



دانشگاه گیلان، مراکز علمی و فناوری

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هفدهم، شماره چهارم، ۱۳۸۹

www.gau.ac.ir/journals

مقایسه ویژگی‌های خمیر کاغذ سودا و کرافت از برون‌چوب و درون‌چوب صنوبر دلتوئیدس

احمد رضا سرائیان^۱، علی خلیلی‌گشت‌رودخانی^۲، * میثم علی‌آبادی^۳

و محمد دهمرده‌قلعه‌نو^۳

استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آکارسناس ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آکارسناس ارشد صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، عضو هیأت علمی گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه زابل
تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۵/۲۴

چکیده

این پژوهش با هدف مقایسه بازده و ویژگی‌های مقاومتی خمیر کاغذ سودا و کرافت از درون‌چوب و برون‌چوب صنوبر دلتوئیدس انجام گرفت. ابتدا طول الیاف و مقدار لیگنین درون‌چوب و برون‌چوب اندازه‌گیری شد. تحت شرایط پخت یکسان با استفاده از فرایندهای سودا و کرافت خمیرهای موردنظر تهیه گردید. مقدار لیگنین باقی‌مانده در خمیر کاغذ از دو بخش در هر دو فرایند سودا و کرافت اندازه‌گیری شد. سپس کاغذهای دست‌ساز از هر یک از تیمارها ساخته و ویژگی‌های مکانیکی آنها اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان دادند که طول الیاف در بخش برون‌چوب بیش‌تر از درون‌چوب و مقدار لیگنین بخش برون‌چوب کم‌تر است. عدد کاپا و مقدار لیگنین باقی‌مانده در خمیر کاغذها از دو بخش درون‌چوب و برون‌چوب در خمیر کاغذ کرافت کم‌تر از خمیر کاغذ سودا بوده و همچنین این دو فاکتور برای هر دو پخت در بخش درون‌چوب بیش‌تر از بخش برون‌چوب می‌باشد. بازده خمیر کاغذ فرایند کرافت کم‌تر از سودا و در بخش درون‌چوب برای هر دو پخت کم‌تر از برون‌چوب است. نتایج به‌دست آمده از مقاومت‌های مکانیکی کاغذهای دست‌ساز نشان داد که مقاومت در برابر کشش، مقاومت در برابر ترکیدن و مقاومت در برابر پاره شدن کاغذهای دست‌ساز به‌دست آمده از فرایند کرافت بیش‌تر از سودا و بخش برون‌چوب هر دو پخت بیش‌تر از درون‌چوب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: صنوبر دلتوئیدس، درون‌چوب، برون‌چوب، فرایند کرافت، فرایند سودا، ویژگی‌های مقاومتی

* مسئول مکاتبه: meysam.aliabadi@gmail.com

مقدمه

ماده اولیه و اصلی صنعت کاغذسازی، به‌طور عمده از چوب جنگل‌ها تامین می‌شود. در حالی که رشد جمعیت جهان، پیشرفت فن‌آوری و آموزشی، افزایش مصرف این کالای اساسی و استراتژیک را در پی داشته است، ولی کاهش منابع تامین چوب در جهت خلاف آن بوده و جهتی متضاد را طی می‌کند (افرا، ۲۰۰۴).

در کشورهایی که منابع جنگلی محدودی دارند برای پیدا کردن منابع لیگنو سلولزی همواره اقدامات مختلفی صورت گرفته و هم‌چنان در حال انجام است. از جمله این اقدامات استفاده از مواد لیگنو سلولزی غیرچوبی، بازیافت الیاف سلولزی و کاشت گونه‌های تندرشد مناسب و سازگار در این کشورها می‌باشد. از جمله منابع چوبی تندرشد می‌توان به صنوبرها اشاره کرد که به دلیل امکان کشت آن‌ها در بیشتر مناطق، تنه مستقیم، جداسازی راحت پوست و وجود بافت همگن و رنگ روشن، علاوه بر استفاده در صنایع لایه‌گیری، کبریت‌سازی و... می‌تواند چوب مناسبی برای تولید خمیر کاغذ باشد. در شمال ایران این درختان در زمان به‌نسبت کوتاهی (حدود ۱۰ سال) به ابعاد مناسب برای کاغذسازی می‌رسند و می‌توانند مورد بهره‌برداری قرار گیرند. میزان تولید چوب صنوبر در شرایط مطلوب سالانه حدود ۲۰ مترمکعب است که در مقایسه با رویش گونه‌های بومی جنگل‌های شمال ۶ تا ۱۵ برابر می‌باشد. به این ترتیب زراعت چوب با کشت صنوبر یک راه‌حل اساسی است که حتی در کوتاه مدت می‌تواند بحران ناشی از کمبود چوب را سامان بخشد (خاکزاد، ۲۰۰۵؛ ضیایی، ۱۹۹۲). کشورهایی مانند کانادا، ترکیه، ایتالیا، آلمان و بسیاری از کشورهای دیگر پژوهش‌های وسیعی را در زمینه صنوبرها انجام داده‌اند. در یک بررسی منابع که از سال ۱۹۷۰ تا سال ۱۹۸۱ انجام شد، حدود ۵۰۰ مقاله بررسی‌هایی در زمینه استفاده از صنوبر در صنایع کاغذسازی ارایه شده است.

