

مقایسه کارآیی لیگنین زدایی و بازده خمیر کاغذ کرافت و سودای چوب سیاه بید (*Salix nigra*)

لیلا کرمی متقی^۱، حسین حسینیخانی^۲ و فرداد گلبابائی^{۳*}

۱- دانشجوی دکترا، صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه هامبورگ، آلمان

۲- عضو هیئت علمی، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

۳- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد، مربی پژوهشی، عضو هیئت علمی، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، پست الکترونیک: golbabaiei@rifr-ac.ir

تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۲

چکیده

سیاه بید از درختان سریع‌الرشدی است که به علت دوره کوتاه بهره‌برداری و خواص تکنولوژیکی مناسب مورد توجه صنایع خمیرکاغذ قرار گرفته است. در این تحقیق مقایسه خصوصیات مقاومتی کاغذهای دست‌ساز تهیه شده از ترکیب، درصدهای مختلف خمیرکاغذهای تهیه شده به روش کرافت و سودا با مخلوط خمیرکاغذ یهن‌برگان انجام گردیده است. همچنین با توجه به اهمیت خواص فیزیکی، آناتومیکی و شیمیایی در امر تهیه خمیرکاغذ این خواص نیز اندازه‌گیری شده است. در این رابطه دانسیته خشک سیاه بید 0.35 g/cm^3 ، میانگین طول الیاف ۱۱۰۰ میکرون، میانگین قطر الیاف ۳۰ میکرون، درصد سلولز ۴۲٪، درصد لیگنین ۲۸٪، درصد میانگین همی سلولز ۳۰٪ و میانگین درصد مواد استخراجی ۴٪ بدست آمد. خمیرکاغذها با درصد اختلاط ۱۰۰٪، ۵۰٪ و ۲۵٪ سیاه بید و مخلوط یهن‌برگان شمال کشور تهیه شدند. نتایج نشان داد که در فرایند کرافت و سودا می‌توان با استفاده از پخت یک ساعته و سود سوزآور ۱۸٪ بیشترین بازدهی را بدست آورد و کمترین بازدهی مربوط به سود سوزآور ۲۲٪ و زمان پخت ۲ ساعته بوده است. به منظور اندازه‌گیری خصوصیات کاغذ دست‌ساز خمیرکاغذهای انتخابی بعد از رساندن آنها به درجه روانی $360 \pm 60 \text{ ml C.S.F.}$ کاغذهایی با گرماژ ۶۰ گرم بر سانتیمتر مربع تهیه و خواص مقاومتی آنها اندازه‌گیری شد. در کاغذهای تهیه شده به هر دو روش کلیه مقاومت‌ها از پخت ۲ ساعته بیشتر از یک ساعته بودند. در پخت کرافت در قلیائیت فعال ۲۲٪ از ۱۸٪ بیشتر و در حالت تهیه کاغذ مقاومت‌های کاغذ خالص بید از اختلاط ۲۵٪ نیز بیشتر بوده است. اما در روش پخت سودا مقاومت به پارگی و تا شدن از سود سوزآور ۲۲٪ بیشترین مقدار را داشته است اما در کل مقاومت به ترکیدن، تا شدن و طول پارگی کاغذ تهیه شده به روش کرافت از روش سودا بیشتر بوده و در گروه‌بندی دانکن در گروه مستقل اول قرار گرفته است. با این نتایج استفاده از روش کرافت در تهیه خمیرکاغذ از گونه بید مناسب‌تر خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: بید سیاه، سودا، کرافت، درجه روانی، قلیائیت فعال.

مقدمه

معضلات زیست محیطی مانند نازک شدن لایه ازن، گرم شدن کره زمین، سیل، خشکسالی و نهایتاً تغییرات اکولوژیک بر کسی پوشیده نیست و همه توجهات به سوی طبیعت و به خصوص پوشش گیاهی معطوف شده است که نمونه بارز آن برگزاری کنفرانس سران کشورهای جهان

کمبود چوب در آینده، قیمت رو به رشد این ماده خام و وجود صنایع رقیب مانند تخته خرد شده چوب و غیره صنایع کاغذسازی را در آینده با مشکل مواجه خواهد کرد. همچنین امروزه روند رو به رشد مشکلات و

بید در کنار نهرها، دره‌های مرطوب مناطق استپی و نیمه‌خشک می‌رویند (Sabeti, 2008) و تشکیل جامعه‌های بیدستان را می‌دهند. بیدها جزء خانواده *Salicaceae* بوده و به صورت درختان بزرگ، کوچک و درختچه دیده می‌شوند.

با توجه به اینکه بیشترین میزان بید ورودی به کارخانه چوب و کاغذ گیلان از منطقه استان گیلان، آذربایجان شرقی و اردبیل (خلخال، اهر، سراب، مشکین‌شهر و غیره) بید سیاه (*Salix nigra*) بوده است، از این نظر این گونه برای مطالعه انتخاب گردید؛ درختی است بزرگ و به ۲۵ متر ارتفاع می‌رسد، همچنین دارای شاخه‌های قطور است (Sabeti, 2008).

Pourmosa (۱۹۹۸) خصوصیات کاغذ سازی دو کلن *P.euroamericana* و *P.nigra var betolifolia* صنوبر در دو طبقه قطری ۲۰ و ۱۵ سانتی‌متر را با فرایندهای CMP و APMP مورد بررسی قرار داده است. نتایج بررسی‌های آناتومیک، فیزیکی و تجزیه شیمیایی خمیر کاغذ و کاغذسازی تیمارها نشان داد که کلن *euroamericana* P. در طبقه قطری ۲۰ سانتی‌متر در فرایند APMP نسبت به دیگر تیمارها برتر است.

