فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۵۶۰-۵۴۵، (۱۳۹۲)

بررسی ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های بیومتری الیاف در تنه و مخروط درخت کاج تدا در منطقه گیلان

طاهره قلی‌زاده سرچشمه[1*]، آرش فرج پور رودسری[2] و اصغر تابعی[3]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، صنایع چوب و کاغذ، باشگاه پژوهشگران جوان واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستارا
پست‌الکترونیک: Tahereh_gholizadeh@yahoo.com
۲- استادیار، گروه مهندسی صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستارا
۳- استادیار، گروه مهندسی صنایع چوب و کاغذ، باشگاه پژوهشگران جوان واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستارا

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۲

چکیده

این تحقیق با هدف مقایسه ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های بیومتری الیاف (طول– قطر– ضخامت دیواره الیاف) و ضرایب مشتق شده از آنها بر روی تنه درخت و مخروط گونه کاج تدا منطقه آستارا استان گیلان انجام شده است. دیسک‌هایی از تنه درخت و چند عدد مخروط به طور کاملاً تصادفی انتخاب و بعد ترکیبات شیمیایی آن از طریق استانداردهای آیین‌نامه TAPPI و ویژگی‌های بیومتری به روش فرانکلین اندازه‌گیری و ضرایب بیومتری آنها نیز محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل آماری نتایج این بررسی نشان داد که میانگین سلولز در تنه درخت ۵۴/۸۳ درصد و در مخروط ۲۶/۷۵ درصد، لیگنین در تنه درخت ۳۲/۵۷ درصد و در مخروط ۳۴ درصد و مواد استخراجی در تنه درخت در الکل ۰/۹۲ درصد، در استن ۱/۹۷ درصد و در آب ۷/۰۴ درصد و در مخروط کاج در الکل ۱ درصد، در استن ۲/۴۵ درصد و در آب ۷/۲۸ درصد بوده است. براساس نتایج آزمون چند دامنه‌ای دانکن، بین میوه و تنه درخت به غیر از ضریب درهم‌رفتگی در سایر خصوصیات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. از نظر طول، قطر، قطر حفره‌سلولی و ضریب‌نرمش یا انعطاف‌پذیری، تنه درخت کاج تدا دارای مقادیر بیشتری نسبت به میوه بوده و از نظر ضریب رانکل میوه نسبت به تنه برتری داشت.

واژه‌های کلیدی: کاج تدا، مخروط کاج، ترکیبات شیمیایی، ضریب درهم‌رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری، ضریب رانکل.

مقدمه

در جهان امروز با توجه به وابستگی بسیار زیاد بشر به چوب، فرآورده‌های چوبی و کاغذ و روند افزایش نیاز و مصرف چوب و از طرفی کمبود منابع سلولزی و جنگلی، محققان و پژوهشگران صنایع چوب و کاغذ را بر آن داشته است تا به مطالعه در مورد استفاده از گونه‌های مناسب بپردازند. این گونه‌ها باید علاوه بر سازگاری اقلیمی، ساختار مناسبی از لحاظ ترکیبات شیمیایی و الیاف برای تهیه خمیرکاغذ داشته باشند تا در صنعت کاغذسازی قابل‌استفاده باشند. البته بیشتر مقاومت‌های کاغذ ارتباط تنگاتنگی با طول الیاف به‌کاررفته در کاغذ دارند، به‌طوری‌که در میان گونه‌های چوبی، پهن‌برگان الیاف کوتاهی دارند؛ به

Archive of SID

www.SID.ir

این دلیل هرگاه کاغذی از الیاف پهن‌برگان ساخته می‌شود، نمی‌تواند مقاومت‌های مطلوب مورد نیاز را فراهم کند. به این منظور در بیشتر کارخانه‌ها، همواره درصدی الیاف از گونه‌های سوزنی‌برگ با الیاف بلندتر به خمیرکاغذ پهن‌برگان اضافه می‌شود و همچنین با افزایش جمعیت و با شناخت بیشتر نسبت به نقش جنگل در حفظ محیط‌زیست، بشر مجدداً به مواد اولیه لیگنوسلولزی غیرچوبی روی آورده است. امروزه خودکفایی در تولید محصولات کاغذی، یکی از اهداف مورد توجه دولت‌هاست. در چند دهه‌ی اخیر به‌دلیل رشد فزاینده جمعیت و به تبع آن افزایش میزان تقاضا و کاهش شدید منابع جنگلی، روی آوردن به استفاده از سایر مواد لیگنوسلولزی به نظر اجتناب‌ناپذیر می‌رسد و لزوم اصلاح در روش‌ها و نگرش‌ها در مدیریت منابع طبیعی بیش از پیش احساس می‌شود. اصلاح الگوی مصرف مواد اولیه فیبری مورد استفاده در صنایع چوب و کاغذ از منابع جنگلی به سمت استفاده از سایر مواد لیگنوسلولزی، گامی ناگزیر در مسیر توسعه پایدار و ادامه حیات صنایع چوب و کاغذ کشور قلمداد می‌گردد، با این گام ضمن حمایت از اکوسیستم، نیازها به نحوی پایدار تأمین‌شده و درعین‌حال نیز هماهنگی و توازن لازم با محیط‌زیست فراهم می‌شود. یکی از گونه‌های سوزنی‌برگ مهم که به‌عنوان ماده اولیه صنایع کاغذسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد کاج و به‌طور موردی کاج تدا می‌باشد. ازاین‌رو ما به بررسی ترکیبات شیمیایی و مورفولوژی مخروط گونه کاج تدا پرداختیم که هم محصولی است لیگنوسلولزی و خشبی و هم از فرآورده‌های جنگل می‌باشد، و بعد از خروج بذرها از داخل فلس استفاده خاص صنعتی هم از آن بدست نمی‌آید.

گونه‌ی کاج تدا (نام علمی: *Pinus taeda*) نوعی درخت از دسته مخروطیان است، درختی است بزرگ با میوه مخروطی شکل که ارتفاع درخت به ۲۰ تا ۳۰ متر می‌رسد. شاخه‌های آن نسبتاً بلند هستند، برگ‌های آن دائمی با یک رگبرگ می‌باشند، برگ‌های آن سوزنی شکل هستند و دارای مخروط‌هایی استوانه‌ای و آویزان، ۱۰ تا ۱٦ سانتیمتر طول و ۳ تا ٤ سانتیمتر پهنا دارد. در ابتدا سبز رنگ بوده، ولی موقع رسیدن قهوه‌ای می‌شود، فلس‌های بارور نازک و لوزی تا تخم‌مرغی شکل و نوک آنها بریده یا دندانه‌دار است. بذر بالدار درخت پنهان و خیلی کوتاه‌تر از فلس‌ها می‌باشد.