زویل و بوتینن (۱۹۸۹) در بررسی‌هایی پیرامون جوان چوب عنوان می‌کند که جوان چوب خواص متفاوتی نسبت به سایر چوب‌ها دارد، ولی این موضوع نباید باعث شود که آن را چوبی ضعیف تلقی کرد. این چوب برای خمیر کاغذ ^۱TMP و یا ^۲CTMP بسیار عالی می‌باشد. همچنین این خمیر کاغذها می‌توانند برای ساخت کاغذ روزنامه، دستمال کاغذی و کاغذهای چاپ و تحریر با کیفیت، مناسب باشد.

1- Thermomechanical Pulping

2- Chemithermomechanical Pulping

مهرابی (۱۹۸۹) خواص چوب صنوبر دلتوئیدس را بررسی کرد و به این نتیجه رسیده است که طول الیاف آن ۱/۱۴۸ میلی‌متر، وزن مخصوص خشک آن ۰/۴۶۱ گرم بر سانتی‌مترمکعب، میانگین سلولز ۵۱/۵ درصد، میانگین لیگنین ۱۸ درصد و میانگین مواد استخراجی آن ۱/۵ درصد می‌باشد. گوآسامی و سارما (۱۹۹۶) پژوهشی بر روی مناسب‌ترین دوره برداشت صنوبر دلتوئیدس که الیاف قابل‌قبولی برای تهیه خمیر کاغذ داشته باشد انجام دادند. آنان در این مطالعه از درختان ۲، ۴، ۶ و ۸ ساله استفاده کردند. خمیر کاغذهایی با استفاده از فرآیند کرافت تهیه نموده و مقاومت‌های کاغذهای ساخته شده از آن‌ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. کاغذ به‌دست آمده از درختان ۶ ساله بیش‌ترین مقدار مقاومت در برابر ترکیدن، در برابر کشش و در برابر پاره شدن را داشته و اختلاف معنی‌داری را با دیگر درختان نشان داد.

نظرنژاد (۱۹۹۶) پژوهشی را با هدف شناخت خصوصیات آناتومیکی، فیزیکی و شیمیایی صنوبر دلتوئیدس انجام داد و به این نتیجه رسید که میانگین مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر برون‌چوب به‌ترتیب ۵۲/۸۸، ۲۳/۴۳، ۰/۸۲۵ و ۰/۷۷۹ و درون‌چوب ۵۳/۲، ۲۳/۴۹۵، ۰/۸۴۵ و ۱/۶۸۵ می‌باشد. خاکزاد (۲۰۰۵) با بررسی تغییرات طول الیاف صنوبر دلتوئیدس از ارتفاع برابر سینه، ۵۰ و ۷۵ درصد درخت، به این نتیجه رسید که طول الیاف از مغز به طرف پوست، روند افزایشی داشته است.

مهرابی (۲۰۰۵) ویژگی‌های خمیر کاغذ و کاغذ سه کلن صنوبر کبوده، دلتوئیدس و اورامریکن را بررسی کرده است. برای پخت این سه کلن از زمان‌های ۱، ۲ و ۳ ساعت، دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، سولفیدیت ۲۵ درصد و قلیائیت فعال در سه سطح ۱۵، ۱۷/۵ و ۲۰ درصد استفاده کرده و به این نتیجه رسید که می‌توان از کبوده بومی و دلتوئیدس با استفاده از ۲۰ درصد قلیائیت فعال و مدت زمان پخت ۳ ساعت به خمیر کاغذی با بازده ۵۳ درصد و عدد کاپای ۱۸ دست یافت.

کرد و سرائیان (۲۰۰۶) با بررسی مقدار لیگنین صنوبر دلتوئیدس منطقه گرگان به این نتیجه رسیدند که با افزایش سن از مغز تا پوست، میزان لیگنین کاهش می‌یابد.

