فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۶، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۲۴۲-۲۳۲، (۱۳۹۰)

اثر میزان قلیاییت در لیگنین‌زدایی با اکسیژن خمیرکاغذ سودا– آنتراکینون از کارتن‌های کنگره‌ای کهنه (OCC)

محمدعلی آزادفر[۱]، ربیع بهروز[۲] و احمدجهان لتیباری[۳*]

۱-کارشناس ارشد مهندسی صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تربیت مدرس دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، نور
۲-استادیار و مدیر گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تربیت مدرس دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، نور
۳*-مسئول مکاتبات، دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، کرج، ایران.
پست الکترونیک: latibari_24@yahoo.com

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۸۹

چکیده

تأثیر لیگنین‌زدایی با اکسیژن به‌عنوان یک فرایند دوستدار محیط‌زیست، بر روی خمیرکاغذ سودا – آنتراکینون از کارتن‌های کهنه باطله (OCC) بررسی شد. لیگنین‌زدایی با اکسیژن در چهار سطح قلیاییت۲، ۳، ٤ و ٦ درصد انجام گرفت و تأثیر مقدار قلیایی بر روی عدد کاپا، بازده، روشنی و ماتی و همچنین مقاومت به کشش، مقاومت به پاره شدن و ترکیدن تعیین شد. روشنی کاغذ دست‌ساز (٦٠ gr/m^2) از این خمیرکاغذ نسبت به نمونه مشابه از خمیرکاغذ سودا – آنتراکینون افزایش زیادی نشان داد. اما در اثر این فرآوری، ماتی کاغذها به طور جزئی کاهش پیدا کرد. همچنین فراوری با اکسیژن باعث افزایش مقاومت به پاره‌شدن و کاهش مقاومت به کشش و مقاومت به ترکیدن کاغذها شد. به طوری که افزایش روشنی (٤درصدISO) و دستیابی به بازده (٦٧ درصد) در اثر اعمال فرآوری با اکسیژن بر روی خمیرکاغذ سودا – آنتراکینون، این فرآوری را به‌عنوان روش مناسب به‌منظور آماده‌سازی خمیرکاغذ سودا – آنتراکینون برای مرحله رنگ‌بری، متعاقب آن همراه با حفظ بیشتر کربوهیدرات‌ها معرفی کرده است. معادلات نرمال‌سازی حاصل از نتایج به دست‌آمده نشان داد که، لیگنین‌زدایی با اکسیژن با استفاده از ۳ درصد هیدروکسیدسدیم با کمی اختلاف بیشترین امتیاز را به دست آورده و به‌عنوان مناسب‌ترین فراوری در بین شرایط مورد بررسی انتخاب و معرفی شده است.

واژه‌های کلیدی: لیگنین‌زدایی، اکسیژن، سودا – آنتراکینون، عدد کاپا، معادله نرمال‌سازی،کارتن‌های کهنه باطله (OCC).

مقدمه

امروزه صنایع کاغذسازی، در کشورهای مختلف، به‌ویژه کشورهایی مانند ایران که سطح ناچیزی از آنها پوشیده از جنگل است، برای تأمین مواد اولیه و کاهش فشار بر مصرف چوب، در پی یافتن و به‌کارگیری سایر منابع الیاف سلولزی نظیر باگاس، کاه و کلش، نی و نیز بازیابی الیاف سلولزی مصرف شده (کاغذ باطله) است. استفاده از کاغذهای باطله علاوه بر مزیت‌های اقتصادی در تأمین الیاف کاغذسازی، کاهش فشار بر جنگل‌ها و استفاده بهینه از پسماندها و حفظ محیط زیست را نیز در

بر خواهد داشت(جلال، ۱۳۶۸).

با در نظر گرفتن محدودیت منابع مواد اولیه تولید خمیرکاغذ و کاغذ و پُرهزینه بودن این مواد و روش‌های تولید خمیر کاغذ از چوب و سایر منابع الیافی، توجه به بازیافت کاغذهای استفاده شده و برگرداندن این منبع الیاف ارزان قیمت به خط تولید و همچنین بهبود ویژگی‌های خمیرکاغذ تولید شده از این الیاف، اهمیت پیدا می‌کند. استفاده مجدد از کاغذهای باطله، تولید محصولات مرغوب‌تر و با ارزش افزوده بیشتر، با استفاده از فناوری مناسب، هدفی اساسی در فرایند تهیه خمیر کاغذسازی است. در کشور ایران نیز یکی از مواد الیافی قابل دسترس، به صورت کاغذهای باطله حاصل از کارتن‌های مورد استفاده در بخش بسته‌بندی، یا به عبارتی کارتن‌های کهنه باطله (OCC)[1] است که از پُرمصرف‌ترین انواع کاغذها به‌شمار می‌آیند. میزان تولید و مصرف این نوع مقوا در جهان، با توجه به انعطاف‌پذیری مناسب آن در کاربردهای روزمره مانند ساخت جعبه‌های حمل مواد غذایی، به سرعت افزایش یافته است. به طوری که بزرگترین کشورهای تولیدکننده این نوع مقوا : ایالات متحده، ژاپن، چین، آلمان و فرانسه می‌باشند(FAO، ۲۰۱۰).

