دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی
جلد پنجم، شماره اول، ۱۳۹۵
http://ejang.gau.ac.ir

بررسی ویژگی‌های آناتومیکی و ترکیبات شیمیایی چوب درختچه استبرق (*Calotropis procera*)

***محمدرضا دهقانی فیروزآبادی[۱]، رحیم یدالهی[۲]، حامد متینی بهزاد[۳]**

[۱]دانشیار گروه صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، [۲]دانشجوی دکترای صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشجوی دکترای بیولوژی و آناتومی چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۰۲

چکیده

سابقه و هدف: در این پژوهش ویژگی‌های مورفولوژی و ترکیبات شیمیایی چوب درختچه استبرق با هدف کاربرد این گیاه در صنایع چوب و کاغذ مورد بررسی قرار گرفت. این گونه به‌علت مقاوم بودن به خشکی و کاربردهای زیاد آن از جمله در صنایع لاستیک‌سازی، نساجی و دارویی و دارا بودن سه نوع الیاف شامل الیاف کلازین و الیاف موجود در پوست و الیاف تنه، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: از منطقه جیرفت استان کرمان چندین پایه از این گیاه استحصال گردید و جهت تعیین ترکیبات شیمیایی از ارتفاع یک سوم تنه نمونه‌برداری شد. بر اساس استاندارد T۲۵۷om–۸۵ آیین‌نامه TAPPI آرد مورد نیاز از تنه این گیاه تهیه گردیده و اندازه‌گیری درصد هولوسلولز، سلولز، لیگنین، خاکستر، مواد استخراجی محلول در استن و مواد محلول در آب داغ، براساس استانداردهای آیین نامه TAPPI انجام شد. جهت اندازه‌گیری ابعاد الیاف گیاه استبرق از قسمت تنه، پوست تنه، شاخه و پوست سرشاخه مطابق روش فرانکلین (۱۹۵۴) عملیات انجام گردید و با استفاده از میکروسکوپ نوری اندازه‌گیری صورت گرفت. مطالعات آناتومی نیز بر اساس لیست انجمن بین‌المللی آناتومی چوب (IAWA)، بخش پهن‌برگان صورت گرفت.

*نویسنده مسئول: m_r_dehghani@mail.ru

یافته‌ها: میانگین طول الیاف تنه و پوست سرشاخه این درختچه به‌ترتیب ۱/۰۹ و ۱۵ mm برآورد شد. پوست سرشاخه این گیاه به‌طور قابل توجهی از الیاف بلند برخوردار است و طول الیاف تنه آن نیز در حد چوب صنوبر می‌باشد. قطر فیبر، قطر حفره و ضخامت دیواره الیاف تنه به‌ترتیب ۳۷/۵، ۲۹ و ۴/۳۷ µm تعیین شد. ضرایب زیست‌سنجی الیاف تنه، شامل ضریب رانکل، انعطاف‌پذیری و درهم‌رفتگی به‌ترتیب ۳۰/۶۵، ۷۶/۵۳ و ۲۸/۹۲ محاسبه شد. ترکیبات شیمیایی چوب تنه این گیاه شامل سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در استون، مواد محلول در آب داغ و خاکستر مورد بررسی قرار گرفت و به‌ترتیب ۵۸/۷۶، ۲۵/۶، ۱/۵۶، ۶/۵ و ۱/۶۶ درصد به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: چوب تنه این گونه مواد استخراجی و خاکستر کمی دارد اما درصد لیگنین آن قابل توجه می‌باشد. درصد سلولز در این گونه از مقدار معمول سلولز در پهن‌برگان و سوزنی‌برگان بیشتر است. این ویژگی یکی از موارد قابل توجه در صنایع کاغذسازی به لحاظ تاثیر مستقیم آن در بازده خمیرسازی می‌باشد. با توجه به مناسب بودن الیاف تنه و درصد سلولز زیاد آن، تنه این گونه می‌تواند جهت استفاده در صنایع لیگنوسلولزی از جمله کاغذسازی مورد بررسی جامع قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: استبرق، آناتومی چوب، مورفولوژی الیاف، ترکیبات شیمیایی