Ramazani (2001) تحقیقاتی را به منظور بررسی و مقایسه پتانسیل سه گونه بومی و سریع‌الرشد صنوبر شامل *P.nigra*، *P.deltoides* و *P.X. euroamericana* برای تولید خمیر کاغذ پراکسید قلیایی APMP انجام داد. بیشترین طول فیبر و همچنین بیشترین ضریب لاغری مربوط به گونه *P.X. euroamericana* بود. بعلاوه اینکه میزان سلولز این گونه بیشتر و لیگنین آن کمتر است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری بازده و درجه‌روانی نشان داد که متوسط بازده و درجه‌روانی (بر حسب SR) گونه *P.X. euroamericana* در مقایسه با سایر گونه‌های مورد آزمایش دارای بیشترین مقدار بود. همچنین مشخص شد که اثر دما بر کاهش بازده و افزایش درجه‌روانی (بر حسب SR) معنی‌دار بوده است.

Fakhryan (2002) خصوصیات لیگنین‌زدایی و کاغذسازی چوب صنوبر دلتوئیدس کلن ۷۷/۵۱ تولید شده در سه دوره بهره‌برداری ۴، ۶ و ۱۲ ساله را مورد بررسی قرار داد. میانگین بازده خمیر کاغذهای کرافت در درجه حرارت پخت ۱۶۵ درجه سلسیوس، سولفیدیت ۲۵٪ و نسبت مایع پخت به چوب ۵ به ۱ را بین ۵۲/۲۸٪-

در ریو (کشور برزیل - ۱۹۹۲ میلادی) و ژوهانسبورگ (کشور آفریقای جنوبی - ۲۰۰۲ میلادی) به منظور بررسی مسائل زمین، تدوین کنوانسیون جهانی تنوع گونه‌های گیاهی و جانوری، نام‌گذاری سال جهانی جنگل در ۲۰۱۱ میلادی و ... می‌باشد و تمام کسانی که در این زمینه ابراز نگرانی می‌کنند می‌دانند که انسان بدون صنعت می‌تواند زنده بماند، اما بدون طبیعت هرگز؛ اما صنعت نیز از نیازهای مبرم انسانی است و تأمین ماده اولیه آن از راه‌های با کمترین صدمات به طبیعت از مهمترین وظایف هر محقق می‌باشد. در این راستا استفاده از گیاهان سریع‌الرشد در اغلب کشورها به عنوان ماده مهم خام برای صنایع چوب و کاغذ مطرح شده است اما بدون شناخت دقیق و بنیادی این منابع نمی‌توان راهکار مناسبی انتخاب نمود. بدین منظور در طرح انتخابی گونه بید سیاه به عنوان یک گونه سریع‌الرشد انتخاب گردید تا با بررسی خصوصیات مختلف آن بتوان از آن به عنوان جانشین مناسب سایر مواد اولیه در صنعت کاغذ استفاده شود. توسعه کاشت درخت بید راه حلی است که می‌تواند صنایع چوب و کاغذ ایران را از تنگنا و جنگلها را از فشار وارده تا حدی نجات دهد و چنانچه در مورد این نوع کاشت‌ها برنامه‌ریزی دقیق صورت بگیرد قدم‌های مؤثر و مفیدی در افزایش تولیدات کاغذ مورد نیاز کشور برداشته خواهد شد. این طرح با هدف بهینه‌سازی فاکتورهای مؤثر در تولید خمیر کاغذ می‌باشد که یکی از این فاکتورها انتخاب نوع فرایند پخت خمیر کاغذ است. همچنین ارزیابی ویژگی‌های الیاف، تعیین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی بید و دستیابی به بهترین و مناسبترین درصد اختلاط خمیر کاغذ بید تحقیقاتی با خمیر کاغذ مخلوط پهن‌برگان از اهداف اصلی این تحقیق می‌باشد. درخت بید در ایران دارای گونه‌های متعددی است که به علت دو پایه بودن درختان و عدم دسترسی به گل‌های آنها هنوز به طور کامل تشخیص داده نشده و شایان دقت و مطالعه بیشتر می‌باشد. در کوه‌های زاگرس، از سردشت و کردستان تا فارس و کازرون و همچنین ارتفاعات جنوبی البرز و سایر مناطق کوهستانی و ارتفاعات مختلف کشور جنگلهای تنک نیمه‌خشک بید به صورت مقطع و بریده بریده و بعضاً وحشی دیده می‌شود. مساحت این جنگلها نزدیک به ۱۲ میلیون هکتار می‌باشد. گونه‌های رطوبت‌پسند مختلف

کاغذهای تهیه شده و انتخاب روش‌های یخت و میزان مصرف مواد شیمیایی در ابتدا این خواص اندازه‌گیری گردید.

اندازه‌گیری خواص آناتومیکی

جداسازی الیاف طبق روش Franklin (۱۹۹۴) با مخلوط اسید استیک و آب اکسیژنه انجام و خواص آناتومیکی با استفاده از میکروسکوپ و لام مدرج میلی‌متری انجام گردید.