استفاده از روش‌های مکانیکی یا شیمیایی برای افزایش کیفیت الیاف این نوع کاغذها، مصرف‌کنندگان را قادر به استفاده از این الیاف در کاغذهای مرغوب‌تر کرده و ارزش افزوده بیشتری را ایجاد نموده است. البته الیاف بازیافتی اساساً ویژگی‌های کاملاً متفاوت و ضعیف‌تری نسبت به الیاف بکر(دست اول) دارند. به‌عنوان مثال ویژگی‌های کاغذ لاینر بازیافتی به خوبی کاغذ کرافت بکر (با وزن پایه یکسان) نیست (Fahey و Bormett ، ۱۹۸۲). بنابراین، روش‌های مورد استفاده به منظور تولید یک خمیرکاغذ با کیفیت بالا از یک ماده اولیه الیافی با کیفیت پایین باید کاملاً گزینشی و مؤثر باشد.

Nguyen(۱۹۹٤)، در تحقیقی در رابطه با تأثیر لیگنین‌زدایی با اکسیژن الیاف OCC بازیافت شده عنوان کرد، که تأثیر سه مرحله‌ای اکسیژن بر روی الیاف می‌تواند تا بیش از ۵۰ درصد از لیگنین آن را حذف کرده و خمیرکاغذی مناسب رنگبری نهایی تولید نماید. Simard و همکاران (۱۹۹٦)، استفاده از پراکسید هیدروژن در دمای بالا را بر روی الیاف OCC آزمایش کرده‌اند. در اثر این فرآوری مقدار قابل ملاحظه‌ای از کربوهیدرات‌ها از الیاف خارج شدند و بازده به شدت کاهش یافت. ولی نتایج این تحقیق نشان داد که فرآوری با اکسیژن قبل از پراکسید هیدروژن می‌تواند باعث کاهش مصرف پراکسید گردد، اما روشنی خمیرکاغذ نهایی نیز به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

با توجه به این که گاز اکسیژن عاری از هر گونه آلودگی بود و دوستدار محیط زیست است و اکسید کننده لیگنین با انتخابگری مناسب (به ویژه تا حد ۵۰ درصد لیگنین زدایی) می‌باشد، این تحقیق، با هدف بررسی تأثیر فرآوری اکسیژن با قلیاییت‌های مختلف بر روی خمیرکاغذ سودا – آنتراکینون حاصل از کارتن‌های کهنه و هم چنین انتخاب بهترین مقدار قلیاییت برای لیگنین‌زدایی با اکسیژن انجام شد.

مواد و روشها

آماده سازی ضایعات کارتن

کارتن‌های کهنه از سطح شهر جمع آوری شدند و

1- Old Corrugated Containers

پس از جدا کردن قسمت‌های چاپی و چسب، جهت جلوگیری از برش الیاف، کارتن‌ها با دست به قطعات کوچک یکسان تبدیل گشتند. به منظور جدا سازی الیاف کارتن‌ها و یکنواخت سازی مواد اولیه از دستگاه جدا کننده الیاف آزمایشگاهی با ۵۰۰۰ دور در دقیقه، استفاده شد.

لیگنین زدایی سودا-آنتراکینون

شرایط لیگنین‌زدایی اولیه شامل ۱۵٪ هیدروکسید سدیم، ۰/۱ ٪ آنتراکینون، دما ۱٦۰ درجه سلسیوس، زمان پخت ۹۰ دقیقه و نسبت مایع پخت به وزن خشک ماده اولیه ۱۰ : ۱ بود (آزادفر و بهروز، ۱۳۸۷).

کلیه پخت‌ها در یک دستگاه دیگ پخت تحقیقاتی مجهز به سه سیلندر دوار و با قابلیت تزریق اکسیژن انجام گرفت.

لیگنین‌زدایی با اکسیژن

لیگنین‌زدایی با استفاده از ۲، ۳، ٤ و ٦٪ پراکسید هیدروژن (بر مبنای وزن خشک ماده اولیه)؛ و چهار سطح ۲، ۳، ٤ و ٦٪ هیدروکسید سدیم به عنوان عوامل متغیر و ۰/۵٪ سولفات منیزیم (بر مبنای وزن خشک ماده)؛ فشار ٦ بار اکسیژن، دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس؛ زمان، ٦۰ دقیقه و درصد خشکی خمیرکاغذ معادل ۱۰٪ به عنوان ثابت انتخاب شده و هر پخت در ۳ تکرار انجام گرفت. پس از پایان پخت و تخلیه بخار از محفظه پخت، برای جداسازی مایع پخت باقیمانده از خمیر کاغذ و دست یابی به الیاف تمیز، شستشوی کامل خمیرکاغذها بر روی غربال با اندازه ۲۰۰ مش انجام گرفت.