مقدمه

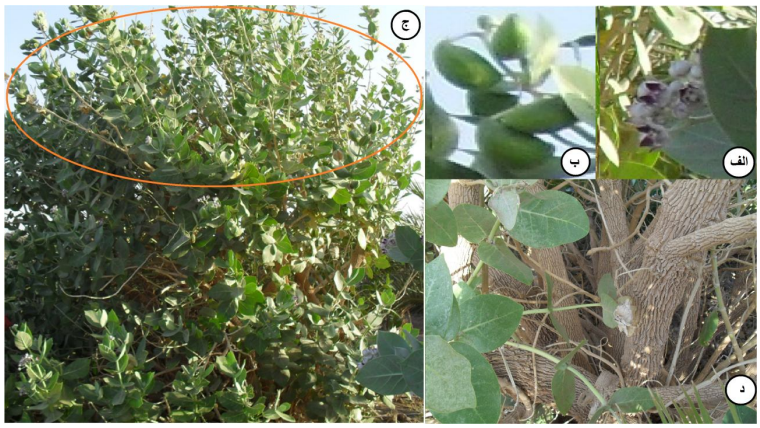
استبرق با نام علمی *Calotropis procera Aiton* از خانواده Asclepiadaceae درختچه‌ای است از گیاهان کائوچویی که به‌طور گسترده در مناطق بیابانی، حاره‌ای و نیمه‌حاره‌ای آفریقا، شبه جزایر عربی، جنوب ایران، شرق افغانستان، پاکستان و تمام مناطق بیابانی غرب هند انتشار دارد. این گیاه در ایران در مناطق گرمسیر و سواحل جنوبی دریای عمان از خوزستان تا مکران بلوچستان با ارتفاع ۱۱۰۰ متری از سطح دریا دیده می‌شود (۱ و ۲). استبرق (Milkweed) یا خرگ، از گیاهان دولپه‌ای می‌باشد که تا کنون بیش از ۱۴۰ گونه از آن شناخته شده‌است. گیاه استبرق به نام‌های سیب سدوم (sodom apple) و خسک یا پاگیر (calotrope)، کتان فرانسوی، گل تاجی کوچک (نام انگلیسی)، ابریشم دریایی، بومبا (اسپانیایی)، درخت ابریشم و بوئیس کانون (bois canon: به زبان فرانسوی) نیز نامیده می‌شود. استقرار این گیاه در شرایط اقلیمی گرم و خشک، نیاز اکولوژیکی کم گیاه، کاربرد آن در جلوگیری از فرسایش خاک و تثبیت شن‌های روان، استفاده از الیاف این گیاه در نساجی و کاربردهای آن در صنایع لاستیک سازی و دارویی، اهمیت این گیاه را صد چندان می‌کند (۳ و ۴). این گیاه دائمی، درختچه‌ای و همیشه سبز می‌باشد. تعداد ساقه‌ها و شاخه‌های استبرق محدود و برگ‌های آن ساقه آغوش[1] بوده، پوست این گونه کرکدار، شیاردار و به‌رنگ خاکستری روشن است. بافت‌های استبرق مخصوصاً پوست ریشه آن برای درمان بیماری‌های مختلفی از قبیل جذام، تب، مالاریا و مارگزیدگی استفاده می‌شود (۵). از خاکستر[2] این گیاه به‌عنوان ترکیب رنگی استفاده می‌شود (۶ و ۷). عصاره ریشه و برگ این گیاه خاصیت ضد سرطانی دارد (۸). از ریشه این گیاه برای بهبود سردرد، بدن درد شدید، تب مالاریا، تشنج (۹) و به‌عنوان عامل گوارشی (۱۰) استفاده می‌شود. این گونه به آسانی، با حداقل نیاز به آب در مناطق خشک رشد می‌کند و می‌تواند برای تهیه ابریشم خام دوبار در سال برداشت شود (۱۱). قسمت‌های مختلف این گیاه کاربردهای متفاوتی دارد. الیاف تولید شده از این گیاه بر خلاف سایر الیاف سلولزی طبیعی دیگر، دانسیته کمی (۰/۹ گرم بر سانتی‌مترمکعب) دارند و تلاش شده است از ابریشم خام گل‌آذین این گیاه به‌عنوان یک ماده پرکننده در ژاکت و نابافته‌ها[3] استفاده شود (۱۲ و ۱۳). این گیاه کاربردهای پزشکی زیادی دارد و از طرف دیگر، چوب آن با داشتن وزن مخصوص ویژه

1. Amplexicaule
2. Ash
3. Nonwovens

g/cm^3 ۰/۳۴، در دسته چوب‌های سبک قرار می‌گیرد. مقدار سلولز و همی‌سلولز آن نیز در محدوده چوب سوزنی برگان می‌باشد (۱۴). چوب و به‌ویژه چوب منابع جنگلی، ماده اصلی تامین کننده مواد اولیه صنایع کاغذسازی در سطح جهان به شمار می‌آید. طبق گزارشات (FAO, 2010) هر ساله سیزده میلیون هکتار از جنگل‌های جهان در طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵ تخریب شده است (۱۵). این کاهش منابع چوبی و افزایش هزینه تامین چوب موجب شده است تا بهره‌گیری از منابع جایگزین به‌ویژه الیاف غیرچوبی و یا گونه‌های سریع الرشد، مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق سعی بر این است ویژگی‌های آناتومیکی چوب و مورفولوژی الیاف و ترکیبات شیمیایی درختچه استبرق منطقه جیرفت استان کرمان جهت کاربرد آن در صنایع لیگنوسلولزی از جمله کاغذسازی بررسی شود.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه: نمونه استبرق از منطقه جیرفت استان کرمان تهیه شد. برای تعیین سن این درختچه و اندازه‌گیری طول و قطر الیاف و بررسی ترکیبات شیمیایی از ارتفاع یک سوم تنه این درخت مقطع‌گیری و نمونه‌برداری گردید. شکل ۱ نمایی از درختچه استبرق را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نمایی کلی از درختچه استبرق و قسمت‌های مختلف آن: الف) گل، ب) میوه، ج) سرشاخه‌ها، د) تنه

Figure 1. An overview of milkweed plants and different parts of it:
a) Flower b) Fruit c) Branch d) Trunk