در این پژوهش نیز با توجه به اهمیت صنوبرها در کشور ما مقایسه‌ای بین خمیر کاغذهای به‌دست آمده از دو فرآیند سودا و کرافت از دو بخش برون‌چوب و درون‌چوب صنوبر انجام شد تا ملاحظه شود که آیا با فرآیند سودا نیز می‌توان به کیفیت قابل‌قبول جهت تهیه خمیر کاغذ از صنوبر دلتوئیدس دست یافت؟ باید به این نکته هم توجه داشت که گاهی اوقات لازم نیست تا ایده‌آل‌ترین فرآیند برای تولید یک محصول کاغذی به‌کار رود، زیرا هر محصول کاغذی به مقاومت‌ها و ویژگی‌های خاص خود نیاز دارد.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه: در این پژوهش از ۵ پایه درخت صنوبر دلتوئیدس دست کاشت موجود در منطقه بجنورد واقع در استان خراسان شمالی استفاده گردید. از ارتفاع برابر سینه درخت دیسک‌هایی به ضخامت ۵ سانتی‌متر تهیه شد. سپس نمونه‌های مورد نیاز از بخش‌های درون‌چوب و برون‌چوب انتخاب گردید.

اندازه‌گیری طول الیاف: برای اندازه‌گیری طول الیاف، پس از تفکیک بخش درون‌چوب و برون‌چوب، دیسک‌ها برش داده شده و سپس از آن‌ها تراشه‌هایی به ضخامت ۱ میلی‌متر و طول ۲ سانتی‌متر تهیه گردید. وبری الیاف به روش محلول آب اکسیژنه و اسید استیک انجام گرفت. برای اندازه‌گیری طول الیاف از عدسی چشمی با بزرگ‌نمایی $\times 4$ استفاده شد.

اندازه‌گیری مقدار لیگنین برون‌چوب و درون‌چوب: برای تهیه آرد چوب از دو بخش بالا از استاندارد T ۲۵۷cm-۰۲ آیین‌نامه تاپی^۱ استفاده گردید، سپس مطابق استاندارد شماره T ۲۲۲om-۰۲ آیین‌نامه تاپی مقدار لیگنین از پودر عاری از مواد استخراجی دو بخش بالا اندازه‌گیری شد.

تهیه خمیر کاغذ و اندازه‌گیری ویژگی‌ها: از دو بخش درون‌چوب و برون‌چوب خرده‌چوب‌هایی به ضخامت ۴ میلی‌متر، طول ۴ سانتی‌متر و عرض ۲ سانتی‌متر تهیه شد. دیسک‌ها با استفاده از یک چاقوی تیز و با ضربات چکش به خرده‌چوب تبدیل شدند.

شرایط پخت (به‌جز سولفیدیت) برای هر دو فرآیند کرافت و سودا ثابت و به‌صورت زیر می‌باشد:

قلیابیت فعال: ۱۸ درصد براساس Na_2O ، سولفیدیت (کرافت): ۲۵ درصد، وزن خشک خرده‌چوب‌ها: ۱۰۰ گرم، نسبت مایع پخت به خرده‌چوب: ۶ به ۱، مدت زمان پخت: ۱۲۰ دقیقه و دمای پخت: ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد. درصد بازده خمیر کاغذها از نسبت وزن کل خمیر کاغذ خشک به وزن خشک خرده‌چوب‌ها به‌دست آمد. عدد کاپای خمیر کاغذها براساس استاندارد شماره T ۲۳۶ om-۹۹ آیین‌نامه تاپی اندازه‌گیری شد.

سپس درجه روانی خمیر کاغذها براساس استاندارد شماره T ۲۲۷ om-۰۴ آیین‌نامه تاپی مشخص شد. جهت تنظیم درجه روانی خمیر کاغذ به حد مطلوب (350°CSF) مطابق استاندارد شماره T ۲۴۸ sp-۰۰ آیین‌نامه تاپی خمیر کاغذها به‌وسیله پالاینده آزمایشگاهی^۳ پالایش شدند. از خمیر کاغذهای پالایش شده بر

1- Technical Association of the Pulp and Paper Industries

2- Canadian Standard Freeness

3- PFI

طبق استاندارد شماره ۲۰۲ sp-۲۰۵ T آیین‌نامه تاپی کاغذهای دست‌ساز ۶۰ گرمی تهیه شد (لازم به ذکر است برای هر ترکیب شرایط تعداد ۷ ورق کاغذ دست‌ساز ساخته شد). کاغذهای به‌دست آمده، هوا خشک شده و به مدت ۲۴ ساعت در اتاق کلیما تحت شرایط رطوبت نسبی ۵۰ درصد و دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. از کاغذهای دست‌ساز براساس استاندارد شماره ۰۱ sp-۲۲۰ T نمونه‌های آزمونی تهیه گردید و مقاومت‌های مکانیکی شامل شاخص مقاومت به کشش، پاره شدن و ترکیدن براساس استانداردهای زیر اندازه‌گیری شد.