از آنجایی که الیاف و ترکیبات شیمیایی چوب درختان از عوامل مهم تأثیرگذار در صنایع خمیرکاغذ و سایر صنایع سلولزی محسوب می‌شود (Horn, 1974, 1978; Ververis *et al.*, 2004). بنابراین با مطالعه بر روی ویژگی‌های مذکور می‌توان مناسب بودن گونه‌های چوبی و غیر چوبی را برای صنایع خمیرکاغذ پیش‌بینی نمود (Kellogg 1975; Matolcsy, 1975). مطابق با مطالعات انجام شده طول فیبر به تنهایی (Horn, 1978; Wetson and Dadswell, 1961; Seth, 1988) و طول و ضخامت دیواره باهم (Oluwadare, 2007) در خمیر کوبیده نشده بر روی ویژگی مکانیکی، به خصوص مقاومت به پارگی تأثیر قابل‌توجهی دارند (Horn, 1974; Oluwadare, 2007). اما ویژگی‌های مقاومتی خمیرکاغذ تولیدی پس از کوبیده شدن بیشتر متأثر از ضریب‌های بیومتری الیاف (ضریب‌لاغری، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل) می‌باشد (Oluwadare, 2007; Horn, 1978). مقاومت به ترکیدگی و مقاومت به کشش دو صفتی هستند که به صورت قابل‌توجهی تحت

Archive of SID

www.SID.ir

تأثیر هر دو عامل طول و ضخامت دیواره الیاف هستند، ازاین‌رو ضریب انعطاف‌پذیری L/T نقش مهمی بر روی مقاومت‌های مذکور دارد. الیافی که دیواره ضخیم دارند از زبری بیشتر و در نتیجه فضای خالی بین آنها بیشتر خواهد بود، اما بعکس الیافی که حفره فیبر پهن و دیواره نازک دارند، در هنگام کوبیده شدن تمایل به نواری شدن داشته، در نتیجه اتصال الیاف به الیاف و طبعاً مقاومت به کشش و مقاومت به ترکیدگی کاغذهای حاصل از آنها بهبود خواهد یافت (Oluwadare, 2007; Horn, 1978; Osadare, 2001; Brit Kenneth,1970).

بنابراین جدای از ویژگی‌های مورفولوژی، ترکیبات شیمیایی ماده اولیه (مقدار لیگنین و سلولز) بر روی ویژگی‌های مقاومتی کاغذ تأثیرگذار است که برجسته‌ترین نتایج حاصل از این گونه مطالعات را می‌توان ارتباط مستقیم مقاومت کششی کاغذ با مقدار سلولز ماده اولیه و نامطلوب بودن بیوپلیمر لیگنین در فرایند کاغذسازی دانست (Madakadze *et al.*, 1999).

Ververis و همکاران (۲۰۰۳)، طی مطالعه‌ای روی ابعاد الیاف، ابعاد الیاف چندین گونه گیاهی را به صورت جدول زیر منتشر کرده‌اند.

جدول ۱- ابعاد الیاف چند گونه گیاهی

ماده گیاهی		طول فیبر (mm)	قطر (µm)	ضخامت دیواره (µm)
الیاف غیرچوبی	کنف (پوست)	۲/۳۲	۲۱/۹	٤/۲
	کنف (مغز)	۰/۷٤	۲۲/۲	٤/۳
	کنف (کامل)	۱/۲۹	۲۲/۱	٤/۳
	نی (میان گره‌ها)	۱/۲۲	۱۷/۳	٤/٤
	نی (گره‌ها)	۱/۱۸	۱۸/۸	٥/٦
	کتان	۰/۸۳	۱۹/٦	۳/٤
الیاف چوب	زیتون	۰/۸٥	۱٥/۱	٤/٥
	بادام	۰/۷۷	۱۳/۱	٤/٤

Drost (۲۰۰۳) در بررسی بر روی پنج گونه سوزنی برگ اظهار می‌کند که الیاف خمیر جوان چوب به علت ریزی و طول کمتر از قابلیت پالایش شدن بهتری برخوردار می‌باشد اما چوب بالغ به علت داشتن الیافی بلندتر از مقاومت به پاره شدن بهتری برخوردار است.

Reme (۲۰۰۰) با انجام تحقیق بر روی چوب نوعی سوزنی‌برگ ملاحظه نمود که پالایش الیاف با دیواره نازک و با انرژی کم در مقایسه با پالایش الیاف با دیواره ضخیم‌تر و انرژی بیشتر، از حالت بهتری برخوردار بوده و بهتر تغییر شکل داده و پهن‌تر می‌شود. این نتیجه بازگوکننده این حقیقت است که نازک بودن دیواره الیاف برای افزایش قابلیت فشردگی و انعطاف‌پذیری بسیار با اهمیت می‌باشد.

Varren و Harshad (۱۹۹۷) از دانشگاه تورنتو کانادا در تحقیقی در خصوص ابعاد الیاف گیاهان غیرچوبی بیان می‌دارند که بسیاری از این منابع همانند پهن‌برگان دارای

Archive of SID

www.SID.ir

الیاف کوتاه می‌باشند، درحالی‌که برخی دیگر از آنها دارای الیاف بسیار بلندی می‌باشند، بنابراین برای بهینه کردن ارزش کاغذ آنها، باید آنها را کوتاه‌تر کنیم.

Hatton (۱۹۹۵) میزان رطوبت، وزن مخصوص و درصد مواد استخراجی چوب ٦ درخت کم قطر تجارتی شامل *P.abies, P.rubens, P.mariana, Picea glauca, Pinus banksiana* و *Larix laricina* را اندازه‌گیری و مقایسه کرده و نتیجه گرفته که وزن مخصوص این درختان (٢٦– ١٧ ساله) دست کاشت نسبت به درختان معمولی مشابه که از چوب بالغ (کامل چوب) بیشتری برخوردار بودند کمتر می‌باشد. میزان مواد استخراجی محلول در سود سوزآور ١٪ این درختان برابر و یا کمتر از درختان دارای چوب کامل بیشتر بود، به‌طوری‌که میزان لیگنین کلاسون این درختان بین ٢٨/٥ – ٢٧/٢ درصد قرار داشت.

Atchison و همکاران (۱۹۹۳)، طی بررسی ابعاد الیاف منابع گیاهی غیر چوبی مهم، حداکثر میانگین طول الیاف (mm)و میانگین قطر الیاف (µm) را برای گونه‌های گیاهی کاه کتان (٢٠ µm، ٣٠ mm) و شاهدانه (٢٠ µm، ٢٢ mm) داشته‌اند و حداقل میانگین طول الیاف و میانگین قطر الیاف را گونه‌هایی از قبیل کلش برنج) (١٠–٨ µm، ١–٠/٥٠ mm)، الیاف مغز کنف (٣٠ µm، ٠/٦ mm) و آباکا (٢٤ µm، ٠/٦ mm) داشته‌اند.

Hurter (1988) بیان می‌کند که میانگین طول الیاف در گیاهان غیر چوبی از ١ میلی‌متر تا ٣٠ میلی‌متر متغیر می‌باشد و میانگین نسبت‌های طول الیاف به قطر الیاف نیز از ٥٠ به ١ تا ١٥٠٠ به ١ متغیر است.

Uprichard (۱۹۷۳) وزن مخصوص درخت کاج رادیاتای کشور نیوزیلند را ٠/٣٧ گرم بر سانتیمتر مکعب و طول الیاف این درخت را بین ٣/٩ – ٢/١ اندازه‌گیری کرد .