ترکیبات شیمیایی

برای انجام آزمایش‌های شیمیایی چوب از دستورالعمل‌های زیر استفاده شد.

آیین‌نامه ۰۲ - ۲۵۷ cm T استاندارد TAPPI

آیین‌نامه ۸۴-۱۱۰۵ D استاندارد ASTM

آیین‌نامه ۸۴-۱۱۰۶ D استاندارد ASTM

آیین‌نامه ۰۲ - ۲۲۲ om T استاندارد TAPPI

آیین‌نامه ۸۴-۱۱۰۷ D استاندارد ASTM

روش اسید نیتریک

تهیه آرد چوب

تهیه آرد چوب عاری از مواد استخراجی خاکستر

خاکستر

لیگنین

مواد استخراجی

آلفا سلولوز و هولوسلولوز به نقل از

تهیه خمیر کاغذ

برای پخت و تهیه خمیر کاغذ از چوب درخت بید سیاه، فرایندهای کرافت (سولفات) و سودا در سطوح مختلف

لیگنین زدایی مورد استفاده قرار گرفت. پس از انجام پخت‌های آزمایشی، عوامل ثابت و متغیر پخت‌های اصلی بشرح زیر در نظر گرفته شد.

فرایند پخت	درجه حرارت پخت به سانتی‌گراد	زمان پخت ساعت	مواد شیمیایی درصد
سودا	۱۷۰	۱ و ۲	سودسوزآور ۱۸-۲۰-۲۲
کرافت	۱۷۰	۱	سولفیدیت ۲۵ قلیائیت فعال ۱۸-۲۰-۲۲
نسبت مایع پخت به خرده‌چوب (L/W) ۸ به ۱			

استفاده شد. هر پخت با سه تکرار انجام گردید و پس از هر بار پخت، میزان بازده و عدد کاپای خمیر کاغذها اندازه‌گیری شد. با استفاده از خمیر کاغذهای پخته‌شده، پس از پالایش و رساندن درجه‌روانی آنها به 360 ± 30

پس از پایان زمان پخت، جداسازی الیاف توسط دفیراتور آزمایشگاهی انجام گردید و بعد خمیر کاغذها با استفاده از الک ۲۰۰ مش شستشو داده شد. برای جداسازی الیاف پخته‌نشده (وازه) از الک ۱۸ مش

ویژگی‌های مقاومتی کاغذهای دست‌ساز مطابق با دستورالعمل‌های زیر انجام گردید:

میلی‌لیتر (CSF)، کاغذ دست‌ساز با گرماژ ۶۰ گرم بر متر مربع تهیه شد. پالایش خمیر کاغذها و اندازه‌گیری

آیین‌نامه T 2636 OS-76 استاندارد TAPPI	تعیین عدد کاپا
آیین‌نامه T 242 CM-85 استاندارد TAPPI	پالایش خمیر کاغذ
آیین‌نامه T 205 OM-88 استاندارد TAPPI	ساخت کاغذ دست‌ساز
آیین‌نامه T 414 OM-88 استاندارد TAPPI	مقاومت در برابر پاره‌شدن کاغذ
آیین‌نامه T 403 OM-85 استاندارد TAPPI	مقاومت در برابر ترکیدن کاغذ
آیین‌نامه T 494 OM-88 استاندارد TAPPI	طول پاره‌شدن کاغذ
آیین‌نامه T 511 OM-88 استاندارد TAPPI	تحمل به تابیدن

روش آماری

برای مقایسه میانگین خصوصیات کاغذهای دست‌ساز بدست آمده با روش‌های کرافت و سودا از آزمون فاکتوریل در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی انجام شد و بعد با توجه به سطح معنی‌دار بودن با استفاده از گروه‌بندی دانکن گروه‌بندی گردید.

نتایج

در جدول ۱ نتایج حاصل از میانگین مقادیر دانسیته خشک و بالک دانسیته خرده‌چوب، متوسط طول، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی از خواص آناتومیکی اندازه‌گیری شد و با توجه به اعداد بدست آمده ضرایب درهم‌رفتگی، نرمش و مقاومت به پارگی محاسبه گردید.

جدول ۱- خصوصیات آناتومیکی و فیزیکی چوب بید سیاه *Salix nigra*

۰/۲۲	۱۱۰۰	طول فیبر (میکرومتر) L
۵/۴۷	۳۰	قطر فیبر (میکرومتر) d
۵/۳۲	۲۳/۵۴	قطر حفره سلولی (میکرومتر) c
۲/۲۰	۳/۲۲	ضخامت دیواره سلولی (میکرومتر) p
۳/۶۸	۰/۳۵	دانسیته خشک g/cm^3
۴/۲۵	۱۵۰	بالک دانسیته Kg/m^3
-	۳۶/۶۶	ضریب درهم‌رفتگی ($L/d * 1000$)
-	۷۸/۴۵	ضریب نرمش ($c/d * 100$)
-	۲۷/۳۶	ضریب مقاومت به پارگی ($2p/c * 100$)

همی سلولز ۲۰-۳۵ درصد، لیگنین ۲۵-۳۵ درصد و مواد استخراجی ۱۰-۲ درصد. جدول ۲ نشان‌دهنده درصد میانگین مواد شیمیایی گونه بید سیاه است.