مقاومت به کشش نمونه‌ها براساس دستورالعمل شماره ۰۱ om-۴۹۴ T آیین‌نامه تاپی

مقاومت به پاره شدن نمونه‌ها براساس دستورالعمل شماره ۰۴ om-۴۱۴ T آیین‌نامه تاپی

مقاومت به ترکیدن نمونه‌ها براساس دستورالعمل شماره ۰۲ om-۴۰۳ T آیین‌نامه تاپی

اندازه‌گیری لیگنین باقی‌مانده در خمیر کاغذ: با استفاده از روش کلاسون مقادیر لیگنین موجود در خمیر کاغذهای سودا و کرافت در دو بخش درون‌چوب و برون‌چوب اندازه گرفته شد. (دستورالعمل شماره ۰۲ om-۲۲۲ T آیین‌نامه تاپی)

نتایج

طول الیاف و مقدار لیگنین چوب و خمیر کاغذ: میانگین طول الیاف برای بخش برون‌چوب و درون‌چوب صنوبر دلتوتئیدیس به ترتیب ۹۹۶ و ۶۸۴ میکرون اندازه‌گیری شد. همچنین مقادیر لیگنین موجود در برون‌چوب ۲۳/۴۰ و درون‌چوب ۲۳/۵۱ درصد تعیین شده است. مقدار لیگنین خمیر کاغذهای سودا و کرافت اندازه‌گیری شده و در جدول ۱ آمده است:

جدول ۱- مقادیر لیگنین باقی‌مانده در خمیر کاغذ برون‌چوب و درون‌چوب (درصد).

۷/۱۸۵	درون‌چوب	سودا
۶/۸۳۱	برون‌چوب	
۴/۲۱۲	درون‌چوب	کرافت
۳/۸۴۳	برون‌چوب	

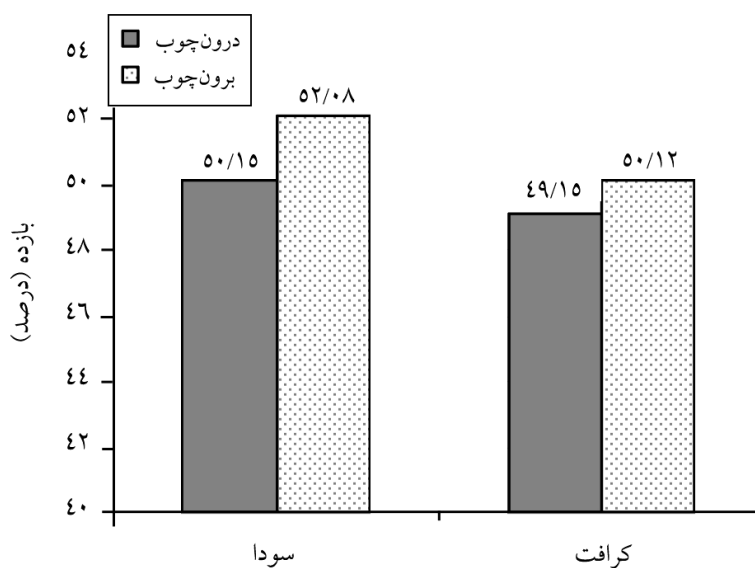
خصوصیات خمیر کاغذ: خلاصه‌ای از نتایج آزمون تجزیه واریانس در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

جدول ۲- آزمون تجزیه واریانس خمیر کاغذهای سودا و کرافت و درون‌چوب و برون‌چوب.