Onfry (۱۹۵۲) ساقه نی را به پنج بخش تقسیم کرد و طول الیاف را در هر بخش به صورت جداگانه اندازه‌گیری کرد. در هر بخش تقریباً ٧٠ درصد الیاف اندازه‌گیری شده دارای طول در محدوده ١/٢ تا ٢ میلی‌متر بودند.

بنابراین این پژوهش دو هدف عمده را پی‌گیری می‌نماید؛ الف: اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی، ب: مقایسه بیومتری الیاف و همچنین ضریب‌های مشتق شده از آنها به منظور پیش‌بینی خصوصیات کاغذسازی و سایر صنایع سلولزی.

مواد و روشها

به‌منظور انجام این تحقیق دیسک‌هایی از تنه درخت و بیست عدد مخروط گونه‌ی کاج تدا در منطقه آستارا (در ایران) از پنج اصله درخت تقریباً هم سن از یک منطقه جنگل‌کاری شده تهیه و به آزمایشگاه تحقیقات علوم چوب و کاغذ (در آستارا دانشکده تحصیلات تکمیلی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستارا) منتقل گردید.

جهت اندازه‌گیری درصد ترکیبات شیمیایی، طبق استاندارد شماره T 257 om-85 آیین‌نامه TAPPI برای تهیه آرد اقدام شد. بدین ترتیب که به منظور تعیین میزان ترکیبات شیمیایی به وسیله رنده نجاری از دیسک‌های تنه درخت پوشال تهیه شد تا تهیه آرد چوب از آنها به سهولت انجام پذیرد و کلیه پوشال‌های تهیه‌شده از ساقه درخت توسط آسیاب آزمایشگاهی به آرد تبدیل گردید. همچنین مخروط‌ها نیز به تراشه یا پوشال و بعد توسط آسیاب به آرد تبدیل شدند. آرد تهیه‌شده با استفاده از الک

Archive of SID

www.SID.ir

طبقه‌بندی شد. از آرد باقی‌مانده بر روی الک ۸۰ مش برای تعیین درصد سلولز و لیگنین و از آرد باقی‌مانده بر روی الک ٦۰ مش برای تعیین درصد مواد استخراجی استفاده شد.

برای اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی از استانداردهای آیین‌نامه TAPPI استفاده گردید:

۱- درصد سلولز: بر اساس استاندارد شماره T 264 om-88

۲- درصد لیگنین: براساس استاندارد شماره T 222 om-88

۳- درصد مواد استخراجی محلول در الکل- استن: براساس استاندارد شماره T 204 om-88

٤- درصد مواد قابل حل در آب گرم: براساس استاندارد شماره T 207 om-88

همچنین جهت اندازه‌گیری ابعاد الیاف و محاسبه ضرایب بیومتری از روش فرانکلین (۱۹٦٤) استفاده گردید. پس از رنگ‌آمیزی توسط ماده سفرانین و قرارگیری بر روی لام‌های میکروسکوپی از هر قسمت تعداد ٦۰ تراکئید به طور تصادفی انتخاب و صفات طول تراکئید، قطر تراکئید، قطر حفره‌سلولی و ضخامت دیواره سلولی از طریق عدسی چشمی مدرج میکروسکوپ اندازه‌گیری و بعد صفات ضریب درهم‌رفتگی (لاغری)[1]، ضریب انعطاف‌پذیری (نرمش)[2] و ضریب رانکل (مقاومت به پارگی)[3] مطابق فرمول‌های زیر محاسبه شدند (حسینی، ۱۳۷۹؛ فامیلیان و لشکر بلوکی، ۱۳۸٦؛ Ogbonnaya و همکاران، ۱۹۹۷).

برای محاسبه ضرایب بیومتریک از فرمول‌های زیر استفاده شد:

ضریب درهم‌رفتگی (لاغری) $= \frac{L}{d}$

ضریب انعطاف‌پذیری (نرمش) $= \frac{C}{d} \times 100$

ضریب رانکل (مقاومت به پارگی) $= \frac{2P}{C} \times 100$

که در آن L = طول الیاف، C = قطر حفره‌سلولی، d = قطر الیاف و P = ضخامت دیواره سلولی می‌باشد.

سپس نتایج به‌دست آمده در آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و طرح آماری بر اساس نرم‌افزار SASS انجام شد.

1 - Slenderness ratio
2 - Flexibility ratio
3 - Raunkel ratio

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

ترکیبات شیمیایی

ترکیب شیمیایی از لحاظ تأثیر بـر خصوصـیات کاغـذ دارای اهمیت می‌باشد. بنابراین مقادیر ترکیبـات شـیمیایی تنه درخت و مخروط کاج بدون بذر تدا در جدول ۲ ارائه شده است.

مشخصات مرفولوژیک الیاف مخروط کاج

در جـدول‌هـای ۳ و ٤ میـانگین طـول، قطـر، قطـر حفره‌سلولی و ضخامت دیواره الیاف مخروط کاج به همراه انحراف معیار و ضریب تغییرات ارائه شده است.

جدول ۲ - میانگین ترکیب‌های شیمیایی مخروط کاج و تنه درخت کاج

ترکیب شیمیایی	مخروط کاج بدون بذر	تنه درخت کاج
سلولز	۲٦/۷۵	٥٤/۸۳
لیگنین	۳٤	۳۲/٥۷
مواد استخراجی در الکل	۱	۰/۹۲
مواد استخراجی در استن	۲/٤٥	۱/۹۷
مواد استخراجی در آب	۷/۲۸	۷/۰٤

جدول ۳ - مشخصات مرفولوژیک الیاف میوه کاج

متغیر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (٪)
طول (mm)	۲/۳۲۷	۰/۱۸	۷/۷۴
قطر (µm)	۲۶/۶۱۶	۰/۷۲۸	۲/۷۴
قطر حفره‌سلولی (µm)	۱۶/۰۱۶	۰/۹۲۱	٥/۷٥
ضخامت دیواره (µm)	٥/۲۹۹۸	۰/۱۴۶۷	۲/۷۷
ضریب رانکل (%)	۶۹/۹۹	۶/۱٥	۸/۷۹
ضریب درهم‌رفتگی	۸۸/٥۳	۳/۹۳	۴/۴۴
ضریب‌نرمش یا انعطاف‌پذیری (%)	۶۰/۱۹	۲	۳/۳۲

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤ – مشخصات مرفولوژیک الیاف تنه درخت

متغیر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (٪)
طول (mm)	۴/۲۴	۰/۰۲۷۸	۰/۶۶
قطر (µm)	۴۶/۰۰۲	۰/۶۹	۱/۵
قطر حفره‌سلولی (µm)	۳۳/۴۹۸	۰/۶۲۳	۱/۸۶
ضخامت دیواره (µm)	۶/۲۵۳۳	۰/۰۴۰۷	۰/۶۵
ضریب رانکل (%)	۴۰/۰۴۳	۰/۳۵۲	۰/۸۸
ضریب درهم‌رفتگی	۹۲/۷۳	۱/۷۹	۱/۹۳
ضریب‌نرمش یا انعطاف‌پذیری (%)	۷۲/۳۹۸	۰/۲۴۸	۰/۳۴

بین میوه و تنه به غیر از ضریب درهم‌رفتگی در سایر خصوصیات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول۵). از نظر طول، قطر، قطر حفره‌سلولی و ضریب‌نرمش یا انعطاف‌پذیری تنه دارای مقادیر بیشتری بود (جدول ٦)؛ و از نظر ضریب رانکل میوه نسبت به تنه برتری داشت.