بررسی ویژگی‌های آناتومیکی الیاف و مقاطع چوب استبرق: جهت اندازه‌گیری ابعاد الیاف گیاه استبرق نمونه‌هایی از قسمت تنه، پوست تنه، شاخه و پوست سرشاخه تهیه شد و مطابق روش فرانکلین (۱۹۵۴) درون لوله‌های آزمایش مجزای حاوی هیدروژن پروکسید و استیک اسید است قرار داد شد. سپس به مدت ۴۸ ساعت درون آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا الیاف آن کاملاً باز شود. شستشوی الیاف با آب و رنگ‌آمیزی آن با محلول زافرانین انجام گردید تا برای اندازه‌گیری با میکروسکوپ نوری آماده شود (۱۶). جهت تعیین طول الیاف از عدسی ۴x و قطر الیاف و ضخامت دیواره از عدسی ۴۰x استفاده شد و با توجه به ضریب عدسی، ابعاد الیاف این گیاه در قسمت‌های مختلف تعیین شد.

جهت مقطع‌گیری و بررسی میکروسکوپی مقاطع از ۵۰ درصد ارتفاع تنه نمونه‌های مکعبی شکل با ابعاد ۲× ۲×۲ طوری تهیه شد که هر ۳ مقطع شعاعی و مماسی و عرضی به‌خوبی نمایان شود. سپس نمونه‌ها برای سهولت در مقطع‌گیری بوسیله میکروتوم به‌مدت ۱ هفته در آب مقطر خیسانده شدند. مقاطع میکروسکوپی توسط دستگاه میکروتوم تنه لغزنده با ضخامت ۱۲ میکرون و زاویه برش ۱۰ درجه تهیه شد، و پس از طی مراحل رنگ‌آمیزی و عکسبرداری، مطالعات آناتومی بر اساس بخش پهن‌برگان لیست انجمن بین‌المللی آناتومی چوب (IAWA) صورت گرفت (۱۷).

محاسبه ضرایب زیست‌سنجی: برای محاسبه ضرایب زیست‌سنجی[1] از رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ استفاده شد که در آن L= طول الیاف، d= قطر الیاف، C= قطر حفره سلولی و P= ضخامت دیواره سلولی می‌باشد.

رابطه ۱ $$\text{ضریب رانکل (زبری الیاف)}^{2} = \frac{2P}{C} \times 100$$

رابطه ۲ $$\text{ضریب انعطاف‌پذیری (ضریب نرمی)}^{3} = \frac{C}{d} \times 100$$

رابطه ۳ $$\text{ضریب درهمرفتگی (لاغری)}^{4} = \frac{L}{D}$$

آنالیز شیمیایی: جهت تعیین ترکیبات شیمیایی چوب این گیاه، بر اساس استاندارد T۲۵۷om=۸۵ آیین نامه TAPPI آرد مورد نیاز از ساقه این گیاه تهیه شد و اندازه‌گیری درصد هولوسلولز، سلولز، لیگنین،

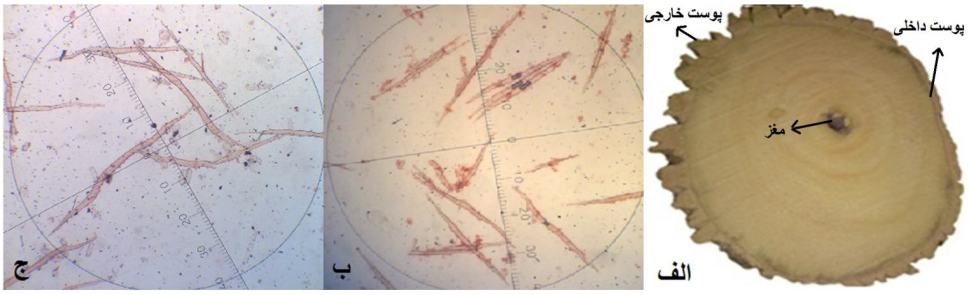
1. Biometry
2. Raunkel ratio
3. Flexibility ratio
4. Slenderness ratio

خاکستر، مواد استخراجی محلول در استن و مواد محلول در آب داغ براساس استانداردهای ذکر شده در آیین‌نامه TAPPI به‌شرح زیر انجام شد:

– لیگنین	T۲۲۲ om – ۹۸
– مواد استخراجی محلول در استن	T۲۰۴ om– ۹۷
– مواد قابل حل در آب داغ	T۲۰۷ om – ۹۳
– خاکستر	T۲۱۱ om – ۹۳
– سلولز	T۲۰۳ om – ۹۹

نتایج

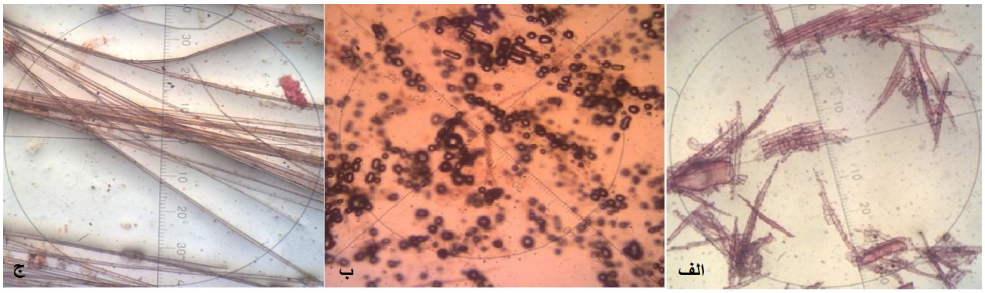
سن درخت با توجه به سطح مقطع درختچه استبرق در قسمت کنده (شکل ۲– الف) ۴ سال برآورد شد. ابعاد الیاف نیز در قسمت‌های، شاخه، پوست تنه و پوست سرشاخه اندازه‌گیری شد.