شناخت ترکیبات شیمیایی چوب به علت ساختمان ناهمگن بسیار مشکل می‌باشد. میانگین مقدار مواد شیمیایی در چوب‌های مختلف عبارتند از: سلولز ۴۰-۵۰ درصد،

جدول ۲- درصد میانگین ترکیبات شیمیایی گونه بید سیاه

فاکتور اندازه گیری شده	میانگین	انحراف از معیار (نمونه)
سلولز (درصد)	۴۰	۰/۳۲
همی سلولز (درصد)	۳۰	۰/۲۵
لیگنین (درصد)	۲۳	۱/۱۵
مواد استخراجی (درصد)	۴	۰/۳۵
خاکستر (درصد)	۱/۸	۰/۱۰

ارزیابی خمیرکاغذ حاصل از فرایند سودا و کرافت

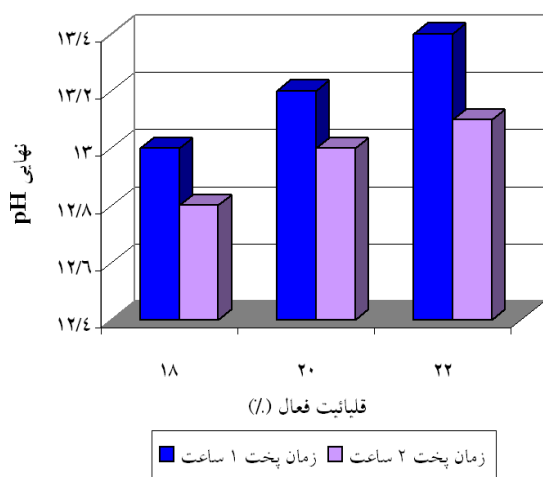
جدول ۳ حاصل ارزیابی دو روش پخت خمیرکاغذ چوب درخت بید سیاه است.

جدول ۳- نتایج حاصل از پخت خمیرکاغذ با فرایندهای کرافت و سودای بید سیاه

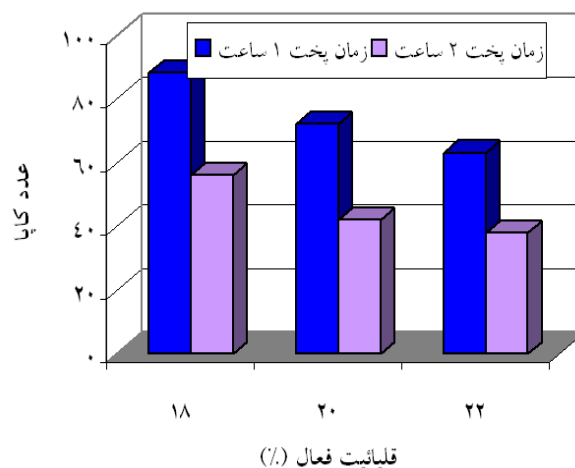
فرایند	زمان پخت (ساعت)	قلیائیت فعال (%)	راندمان خمیرکاغذ (%)	عدد کاپا	pH نهایی مایع پخت
کرافت	۱	۲۰	۵۳/۱۰	۶۵	۱۳
	۲	۲۲	۵۰/۶۱	۳۵	۱۳/۲
	۱	۱۸	۵۱/۶۱	۴۵/۲	۱۲
	۲	۲۰	۴۹/۱۰	۴۰	۱۲/۵
	۱	۲۲	۴۵/۲۰	۲۸	۱۳
	۲	۱۸	۵۵/۵۶	۸۸/۶	۱۳
سودا	۱	۲۰	۵۷/۴۹	۷۲/۶	۱۳/۲
	۲	۲۲	۵۴/۳۸	۶۴/۱	۱۳/۴
	۱	۱۸	۵۵/۱۵	۵۹/۳	۱۲/۸
	۲	۲۰	۵۲/۱۳	۴۳	۱۳
		۲۲	۴۹	۳۰	۱۳/۱

به دلیل بالا بودن درصد مواد شیمیایی مقدار قلیائیت باقیمانده می تواند لیگنین را بدون اینکه واکنش تراکمی به دنبال داشته باشد حل نماید. از طرفی چون در مراحل اولیه پخت تخریب کربوهیدرات ها بیشتر از لیگنین است بنابراین کاهش درصد قلیائیت فعال در مرحله اولیه پخت بیشتر مربوط به انحلال مواد استخراجی و کربوهیدرات ها می باشد

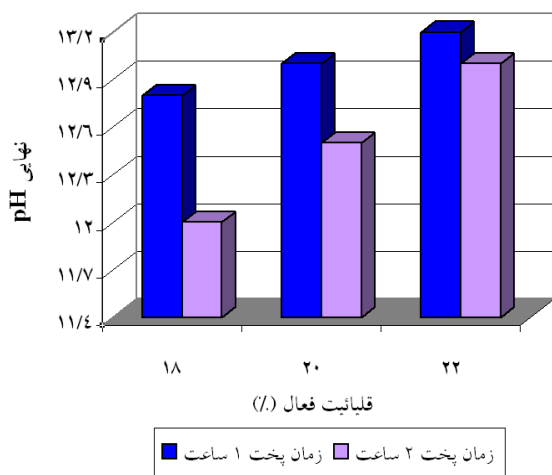
تا انحلال لیگنین. در شرایط پخت یکسان لیگنین زدایی انجام شده در فرایند کرافت بیشتر از فرایند سودا می باشد و برای دستیابی به لیگنین زدایی بیشتر باید درصد مواد شیمیایی بیشتری را در زمان های طولانی تر مصرف کنیم که در این صورت کاهش بازدهی اجتناب ناپذیر است.