درجه روانی کلیه خمیر کاغذهای تهیه شده در محدوده CSF ml ۲۵ ± ۵۱۵ بود. از این خمیر کاغذها با همین درجه روانی کاغذ دست ساز آزمایشگاهی (٦۰ گرم بر متر مربع) ساخته شد. پس از مشروط سازی کاغذ دست‌ساز، ویژگی‌های نوری و مقاومتی کاغذها بر اساس دستور العمل‌های Tappi به شرح زیر اندازه گیری شده است:

عدد کاپا: ۰٦ – ۲۳٦ om T؛ درجه روانی: ۰٤ – om ۲۲۷ T؛ تهیه کاغذ دست ساز: ۰٦ –sp ۲۰۵ T؛ وزن پایه: ۰۸ – ٤۱۰ om T؛ مقاومت به کشش: ۰٦ – ٤۹٤ om T؛ مقاومت به پاره شدن: ۰٤ – ٤۱٤ om T؛ مقاومت به ترکیدن:

۰۲ – ٤۰۳ om T؛ روشنی: ۰۸ – ٤۵۲ om T؛ ماتی: ۰۸ – ٤۵۲ om T

تجزیه و تحلیل آماری

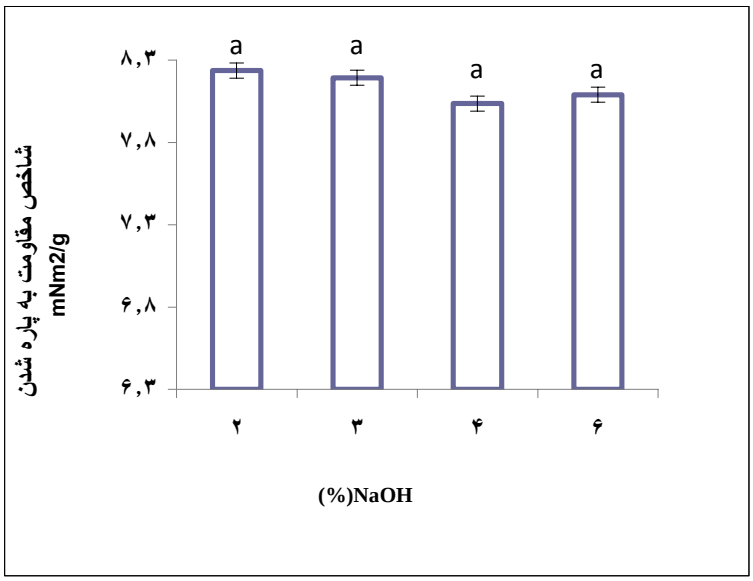
به منظورمقایسه ویژگی‌های خمیر کاغذهای ساخته شده با استفاده از درصدهای مختلف قلیایی (۲، ۳، ٤ و ٦ درصد) در لیگنین‌زدایی با اکسیژن، از آزمون تجزیه واریانس و برای گروه بندی میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. برای انتخاب بهترین تیمار از معادلات نرمال سازی با دو الگوی متفاوت استفاده شد.

نتایج

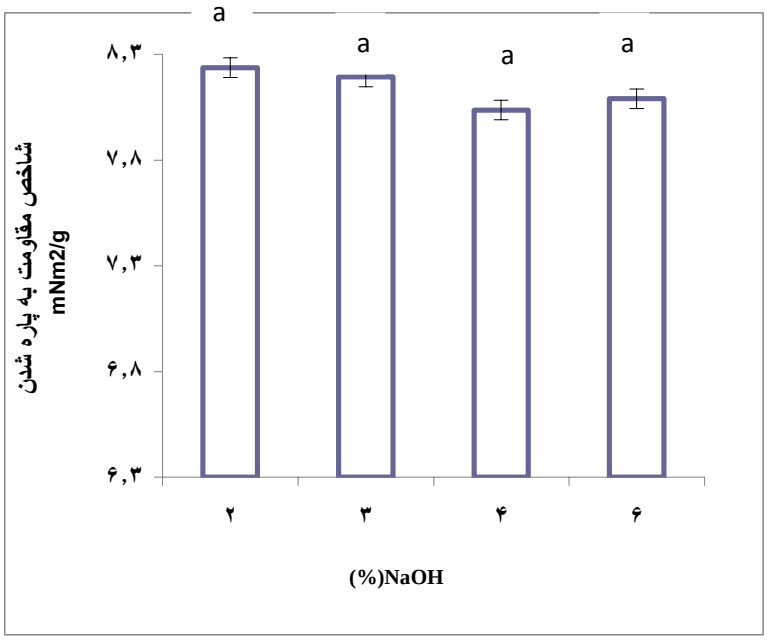
نتایج حاصل از اندازه گیری بازده، عدد کاپا و ویژگی‌های مقاومتی و نوری خمیرکاغذ OCC و Soda-AQ در جدول ۱ و شکل‌های ۱ تا ۵ ارائه شده است.