جدول ۵ – تجزیه واریانس متغیرهای مورد بررسی برای میوه و تنه

منبع تغییر	درجه آزادی	طول	قطر	حفره قطر سلولی	ضخامت دیواره	رانکل ضریب	ضریب درهم‌رفتگی	ضریب‌نرمش یا انعطاف‌پذیری
تیمار	۱	۵/۴۹۱**	۵۶۳/۷۰۶**	۴۵۸/۴۳**	۱/۳۶۴**	۱۳۴۴/۹۳۵**	۲۶/۴۲۲ ns	۲۲۳/۶۶۳**
اشتباه آزمایشی	۴	۰/۰۱۷	۰/۵۰۳	۰/۶۱۸	۰/۰۱۲	۱۸/۹۹۴	۹/۳۲۵	۲/۰۲۸
ضریب تغییرات		۳/۹۲۷	۱/۹۵۴	۳/۱۷۵	۱/۸۶۳	۷/۹۲۲	۳/۳۶۹	۲/۱۴۸

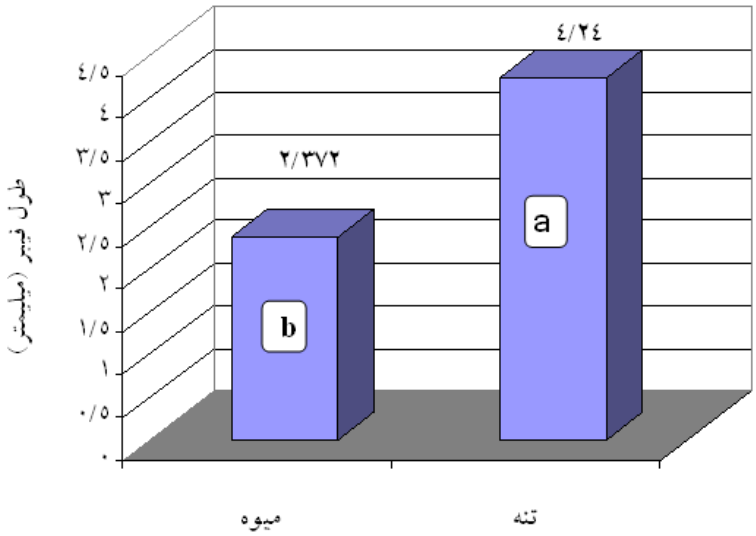
ns به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

*و** به‌ترتیب به منزله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

Archive of SID

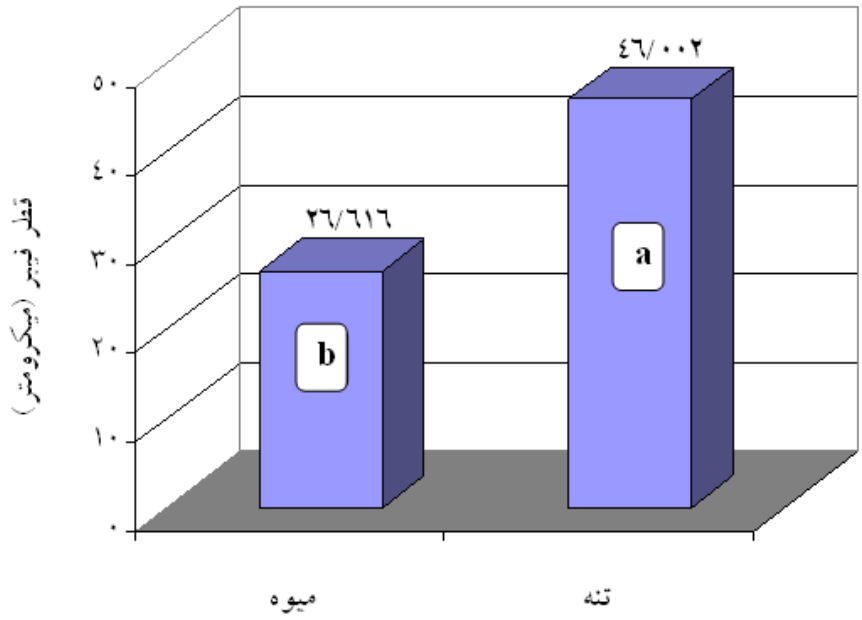
www.SID.ir

در شکل‌های ۱ تا ۷ نمودار مقایسه‌ای طول، قطر، قطر حفره‌سلولی، ضخامت دیواره سلولی و ضرایب بیومتری از قبیل ضریب رانکل، ضریب درهم‌رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری ترسیم‌شده و سطح احتمال معنی‌داری آنها بر اساس آزمون دانکن به تصویر کشیده شده است.



شکل ۱- نمودار مقایسه طول بین تیمارهای مورد مطالعه

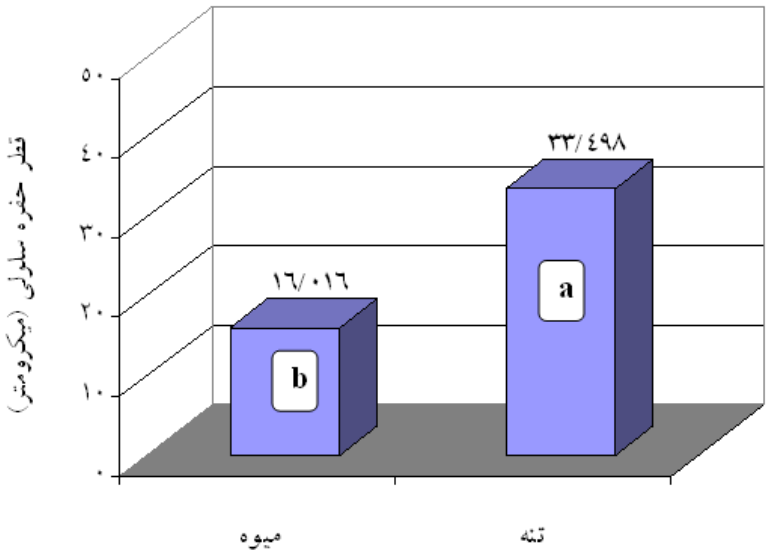
*حروف غیرمشابه به منزله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.