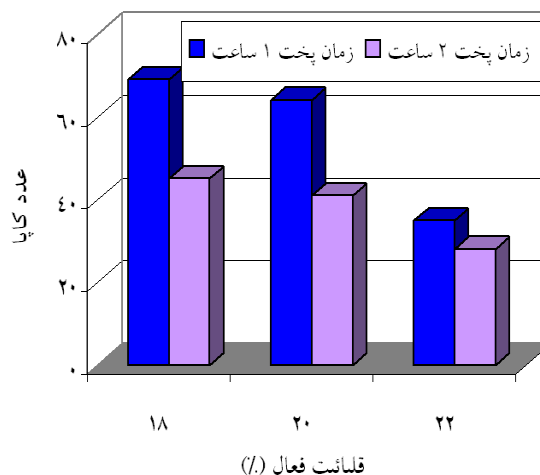
شکل ۳- رابطه فرایند سودا و pH نهایی خمیر حاصل با زمان پخت



شکل ۱- رابطه فرایند سودا و عدد کاپا خمیر حاصل با زمان پخت



شکل ۴- رابطه فرایند کرافت و pH نهایی خمیر حاصل با زمان پخت



شکل ۲- رابطه فرایند کرافت و عدد کاپا خمیر حاصل با زمان پخت

ساختار یکنواخت ساخته شود. بنابراین با توجه به اثرات گوناگون پالایش بر روی کلیه خصوصیات و ویژگی‌های کاغذ، عمل پالایش باید به نحوی انجام شود تا مقاومت‌های کاغذ به حداکثر برسد و در عین حال حداقل اثرات منفی بر

آزمایش‌های مقاومت کاغذ کاغذ ساخته شده از الیاف پالایش نشده متخلخل است، سطح آن زبر و ناهموار می‌باشد و ساختار نامناسبی دارد، بعکس پالایش باعث می‌شود تا کاغذ محکم، متراکم و با

خصوصیات کاغذ نهایی است. همان طور که ذکر شد تمام خمیر کاغذهای حاصل تا درجه روانی (ml)C.S.F. 360 ± 60 پالایش می شوند، و زمان پالایش برای خمیرهای مختلف متفاوت می باشد. در این تحقیق همچنین مشاهده گردید که زمان پالایش در خمیر کاغذهایی که لیگنین بیشتر داشته اند زیادتر بوده است.

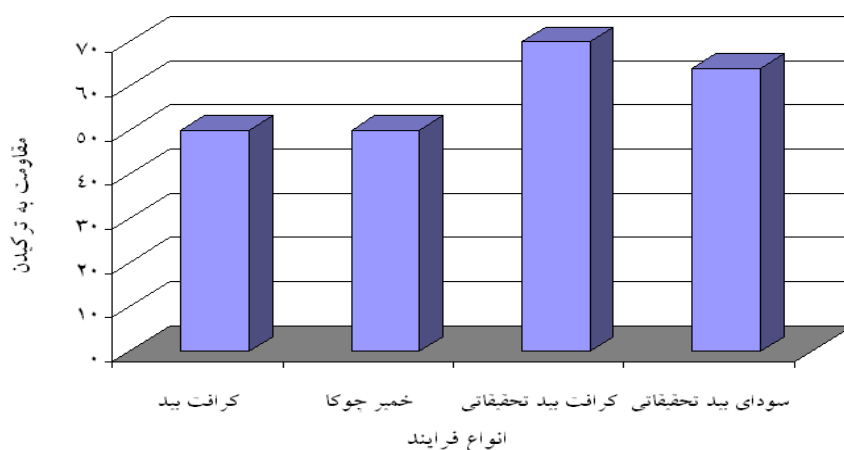
روی الیاف و کاغذ حاصل داشته باشد. البته این کار پیچیده بوده و به مهارت زیادی احتیاج دارد و با توجه به نوع خمیر، نوع دستگاه پالایشگر، شرایط فرایند و نوع کاغذ مورد نظر تعیین و تنظیم می شود. البته برای تعیین میزان پالایش و کنترل آن سنجش درجه روانی به طور گسترده ای در صنایع کاغذ به کار می رود و مبنایی برای تخمین

جدول ۴- خواص فیزیکی و مقاومتی کاغذهای دست ساز کرافت با اختلاط بید سیاه و مخلوط پهن برگان