منبع تغییرات	بازده	عدد کاپا	مقاومت به کشش	مقاومت به ترکیدن	مقاومت به پاره شدن
نوع فرآیند	۲۴۲۴/۳۱	۶۳۵۹۲۰	۳۴۸/۱۳۸	۷۷/۵۰	۵۳۵۲
(کرافت و سودا)	**	**	**	**	**
درون‌چوب و	۹۳۴/۴۱۵	۹۰۷۰/۳۳	۹۶۳/۸۴	۲۴۷/۳۱	۱۴۰۲۸
برون‌چوب	**	**	**	**	**

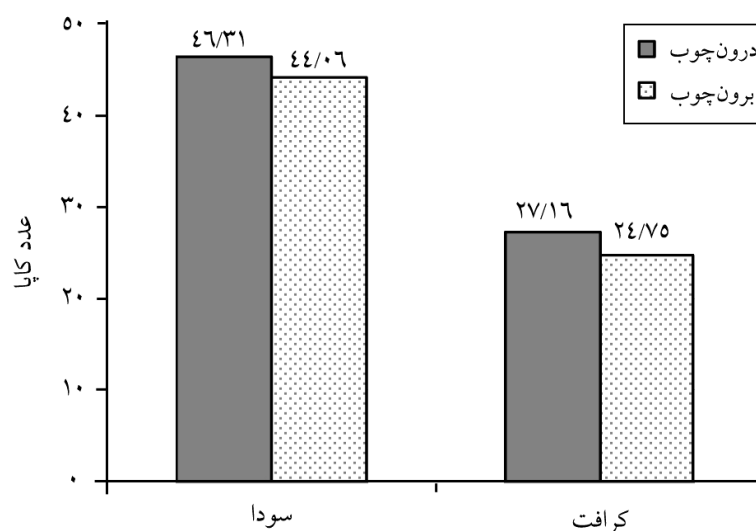
** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ^{ns} عدم معنی‌داری در سطح ۱ درصد.

بازده: بازده خمیر کاغذ سودا و کرافت در برون‌چوب و درون‌چوب صنوبر دلتوئیدیس در شکل ۱ ارایه شده است. از این شکل مشاهده می‌شود که بازده خمیر کاغذ سودا از خمیر کاغذ کرافت بیش‌تر است. همچنین این مقادیر در برون‌چوب هر دو نوع فرایند بیش‌تر از درون‌چوب می‌باشد.



شکل ۱- مقایسه بازده درون‌چوب و برون‌چوب خمیر سودا و کرافت.

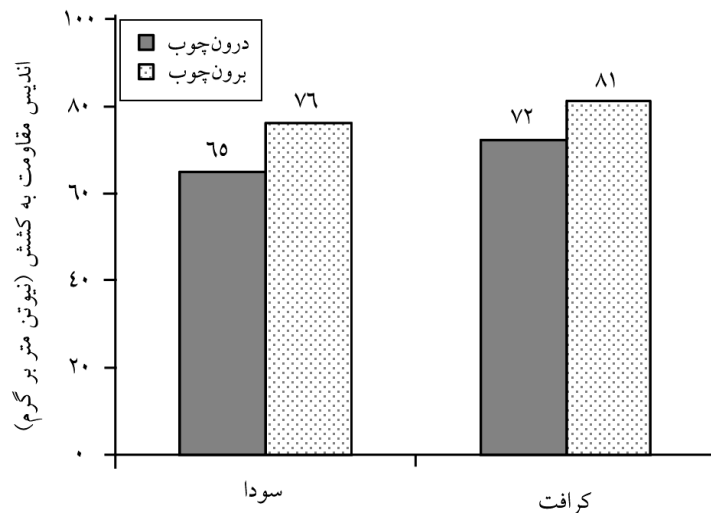
عدد کاپا: نتایج به دست آمده از عدد کاپای خمیر سودا و کرافت در درون چوب و برون چوب صنوبر دلتوئیدس در شکل ۲ مشاهده می شود. مقادیر عدد کاپا در خمیر کاغذ به دست آمده از فرایند سودا بیش تر از خمیر کاغذ کرافت است و نیز این مقادیر در هر دو فرایند در بخش درون چوب بیش تر از برون چوب می باشد. با توجه به نتایج آزمون تجزیه واریانس (جدول ۲) بین بخش درون چوب و برون چوب و فرایند کرافت و سودا در هر دو بخش برون چوب و درون چوب اختلاف معنی داری وجود دارد.



شکل ۲- مقایسه عدد کاپای درون چوب و برون چوب خمیر سودا و کرافت.