شکل ۲- نمودار مقایسه قطر بین تیمارهای مورد مطالعه

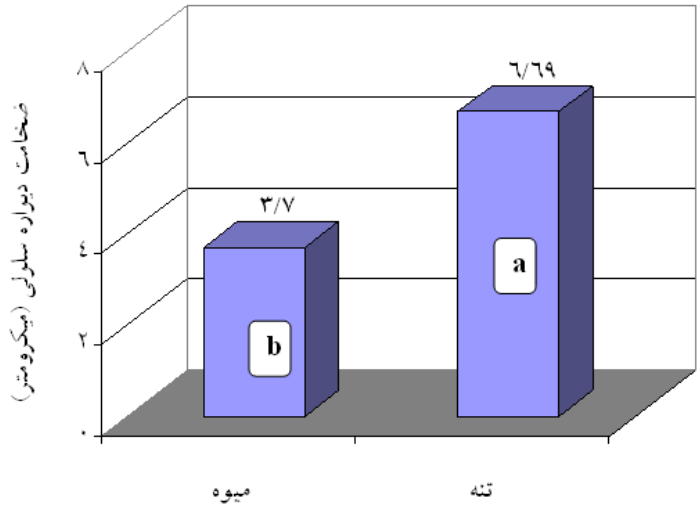
*حروف غیرمشابه به منزله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن است

www.SID.ir



شکل ۳- نمودار مقایسه قطر حفره‌سلولی بین تیمارهای مورد مطالعه

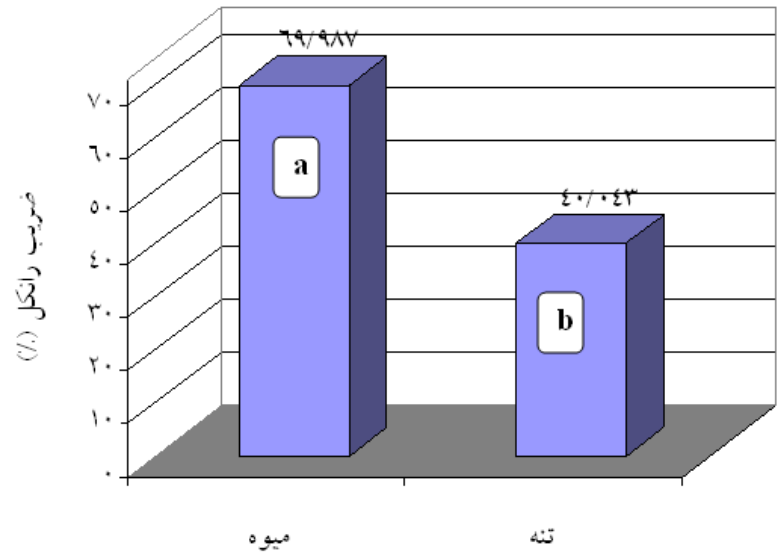
*حروف غیرمشابه به منزله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن است



شکل ٤- نمودار مقایسه ضخامت دیواره سلولی بین تیمارهای مورد مطالعه

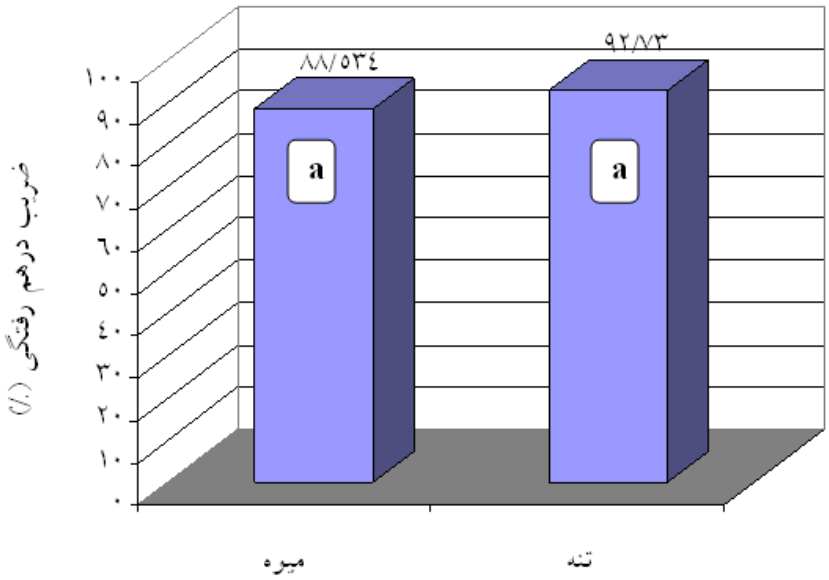
*حروف غیرمشابه به منزله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن است

www.SID.ir



شکل ٥- نمودار مقایسه ضریب رانکل بین تیمارهای مورد مطالعه

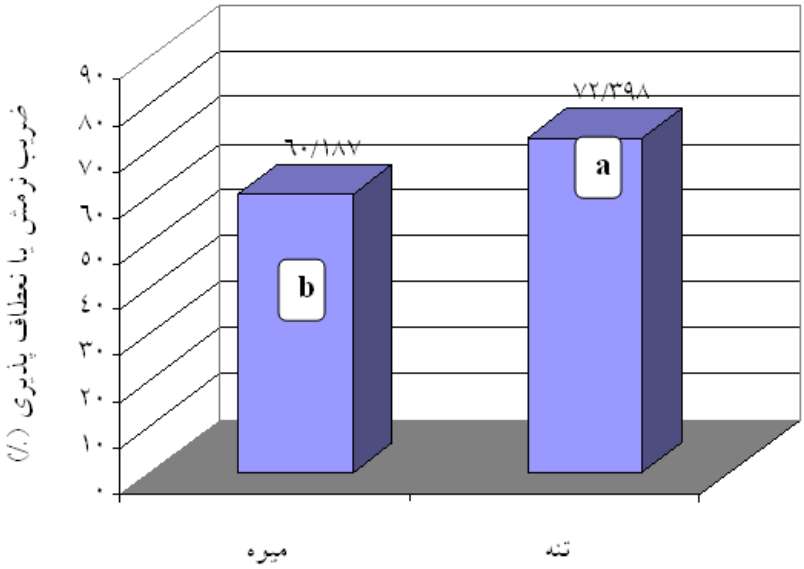
*حروف غیرمشابه به منزله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن است



شکل ٦- نمودار مقایسه ضریب درهم‌رفتگی بین تیمارهای مورد مطالعه

*حروف غیرمشابه به منزله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن است

www.SID.ir



شکل ۷- نمودار مقایسه ضریب انعطاف‌پذیری بین تیمارهای مورد مطالعه

*حروف غیرمشابه به منزله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن است

بحث

ابعاد الیاف- اندازه‌گیری بیومتری بر روی تراکئید سالم در بخش‌های مختلف تنه و مخروط درخت کاج تدا انجام شد. الیاف از نظر طولی در سه سطح طبقه بندی می‌شوند: دسته اول الیاف کوتاه با طول کمتر از ۰/۹ میلی متر، دسته دوم الیاف متوسط با طول ۰/۹ تا ۱/۹ میلی‌متر، دسته سوم الیاف با طول بیشتر از ۱/۹ میلی‌متر که الیاف بلند می‌باشند؛ به‌طوری‌که الیاف ساقه و مخروط کاج تدا نیز در این کلاسه قرار دارند.