جدول۱- مقایسه ویژگی‌های خمیرکاغذ OCC و Soda-AQ پس از لیگنین‌زدایی مرحله اکسیژن

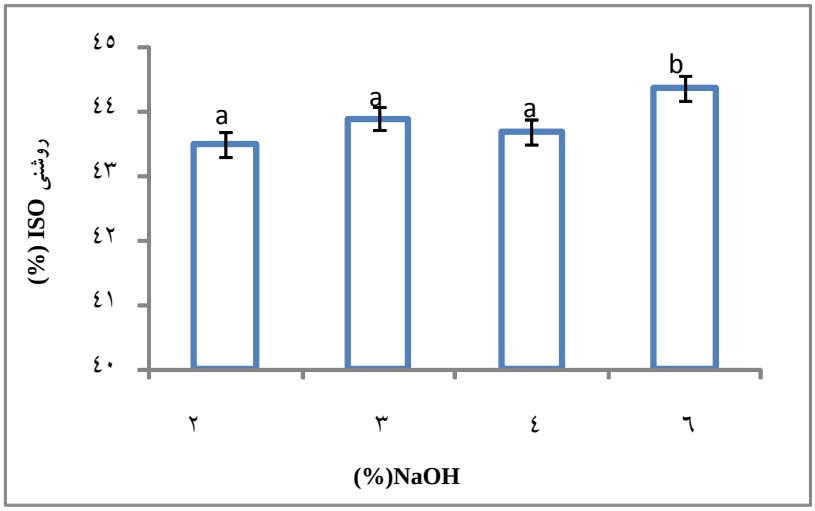
نوع خمیرکاغذ	شاخص مقاومت به پاره شدن (mNm^2/g)	شاخص مقاومت به کشش (Nm/g)	شاخص مقاومت به ترکیدن ($kPam^2/g$)	روشنی (ISO٪)	ماتی (درصد)	بازده (درصد)	عدد کاپا
OCC	٦/١٩	٢١/٨١	١/١١	٢٢/٥	٩٨/٩٠	١٠٠	٨٦
Soda-AQ	٧/٤١	٢٤/٩٤	١/٤٦	٣٤/٦	٩٨/٩٠	٧٥	١٧/٤



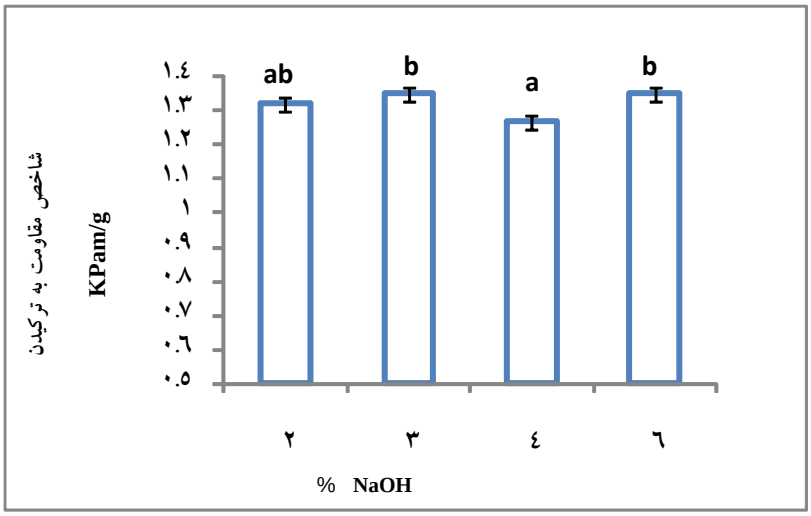
شکل۱ – اثر تغییر قلیاییت بر روی شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذ



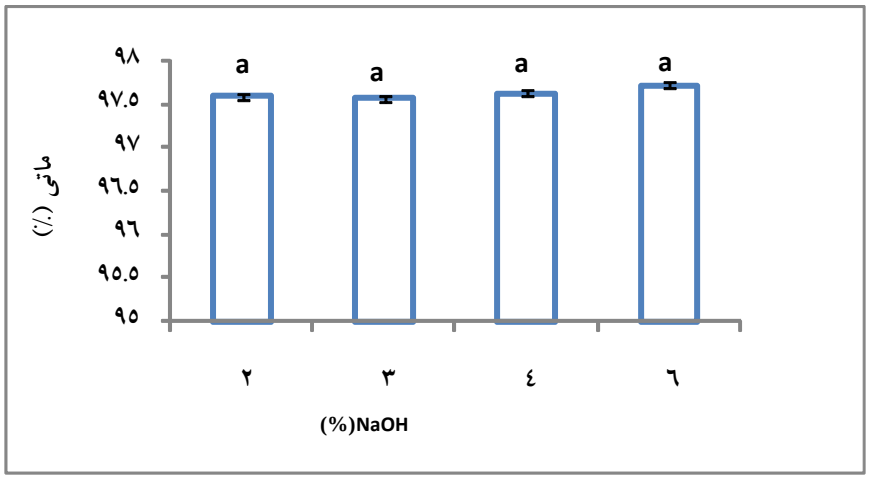
شکل ۲–اثر تغییر قلیاییت بر روی شاخص مقاومت به کشش کاغذ



شکل ۳- اثر تغییر قلیاییت روی روشنی کاغذ



شکل ٤ – اثر تغییر قلیاییت روی شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ



شکل ٥ – اثر تغییر قلیاییت روی ماتی کاغذ

بحث

ارزیابی عملکرد لیگنین‌زدایی اکسیژن در اثر تغییر قلیاییت روی ویژگی‌های مقاومتی و نوری کاغذ

تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین‌ها تاثیر سطوح مختلف استفاده از قلیایی را در لیگنین‌زدایی با اکسیژن بر روی ویژگی‌های مقاومتی و نوری کاغذهای دست ساز را مشخص نمود (جدول ۲).