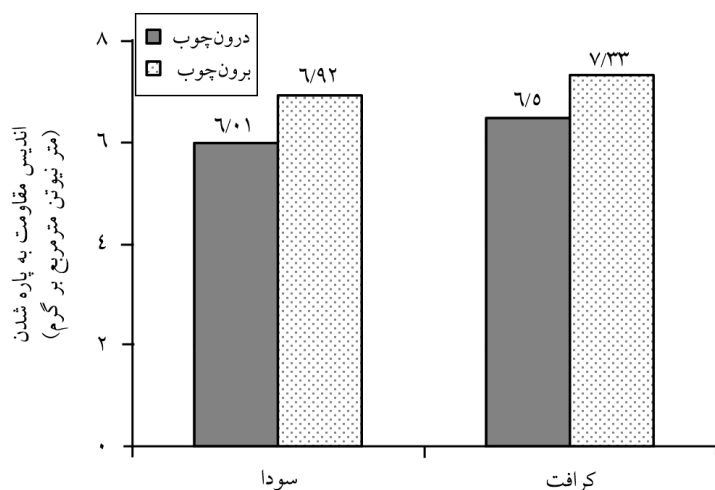
ویژگی های مکانیکی کاغذهای دست ساز

شاخص مقاومت به کشش: شکل ۳ نشان دهنده مقاومت به کشش کاغذهای به دست آمده از پخت سودا و کرافت درون چوب و برون چوب صنوبر دلتوئیدس می باشد. همان طور که در شکل مشاهده می شود مقادیر شاخص مقاومت به کشش کاغذهای دست ساز به دست آمده از فرایند سودا کم تر از کاغذهای فرایند کرافت است. این مقادیر در هر دو فرایند در بخش برون چوب بیش تر از درون چوب می باشد.



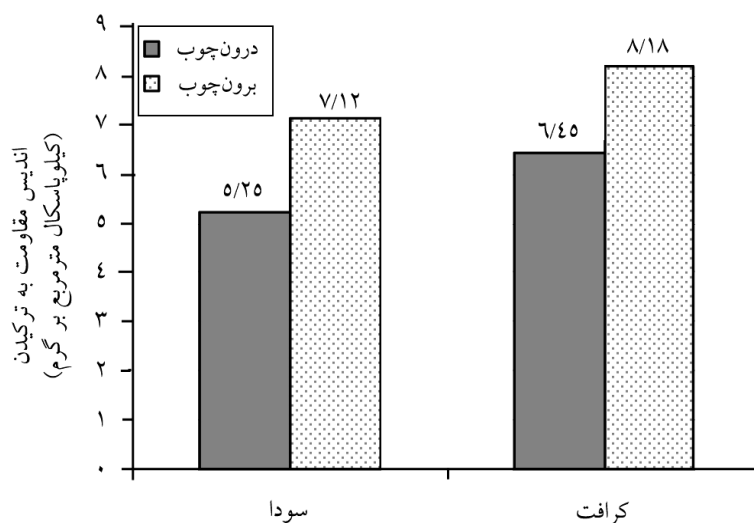
شکل ۳- مقایسه شاخص مقاومت به کشش درون چوب و برون چوب خمیر سودا و کرافت.

شاخص مقاومت به پاره شدن: مقادیر شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذهای دست‌ساز در شکل ۴ نشان داده شده است. مقادیر شاخص مقاومت به پاره شدن در کاغذهای دست‌ساز به دست آمده از فرایند کرافت بیشتر از سودا است. همچنین در هر دو فرایند این مقادیر در برون چوب بیش‌تر از درون چوب می‌باشد.



شکل ۴- مقایسه شاخص مقاومت به پاره شدن درون چوب و برون چوب خمیر سودا و کرافت.

شاخص مقاومت به ترکیدن: نتایج به دست آمده از شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای دست ساز بخش درون چوب و برون چوب در دو فرایند سودا و کرافت در شکل ۵ نشان داده شده و مقادیر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای دست ساز به دست آمده از فرایند کرافت بیش تر از سودا است. همچنین در هر دو فرایند این مقادیر در برون چوب بیش تر از درون چوب می باشد.



شکل ۵- مقایسه شاخص مقاومت به ترکیدن درون چوب و برون چوب خمیر سودا و کرافت.

بحث

خصوصیات خمیر کاغذ

بازده: نتایج به دست آمده از آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد بین مقادیر بازده خمیر کاغذ کرافت و سودا و همچنین بین بخش درون چوب و برون چوب وجود دارد. بازده به دست آمده از درون چوب برای خمیر کاغذهای کرافت و سودا کم تر از برون چوب می باشد. علت این تفاوت را می توان به مواد قابل حل بیش تر درون چوب نسبت داد. بازده خمیرهای در هر دو بخش درون چوب و برون چوب در پخت کرافت کم تر از پخت سودا است که علت آن را می توان به سرعت لیگنین زدایی بیش تر مایع پخت کرافت نسبت داد که باعث شده تا مقدار لیگنین بیش تری از چوب خارج گردد و منجر به کاهش درصد بازده در فرایند کرافت شود. این نتایج با