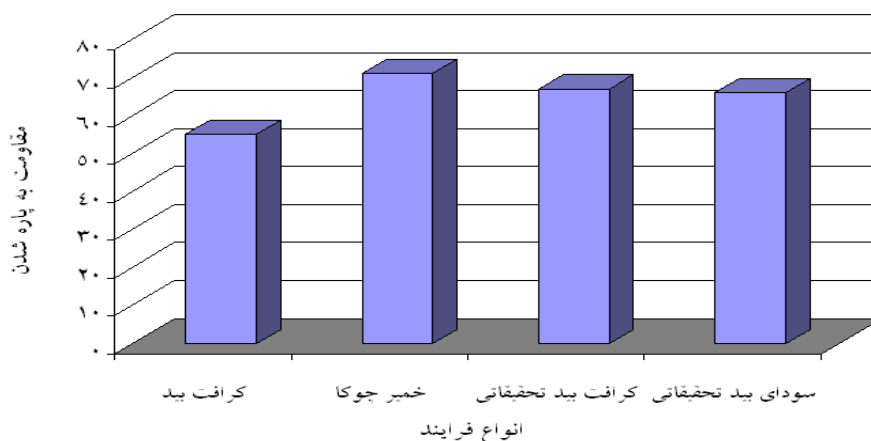
زمان پخت	زمان پالایش دقیقه	درجه روانی قبل از پالایش (ml)	درجه روانی بعد از پالایش (ml)	عدد کاپا	درصد اختلاط	مقاومت به ترکیدن	مقاومت به پارگی	مقاومت به تا شدن	مقاومت به پاره شدن
					۱۰۰	۶۷	۶۳/۵	۴۱۰	۸۱۹۵
	۶	۷۴۰	۳۹۰	۶۸	۵۰/۵۰	۶۰	۶۰	۲۴۰	۷۸۲۰
					۷۵/۲۵	۵۱/۵	۵۸	۲۰۰	۷۲۰۰
					۱۰۰	۶۸	۶۵	۴۷۰	۸۲۸۰
۱	۴/۲۰	۷۱۰	۳۷۰	۶۵	۵۰/۵۰	۵۹	۶۰	۲۷۰	۷۸۳۰
					۷۵/۲۵	۵۳	۵۸	۲۲۰	۷۳۰۰
					۱۰۰	۶۶	۶۰	۴۴۰	۸۲۹۰
	۴/۱۵	۶۸۰	۳۴۰	۳۵	۵۰/۵۰	۶۱	۶۰/۵	۳۴۰	۷۹۰۰
					۷۵/۲۵	۵۴	۶۹	۲۳۰	۷۳۳۰
					۱۰۰	۶۹	۶۵	۶۲۰	۸۲۷۰
	۵	۷۲۰	۳۷۵	۴۵/۲	۵۰/۵۰	۵۸	۶۳	۴۰۰	۷۹۵۰
					۷۵/۲۵	۴۹	۶۰/۵	۲۷۰	۶۹۲۰
					۱۰۰	۶۹	۶۵/۸	۶۵۰	۸۴۲۰
۲	۴/۱۵	۷۰۰	۳۵۰	۴۰	۵۰/۵۰	۵۹	۶۳	۴۱۰	۷۹۷۰
					۷۵/۲۵	۵۲	۶۱	۳۰۰	۷۰۰۰
					۱۰۰	۷۰	۶۷	۶۷۰	۸۶۰۰
	۴	۶۵۰	۳۳۰	۲۸	۵۰/۵۰	۶۰	۶۶	۴۹۰	۷۹۹۰
					۷۵/۲۵	۵۵	۶۲	۳۴۰	۷۳۰۰

جدول ۵- مشخصات درجه‌روانی و زمان پالایش و خصوصیات مقاومتی کاغذهای دست‌ساز ۶۰ گرمی حاصل از فرایندهای مختلف

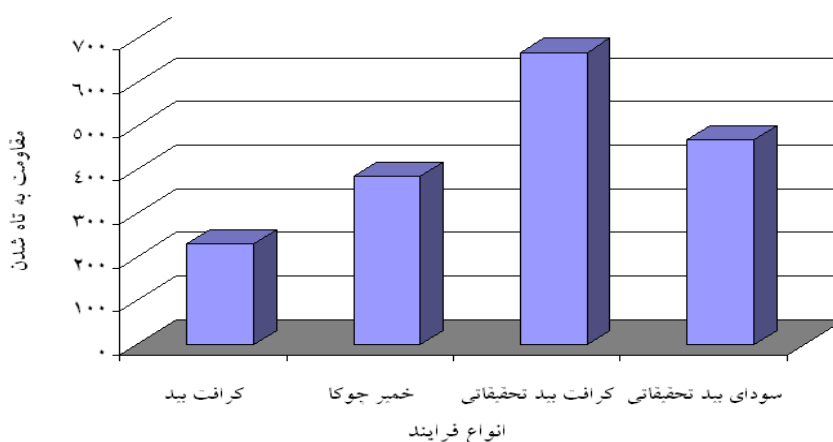
فرایند	زمان پخت	قلیائیت فعال (%)	زمان پالایش دقیقه	درجه‌روانی قبل از پالایش (ml)	درجه‌روانی بعد از پالایش (ml)	عدد کاپا	مقاومت به ترکیدن	مقاومت به پارگی	مقاومت به تا شدن	مقاومت به پاره شدن
کرافت	۱	۲۰	۴/۲۰	۷۴۰	۳۹۰	۶۸	۶۷	۶۳/۵	۴۱۰	۸۱۹۵
		۲۲	۴/۱۵	۶۸۰	۳۴۰	۳۵	۶۶	۶۰	۴۴۰	۸۲۹۰
	۲	۲۰	۴/۵	۷۰۰	۳۵۰	۴۰	۶۹	۶۵/۸	۶۵۰	۸۴۲۰
		۲۲	۴	۶۵۰	۳۳۰	۲۸	۷۰	۶۷	۶۷۰	۸۶۰۰
		۱۸	۶	۷۵۰	۳۹۰	۸۸/۶	۵۹	۶۰	۲۹۰	۷۹۴۰
		۲۰	۵/۳۰	۷۴۰	۳۹۰	۷۲/۶	۶۴	۶۱	۴۱۰	۸۰۰۰
سودا		۲۲	۵/۱۵	۷۳۰	۳۷۰	۶۴/۱	۶۳	۶۵	۳۳۰	۸۰۱۰
		۱۸	۴/۳۰	۷۰۰	۳۵۰	۵۹/۳	۶۳/۱	۵۸	۴۴۰	۸۲۳۰
	۲	۲۰	۴/۱۰	۶۷۵	۳۵۰	۴۳	۶۴/۲	۶۴	۴۵۰	۸۳۳۰
کرافت چوکا		۲۲	۴	۶۲۰	۳۳۰	۳۰	۶۴/۳	۶۶/۷	۴۷۰	۸۵۸۰
	-	۹۸/۸	-	-	۴۹۷	۷۸/۶	۵۰	۵۵	۲۳۰	۷۳۳۰
کرافت بید چوکا	-	۱۰۰	۱/۳۰	۴۴۰	۳۵۰	۶۵	۵۰	۷۱/۲	۲۸۶	۶۸۰۰



