول فیبر (mm)	گونه	
									ساقه توتون	ساقه گندم و برنج
مطالعه حاضر	۶۵/۱۲*	۰/۴۴ <sup>ns</sup>	۶۹/۶۶ <sup>ns</sup>	۲۷/۵۸ <sup>ns</sup>	۲۴/۵۵ <sup>ns</sup>	۵/۳۵ <sup>ns</sup>	۳۵/۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۹۷۳ <sup>a</sup>	ارتفاع	توتون
	(۱/۳۳۲)	(۰/۳۲۵)	(۱/۶۲۵)	(۰/۳۲۲)	(۰/۸۲۰)	(۰/۸۷۲)	(۰/۴۳۳)	(۰/۱۰۰۶)	۷/۵	ساقه توتون
مطالعه حاضر	۶۳/۴۳ <sup>ns</sup>	۰/۴۵ <sup>ns</sup>	۶۸/۹۵ <sup>ns</sup>	۲۷/۴۹ <sup>ns</sup>	۲۴/۱۸ <sup>ns</sup>	۵/۴۵ <sup>ns</sup>	۳۵/۰۸ <sup>ns</sup>	۰/۹۶۴ <sup>a</sup>	ارتفاع	ساقه گندم و برنج
	(۱/۴۵۸)	(۰/۲۹)	(۱/۵۰۳)	(۰/۴۴۶)	(۰/۵۹۰)	(۰/۳۱۱)	(۰/۴۵۲)	(۰/۱۰۰۴)	۷/۵	ساقه گندم و برنج
[۳۲]	۶۲/۵۰ <sup>ns</sup>	۰/۴۷ <sup>ns</sup>	۶۸/۱۳ <sup>ns</sup>	۲۷/۴۹ <sup>ns</sup>	۳۳/۸۹ <sup>ns</sup>	۵/۵۸ <sup>ns</sup>	۳۵/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۹۵۶ <sup>ba</sup>	ارتفاع	ساقه توتون
	(۱/۱۰۱)	(۰/۲۹)	(۱/۴۰۵)	(۰/۳۹۸)	(۰/۶۱۲)	(۰/۲۵۶)	(۰/۴۷۶)	(۰/۱۰۰۴)	۷/۵	ساقه توتون
[۱۰]		۰/۶۵	۶۰/۸۲	۳۹/۹۳	۱۶/۳	۵/۳	۲۶/۸	۱/۰۷	ساقه گندم و برنج	ساقه گندم و برنج
		۲/۳	۳۰/۳۰	۵۶/۰۶	۴	۴/۶	۱۳/۲	۰/۷۴	ساقه گندم و برنج	ساقه گندم و برنج
[۲۵] و [۳۳]		۰/۷۱	۵۵/۳۵	۱۲۰/۹۳	۱۱/۹	۴/۲	۲۱/۵	۲/۶	ساقه گندم و برنج	ساقه گندم و برنج
	[۲۷]	۱/۱۶	۴۶/۳۷	۷۵/۸۶	۹/۷۲	۵/۶۳	۲۰/۹۶	۱/۵۹	ساقه گندم و برنج	ساقه گندم و برنج
[۷] و [۹]		۱/۲۱	۴۵/۷۰	۱۵۲/۳۲	۶/۹	۴/۱۷	۱۵/۱	۲/۳۰	ساقه گندم و برنج	ساقه گندم و برنج
	[۷]	۰/۴ - ۰/۷	۵۵-۷۰	۵۵-۷۵	۱۱-۱۵	۱۷-۲۱	۱۰-۴۰	۰/۷ - ۱/۶	ساقه گندم و برنج	ساقه گندم و برنج
[۷] و [۴]		۰/۳۵	۷۵	۹۵ - ۱۲۰	-	-	۲۰-۵۰	۲/۷ - ۴/۶	ساقه گندم و برنج	ساقه گندم و برنج

اعداد داخل پرانتز در سه ردیف اول انحراف معیار داده‌ها؛ حروف مشابه بین بر علم متشابه مبین بر معنی‌داری در سطح ۵ درصد (ns و \*) عدم معنی‌داری داده‌های مطالعه حاضر می‌باشد.

