



دانشگاه گیلان، دانشکده علوم و فنون

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هجدهم، شماره سوم، ۱۳۹۰

www.gau.ac.ir/journals

## ویژگی‌های خمیر کاغذ سولفیت قلیایی قابل رنگ بری از کارتن کنگره‌ای کهنه

\*احمد جهان لتیباری<sup>۱</sup> و فرشته حقیقت<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشیار گروه علوم صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، دانش‌آموخته

کارشناسی ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱

### چکیده

در این پژوهش ساخت خمیر کاغذ سولفیت قلیایی قابل رنگ بری از الیاف کارتن کنگره‌ای کهنه بررسی شده است. متغیرهای خمیر کاغذسازی شامل سه مقدار قلیابیت فعال (۱۴، ۱۶ و ۱۸ درصد وزن خشک ماده اولیه و بر مبنای  $\text{Na}_2\text{O}$ )، دو نسبت سولفیت سدیم به هیدروکسید سدیم (۵۰:۵۰ و ۷۰:۳۰)، چهار دمای پخت (۱۲۵، ۱۴۵، ۱۶۵ و ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد) و دو زمان پخت (۶۰ و ۱۲۰ دقیقه) مورد مطالعه قرار گرفته است. پس از انجام تیمارهای آزمایشی و ارزیابی نتایج مربوط به ویژگی‌های مقاومتی خمیر کاغذهایی که دارای کمترین عدد کاپا بودند، در نهایت خمیر کاغذ با عدد کاپا ۱۸/۳ و روشنی ۵۰/۱۷ درصد که با افزودن ۱۸ درصد قلیابیت فعال، نسبت سولفیت سدیم به هیدروکسید سدیم ۷۰:۳۰، زمان و دمای پخت به ترتیب ۱۲۰ دقیقه و ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد و با بازده ۶۴ درصد (بر مبنای وزن خشک الیاف بعد از شستشو) و ۷۲/۸ درصد (بر مبنای وزن خشک OCC اولیه) ساخته شده است، جهت مطالعه رنگ‌بری با استفاده از ترتیب رنگ‌بری کاملاً بدون کلر انتخاب گردید. ویژگی‌های خمیر کاغذ انتخابی شامل روشنی، ماتی، شاخص‌های مقاومت به کشش و مقاومت به پاره شدن به ترتیب ۵۰/۱۷ درصد، ۸۱/۳۶ درصد، ۲۷/۷۷  $\text{N.m/g}$  و ۱۲/۳۵  $\text{mN.m}^2/\text{g}$  اندازه‌گیری شد. رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن این خمیر کاغذ نشان داد که با استفاده از ۳ درصد پروکسید هیدروژن و ۲/۲۵ درصد هیدروکسید سدیم می‌توان به روشنی ۵۷/۱۴ درصد، ماتی ۷۸/۲۴ درصد رسید. بازده

\*مسئول مکاتبه: latibari\_24@yahoo.com

خمیر کاغذ رنگ‌بری شده معادل ۹۲ درصد (بر مبنای وزن خشک خمیر کاغذ قبل از رنگ‌بری) اندازه‌گیری شد. شاخص مقاومت به کشش و شاخص مقاومت به پاره شدن این خمیر کاغذ به ترتیب  $27 \text{ N.m/g}$  و  $12/45 \text{ mN.m}^2/\text{g}$  اندازه‌گیری شد.