جدول ۲ - تجزیه واریانس آزمون‌های به کار رفته در کاغذهای فرآوری شده با اکسیژن

ویژگی	اثر تغییر قلیاییت (درصد)	گروه بندی دانکن[1]	
		a	b
مقاومت به پاره شدن	ns	۲٪، ۳ ٪، ٤ ٪، ٦٪	
مقاومت به کشش	ns	۲٪، ۳ ٪، ٤ ٪، ٦٪	
مقاومت به ترکیدن	*	۲ ٪، ٤٪	۲٪، ۳ ٪، ٦٪
روشنی	*	۲٪ ، ۳ ٪، ٤٪	٦٪
ماتی	ns	۲٪، ۳٪، ٤ ٪، ٦ ٪	

۱- گروه بندی دانکن از کوچکترین میانگین به بزرگترین می باشد.

*معنی دار در سطح اعتماد آماری ۹۵ درصد.

ns عدم معنی دار بودن .

ویژگی‌های مقاومتی

عوامل متعددی بر مقاومت به پاره شدن کاغذ موثر هستند که مهمترین آنها عبارتند از طول الیاف، اتصالات بین الیاف، مقاومت ذاتی و زبری (Coarseness) الیاف(اسکات ،۱۳۸۱). مقدار لیگنین باقیمانده در خمیرکاغذ نیز بر مقاومت به پاره شدن اثر مهمی دارد و این ویژگی در اثر کاهش لیگنین، افزایش پیدا می کند (بادیک وجین، ۱۳۷٦).

در شکل۱ تغییرات شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذهای دست ساز بر اثر تغییرات درصد قلیاییت نشان داده شده است. در مورد خمیرکاغذ کرافت سوزنی برگ با عدد کاپای اولیه ۳۰ که توسط اکسیژن لیگنین‌زدایی شده بود، افزایش قلیاییت از ۱/٦ به ٤/٤ درصد اختلاف معنی داری در مقاومت به پاره شدن خمیرکاغذ ایجاد نکرده است که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد(Nguyen،۱۹۹٤). در اثر زیاد شدن میزان قلیایی فعال مایع لیگنین‌زدایی تغییر زیادی در این مقاومت بوجود نیامده است بلکه کمی کاهش نیز نشان می دهد که این پدیده، احتمالا ناشی از حذف لیگنین بیشتر و صدمه به ساختمان الیاف است.

همچنین باید عنوان کرد که عواملی نظیر مقدار و کیفیت اتصال الیاف به یکدیگر و طول الیاف بر مقاومت به کشش موثر هستند (اسکات، ۱۳۸۱). تغییرات شاخص مقاومت به کشش کاغذهای دست ساز بر اثر تغییر مقدار قلیایی نیز در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین افزایش در شاخص مقاومت به کشش در مصرف ۳ درصد قلیایی مشاهده می شود که احتمالاً در این میزان قلیایی تخریب سلولز کمتر بوده و اتصال بین الیاف بهتر صورت

گرفته است.

بر اساس جدول ۲، نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان می دهد که در سطوح مختلف قلیایی اختلاف معنی داری بین مقادیر شاخص مقاومت به ترکیدن وجود دارد. آزمون دانکن سطوح قلیاییت ۳ و٦ درصد را در گروه b، ٤ درصد را در گروه a و ۲ درصد را در گروه ab قرار داده است.

ویژگی‌های نوری

روشنی کاغذ از طریق حذف لیگنین و یا تغییر ساختار گروه‌های جاذب نور در لیگنین، افزایش می یابد (کرباسچی، ١٣٨٦). بر اساس شکل ۵ اختلاف در روشنی در حد یک درصد ISO می باشد که در صنایع کاغذسازی عملا بسیار جزیی و غیر قابل ملاحظه است. دلیل این موضوع می تواند مربوط به عدم اختلاف معنی دار در میزان لیگنین‌زدایی در سطوح مختلف قلیاییت باشد. نتیجه مشابهی نیز در مورد خمیرکاغذ کرافت سوزنی برگ گزارش شده است (Ngugen، ١٩٩٤). آزمون دانکن سطوح قلیاییت۲، ۳ و٤ درصد را در گروه a و ٦ درصد را در b قرار داده است(جدول ۲).

ماتی یک خاصیت مهم کاغذ به ویژه در کاغذهای روزنامه و چاپ و تحریر می باشد. طبق تئوری Kubelka – Munk هر عاملی که میزان پراکنش و میزان جذب نور را افزایش دهد ماتی را نیز افزایش خواهد داد. یکی از عوامل موثر روی میزان جذب و پراکنش نور و تغییر در ماتی کاغذ میزان لیگنین موجود در دیواره الیاف می باشد (کرباسچی، ١٣٨٦). شکل ۵ نشان می دهد که تغییر مقدار قلیایی تغییر قابل ملاحظه‌ای در میزان ماتی کاغذهای دست ساز ایجاد نکرده است. عدم اختلاف در میزان لیگنین‌زدایی در سطوح مختلف استفاده از قلیایی می تواند دلیلی بر عدم تغییر قابل ملاحظه در ماتی کاغذهای حاصل باشد.