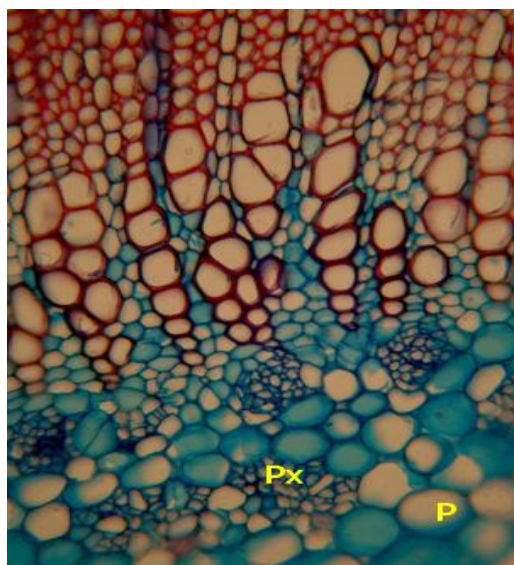
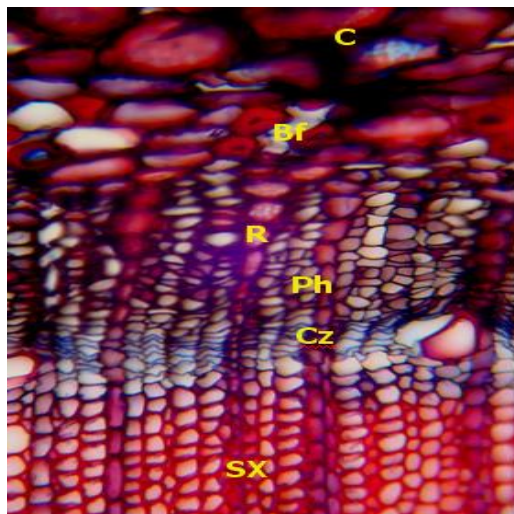
جدول ۲- مقایسه ترکیبات شیمیایی ساقه توتون با دیگر منابع سلولزی مورد استفاده در صنایع خمیر و کاغذ

منبع	خاکستر	مواد استخراجی محلول در آب سرد	مواد استخراجی محلول در آب گرم	مواد استخراجی محلول در الکل	مواد استخراجی محلول در استن	لیگنین	سلولز	همی سلولز	آلفا سلولز	هلوسلولز	گونه
مطالعه حاضر	۲/۵۰** (۰/۱۱۵)	۲/۵۳* (۰/۰۳۲)	۲/۹۰* (۰/۰۶۳)	۲/۱۳* (۰/۰۲۹)	۶/۸۵** (۰/۰۸۲)	۲۸* (۰/۸۱۶)	۳۹۳۸* (۰/۳۷۹)	۲۸/۶۵* (۰/۳۹۰)	۵۲/۵۰* (۰/۶۸۳)	۸۳/۸۵** (۰/۳۱۲)	ساقه توتون با پوست
	۲/۳۵** (۰/۱)	۲/۴۲* (۰/۰۲۱)	۲/۳۴* (۰/۰۲۸)	۱/۹۵* (۰/۰۲۱)	۶/۵۸** (۰/۱۱۹)	۲۶/۵۰* (۰/۵۷۷)	۲۰/۵۰* (۰/۳۰۸)	۲۹/۶۵* (۰/۵۲۶)	۵۵/۷۰* (۰/۶)	۸۵/۳۵** (۰/۳۲۳)	ساقه توتون بدون پوست
[۳۲]	۷/۳	۱۵/۸	۱۹/۱	۶/۵	۱۹/۵	-	-	-	۳۷/۵	۶۷/۶	ساقه توتون
[۱۰]	۲/۷	۱۰/۸۵	۱۳/۹۹	۷/۸	۱۵/۳	-	۲۸-۵۱	-	۳۸/۳	۷۲/۵	ساقه گندم
[۳۱]	۰/۶	-	-	۰/۷	۱۲/۵	-	-	-	۵۵/۵	۷۳/۲	پوست کتف
[۲۷]	۱/۳۴	-	-	۳/۱۵	۲۰/۳۵	-	۵۵/۸۱	-	۳۷/۴	۷۴/۷۷	پاگاس
[۸] و [۲۱]	۰/۳-۰/۱۸	۳-۶	۳-۶	۰/۱-۰/۷۷	۲۰-۲۶	۲۰-۲۶	۲۲-۲۹	۳۳-۲۶	۳۸-۲۹	۷۰-۸۱	پهن برگان
	۰/۳-۰/۴	۲-۶	۲-۵	۰/۳-۰/۵	۲۶-۳۱	۲۶-۳۱	۲۱-۲۶	۲۵-۳۲	۲۰-۲۵	۶۸-۷۴	سوزنی برگان

اعداد داخل پرانتز ردیف اول انحراف معیار داده‌های مطالعه حاضر می‌باشد. (۰ و ۰۰ به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و یک درصد).