براساس اندازه‌گیریهای انجام‌شده، متوسط طول الیاف در تنه درخت ٤/٢٤ و در مخروط ٢/٣٢٧ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. طول الیاف کنف (پوست) ۱/۱۳۲ میلی‌متر، کنف (مغز) ۱/۱۳۲ میلی‌متر، کنف (کامل) ۱/۱۳۲ میلی‌متر، نی (میان گره‌ها) ۱/۱۳۲ میلی‌متر، نی (گره‌ها) ۱/۱۳۲ میلی‌متر، کتان ۱/۱۳۲ میلی‌متر، الیاف چوب زیتون ۱/۱۳۲ میلی‌متر و بادام ۱/۱۳۲ میلی‌متر (Ververis, *et al.*, 2003)، و حداکثر میانگین طول الیاف شاهدانه (۲۰ میلی‌متر) و حداقل میانگین طول الیاف گونه کلش برنج را حدود ۰/۵ - ۱ میلی‌متر (Atchison, *et al.*, 1993)، ساقه‌گندم ۱/۱۳۲ میلی‌متر (حسینی، ۱۳۸۳)، باگاس ۱/۵۹٤ میلی‌متر (ثمریها، ۱۳۸٤)، ساقه آفتابگردان ۰/۹۵۸ میلی‌متر (رودی، ۱۳۸۰) و ساقه پنبه ۰/۹۱۵ میلی‌متر (شکوهی، ۱۳۷٦) گزارش شده است. بنابراین ملاحظه می‌شود که طول الیاف تنه درخت و مخروط کاج تدا از متوسط طول الیاف دیگر منابع لیگنوسلولزی قابل‌دسترس بیشتر می‌باشد.

متوسط قطر در تنه درخت ٤٥/٩٩ میکرومتر و در مخروط ٢٦/٦٢ میکرومتر که نسبت به گیاهان دیگر قطر بیشتری دارد؛که به نسبت قطر زیادی محسوب می‌شود. متوسط قطر کنف (پوست) ۲۱/۹ میکرومتر، کنف (مغز) ۲۲/۲ میکرومتر، کنف (کامل) ۲۲/۱ میکرومتر، نی (میان

Archive of SID

www.SID.ir

گره‌ها) ۱۷/۳ میکرومتر، نی (گره‌ها) ۱۸/۸ میکرومتر، کتان ۱۹/٦ میکرومتر، الیاف چوب زیتون ۱۵/۱ میکرومتر و بادام ۱۳/۱ میکرومتر (Ververis, *et al.*, 2003)، و حداکثر میانگین قطر الیاف شاهدانه (۲۲ میکرومتر) و حداقل میانگین قطر الیاف گونه کلش برنج را حدود ۱۰ – ۸ میکرومتر (Atchison, *et al.*, 1993)، کاه گندم ۱٤/۵۰ میکرومتر (حسینی، ۱۳۸۳) و باگاس ۲۰/۹٦ میکرومتر (ثمریها، ۱۳۸٤) گزارش شده است. قطر الیاف در مورد الیاف کاغذ بیان‌کننده انعطاف‌پذیری الیاف در فرایند پالایش خمیر کاغذ می‌باشد. به‌عبارت دیگر هر چه الیاف ضخیم‌تر باشند، ضربه‌پذیری بیشتری دارند و مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند.

متوسط ضخامت دیواره سلولی در تنه درخت ٦/۲۷ و در مخروط ۵/۳ میکرومتر اندازه‌گیری شد. این مشخصه در مورد کنف (پوست) ٤/۲ میکرومتر، کنف (مغز) ٤/۳ میکرومتر، کنف (کامل) ٤/۳ میکرومتر، نی (میان گره‌ها) ٤/٤ میکرومتر، نی (گره‌ها) ۵/٦ میکرومتر، کتان ۳/٤ میکرومتر، الیاف چوب زیتون ٤/۵ میکرومتر و بادام ٤/٤ میکرومتر (Ververis, *et al.*, 2003)، کاه گندم ٤/٤۸ میکرومتر (مهدوی، ۱۳۷۷)، باگاس ۵/٦۳۸ میکرومتر (ثمریها، ۱۳۸٤) و ساقه پنبه ۳/۱۸ میکرومتر (شکوهی، ۱۳۷٦) گزارش شده است. ضخیم بودن دیواره سلولی باعث افزایش دانسیته فیبر می‌گردد که این ویژگی تأثیر مستقیم در خواص مقاومتی الیاف دارد. البته هر چه دیواره الیاف ضخیم‌تر باشد، الیاف در برابر نیروهای مکانیکی وارده از خود مقاومت بیشتری نشان می‌دهند و در برابر تغییر شکل نیز مقاومت می‌کنند. ازاین‌رو بر اثر این خاصیت، قابلیت انعطاف‌پذیری و مچاله شدن الیاف کم می‌شود. همچنین افزایش ضخامت دیواره سلولی الیاف، باعث افزایش ماتی، زبر و حجیم شدن کاغذ می‌گردد. بعلاوه اینکه قابلیت جذب و نگهداری آب کاغذ افزایش پیدا می‌کند. بدین ترتیب مقاومت در برابر پاره شدن کاغذ ساخته‌شده از این الیاف افزایش پیداکرده و طول پاره شدن نیز افزایش می‌یابد.

ضریب درهم‌رفتگی- میانگین ضریب انعطاف‌پذیری در تنه درخت ۹۲/۷۳٪ و میانگین آن در کل مخروط ۸۸/۵۳٪ به‌دست آمد. این ضرایب در مورد کاه گندم ۷۸/۰۸٪ (حسینی، ۱۳۸۳)، ساقه کلزای منطقه شمال کشور ۵۰/۱٪ (سفیدگران، ۱۳۸۲)، باگاس ۷٦/۰۵٪ (ثمریها، ۱۳۸٤)، کلش برنج خمام ٦۳/۲۷٪ (فخریان، ۱۳۷۷)، نی هورالعظیم ٦۹/۳۵٪ (فامیلیان، ۱۳۷٦) و ساقه پنبه ۵۲/۰۷٪ (صالحی، ۱۳۷۹) گزارش شده است. مقدار این ضریب بین ۲۰ تا ۱۵۰ متفاوت است. البته هرچه مقدار آن بیشتر باشد، بیانگر بلندتر و لاغرتر بودن الیاف است. این عامل باعث افزایش کیفیت کاغذ ساخته‌شده می‌گردد. بدین ترتیب الیاف مخروط کاج نسبت به دیگر منابع غیر چوبی از ضریب درهم‌فتگی بیشتری برخوردار است.

ضریب انعطاف‌پذیری- میانگین ضریب انعطاف‌پذیری در تنه درخت ۷۲/۳۹٪ و میانگین آن در کل مخروط ٦۰/۱۹٪ تعیین شد. ضریب انعطاف‌پذیری برای کاه گندم ٤٤/۵۱٪ (مهدوی، ۱۳۷۷)، ساقه کلزای منطقه شمال کشور ۵٤/۱۸٪ (سفیدگران، ۱۳۸۲)، ساقه آفتابگردان ٤۰/۵۸٪ (رودی، ۱۳۸۰)، باگاس ٤٦/۳۷٪ (ثمریها، ۱۳۸٤)، کلش برنج خمام ۳٦/٤۸٪ (فخریان، ۱۳۷۷) و نی هورالعظیم ۲۰/۵٦٪ (فامیلیان، ۱۳۷٦) گزارش شده است. هر چه این ضریب بیشتر باشد، مقاومت کاغذ در برابر گسیخته شدن، ترکیدن و تا خوردن بیشتر می‌شود. از آنجایی که میزان این ضریب در مخروط کاج نسبت به

Archive of SID

www.SID.ir

دیگر منابع غیر چوبی بیشتر است می‌توان انتظار داشت که کاغذ تولیدشده از مخروط کاج دارای مقاومت‌های خوبی در مقابل کشش، تاخوردگی و ترکیدن باشد.