آزمون نرمال سازی و رتبه بندی فرآوری‌های مختلف اکسیژن

از معادلات نرمال سازی به منظور رتبه بندی لیگنین‌زدایی با اکسیژن در سطوح مختلف قلیایی استفاده گردید. با توجه به نتایج حاصل از اندازه گیری ویژگی‌های نوری و مقاومتی کاغذهای دست ساز از خمیرکاغذ لیگنین‌زدایی شده با اکسیژن در چهار مقدار قلیاییت، معادلات نرمال سازی با توجه به درصد اهمیت (وزن دهی) هر یک از ویژگی‌ها محاسبه شده و بهترین تیمار بین آنها، با در نظر داشتن مجموع خواص نوری و مقاومتی تعیین گردید. به علاوه به منظور اطمینان از صحت نتایج حاصل از معادلات نرمال سازی در تعیین بهترین تیمار آزمایشی، اهمیت هر یک از خواص مورد بررسی در دو سطح در نظر گرفته شده است. ضرایب هر یک از ویژگی‌های مورد بررسی بر اساس رابطه ۱ در معادلات محاسبه شده است.

(رابطه۱) میانگین کلی ویژگی ÷ درصد اهمیت ویژگی = ضریب ویژگی

جدول ۳- درصد اهمیت خواص نوری و مکانیکی در محاسبه معادله نرمال سازی (الگوی ۱ و ۲)

ویژگی‌ها		مقاومت به ترکیدن (E)	مقاومت به کشش (D)	مقاومت به پاره شدن (C)	ماتی (B)	روشنی (A)
درصد اهمیت	الگوی ۱ (Y1)	۱۰	۲۰	۲۰	۲۰	۳۰
	الگوی ۲ (Y2)	۱۰	۱۵	۱۵	۲۵	۳۵

معادلات نرمال سازی محاسبه شده بر اساس الگوی ۱ و ۲ :

$Y_1 = 0/0246\ C + 0/00957\ D + 0/0763\ E + 0/00684\ A + 0/00204\ B$ **(رابطه ۲)**

$Y_2 = 0/0184\ C + 0/00718\ D + 0/0763\ E + 0/00798\ A + 0/00256\ B$ **(رابطه ۳)**

با توجه به میزان اهمیت تعریف شده در دو الگو و معادلات نرمال سازی مربوط به آن، رتبه بندی بر اساس آنها صورت گرفت. امتیازات بدست آمده از محاسبات در جدول ٤ آورده شده است. بر این اساس لیگنین‌زدایی با اکسیژن با استفاده از ۳ درصد قلیاییت بیشترین امتیاز را در مجموع خصوصیات نوری و مقاومتی به خود اختصاص داده و به عنوان بهترین تیمار در فرآوری با اکسیژن انتخاب گردید.

جدول ٤- رتبه بندی بر اساس الگوی اول (Y_1) و الگوی دوم (Y_2)

قلیاییت (درصد)	۲	۳	٤	٦
امتیازها ($\mathbf{Y_1}$)	۰/۹۹٦۱	۱/۰۰۹۲	۰/۹۸٦۱	۱/۰۰٥
امتیازها ($\mathbf{Y_2}$)	۰/۹۹٦۱	۱/۰۰۷۷	۰/۹۸۸	۱/۰۰٦۱

گزینندگی و میزان لیگنین‌زدایی فرآوری‌ها

عدد کاپا و بازده لیگنین‌زدایی با اکسیژن با ۳ درصد قلیایی به ترتیب ۸/٥ و ٦۷/٥ درصد بوده است. بر اساس نتایج بدست آمده بیشترین کاهش بازده و میزان لیگنین‌زدایی در مرحلهSoda-AQ اتفاق افتاده است. طی این مرحله ۲٥ درصد از مواد تشکیل دهنده دیواره الیاف OCC در مایع پخت حل شده است. البته تمام کاهش مشاهده شده مربوط به حذف لیگنین نبوده، بلکه بخشی از کربوهیدرات نیز از بین رفته‌اند. در این مرحله عدد کاپا از مقدار اولیه ۸٦ به ۱۷/٤ کاهش یافته است.

بر این اساس و با در نظر گرفتن ضریب تبدیل عدد کاپا به لیگنین معادل ۰/۱٦٦ (Mekee، ۱۹۷۱) در حدود ٤٥/٦ درصد از مواد خروجی از دیواره الیاف مربوط به خروج لیگنین یا به عبارتی گزینندگی بوده است. در حالی که میزان لیگنین در خمیرکاغذ OCC طی فراوری Soda-AQ از ۱٤/۳ درصد به ۲/۹ درصد کاهش یافته که در حدود ۷۹/۷ درصد لیگنین‌زدایی را نشان می دهد (جدول ٥).