**واژه‌های کلیدی:** کارتن کنگره‌ای کهنه، سولفیت قلیایی، قلیابیت فعال، رنگ‌بری، مقاومت

### مقدمه

رشد روز افزون تولید و مصرف جهانی کاغذ و مقوا و محدودیت در منابع تامین ماده لیگنوسلولزی تولید این محصولات، جستجو برای یافتن منابع ماده اولیه جدیدتر و کمتر استفاده شده را اجتناب ناپذیر کرده است. با وجودی که از زمان ابداع، کاغذ از الیاف گیاهی غیر چوبی و بازیافت تهیه شده است (مک‌کینی، ۱۹۹۵)، ولی با رشد مصرف و تولید محصولات کاغذی، این منابع قادر به تامین نیازهای تولید نبودند و بنابراین صنعت به سوی استفاده از منابع ماده اولیه چوبی که به فراوانی در دسترس بود رهنمون شد. به‌رغم این که برای سالیان متمادی در اثر فراوانی چوب مشکلی در تامین ماده اولیه لیگنوسلولزی تولید کاغذ وجود نداشت، ولی از اواسط قرن بیستم میلادی در اثر محدود شدن پتانسیل تولید چوب و همچنین رشد مصرف و تولید کاغذ و محصولات کاغذی از حدود ۳۲۴ میلیون تن در سال ۲۰۰۰ به حدود ۳۷۳ میلیون تن در سال ۲۰۰۹، این صنعت با محدودیت تامین ماده اولیه چوبی روبرو شد (سازمان غذا و کشاورزی، ۲۰۱۰) و پژوهش در زمینه استفاده از منابع چوبی کمتر استفاده شده مانند چوب‌های جنگل‌های حاره‌ای و الیاف گیاهی غیرچوبی و همچنین بازیافت کاغذ باطله و ارتقاء و توسعه فرآیندهای جدید ضروری شد (اتچیسون، ۱۹۹۸).

در سال‌های اخیر بازیافت کاغذ رشد قابل توجهی داشته و میزان بازیافت کاغذ در سطح دنیا از حدود ۱۵۰ میلیون تن در سال ۲۰۰۰ به حدود ۱۸۸ میلیون تن در سال ۲۰۰۹ رسیده است (سازمان غذا و کشاورزی، ۲۰۱۰). در این زمینه به‌طور عمده دو مسیر؛ ۱- بازیافت کاغذهای قابل جوهرزدایی و تولید کاغذی مشابه کاغذ قبل از چاپ و ۲- بازیافت کاغذ بدون جوهرزدایی مانند بازیافت کارتن کنگره‌ای کهنه و محصولات مشابه و تولید کاغذ از آن پی‌گیری شد و در حال حاضر نیز از موفقیت قابل توجهی برخوردار است. به علاوه اخیراً، نگرش جدیدی در بازیافت کاغذهای باطله قهوه‌ای مانند

کارتن کنگره‌ای کهنه (OCC)<sup>۱</sup> شامل لیگنین‌زدایی و رنگ‌بری جهت تولید کاغذ چاپ و تحریر و درجات مشابه گسترش یافته است.

در این زمینه دی‌روو و همکاران (۱۹۸۶) از فرایند لیگنین‌زدایی اکسیژن - قلیایی برای تولید خمیر کاغذ قابل رنگ‌بری از کارتن کنگره‌ای کهنه بهره‌جسته و عنوان کردند که بدون کاهش کیفیت می‌توان از این ماده که به فراوانی وجود دارد، خمیر کاغذ قابل رنگ‌بری تولید کرد. مورخام و کورچین (۱۹۸۸) نیز از همین فرایند برای تولید خمیر کاغذ قابل رنگ‌بری استفاده کرده و تمیز کردن قبل از لیگنین‌زدایی را بر کیفیت خمیر کاغذ تولیدی موثر دانستند. نگوین و همکاران (۱۹۹۳) از مایع پخت کرافت برای لیگنین‌زدایی OCC استفاده کرده و خمیر کاغذ رنگ‌بری شده برای ساخت کاغذ چاپ و تحریر را تولید نمودند. بیزنر و همکاران (۱۹۹۳) منابع OCC از آمریکای شمالی و اروپا را ارزیابی و عنوان کردند که عدد کاپای OCC آمریکای شمالی بیشتر از اروپا است. ولی با استفاده از فرایند کرافت یا اکسیژن - قلیایی می‌توان عدد کاپا را تا مقدار ۳۰ کاهش و درجه آب‌گیری و ویژگی‌های مقاومتی را بهبود داد. طبق تحلیل اقتصادی نام‌برندگان، استفاده از OCC برای تولید خمیر کاغذ رنگ‌بری شده قابل رقابت با فرایند کرافت خواهد بود.