شکل ۲– الف) سطح مقطع عرضی استبرق ب) الیاف شاخه استبرق ج) الیاف تنه استبرق

Figure 2. a) cross-sectional area of milkweed b) fibers of branches c) fibers of trunk

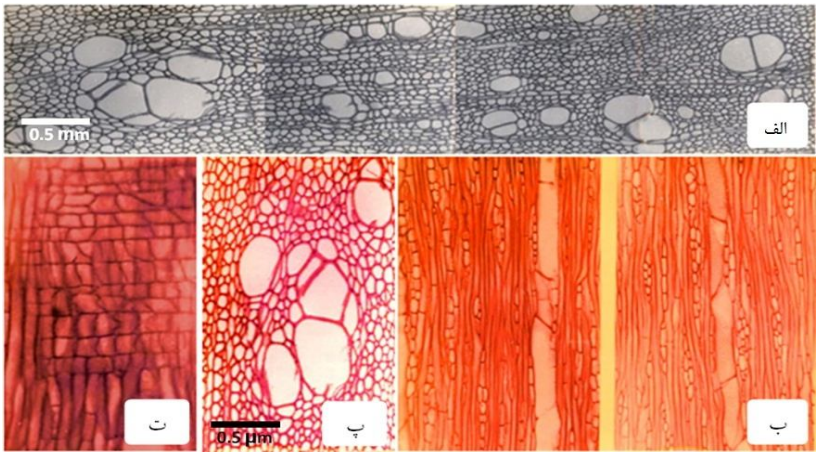
با توجه به شکل ۳– الف، می‌توان تعداد بیشتری پارانشیم را به‌همراه الیاف در پوست تنه مشاهده کرد. شکل ۳– ب، نیز ساختار چوب پنبه تنه درخت استبرق را نشان می‌دهد که فقط از پارانشیم تشکیل شده است و عاری از الیاف می‌باشد. شکل ۳– ج، مربوط به الیاف پوست سرشاخه‌های سبز می‌باشد که از الیاف بلندی برخوردار است.



شکل ۳- الف) الیاف پوست داخلی تنه استبرق همراه با پارانشیم، ب) پارانشیم‌های پوست چوب پنبه‌ای خارجی استبرق، ج) الیاف پوست سرشاخه استبرق

Figure 3. a) Fibers and parenchyma of the inner bark of trunk b) parenchyma of Cork outer bark c) fibers of branch bark

مطالعه آناتومیکی: بر روی آناتومی گونه‌های بومی مناطق بیابانی مطالعات مختلفی انجام شده است. از آن جمله می‌توان به بررسی خصوصیات آناتومی چوب تاغ (*Haloxylon*) بومی سیستان و بلوچستان، اشاره کرد (۱۸). این تحقیق نشان داد که چوب تاغ دارای الیاف کوتاه و ضخیم می‌باشد و در پارانشیم‌های آن کریستال مشاهده می‌شود. از لحاظ طول الیاف، با گونه استبرق که بومی منطقه‌ای مشابه است، دارد. در تحقیق دیگری بر روی گونه *Ammodendron Persicum* بومی بیابان‌های منطقه قائن نیز مشخص شد که این درختچه نیز گونه‌ای پراکنده آوند با مرز حلقه رویش مشخص است و دارای الیاف کوتاه می‌باشد (۱۹).



شکل ٤- ساختمان میکروسکوپی چوب استبرق

الف) برش عرضی، ب) برش مماسی، پ) برش عرضی، نشان‌دهنده آوندهای چسبیده، ت) برش شعاعی نشان‌دهنده اشعه ناهمگن