از جدول ٥ مشاهده می گردد که طی فرآوری اکسیژن در حدود ۷/٥ درصد دیگر از مواد دیواره الیاف خارج شده است اما میزان لیگنین از ۲/۹ درصد به ۱/٤ درصد

کاهش یافته است. به عبارتی فرآوری اکسیژن توانسته است درحدود ۵۱ درصد لیگنین‌زدایی کند اما گزینش‌گری آن درحدود ۱۹/٦ درصد بوده است.

جدول ۵- گزینش گری و لیگنین‌زدایی فرآوری‌های مختلف

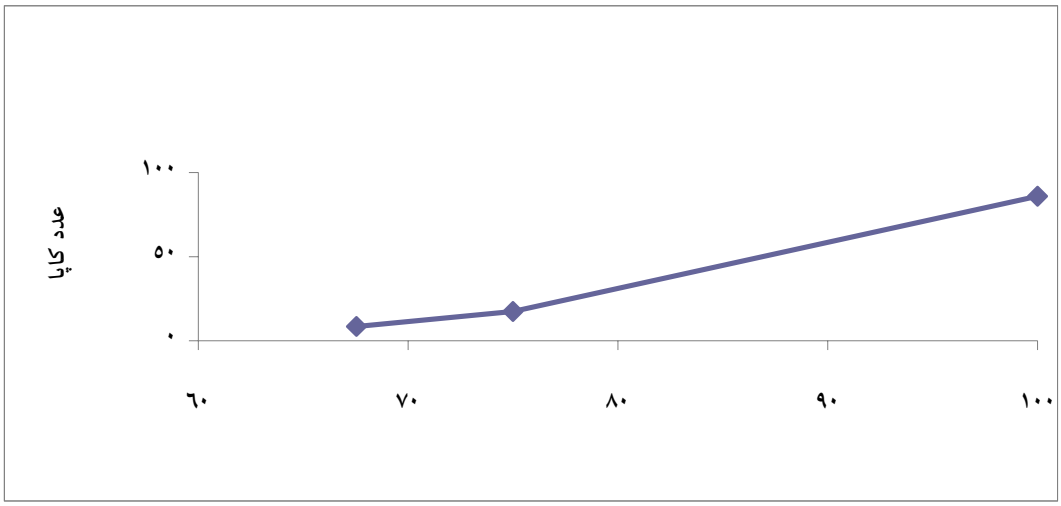
نوع خمیرکاغذ	خروج مواد از دیواره الیاف[1](٪)	خروج لیگنین از دیواره الیاف (٪)	میزان لیگنین باقی مانده در دیواره الیاف[2](٪)	گزینندگی (٪)	لیگنین‌زدایی (٪)
OCC	----------	----------	۱٤/۳	-------	-----
Soda-AQ	۲۵	۱۱/٤	۲/۹	٤۵/٦	۷۹/۷
O_2	۷/۵	۱/٤	۱/٤	۱۸/٦	۵۰/۹

۱- محاسبه خروج مواد بر مبنای ۱۰۰ در مورد خمیر OCC بود

۲- مبنای محاسبه میزان لیگنین در دیواره الیاف بر اساس ضریب تبدیل عدد کاپا به لیگنین معادل ۰/۱٦٦

این محاسبات نشان می دهد که با کاهش میزان لیگنین در دیواره الیاف، گزینندگی فرآوری‌ها نیز کاهش می یابد و نسبت خروج لیگنین به دیگر مواد دیواره (کربوهیدرات‌ها) کم می گردد. این نتیجه از آنجایی که میزان لیگنین در دیواره کاهش یافته و دسترسی مواد شیمیایی به کربوهیدرات‌ها جهت تخریب آنها بیشتر شده است، منطقی می باشد.

روند کاهشی بازده و عدد کاپا خمیرکاغذها تحت اثر فرآوری‌های مختلف در شکل ٦ آورده شده است. کاهش شیب خط از خمیرکاغذ OCC تا خمیرکاغذ لیگنین‌زدایی با اکسیژن نحو بارزی کاهش گزینندگی فرآوری‌های Soda-AQ و O_2 را نشان می‌دهد.



شکل ٦- رابطه فرآوری‌های متوالی سودا – آنتراکینون و اکسیژن، از نظر کاهش بازده– عدد کاپا

بحث

با وجود اثرگذاری معنی‌دار لیگنین‌زدایی با اکسیژن بر روی ویژگی‌های مقاومتی و نوری خمیرکاغذ سودا- آنتراکینون، تغییرات این اثر گذاری در مقادیر مختلف قلیاییت مورد استفاده (۲، ۳، ٤ و ٦ درصد) قابل ملاحظه و معنی دار نبوده است. بر اساس آزمون نرمال سازی و رتبه بندی، ۳ درصد هیدروکسید سدیم بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده و به عنوان تیمار برتر در فرآوری اکسیژن شناخته شد.