نکته دیگری که در تولید خمیر کاغذ مورد توجه محققین و سیاست‌گزاران بوده است، کاهش بار آلودگی کارخانجات تولید خمیر کاغذ می‌باشد. با وجودی که از کلر و مشتقات کلر به‌طور گسترده‌ای جهت رنگ‌بری خمیر کاغذهای قهوه‌ای استفاده شده است، ولی میزان آلاینده‌های خروجی از چنین واحدهای رنگ‌بری فوق‌العاده زیاد است. بنابراین در سال‌های اخیر توجه بیشتری به استفاده از فرایندهای رنگ‌بری کاملاً بدون کلر شده است (زینالی و همکاران، ۲۰۰۹؛ توتوس، ۲۰۰۴؛ کانینگهام و همکاران، ۱۹۷۹؛ جانسون و همکاران، ۲۰۰۲؛ ضیایی شیرکلائی، ۲۰۰۹).

توسعه موفقیت آمیز یک فرایند لیگنین‌زدایی جدید نیازمند فناوری با توانایی بهره‌گیری از تمام پتانسیل ماده اولیه است. بنابراین گزینش پذیری در لیگنین‌زدایی و رنگ‌بری پیش‌نیاز دستیابی به بازده بالاتر و ویژگی‌های مقاومتی خوب است (حجازی و همکاران، ۲۰۰۸، ۲۰۰۹). با وجودی که از فرایند سودا و سودا-اکسیژن استفاده شده است، ولی استفاده از قلیابیت زیاد در این فرایندها باعث تخریب کربوهیدرات‌ها می‌شود. بنابراین در این زمینه فرایند سولفیت قلیایی می‌تواند یک راه حل مناسب باشد.

---

1- Old Corrugated Container

زیرا درجه روشنی خمیر کاغذهای سولفیت-قلیایی بیشتر بوده و امکان استفاده از رنگ‌بری کاملاً بدون کلر میسر می‌گردد.

این بررسی با هدف ساخت خمیر کاغذ قابل رنگ‌بری از کاغذ باطله قهوه‌ای نظیر کارتن کنگره‌ای کهنه با فرایند سولفیت قلیایی و رنگ‌بری خمیر کاغذ توسط ترتیب رنگ‌بری کاملاً بدون کلر انجام گرفته است.

### مواد و روش‌ها

**نمونه‌برداری:** کارتن کنگره‌ای کهنه (OCC) به‌علت قرار گرفتن در مسیر حمل و نقل، انبارداری و عرضه محصولات در فروشگاه‌ها با آلودگی‌های مختلف مواجه است. در مقیاس صنعتی با استفاده از تجهیزات فراوری این آلاینده‌ها را جداسازی می‌کنند. ولی با توجه به این که در مقیاس آزمایشگاهی از تجهیزات متداول تمیز کردن و غربال کردن استفاده نمی‌شود بنابراین در این بررسی به‌منظور جلوگیری از ورود آلاینده‌ها، از آخال و ضایعات عاری از چاپ و آلاینده‌های ایجاد شده در کارخانه‌های کارتن‌سازی استفاده شده است. وجود نشاسته که در ساخت مقوای کنگره‌ای استفاده می‌شود اجتناب ناپذیر بوده است.

**آماده‌سازی OCC:** آخال‌ها، دستی به قطعاتی به ابعاد تقریبی ۳ سانتی‌متر در ۳ سانتی‌متر خرد شده و سپس معادل ۱۰۰ گرم از آنها (بر مبنای وزن خشک) توزین و بعد از حدود دو ساعت خیساندن در آب، عمل پراکنده کردن الیاف توسط هم‌زن آزمایشگاهی و با درصد خشکی ۵ درصد انجام گرفت. آنگاه محتویات ظرف هم‌زن بر روی غربال با اندازه سوراخ‌های ۲۰۰ مش تخلیه شده و پس از آگیری اولیه، جهت حذف آلاینده‌ها و هم‌چنین نرمه‌ها (حذف نرمه‌ها اجتناب ناپذیر است)، ماده باقی‌مانده بر روی غربال به‌طور کامل با آب شستشو شد. از این الیاف به‌طور مستقیم در پخت استفاده شد.