## نتایج

پارانیشیم‌های طولی از نوع کمی دورآوندی (پاراتراشال)<sup>۳</sup>، دور از آوند (آپوتراشال)<sup>۴</sup>، پراکنده<sup>۵</sup>، و گاهاً تجمعی<sup>۶</sup> مشاهده می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱- مقطع عرضی پوست و ساقه گیاه توتون (*Nicotiana tabacum* L. 'PVH19')، بافت چوب ثانویه (SX)؛ ناحیه کامبیوم (CZ) و فلوئم (PH)؛ فیبر پوست (Bf)؛ اشعه چوبی ناحیه فلوئم (R)؛ کورتکس (C)؛ سلول‌های پارانیشیمی مغز (P) و فیبر اولیه (PX). (اشکال دارای بزرگنمایی 200\* می‌باشد).

ویژگی‌های آناتومیک پوست ساقه گیاه توتون 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 وزن خشک 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 پارانیشیمی تشکیل شده است را داراست (شکل ۱).

## ویژگی‌های آناتومیک ساقه گیاه توتون

ویژگی‌های کدگذاری شده انجمن آناتومیست‌های چوب مخصوص مقاطع چوبی است، اما چون ساختمان آناتومیک ساقه گیاه توتون به دولپه‌ایها<sup>۱</sup> تعلق دارد به ساختار درختان چوبی بسیار شبیه است و لذا ترجیح داده شده تا از روش کمیته آی‌اوا [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 به شکل زاویه‌دار<sup>۲</sup> (چندوجهی) مشاهده می‌شود. قطر مماسی منفذ آوند  $0/65 \pm 9/25$  میکرومتر می‌باشد. تعداد آوند در یک میلی‌متر مربع  $107/57 \pm 2/88$  عدد می‌باشد. فیبرها دارای دیواره بسیار نازک و تقریباً ضخیم می‌باشند.

<sup>3</sup> Axial parenchyma scanty paratracheal

<sup>4</sup> Apotracheal axial parenchyma

<sup>5</sup> Axial parenchyma diffuse

<sup>6</sup> Axial parenchyma diffuse-in-aggregates

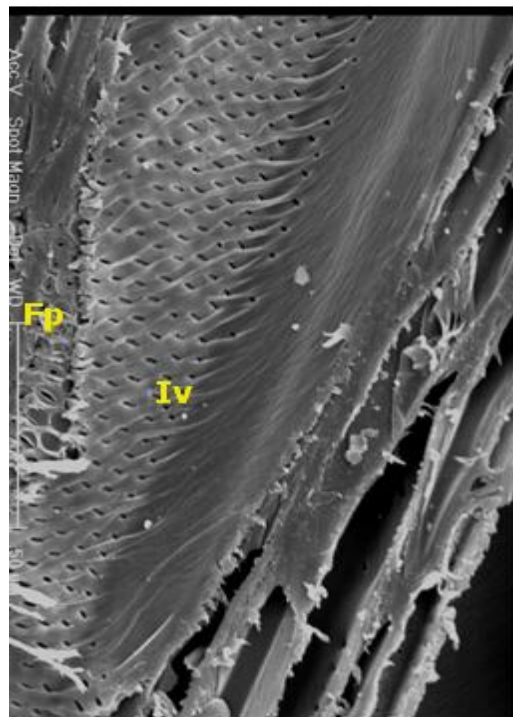
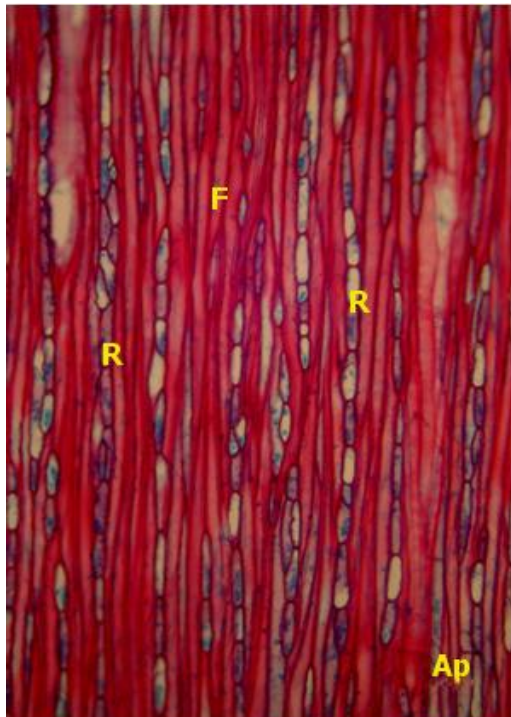
<sup>1</sup> Dicotyledons