Figure 4. Microscopic structure of milkweed wood

جدول۱- مشخصات آناتومیکی با توجه به کلید شناسایی AIWA

Table 1. Anatomical characteristic according to the identification key of AIWA

حلقه رویش	Growth ring	2. مرز حلقه رویش مشخص شکل (الف)
وضعیت تخلخل آوندها	Situation of porous vessel	5. پراکنده آوند
آرایش آوندها	Arrangement of vessel	10. آوندها در جهت شعاعی به تعداد ۴ یا بیشتر به هم پیوسته (شکل پ)
دریچه‌های بین آوندی	Perforation Plates	13. دریچه بین آوندی ساده 22. منافذ بین آوندی متناوب
چیدمان و اندازه منافذ بین آوندی	Arrangement and size of the Pits	26. متوسط، ۷-۱۰ میکرومتر 7-10 µm
منافذ بین آوند و اشعه	The pores between vascular and parenchymal	42. بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میکرومتر 100-200 µm
تعداد آوند در هر میلی متر مربع	The number of vessels per square millimeter	47. ۵ تا ۲۰ آوند در هر میلی‌متر مربع 5-20 square millimeter
طول آوند	Vessel length	52. طول آوند کمتر از ۳۵۰ میکرومتر ≤ 350 µm
بافت زمینه ای(فیبرها)	Fibers	61. فیبرها با منافذ ساده 66. فیبرها فاقد دیواره عرضی 69. الیاف با دیواره نازک تا ضخیم (قطر حفره فیبرکمتر از سه برابردوبرابر ضخامت دیواره فیبر, الیاف به طور مشخص باز می‌باشند)
میانگین طول فیبرها	The average fibers length	71. کمتر از ۹۰۰ میکرومتر ≤ 900 µm
پارانشیم‌های طولی	Longitudinal parenchyma	76. پارانشیم طولی پراکنده 78. پارانشیم طولی کمیاب 91. پارانشیم طولی دارای دو سلول
اشعه	parenchyma	97. اشعه با پهنای یک تا سه سلول (شکل ب) 107. اشعه نا همگن (شکل ت) 116. بیشتر از دوازده اشعه در هر میلی‌متر 118. تمام سلول‌های اشعه مطبق
شکل گونه	Species form	190. بوته‌ای

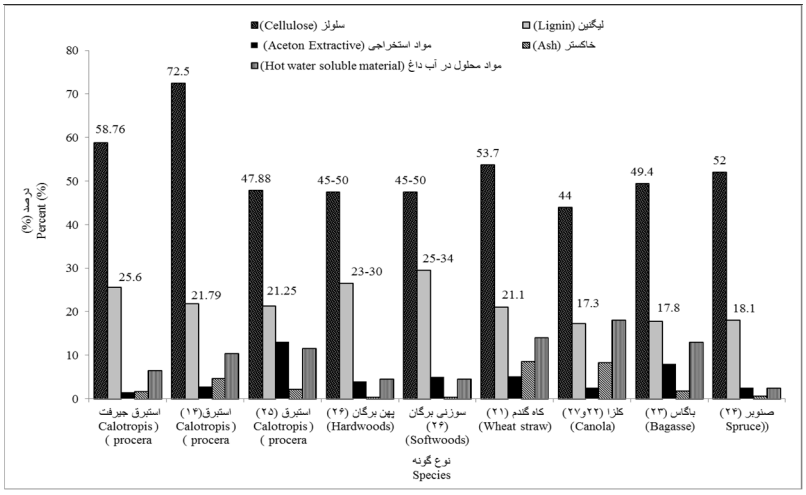
ابعاد الیاف درختچه استبرق در قسمت‌های مربوط به تنه، شاخه، پوست تنه و پوست سرشاخه اندازه‌گیری شد و ضرایب زیست‌سنجی آن نیز محاسبه شد و با گونه‌های غیر چوبی و چوبی از جمله ساقه پنبه، کاه گندم، کلزا، باگاس و صنوبر و نتایج حاصل از سایر محققین مقایسه شد.

ترکیبات شیمیایی: ترکیبات شیمیایی چوب یکی از مشخصه‌های هر گونه چوبی به‌لحاظ کاربرد آن در صنایع لیگنوسلولزی از جمله کاغذسازی می‌باشد. در این پژوهش با توجه به ویژگی‌های آناتومی الیاف این گیاه در قسمت‌های مختلف و مناسب بودن الیاف آن به‌لحاظ ضرایب زیست‌سنجی در قسمت تنه برای صنایع کاغذسازی و با توجه به اینکه درصد بیشتری از این گیاه را تنه تشکیل می‌دهد (۱۴)، آنالیز ترکیبات شیمیایی، فقط در قسمت تنه انجام شد. مکمل ۵ درصد ترکیبات شیمیایی تنه درختچه استبرق در یک سوم ارتفاع را در مقایسه با درصد گزارش شده، ترکیبات شیمیایی صنوبر و چند گونه غیرچوبی دیگر و نتایج حاصل از سایر محققین بر روی استبرق را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مقایسه میانگین ابعاد الیاف و ضرایب زیست‌سنجی قسمت‌های مختلف درختچه استبرق در مقایسه با تحقیقات دیگر و گونه‌های معمول مورد استفاده در کاغذسازی.

Table 2. Comparison Average fiber dimensions and biometric coefficients different parts of milkweed plants compared to other studies and species commonly used in papermaking

صنوبر (۲۴) Populus	باگاس (۲۳) Bagasse	کلزا (۲۲) Canola	کاه‌گندم (۲۱) Wheat straw	ساقه‌پنبه (۲۰) Cotton stalk	تنه‌استبرق (۲۰) Milkweed trunk	پوست سر شاخه Bark of Branch	شاخه Branch	پوست تنه Barkof Trunk	تنه Trunk	خصوصیات الیاف (Fiber characteristics)
1.02	1.13	1.17	1.18	0.83	0.9±0.4	15	0.855	0.613	1.09	طول فیبر (mm) Fiber Length
21	20	23/02	18.15	19.6	13±7.6	22.6	31.3	29.9	37.5	قطر فیبر (µm) Fiber Diameter
14	12	12.5	1.46	12.8	-	16.5	20.9	18.6	29	قطرحفره (µm) Lumen Diameter
3.5	4	5.26	3.93	3.4	-	3.05	5.2	5.6	4.37	ضخامت دیواره سلول (µm)Cell wall thickness
50	67	84	60.88	53	-	36.96	49.76	60.75	30.65	ضریب رانکل (٪) Raunkel ratio
70	60	54	63.41	65.31	-	73	66.77	62.20	76.53	انعطاف پذیری (٪) Flexibility ratio
48.57	56.5	50.82	65.01	42.34	-	442.47	27.32	20.52	28.92	ضریب درهم رفتگی (٪) Slenderness ratio