ضریب رانکل- میانگین ضریب رانکل در تنه درخت ٤٠/٠٤٪ و میانگین آن در کل مخروط ٦٩/٩٩٪ محاسبه شد. این میزان برای گیاهان غیر چوبی نظیر کاه گندم ١٢٤/٧٩٪ (مهدوی، ١٣٧٧)، ساقه کلزای منطقه شمال کشور ٨٣/٨٢٪ (سفیدگران، ١٣٨٢)، ساقه آفتابگردان ٩٨/٧٣٪ (رودی، ١٣٨٠)، باگاس ١١٦/٠٢٪ (ثمریها، ١٣٨٤) و کلش برنج خمام ١٧٤/٣٢٪ (فخریان، ١٣٧٧) گزارش شده است. البته هرچه این ضریب بزرگ‌تر باشد، مقاومت کاغذ در برابر پاره شدن بیشتر است. ضریب رانکل اندازه‌گیری شده در مورد تنه درخت و مخروط کاج، از ضریب مربوطه برای بیشتر گیاهان چوبی و غیرچوبی کمتر است. بدین ترتیب می‌توان انتظار داشت که کاغذهای ساخته‌شده از الیاف مخروط کاج تدا دارای مقاومت در برابر پاره شدن کمتری نسبت به کاغذهای ساخته‌شده از گیاهان چوبی و غیرچوبی برخوردار باشد.

سلولز- میانگین میزان سلولز تنه درخت کاج تدا ٥٤/٨٣٪ و مخروط کاج مورد آزمون ٢٦/٧٥٪ اندازه‌گیری شد. در مقایسه با سلولز بعضی از گیاهان غیرچوبی نظیر کاه گندم ٤٢/٥٪ (حسینی، ١٣٨٣)، ساقه کلزای منطقه شمال کشور ٤١/١٪ (سفیدگران، ١٣٨٢)، ساقه آفتابگردان ٤٧/٢٧٪ (رودی، ١٣٨٠) و گزارشهای مختلف موجود در خصوص باگاس، یعنی ٥٥/٨٥٪ (شیخی، ١٣٨٣)، ٥٤/٣٪ (حسین‌زاده، ١٣٨٤)، و ٥٥/٧٥٪ (ثمریها، ١٣٨٤) از میزان کمتری برخوردار است.

لیگنین- در این مطالعه میزان میانگین لیگنین آزمایش‌شده تنه درخت کاج تدا ٣٢/٥٧٪ و مخروط کاج مورد آزمون ٣٤٪ تعیین شد. مقدار لیگنین مخروط کاج در مقایسه با گیاهان چوبی بیشتر بوده و این عامل نکته منفی در انتخاب مخروط کاج به‌عنوان ماده اولیه در صنایع کاغذسازی محسوب می‌گردد. در مقایسه با لیگنین کلزای منطقه شمال کشور ١٧/٦٪ (سفیدگران، ١٣٨٢)، کاه‌گندم ٢٩٪ (حسینی، ١٣٨٣)، کاه جو ٢٨/٤٣٪، ذرت خوراکی ٢٢/٤٤٪، نی ٢٣/٩٨٪ (فخریان، ١٣٧٧)، آفتابگردان ٢١/٢٠٪ (رودی، ١٣٨٠)، باگاس ٢١/٤٪ (حسین‌زاده ١٣٨٤) و ساقه پنبه رقم ورامین ٢٩/٦٪ (صالحی، ١٣٧٩) مخروط کاج از مقدار لیگنین بیشتری برخوردار است.

مواد استخراجی- در این تحقیق، مواد استخراجی در تنه درخت در الکل ٠/٩٢٪، در استن ١/٩٧ درصد و در آب ٧/٠٤٪ و در مخروط کاج در الکل ١٪، در استن ٢/٤٥٪ و در آب ٧/٢٨٪ اندازه‌گیری شده است. این مقادیر از اندازه‌گیری‌های مشابه که در خصوص کاه گندم توسط حسینی در سال ١٣٨٣ (٤/٣٧٪) و مهدوی در سال ١٣٧٧ (٣/٦٪)، کلش برنج خمام ٤/٠٤٪ (فخریان، ١٣٧٧)، نی هورالعظیم ١/٥٨٪ (فامیلیان، ١٣٧٦)، ساقه آفتابگردان ٣/٦١٪ (رودی، ١٣٨٠)، ساقه پنبه ٥/٣٥٪ (ایزدیار، ١٣٧٧) و باگاس ٣/٢٪ (ثمریها، ١٣٨٤) انجام‌شده، بیشتر می‌باشد.

به عبارت دیگر، میزان مواد استخراجی در گونه کاج تدا و مخروط آن از بقیه مواد لیگنوسلولزی غیرچوبی بیشتر است. مواد استخراجی شامل انواع موم‌ها، تانن‌ها، اسیدهای چرب، اسیدهای رزینی و انواع هیدروکربن‌ها، نمک‌ها و پروتئین‌ها می‌باشد که باتوجه به شرایط پخت، یک عامل منفی یا بی‌اثر در فرایند پخت محسوب می‌شود. در فرایندهایی که از سود (NaOH) به‌عنوان ماده اصلی پخت استفاده می‌شود، مواد استخراجی مقداری از سود را به مصرف می‌رسانند که به مصرف خنثی کردن این مواد