<sup>2</sup> Angular



فراوان و با هاله کاملاً مشخص و طول فیبر  $0/008 \pm 0/964$  میلی‌متر می‌باشد. اشعه چوبی همگن با پهنای تک‌ردیفه و به‌ندرت دو ردیفه مشاهده می‌شود و ارتفاع آن بیش از یک میلی‌متر می‌باشد (شکل 2).

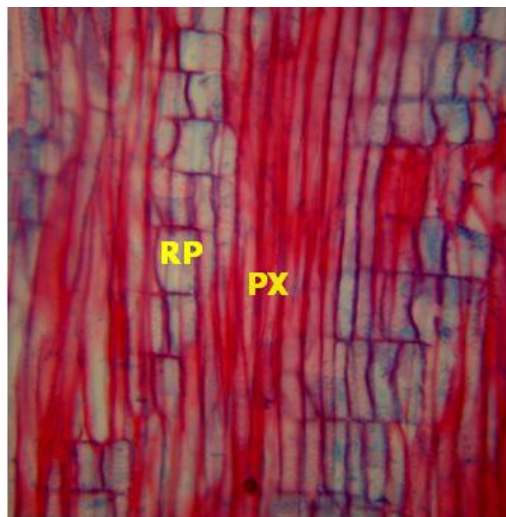
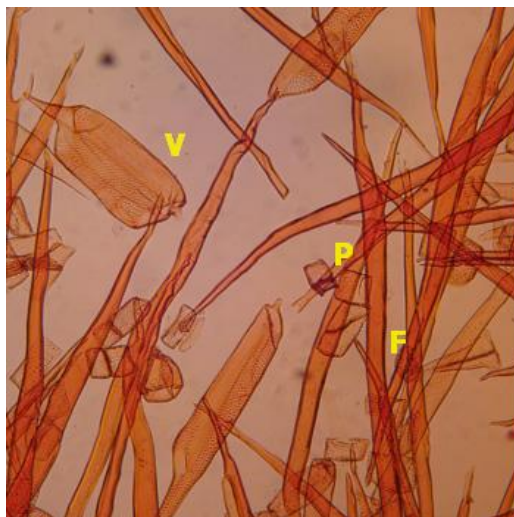
مقطع مماسی: منافذ (پونکتواسیون) بین آوندی از نوع متقابل و متناوب می‌باشد (شکل 2) که این موضوع در نمونه‌های دیفیبره کاملاً مشخص است. اندازه منافذ (پونکتواسیون‌ها) بین آوندی 7 تا 10 میکرومتر و طول آوند  $0/06 \pm 0/618$  میلی‌متر می‌باشد. پونکتواسیون بر روی دیواره فیبر



شکل 2- 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 بزرگنمایی 540\* شکل سمت چپ دارای بزرگنمایی 100\* می‌باشد).

(3). منافذ بین آوند و اشعه شبیه منافذ بین آوندی ساده و یا دارای هاله بسیار باریک می‌باشد. تمامی سلول‌های اشعه چوبی به‌صورت مربع یا مستطیل ایستاده مشاهده می‌شوند (شکل 3).

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



شکل 3- سمت راست مقطع شعاعی و سمت چپ الیاف وبری 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 بزرگنمایی 200\* شکل سمت چپ دارای بزرگنمایی 100\* می باشد).

## بحث

اشتقاق یافته آنها نیز فاقد هرگونه تفاوت معنی- داری بوده است. اما متوسط طول فیبر ساقه توتون در سه ارتفاع 0/964 میلی متر بوده که مقدار آن بیش از ساقه غلات نظیر گندم، جو و ذرت و همچنین کمتر از باگاس، بامبو، کنف و سوزنی- برگان می باشد و اغلب در محدوده پهن برگان می باشد (جدول 1). سابقاً طول فیبر عامل بسیار مهمی در مقاومت کاغذ تولیدی پنداشته می شد، اما بعدها محققان دریافتند که رابطه شاخص درهم رفتگی (نسبت طول به قطریالیاف) و سایر روابط اشتقاق یافته اثرات بیشتری بر روی مقاومت کاغذ دارند [11 و 17]. رابطه شاخص درهم رفتگی (نسبت طول به قطریالیاف) در توتون (27/45) در مقایسه با سایر الیاف غیرچوبی و پهن برگان کمتر بوده و مطابق با گزارش سایر محققان آن دسته از الیاف برای ساخت کاغذ مناسب می باشند که رابطه شاخص درهم رفتگی (نسبت طول به قطریالیاف) بیش از 33 داشته باشند [12 و 27 و 34]، بنابراین پیش بینی می شود که