بررسی‌های کرد و سرانیان (۲۰۰۶) که مقادیر قابل‌حل در آب گرم، سود سوزآور ۱ درصد و الکل-استن لیگنین و خاکستر قسمت درون‌چوب صنوبر دلتوئیدس را بیش‌تر از برون‌چوب آن گزارش کرده‌اند، مطابقت دارد. علت این تغییرات را می‌توان به بیش‌تر بودن درصد چوب جوان ایجاد شده در اطراف مغز در مقایسه با قسمت‌های بیرونی نسبت داد. زیرا براساس بررسی‌های انجام شده، درصد لیگنین چوب جوان، که دارای الیاف با دیواره نازک‌تری می‌باشد در مقایسه با چوب بالغ بیش‌تر است. **عدد کاپا:** نتایج به‌دست آمده از آزمون تجزیه واریانس نشان داد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری بین مقادیر عدد کاپا در فرایند کرافت و سودا و همچنین بین بخش درون‌چوب و برون‌چوب وجود دارد. عدد کاپای خمیر کرافت در برون‌چوب و درون‌چوب کم‌تر از سودا است، علت آن به عوامل فعال لیگنین‌زدایی بیش‌تر در مایع پخت کرافت و در نتیجه مقدار بیش‌تر لیگنین‌زدایی مربوط می‌باشد. با توجه به رابطه مستقیم بین لیگنین باقی‌مانده در خمیر و عدد کاپا، با لیگنین‌زدایی بیش‌تر مقادیر عدد کاپا کاهش می‌یابد. از سوی دیگر عدد کاپای درون‌چوب از برون‌چوب بیش‌تر است که به زیاد بودن مقدار لیگنین درون‌چوب نسبت به برون‌چوب بر می‌گردد (نظرنژاد، ۱۹۹۶).

ویژگی‌های مکانیکی کاغذ

شاخص مقاومت به کشش: مقاومت به کشش شاخصی از دوام پتانسیل کششی کاغذ است که در اثر نوع مصرف تحت تنش کششی قرار می‌گیرد. مهم‌ترین فاکتور مؤثر بر مقاومت به کشش کاغذ، مقدار و کیفیت اتصال الیاف به یکدیگر می‌باشد (افرا، ۲۰۰۵). نتایج به‌دست آمده از آزمون تجزیه واریانس نشان داد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری بین مقادیر اندیس مقاومت به کشش در فرایند کرافت و سودا و در بین درون‌چوب و برون‌چوب وجود دارد. مقاومت به کشش خمیر کرافت بیش‌تر از خمیر سودا می‌باشد که علت آن مقادیر کم‌تر لیگنین در خمیر کرافت است. همچنین مقاومت به کشش درون‌چوب در هر دو فرایند کم‌تر از برون‌چوب می‌باشد که علت آن به کاهش اتصالات بین الیاف در کاغذ به‌خاطر وجود مقدار بیش‌تر لیگنین و همچنین کوتاه بودن طول الیاف درون‌چوب مربوط می‌شود (نظرنژاد، ۱۹۹۶؛ خاکزاد، ۲۰۰۵).

شاخص مقاومت به پاره شدن: عوامل مؤثر بر مقاومت به پاره شدن کاغذ عبارتند از طول الیاف، تعداد الیافی که در پاره شدن کاغذ دخالت دارند، تعداد اتصالات بین الیاف و مقاومت اتصالات.

همچنین تغییراتی مثل درصد خشکی الیاف، فاصله صفحات پالایشگر و غیره نیز می‌توانند روی مقادیر الیاف بلند و یا متوسط طول الیاف خمیر کاغذ تولید شده و در نتیجه بر روی مقاومت به پاره شدن مؤثر باشند (افرا، ۲۰۰۵). نتایج به‌دست آمده از آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین مقادیر اندیس مقاومت به پاره شدن در فرایند کرافت و سودا و همچنین در برون‌چوب و درون‌چوب وجود دارد. اندیس مقاومت به پاره شدن خمیر سودا کم‌تر از خمیر کرافت می‌باشد. همچنین مقاومت به پاره شدن درون‌چوب کم‌تر از برون‌چوب است (در هر دو فرایند) که علت آن مربوط به کاهش طول الیاف درون‌چوب، کاهش اتصالات بین الیاف و وجود مقدار بیش‌تر لیگنین می‌باشد (نظرنژاد، ۱۹۹۶).