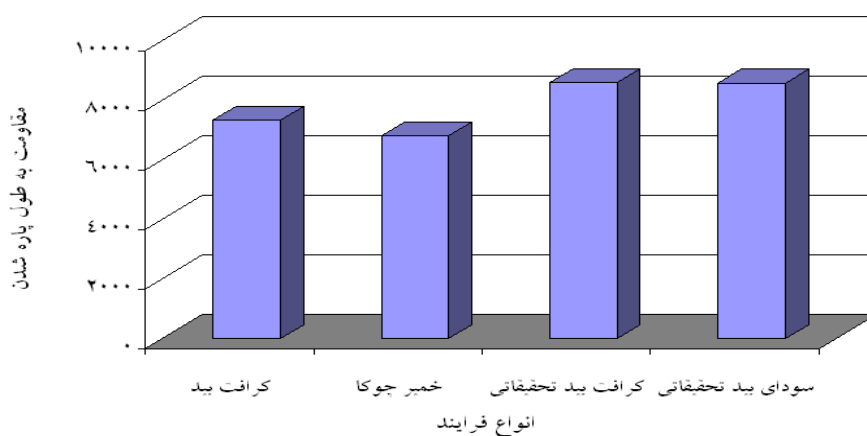
شکل ۵- مقایسه مقاومت به ترکیدن کاغذهای دست‌ساز



شکل ۶- مقایسه مقاومت به پار شدن کاغذهای دست‌ساز



شکل ۷- مقایسه مقاومت به تاشدن کاغذهای دست‌ساز



شکل ۸- مقایسه مقاومت به طول پار شدن کاغذهای دست‌ساز

بحث

به اینکه خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و آناتومیکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در خواص کاغذ تهیه شده می‌باشد، این خواص اندازه‌گیری گردید که در آن میانگین طول فیبر برابر

این تحقیق به منظور بررسی امکان استفاده از چوب درخت بید سیاه در صنایع خمیر کاغذسازی انجام شده است. با توجه

مورد فرایند سودای بید تحقیقاتی کاغذهای حاصل از پخت ۲ ساعته از لحاظ کلیه خصوصیات مقاومتی برتر از کاغذهای تهیه شده پخت یک ساعته بود و مقاومت به پارگی و تاشدن کاغذهای بدست آمده با سودسوزآور ۲۲٪ برتر از کاغذهای حاصل با سودسوزآور ۱۸٪ می باشد. مقاومت به ترکیدن و طول پاره شدن کاغذهای بدست آمده با سودسوزآور ۲۰٪ از کاغذهای حاصل با سودسوزآور ۲۲٪ و ۱۸٪ بیشتر بود. در فرایند مورد بررسی عامل های متغیر (قلیائیت فعال، سود سوزآور، زمان پخت و درصد اختلاط) فقط در مورد کرافت به طور مستقل در نظر گرفته شده است و اثر متقابل آنها بر روی یکدیگر بررسی نشده است.

مقاومت کاغذ دست ساز حاصل از فرایند ۱۰۰٪ خمیر کرافت بید تحقیقاتی از لحاظ خصوصیات مقاومتی (ترکیدن، طول پاره شدن و تاشدن) برتر از سایر فرایندها بوده است و کاغذ دست ساز فرایند کرافت بید چوکا از لحاظ مقاومت به پارگی در مقام بالاتری نسبت به سایر فرایندها قرار داشت که می توان آنرا مربوط به کیفیت پالایش با دستگاه های مدرن چوکا دانست.

منابع مورد استفاده

- Astm, 1990. Annual book of standard, vol. 04.09 wood, Easton, MD U.S.A
- Fakhryn, A., Hosseinzadeh, AS. And Golbabai, p., 1380. Chemical characteristics, physical Vanatvmyky deltoides clones 51/77. Vmrat Forest Research Institute, paper, wood and paper No. 15.
- Franklin, G. L. 1954. A rapid method of softening wood for microtome sectioning 8 Tropical Woods 88-36.
- Jahan Ltybary, A., Hosseinzadeh, A., 1373. Technologies pulp (Alkali Process), published by the Research Institute of Forests and Rangelands. Publication Number 97-1373.
- Pourmosa, Sh., 1377. Comparative study of the mechanical properties of paper-making process developed in two poplar clones (APMP). M.Sc., thesis Wood and Paper Science and Engineering, Tarbiat Modarres University.
- Ramezani, A., 1380. Study Mqays-hayy physical, chemical and alkaline peroxide mechanical pulp from poplar growing native species submit. MSc Thesis, Tehran University, Faculty of Natural Resources.
- Sabeti, h., 1387. Forests, Trees and shrubs of Iran, Yazd University
- Smook, G.A., 1982. Hand book for pulp and paper technologists, Joint Text book committee of the paper industry.
- TAPPI, test methods. 2006-2007. Technology Park/Atlanta