ویژگی های آناتومیک ساقه گیاه توتون وارسته پی وی اچ 19 از قبیل نحوه ی پراکنش آوندها، فیبرها و پهنای و ارتفاع پره چوبی بسیار به پهن- برگان شبیه می باشد. از آنجایی که 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 بافت چوبی 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 شده است این گونه را تا حدودی با دیگر گیاهان دولپه چوبی متمایز می گرداند [20].

ویژگی های مورفولوژیک، اعم از طول فیبر و ضخامت دیواره در سه ارتفاع ساقه (5%، 50% و 75%) تفاوت معنی داری نداشته و طبعاً روابط

مطلوبی از خود نشان داده است. به لحاظ شیمیایی آلفا سلولز الیافی که بیش از یا نزدیک به 34% باشد ماده خام مطلوب در صنایع خمیر و کاغذ محسوب می شود 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 می شود [33]. ساقه گیاه توتون با متوسط 54/50 درصد آلفا سلولز از این جهت ماده خام مناسب برای صنایع خمیر و کاغذ محسوب می شود اما لیگنین که یک ماده نامطلوب در صنایع خمیر کاغذ محسوب در ساقه توتون 28 درصد مشاهده شده که مقدار آن در محدوده لیگنین پهن برگان بوده و در نتیجه برای رسیدن به عدد کاپا مناسب نیازمند دمای و مایع پخت شدیدتر نسبت به کنف می باشد 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 می نمایند، اما با این وجود محدوده خاکستر ساقه گیاه توتون در محدوده دیگر گیاهان غیرچوبی بوده و از این جهت نمی تواند مشکلات قابل توجهی خصوصاً در فرآیندهای مکانیکی ایجاد نماید.

مواد استخراجی محلول در آب و حلال های آلی آن در محدوده نزدیک به گیاهان چوبی بوده و از بعضی از گیاهان غیرچوبی نظیر ساقه گندم و برنج کمتر می باشد. به طور کلی پیش بینی می شود بتوان از ساقه گیاه توتون به تنهایی برای تولید کاغذهای با کیفیت کم، نظیر کاغذ روزنامه و با ترکیب آن با الیاف بلند کاغذ مطلوب و قابل قبولی تهیه نمود.

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

علی رغم آن که رابطه شاخص درهم رفتگی (نسبت طول به قطر الیاف) در الیاف ساقه گیاه توتون بسیار کمتر از الیاف چوب پهن برگان و الیاف غیر چوبی می باشد ولی رابطه شاخص رونکل (نسبت دوبرابر ضخامت دیواره به قطر الیاف) آن در محدوده نزدیک به پهن برگان بوده و حتی نسبت به ساقه برنج و گندم از رابطه شاخص رونکل (نسبت دوبرابر ضخامت دیواره به قطر الیاف) مناسب تری برخوردار می باشد. 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 می باشد، لذا می توان استنباط نمود که الیاف ساقه توتون به سبب حفره سلولی 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 پیش بینی می شود که کاغذ تولیدی آنها متراکم و از سطح صاف برخوردار - باشد [14، 18 و 23] مقاومت به تا خوردگی، ترکیب و کشش قابل قبولی از خود نشان دهند [30].

همان طوری که در (جدول 2) نشان داده می شود سه ترکیب اصلی و موثر در صنایع لیگنوسلولزی، یعنی آلفا سلولز، لیگنین و خاکستر [33] در ساقه گیاه توتون در مقایسه با سایر الیاف زراعی نتایج

- 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 (*Triticum 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.

## 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، ار. 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.

- 16- Hepworth, D.G & J.F.V. Vincent., 1998, Modeling the mechanical properties of xylem tissue from tobacco plants (*Nicotiana tabacum* 'Samsun') by considering 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. *Bioresource* (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-grown kenaf (*Hibiscus cannabinus L.*). *Bioresources* (1)6, pp: 751-761.
- 32- Usta, M., H. Kırıcı & 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 suitability 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.