شاخص مقاومت به ترکیدن: مقاومت به ترکیدن از جمله مقاومت‌هایی است که به طول الیاف، ضخامت دیواره سلولی و میزان پیوند بین الیاف بستگی دارد. هرچه دیواره سلولی الیاف نازک‌تر یا انعطاف‌پذیرتر باشد به‌دلیل ایجاد اتصالات بیش‌تر، پیوندهای بین الیاف افزایش یافته و در نتیجه مقاومت به ترکیدن کاغذ افزایش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده از آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین مقادیر اندیس مقاومت به ترکیدن در فرایند کرافت و سودا و همچنین در برون‌چوب و درون‌چوب وجود دارد. در این آزمایش ملاحظه شد که مقاومت به ترکیدن کاغذهای ساخته شده از خمیر کرافت بیش‌تر از کاغذهای ساخته شده از خمیر سودا (برای هر دو بخش درون‌چوب و برون‌چوب) است و مقاومت به ترکیدن درون‌چوب در هر دو فرایند کم‌تر از برون‌چوب می‌باشد که علت آن را نیز می‌توان به وجود درصد کم‌تر لیگنین و بلندتر بودن الیاف برون‌چوب و مقدار بیش‌تر سلولز، همی‌سلولز در این ناحیه نسبت داد (نظرنژاد، ۱۹۹۶؛ خاکزاد، ۲۰۰۵).

منابع

1. Afra, E. 2004. Investigation of the properties of populus deltoeides and paulownia NSSC pulp. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 130p. (In Persian)
2. Afra, E. 2005. Properties of Paper, An Introduction. Aeej Press, 392p. (Translated In Persian)
3. Goswami, T. and Sarma, C.N. 1996. Characterization of pulp obtained from Populus Deltoeides plants of different ages using IR, XRD and SEM. Bioresource Technology, 57p.

4. Khakzad, Sh. 2005. Effect of age and height on fibers morphological characteristics of Populus deltoides wood. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 80p. (In Persian)
5. Kord, B. and Saraeyan, A. 2006. Investigation on the effects of tree age and height on chemical properties of Populus Deltoides wood. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14: 4. 32-40. (In Persian)
6. Mehrabi, S. 1989. Relatively study using of three colones Kabudeh, Deltoides and American Populus for produce of pulp and paper. M.Sc. Thesis, Tehran University. 102p. (In Persian)
7. Mehrabi, S. 2005. Study of pulp and paper properties of colones Kabudeh, 44/9 deltoides 69/55 and American 214 populus. Wood and Paper Research Journal, 20: 2. 151-167.
8. Nazarnezhad, N. 1996. Investigation of pulp CMP properties of two species deltoides and American populus. M.Sc. Thesis, Tehran University. 93p. (In Persian)
9. Zeiaey, S. 1992. Populus Species in iran and preservation method of them Pazhohesh va Sazandegi Journal. (In Persian)
10. Zobel, B.J. and Buijtenen, J.P. Van. 1989. Wood variation. Hts causes an control. Spring verlage, Berlin. 385p.
11. Zobel, B.J. 1998. Juvenile wood in forest trees, Springer Series in Wood Science, 485p.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 17(4), 2011
www.gau.ac.ir/journals

Comparison of Soda and Kraft Pulp Properties of *Populus deltoides* Sapwood and Heartwood

A.R. Saraeian¹, A. Khalili Ghasht Roodkhani², *M. Aliabadi³
and M. Dahmardeh Ghaleh No⁴

¹Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ²M.Sc. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ³M.Sc. of Pulp and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ⁴Faculty Member, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, University of Zabol

Received: 19,7,2008; Accepted: 15,8,2009

Abstract

This study was conducted to compare the yield and strength properties of soda and kraft pulp produced from *Populus deltoides* sapwood and heartwood. Initially fiber length, lignin content in both sapwood and heartwood were measured. Then from either sapwood or heartwood pulps were prepared with using soda and kraft processes, Handsheets were made from this pulp and mechanical properties were measured. The results showed that fiber length in heartwood is shorter than sapwood. For both sapwood and heartwood pulps residual lignin content and kappa number of the pulps made by kraft process were higher than those for soda process. Also kappa number in the kraft and soda processes from heartwood was less than sapwood. The yield of soda and kraft processes from heartwood was lower than sapwood. This study also showed that tensile, tear and burst strength of the pulps made by kraft process were higher than relevant strength for soda process and the sapwood pulps were stronger than heartwood.

Keywords: *Populus deltoides*, Heartwood, Sapwood, Kraft process, Soda process, Strength properties

* Corresponding Author; Email: meysam.aliabadi@gmail.com