شکل ۵- درصد ترکیبات شیمیایی درختچه استبرق و مقایسه آن با منابع چوبی و غیر چوبی معمول مورد استفاده در کاغذسازی

Figure 5. The chemical composition of bushes milkweed comparison with wood and non-wood sources commonly used in paper-making

بحث

ساختار چوب این گونه با به لحاظ آناتومی، طول الیاف و پراکنده آوند بودن با چوب تاغ (*Haloxylon*) بومی سیستان و بلوچستان (۱۸) و گونه *Ammodendron Persicum* بومی بیابان‌های منطقه قائن مشابه است (۱۹). ابعاد الیاف این گیاه در قسمت‌های مختلف با توجه به شکل‌های ۲، ۳ و جدول ۲ متفاوت می‌باشد. پوست خارجی این گیاه، چوب‌پنبه‌ای است که فاقد الیاف بوده و نیاز است در صنایع لیگنوسلولزی حساس به پوست از جمله صنایع خمیر و کاغذ، از آن جدا شود، زیرا مصرف مواد شیمیایی را در مرحله پخت افزایش می‌دهد.

با توجه به جدول ۲، طول الیاف شاخه و پوست تنه کوتاه بوده و در حد گونه غیرچوبی ساقه پنبه است، اما الیاف تنه به‌مراتب بلندتر و در حد چوب صنوبر می‌باشد که تقریباً با نتایج سایر محققین (۲۰) مطابقت دارد. الیاف پوست سرشاخه‌ها، به طور قابل توجهی طول بیشتری دارند و به‌طور میانگین ۱۰ الی ۲۰ میلی‌متر می‌باشند. به‌طورکلی مقادیر قابل قبول ضریب درهم‌رفتگی (سیلندری) در کاغذسازی بیشتر از ۳۳ می‌باشد که هر چه این ضریب بیشتر باشد، برای کاغذسازی مناسب‌تر است (۲۸). با توجه به جدول ۱، الیاف تنه، پوست تنه و شاخه این گونه از ضریب در هم‌رفتگی کمتری نسبت به دیگر گونه‌ها برخوردار است و کمتر از ۳۰ می‌باشد، اما ضریب در هم‌رفتگی پوست سرشاخه‌ها به علت طول زیادی که دارند، به‌طور قابل توجهی بیشتر است. ضریب انعطاف‌پذیری الیاف تنه این گیاه، نیز از گونه‌های غیرچوبی و صنوبر که در صنایع کاغذسازی استفاده می‌شود، بیشتر است و در حد الیاف سوزنی برگان (۷۵ درصد) می‌باشد و در گروه الیاف با انعطاف‌پذیری زیاد قرار می‌گیرد. ضریب انعطاف‌پذیری سایر قسمت‌های گیاه از جمله پوست تنه، شاخه و پوست سرشاخه در حد الیاف پهن‌برگان می‌باشد. ضریب رانکل نیز اگر بزرگتر از ۱ باشد الیاف از دیواره سلولی ضخیمی برخوردارند و برای کاغذسازی مناسب هستند، چنانچه برابر ۱ باشد مناسب بوده و اگر کمتر از ۱ باشد، برای کاغذسازی بسیار مناسب می‌باشند (۲۷). با توجه به نتایج، ضریب رانکل الیاف این گیاه در تمام قسمت‌ها کمتر از ۱ است و بدین لحاظ نیز برای کاغذسازی مناسب می‌باشد. با توجه به تحقیقات انجام شده توسط ناصر و همکاران (۲۰۱۲)، پوست درصد کمی از این گیاه را تشکیل می‌دهد که می‌توان از آن چشم پوشی کرد (۱۴). بنابراین الیاف تنه با توجه به ضرایب زیست‌محیطی برای کاغذسازی مناسب بوده و در این پژوهش فقط ترکیبات شیمیایی تنه مورد بررسی قرار گرفته است.