Archive of SID

www.SID.ir

در زمان فرایند پخت خنثی می‌شوند. به همین دلیل وجود این مواد، عاملی منفی در روش‌های قلیایی محسوب می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- جهان‌لتیباری، ا.، گلبابایی، ف.، زیادزاده، ا.، فرضی، م. و وزیریان، آ.، ۱۳۸۸. بررسی پراکندگی اندازه و ابعاد الیاف ساقه ذرت، دو فصل‌نامه علمی-پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، شماره ۱، جلد ۲٤، صفحه ۱٤-۱.
- حسین‌زاده، ع.، فخریان، ع.، گلبابایی، ف.، مهدوی، س. و نجفی، ع.، ۱۳۷۹. بررسی ویژگی‌های خمیرکاغذ چوب گونه اکالیپتوس میکروتکا و کاربرد آن ها، تحقیقات چوب و کاغذ شماره ۱۳ نشریه شماره ۲۵۵ موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.
- حسینی، ض.، ۱۳۷۹. مرفولوژی الیاف در چوب و خمیر کاغذ. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صفحه ۲۸۸.
- سلیمانی، پ.، ۱۳۵۵. بررسی بیومتریک الیاف مهمترین منابع لیگنوسلولزی ایران. مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۳٤ ص٦٦.
- صالحی، ک.، ۱۳۷۹. بررسی و تعیین ویژگی‌های خمیرکاغذ شیمیایی مکانیکی بازده زیاد از باگاس. تحقیقات چوب و کاغذ، شماره ۱۰ ، نشریه شماره ۲۳۲ موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- فائزی پور، م.، کبورانی ع. و پارساپژوه د.، ۱۳۸۱. کاغذ و مواد چندسازه از منابع زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران، ص ۹، ۱۰، ۱٦، ۱۸.
- فامیلیان، ح.، ۱۳۷۳. بررسی مقایسه‌ای خصوصیات بیولوژیکی، آناتومیکی و شیمیایی نی در نیزارهای هورالعظیم و تالاب انزلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد.دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- فامیلیان، ح. و لشکر بلوکی، ا.، ۱۳۸٦. مقایسه تطبیقی بیومتری الیاف دو کلن موفق صنوبر در استان گیلان.مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. ۲۲ ، (۲): ۱٤۱-۱۳۲.
- فخریان روغنی،ع.، جهان لتیباری، ا.، حسین زاده، ع.، گلبابایی، ف. و مهدوی، س.، ۱۳۷۷. بررسی قابلیت استفاده از کلش برنج در صنایع کاغذ. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مجموعه کتب تحقیقات چوب و کاغذ ایران، شماره٦، ص ۵ تا ۱۰ و ۲۲ تا ۲۵.
- کاشانی، پ.، ۱۳۷٦. بررسی مقاومت‌های کاغذهای ساخته‌شده از کاه گندم و کلش برنج به روش سودا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- محسنی، ف.، ۳۹۱، بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی الیاف و ترکیبات شیمیایی درخت کاج کشت شده در منطقه آستارا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد.دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- مهدوی، س.، حبیبی، م.، فخریان، ع. و صالحی، ک.، ۱۳۸۷. مقایسه ابعاد الیاف، جرم مخصوص و ترکیبات شیمیایی دو رقم کلزا. دو فصل‌نامه علمی-پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، جلد ۲٤، شماره ۱، صفحات ۳٦-٤۳
- Atchison. J.E., 1998. progress in the global use of nonwood plant fibers and prospects for their greater use in the future. Inpeaper international. Pg.21.
-Brit Kenneth, W. 1970. A hand book of pulp and paper technology. Second Edition. Van Nostrand Reinhold Company New York. P.327.
- Franklin, C.L. 1964. A rapid method of softening wood for microime sectioning , Batone rouge, 134pp.
– Han, J.S., Mianowski, T., Lin Y.-y., 1999. Validity of plant fiber length measurement—a review of fiber length measurement based on kenaf as a model. In: Sellers, T., Reichert, N.A.(Eds.), enaf Properties, Processing and Products. Mississippi State University, pp. 149–167.
-Horn, R.A., 1974. 1978. Morphology of pulp fiber from softwoods , hardwoods and influence on paper strength. USDA Forest Service. Research Paper FPL 312, FOR. Prod. Lab, Madison, WI, USA.
-Hunt-k ،Hatton-Jv،1995.Specific gravity and chemical thinning from six soft wood species. Pulp-and paper–canada .1995.96:11.50-53;24 ref
-ISO. 1990. ISO STANDARD 9184-1. Paper, board and pulps. Fibers furnish analysis. Part: General method. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
-Kellogg, R.M., Thykeson, E., 1975. Predicting kraft mill paper strength from fiber properties. Tappi 58 (4), 131-135.
-Madakadze, I.C., Radiotis , T., Li, J., Goel, K., Smith, D.L., 1999. Kraft pulping characteristics and pulp properties of warm season grasses. Bioresour. Technol. 69, 75-85.
-Matolcsy, G.A., 1975. Correlation of fiber dimensions and wood properties with the physical properties of

Archive of SID

www.SID.ir

kraft pulp of Abies balsamea L. (Mill.). Tappi 58 (4), 136-141.
-Ogbonnaya, C.I., Roy-Macauley, H., Nwalozie, M.C., Annerose, D.J.M., 1997. Physical and histochemical properties of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) grown under water deficit on a sandy soil. Ind. Crop Prod. 7, 9-18.
-Oluwadare, A.O. and Ashimiyu Sotannde, *O.* 2007. The Relationship Between Fibre Characteristics and Pulp-sheet Properties of *Leucaena leucocephala*(Lam.) De Wit. Middle-East Journal of Scientific Research 2 (2): 63-68.
-Osadare, A.O., 2001. Basic wood and pulp properties of Nigerian-grown Caribbean pine (Pinus caribaea Morelet) and their relationship with tree growth indices. Ph.D. thesis University of Ibadan, pp: 347.
-Seth, R.S., Page, D.H., 1988. Fiber Properties and tearing resistance. Tappi J. 71 (2), 103 – 107.
- Tappi Test Methood, 1999. Technical Association of pulp & paper industry, 135pp.
-Uprichard،G.M. ،Gray ،J.T. 1973 . papermaking properties of kraft pulps from New Zealand grown softwoods . Appita 27 (3) : 185-191
-Ververis, C., Georghiou, K., christodoulakis, N., Santas, P., Santas, R. (2003). Fiber dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. Industrial crops and products 19 (2004) 245 – 254. (www.elsevier.com/locate/indcrop)
-Waren E. M., harshad, P. (factually of forestry. University of Toronto, Canada). 1997. Effects of alternative fibers on global fiber supply. FAO. Esau, k., wiley, j. 1960. anatomy of seed plants. new York. 376p.
-Watson, A. J. and H.E.Dadswell. 1961. Influence of fiber morphology on paper properties. Part. Fibre Length, APPITA, 14. No. 5, CSIRO, Australia, pp168-178.

Archive of SID

www.SID.ir

Comparative study of chemical components and morphological features of trunk and cone fibers from loblolly pine grown in Gilan province

Ghilizadeh Sarcheshmeh, T.[1]*, Farajpour Roudsari, A.[2] and Tabei, A.[3]

1*- Corresponding Author, M.Sc. Department of Wood and Paper Science, Young Researcher Club, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran, Email: Tahereh_gholizadeh@yahoo.com
2- Assistant professor, Department of Wood and Paper Science, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran
3- Assistant Professor, Young Researcher Club, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran

Received: April, 2012 Accepted: July, 2013

Abstract

The purpose of this study was to compare the chemical compositions and biometric features of stem and cone fibers (length, diameter, and wall thickness) and the derived coefficients of loblolly pine (*Pinus taeda*) in Astara district, Gilan province. Discs from stem and cone were randomly taken and the chemical compositions and biometric features were measured employing the TAPPI standard test methods and Franklin macerating technique, respectively. The biometric coefficients were estimated as well. Statistical analyses of the results indicated that the average cellulose content in stem and the cone were 54.83% and 27.57%, respectively. Lignin was estimated to be 32.57% in the stem and 34% in the cone. Furthermore, extractives soluble in ethanol, acetone and water from stem wood were measured as 92%, 1.97% and 7.04% respectively. The relevant values for pine cone were 1%, 2.45% and 7.28%, respectively. According to the results of statistical analysis, there was significant difference (α=5%) between the results measured from cones and the stem except for the slenderness ratio. Regarding the length, diameter, lumen diameter and flexibility factor, the *P. taeda* stem possesses a higher value compared with cone and the runkel ratio was higher in cones compared to stem.

Key words: Chemical compositions, pine cone, slenderness ratio, flexibility ratio, runkel ratio.

Archive of SID

www.SID.ir