اثر گذاری لیگنین‌زدایی با اکسیژن بر روی ویژگی‌های مقاومتی خمیرکاغذ سودا- آنتراکینون معنی دار بوده است. اما تغییرات ایجاد شده در مقاومت به پاره شدن افزایشی و در مورد مقاومت‌های به کشش و ترکیدن کاهشی بوده است. به نظر می‌رسد که اکسیژن از طریق اثر بر کربوهیدرات‌ها و تأثیر بر روی گروه‌های هیدروکسیل (OH–) زنجیره‌های سلولزی و تبدیل آنها به گروه‌های کربوکسیل (COOH–) و نیز خروج همی سلولزهای دیواره الیاف، امکان اتصال بین الیاف را کاهش داده و باعث کاهش مقاومت‌هایی شده است که به شدت به کیفیت اتصال بین الیاف وابسته هستند.

لیگنین‌زدایی با اکسیژن توانسته است ماتی کاغذهای دست ساز را به طور معنی داری کاهش دهد و میزان این کاهش در حدود ۱/۳٤ درصد بوده است که با وجودی که کم شدن ماتی خمیر کاغذ یک عامل منفی در کاغذهای چاپ و تحریر است ولی این مقدار در مقیاس صنعتی قابل ملاحظه نمی‌باشد. روشنی کاغذ نیز تحت تأثیر این فرآوری به طور معنی داری از ۳٤/٦ به ٤۳/٦ درصد ISO (با ۳ درصد قلیاییت)، افزایش یافته است.

منابع مورد استفاده

-آزادفر، م. بهروز، ر.(۱۳۸۷). تولید خمیرکاغذ سودا – آنتراکینون از کارتن‌های کهنه بازیافتی (OCC)، مجموعه مقالات اولین همایش ملی تامین مواد اولیه و توسعه صنایع چوب و کاغذ کشور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۲ و۱۳ آذر ۱۳۸۷، صفحه ٤۳.

-اسکات، وای.، (۱۳۸۱). مبانی ویژگی‌های کاغذ، ترجمه افرا بند پی، ا.، نشر علوم کشاورزی، تهران، فصل اول و هفتم، ۳۹۲ صفحه.

-بادیک، ژ. جین، ب.، (۱۳۷٦). مکانیک چوب و فراورده‌های مرکب آن، ترجمه ابراهیمی، ق.، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۵۲۵.

-جلال، س.ر.،(۱۳٦۸)، استفاده بهینه از ضایعات کاغذی، مجموعه مقالات اولین سمینار جنگل و صنعت، انتشارات وزارت صنایع، آذرماه ۱۳٦۸، ص ۱۰-۱٤ .

-کرباسچی، ا.، (۱۳۸٦). بررسی امکان استفاده از خمیر CMP حاصل از مغز ساقه کنف برای جایگزینی نسبی با خمیر CMP پهن برگان داخلی در ساخت کاغذ روزنامه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی وعلوم دریایی.

-Fahey, D.J., Bormett D.W., (1982). Recycled Fibers in Corrugated Containers, TAPPI Journal, 65(10): 45-48

-Food and Agriculture Organization , United Nation, Statistics, 2010.

-McKee,R.C. (1971). Recycling of paper, P&P. Trade Journal. 155(21): 34.

-Nguyen, Xuan,T., (1994). Oxygen Delignification of Waste Cellulosic Paper Products, United States Patent, Patent Number: 5,302,244.

-Rallming, Y., Lucian, L. (2003). Oxygen Delignification Chemistry and Its Impact on Pulp Fibers, Journal of wood Chemistry and Technology, 23(1) : 13-29

-Simrad L., Nguyen X.T., (1996). On the Delignification of OCC with Hydrogen Peroxide, Proceedings, International Pulp Bleaching Conference, 10-13Feb.

The influence of alkalinity in oxygen delignification of Soda/AQ pulp from old corrugated container

Azadfar, M.A.[1], Behrooz, R.[2] and Jahan- Latibari, A.[3*]

1- M.Sc. in Wood and Paper Science and Technology, College of Natural Resources, University of Tarbiat Modares.
2- Assistant Prof. and Chairman, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, University of Tarbiat Modares.
3*- Corresponding author, Associate Prof, Department of wood and paper science and technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran ,Email: latibari_24@yahoo.com.

Received: Apr., 2010 Accepted: Dec., 2010

Abstract

The influence of oxygen delignification as an environmental friendly process, was investigated on Soda/AQ pulp from Old Corrugated Container (OCC) fibers. Oxygen delignification at four levels of alkali (2, 3, 4 and 6% based on OD weight of pulp) has been applied and the optimum alkalinity to reach optimum Kappa no, yield and brightness, opacity and strength based on 60 g/m^2 hand sheets were determined. The results indicated that application of oxygen delignification marginally reduced the opacity of the pulp. Tear strength increased where as tensile and burst strength decreased. Based on the comparison of the data from oxygen delignified pulp, it is concluded that oxygen can be utilized to improve the properties of soda-AQ pulp from OCC prepared for bleaching step. Carbohydrates are preserved while removing lignin. Normalized equations revealed that oxygen delignification at 3% alkali produced the best results.

Keywords: Oxygen delignification, soda/AQ, kappa no, normalization equation, OCC, strength.