ترکیبات شیمیایی: نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی چوب تنه استبرق در این پژوهش، درصد سلولز زیاد و درصد مواد استخراجی و خاکستر کم و درصد لیگنین قابل توجه می‌باشد که نتایج ناصر و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. با توجه به‌شکل ۵، درصد سلولز در این گونه از مقدار معمول سلولز در پهن‌برگان و سوزنی‌برگان بیشتر است که از نظر بازده خمیرسازی، مطلوب صنایع کاغذ است. درصد مواد استخراجی محلول در استون آن نیز نسبت به پهن‌برگان و سوزنی برگان کمتر است. وجود مواد استخراجی در منابع چوبی و یا غیرچوبی بسته به شرایط و نوع فرایند پخت در صنایع خمیر و کاغذ، یک عامل منفی یا بی اثر در فرآیند پخت محسوب می‌شوند. درصد خاکستر این گونه با توجه به جدول ۲ نسبت به پهن‌برگان و سوزنی‌برگان، اندکی بیشتر بوده اما نسبت به گونه‌های غیرچوبی متداول در ساخت کاغذ به‌طور قابل توجهی کمتر است. لذا این گونه به‌لحاظ ترکیبات شیمیایی دارای ویژگی‌های خوبی برای کاغذسازی می‌باشد. با توجه به اینکه کشور ما، از منابع چوبی کمی برخوردار است و از طرف دیگر این گونه خودرو، در مناطق جنوبی خشک و با منابع آبی محدود کشورمان از رشد مناسبی برخوردار است، می‌تواند به‌عنوان یک منبع چوبی در صنایع لیگنوسلولزی مورد بررسی جامع قرار گیرد و در صورت مناسب بودن، به‌صورت گسترده کشت شود.

رهیافت ترویجی

با توجه به نتایج حاصل از ویژگی‌های آناتومیکی، این گونه پراکنده آوند می‌باشد و در قسمت تنه و پوست سرشاخه‌ها الیاف مناسبی دارد. بررسی ترکیبات شیمیایی چوب تنه این گونه نشان داد که از درصد سلولز زیادی برخوردار است و عوامل مزاحم کمتری مانند خاکستر و مواد استخراجی دارد. لذا این گونه علاوه‌بر کاربردهای دیگری که در صنایع لاستیک‌سازی، دارویی و نساجی دارد، می‌تواند جهت استفاده در صنایع لیگنوسلولزی از جمله کاغذسازی مورد بررسی جامع قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری سازمان تحقیقات و جهاد خودکفایی ندسا- مرکز رشد فناوری تهران و فرمانداری شهرستان ریگان که نهایت همکاری را با ما در تهیه نمونه از مناطق جیرفت و ریگان داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Akgul, M. and Tozluoglu, A. 2009. Juvenile woods from beech (Fagus orientalis L) and pine (Pinus nigra A) plantations. Trends in Applied Sciences Research, 4(2): 116-125.
2. Aryaie Monfared, M.H., Tavakoli, H. and HosseinKhani, H. 2012. Study of some apparent, anatomical and physical properties of Divdal (Ammodendron persicum) wood from Zirkooh-Qhaen. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 27 (4): 664-675. (In Persian).
3. Chow, P., Nakayama S.F., Blahnik, B., Youngquist, J.A. and Coffelt T.A. 2008. Chemical constituents and physical properties of guayule wood and bark, industrial crops and products, 28: 303–308.
4. Dhar, M.L., Dhar, M.M., Dhawan, B.N., Mehrotra, B.N. and Ray, C. 1968. Screening of Indian medicinal plants for biological activity, Part I, Indian Journal of Experimental Biology, 6: 232-247.
5. Enayati, A., Yahya, H., Mirshokraie, A. and Molaii, M. 2009. Papermaking potential of canola stalks, Bioresources 4(1): 245-256.
6. FAO. 2010. Food and agriculture organization of the united nations Rome, Global Forest Resources Assessment, 163 pp.
7. Fengel, D. and Wegener, G. 1989. Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Reprint – Kessel Verlag, 2003. Germany. 613 pp.
8. Franklin, G.I. 1954. A rapid method for softening wood for anatomical analysis. Tropical Wood, 88: 35-36.
9. Hosseini, S., and Sadeghi, H. 2000. Identify and determine the distribution and density of habitat byproducts of forest and pasture plants producing the final report of the research project in Bushehr. Agriculture and Natural Resources of Bushehr Research Center. 85p. (In Persian).
10. IAWA List of microscopic features for hardwood identification.1989. IAWA bulletin N.S. 10: 3.
11. Jan, S., Ajabkhan, M., Uddin, S., Murad, W., Hussain, M. and Ghani, A. 2008. Herbal Remidies used for Gastrointestinal Disorders Kaghan Valley, Nwep, Pakistan Journal of Weed Sciences Research, 14(3-4): 169-200.
12. Joshua, Kayoed. 2006. Conservation of indigenous medicinal botanicals in Ekiti State, Journal of Zhejiang University SCIENCE B, 7(9): 713-718.
13. Kamrani, S., Sarayan, A.R. and Akbarpour, I. 2010. Studying from the Properties of Chemi-Mechanical Pulping and Alkaline Peroxide Mechanical Pulping of Wheat Straw Golestan province. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 25:1 (In Persian).
14. Knudsen, H.D. and Zeller, R.D. 1993. The Milkweed Business in New Crops, Wiley, New York, 422 pp.