۱۱۰۰ میکرومتر، قطر فیبر ۳۰ میکرومتر، سلولز ۴۲، لیگنین ۲۸، همی سلولز ۳۰ و مواد استخراجی ۴ درصد بدست آمد. همچنین دانسیته خشک آن حدود $0.35/g/cm^3$ و بالک دانسیته آن $150 kg/m^3$ بوده است. به طوری که این عوامل در تعیین مقدار مواد شیمیایی مصرفی در فرایندهای مختلف پخت و پیش بینی مقاومت های کاغذهای تهیه شده ما را یاری خواهد نمود. البته استفاده از درصد های بالای مواد شیمیایی بیش از ۱۸٪ علاوه بر مصرف مواد شیمیایی جهت انحلال مواد استخراجی و کربوهیدرات ها که در مراحل اولیه رخ می دهد میزان غلظت مواد شیمیایی باقیمانده به حدی است که باعث کاهش قابل ملاحظه ای از مقدار لیگنین می شود و در نتیجه تحت شرایطی نسبت انحلال لیگنین به کربوهیدرات ها افزایش می یابد. در هر دو فرایند انتخابی یعنی سودا و کرافت با افزایش مدت زمان پخت عدد کاپا و بازدهی کاهش می یابد و لیگنین زدایی افزایش پیدا می کند. با توجه به متغیر بودن قلیائیت فعال و سود سوزآور هر چه میزان قلیائیت فعال و سودسوزآور افزایش می یابد میزان لیگنین زدایی نیز افزایش را نشان می دهد.

خمیر کاغذهای حاصل از فرایند سودای بید سیاه تحقیقاتی از لحاظ رسیدن به درجه روانی (ml)C.S.F. 30 ± 36 با هم مقایسه می شوند، به طوری که بیشترین درجه روانی اولیه و زمان پالایش برای رسیدن به درجه روانی (ml)C.S.F. 30 ± 36 مربوط به پخت یک ساعته با سودسوزآور ۱۸٪ و کمترین آن متعلق به پخت ۲ ساعته سودا با سودسوزآور ۲۲٪ بدست آمد.

بعد از رساندن کلیه خمیرهای سودا و کرافت بید تحقیقاتی به درجه روانی (ml)C.S.F. 30 ± 36 کاغذهای دست ساز با گرماژ $60 g/cm^2$ از خمیر کاغذهای تهیه و خواص فیزیکی و مقاومتی کاغذهای دست ساز آنها با هم مقایسه شد. نتایج بدست آمده نشان می دهد که از نظر کلیه خواص مقاومتی کاغذ تهیه شده به روش کرافت بید تحقیقاتی در پخت ۲ ساعته برتر از پخت خمیر یک ساعته بوده است؛ در ضمن کاغذهای بدست آمده از قلیائیت فعال ۲۲٪ از لحاظ کلیه خصوصیات مقاومتی کاغذ برتر از کاغذهای حاصل از قلیائیت فعال ۱۸٪ می باشد.

کاغذ تهیه شده از ۱۰۰٪ بید تحقیقاتی به روش کرافت از نظر کلیه مقاومت ها در سطح بسیار بالایی نسبت به کاغذهای حاصل از اختلاط ۲۵٪ خمیر کرافت بید تحقیقاتی است. در

Comparing the soda and kraft delignification performance and the pulping yield of *Salix nigra* wood

Karami motaghi, L.¹, Hosseinkhani, H.² and Golbabaie, F.^{3*}

1- PhD, student of Wood and Paper Sciences and Technology Department, University of Hamburg, Germany

2- Faculty member, Wood Science and Its Products Research Division, Iran Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

3*- Corresponding Author, Faculty member, Wood Science and Its Products Research Division, Iran Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, Email: golbabaie@rifr-ac.ir

Received: Dec., 2013

Accepted: April, 2014

Abstract

In this study, the properties of hand sheets from *Salix nigra* wood kraft and soda pulp were investigated. Average dry and bulk density of this wood were determined as 0.35 and 150 kg/m³ and the average fiber dimension including fiber length, fiber diameter were measured as 1100 and 30 μm, respectively. The chemical compositions were determined as cellulose 42%, lignin 28% and extractive 4%. Wood was pulped using both Kraft (Sulfate) and soda process. Pulp were refined to 360 ±60 ml CSF and then hand sheets were prepared using a combination of different percentages of hardwood pulps and the pulp produced in this investigation. Fiber dimensions, physical properties and chemical composition and the pulping yields were compared using mean and standard deviation as defined in randomized complete block design experiment. Duncan multiple range test was used for grouping the averages. The paper strengths of the pulps produced using two hour cooking showed better results than one hour cooking time, and the paper strengths of the pulps produced using 22% alkali show better result than 18%. Also the strength of the hand sheets with 100% produced pulps showed better result than hand sheets with 25% hardwood pulp (100% contained only kraft pulp of *salix nigra*). The results indicated that Kraft pulp from *salix nigra* wood will provide suitable pulp to be mixed with short fiber hardwood pulp.

Key words: *Salix nigra*, kraft process, soda process, alkaline, kappa number.