15. Kohandel G.M. 1997. Changes in the quality and quantity of natural rubber tall milkweed during different seasons. MS Thesis, Tehran University, 115p. (In Persian).
16. MirHeyder, H. 1994. Plant Sciences. Office of Press and Publication Islami Culture. First Printing. 3: 532 p (In Persian).
17. Mishra, H.P. and Fridowich, I. 1972. The role of super oxide anion in the autooxidation of epinephrine and a simple assay for superoxide dismutase, The Journal of Biological Chemistry, 247: 3170-3185.
18. Mollaee, M., Enayati, A., Hamzeh, Y. and Roostaee, M. 2010. Preparation of Bleached Soda Pulp from Canola Stalks, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 25(1): 245-256. (In Persian).
19. Nasser, R.A., Al-Mefarrej, H.A., Khan, P.R. and Alhafta, K.H. 2012. Technological Properties of Calotropis procera (AIT) Wood and its Relation to Utilizations. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 12:1. 05-16.
20. Nourbakhsh, A., Ashori, A. and M. Kouhpayehzadeh, J. 2008 Giant Milkweed (*Calotropis persica*) Fibers - A Potential Reinforcement Agent for Thermoplastics Composites, Journal of Reinforced Plats Composites, 28(17): 2143-2149.
21. Parrotta, A. 2004. The Healing Plants of India', review of Healing Plants of Peninsular India: International Journal of Postcolonial Studies, 6:1. 40-138.
22. Parsapajouh D., Toghraei N. and Azizi Heris E. 2006 Anatomical characteristics of saxaul wood (Haloxylon) in Iran (Sistan-Baluchestan province. Pajouhesh & Sazandegi No 81pp: 2-12, (In Persian).
23. Patt, R., Kordsachia, O. and Fehr, J. 2006. European hardwoods versus Eucalyptus globulusas a raw material for pulping. Wood Science and Technology, 40. 39–48.
24. Reddy, N. and Yang, Y. 2009. Extraction and characterization of natural cellulose fibers from common milkweed stems, Polymer Engineering and Science, 49(11): 2212–2217.
25. Sabeti, H. 1994. Forests, Trees and shrubs of Iran. Yazd University Press. 371-410, (In Persian).
26. Sanjuan, R., Anzaldo, J., Vargas, J., Turrado, J. and Patt, R. 2001. Morphological and chemical composition of pith and fibers from mexican sugarcane bagasse. Holzals Rohund Werkstoff, 59: 447-450.
27. Ververis, C., Georghiou, K., Christodoulakis, N., Stantas, P. and Stantas, R. 2004. Fiber Dimensions, Lignin and Cellulose Content of Varios Plant Materials and their Suitability for Paper Production .Industrial Crops and Products, 19: 245-254.

28. Witt, M.D. and Knudsen H.D. 1993. The Milkweed Business in New Crops, J. Janick and J.E. Simon, Eds., Wiley, New York, 428 pp.
29. Zabihullah, Q., Rashid, A. and Akhtar, N. 2006. Ethnomedicinal survey in Kot Manzorag Baba Valley Malakand Agency, Pakistan Journal of Plant Sciences, 12(2): 115-121.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Conservation and Utilization of Natural Resources, Vol. 5 (1), 2016
http://ejang.gau.ac.ir

Investigation of anatomical and chemical characteristics of *Calotropis procera* wood

***M.R. Dehghani Firouzabadi[1], R. Yadollahi[2] and H. Matini Behzad[3]**
[1]Associated Prof. Pulp and paper technology of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, [2]PhD student of pulp and paper industry, (GUASNR), Gorgan, Iran, [3]PhD student of Biology and anatomy of wood, Gorgan, Iran

Received: 04/05/2014; Accepted: 05/23/2015

Abstract

Background and objectives: In this study morphological characteristics and chemical composition of *Calotropis procera* species were analysed with the goal of applying its wood in wood and paper industry. This species has been studied due to its resistance to drought, its numerous applications in industries such as rubber and textile industry and medicinal properties of its root bark in treatment of various diseases. Also it has three fibers in seed pod, bark and stem. This species was sampled from Jiroft in Kerman province of Iran.

Material and method: For determining the chemical composition, samples were taken from 1/3 of stem height and powder of wood was prepared according to standard T257om-85 of regulations TAPPI. Content of holocellulose, cellulose, lignin, ash, acetone-soluble extractive and hot water extractive were measured according to TAPPI methods. Fibers in stem, stem bark, branch and branch bark were separated by Franklin method. Dimension of fibers were measured with electronic microscope. Anatomical studies were performed based on International Association for Wood Anatomy (IAWA).

Results: The anatomical characteristics, fiber biometry and chemical compounds of this species were recorded. Mean values of trunk and Bark fibers length were 1.09 and 15 mm, respectively. Branch bark of this plant has long fibers and its trunk fiber length was in the range of poplar wood fibers. Fiber diameter, cavity diameter and wall thickness of trunk fiber were 37.5, 29.0, and 4.37 µm,

*Corresponding author; m_r_dehghani@mail.ru

respectively. The biometry factors include raunkel, flexibility, and slenderness ratios of fibers were determined 30.65, 76.53, and 28.92, respectively. Results of trunk chemical compounds analysis showed that, the trunk is composed of %58.76 cellulose, %25.6 lignin, %1.56 acetone-soluble extractives, %6.5 hot water soluble extractives and %1.66 ash.

Conclusion: According to the results of the chemical analysis, this species has low extractives and ash content but the amount of lignin was high. Cellulose content of this species is higher than the typical cellulose content of hardwood and softwood species. This feature is an important characteristic in paper making industry due to its direct effect on pulping efficiency. Therefore regarding the suitability of trunk fibers and high cellulose contents, this species can be used in lignocellulosic industries such as paper making.

Keywords: *Calotropis procera*, Wood anatomy, Fiber morphology, Chemical compounds