**لیگنین‌زدایی:** در هر پخت از ۱۰۰ گرم OCC (بر مبنای وزن خشک اولیه) استفاده شد که بعد از شستشو و آب‌گیری کردن همراه با مواد شیمیایی به محفظه پخت افزوده شد. زمان پخت پس از رسیدن به دمای پخت تنظیم شده است.

پس از پایان پخت و خارج کردن گازهای داخل محفظه، محتویات مخزن پخت بر روی غربال با اندازه سوراخ‌های ۲۰۰ مش تخلیه شد و حجم مایع پخت باقی‌مانده اندازه‌گیری شد. پس از آن الیاف

لیگنین زدایی شده با افزودن آب خنک شده و شستشو بر روی غربال با اندازه سوراخ‌های ۲۰۰ مش انجام گرفت. از این الیاف (خمیر کاغذ) پس از آب‌گیری برای تعیین بازده، عدد کاپا و درجه روانی استفاده شد.

**تعیین قلیائیت باقی‌مانده:** برای مشخص کردن قلیائیت باقی‌مانده، ابتدا هر یک از دو ماده شیمیایی موجود در مایع پخت (هیدروکسید سدیم و سولفیت سدیم) اندازه‌گیری و سپس قلیائیت محاسبه شد. اندازه‌گیری هیدروکسید سدیم و سولفیت سدیم باقی‌مانده بر اساس روش پیشنهادی انگروبر (۱۹۹۳) انجام گرفته است.

عوامل متغیر این بررسی شامل: زمان پخت: ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه؛ دما: ۱۲۵، ۱۴۵، ۱۶۵ و ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد؛ نسبت سولفیت سدیم به هیدروکسید سدیم: ۵۰:۵۰، ۷۰:۳۰ و قلیائیت کل: ۱۴، ۱۶ و ۱۸ درصد بوده‌اند.

#### رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن

**کی‌لیت کردن:** در فرایندهای رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن همواره از یک مرحله کی‌لیت کردن جهت مجتمع کردن فلزات تجزیه‌کننده پروکسید هیدروژن استفاده می‌شود. کی‌لیت کردن با استفاده از ۰/۵ درصد (بر مبنای وزن خشک خمیر کاغذ) DTPA، در pH معادل ۵ و درصد خشکی ۳ درصد انجام گرفت. دما و زمان به ترتیب ۷۰ درجه سانتی‌گراد و ۳۰ دقیقه انتخاب شد. کی‌لیت کردن در کیسه‌های پلی‌اتیلنی و استفاده از بن‌ماری انجام گرفت.

**رنگ‌بری:** رنگ‌بری با استفاده از مقادیر بین ۲ تا ۵ درصد (مبنای وزن خشک خمیر کاغذ) پروکسید هیدروژن و ۱/۵ تا ۳/۷۵ درصد (بر مبنای وزن خشک خمیر کاغذ) هیدروکسید سدیم در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۹۰ دقیقه انجام گرفت. در تمام آزمایش‌های رنگ‌بری مقدار سیلیکات سدیم و سولفات منیزیم به ترتیب ۳ درصد و ۰/۵ درصد ثابت بود. درصد خشکی رنگ‌بری ۱۰ درصد انتخاب شد و رنگ‌بری در کیسه‌های پلی‌اتیلنی انجام گرفت. در حین رنگ‌بری، برای اختلاط بهتر مایع رنگ‌بری با خمیر کاغذ از روش مالش دادن دستی استفاده شد. پس از پایان مرحله رنگ‌بری و جداسازی مایع باقی‌مانده رنگ‌بری، شستشوی خمیر کاغذ و خشی کردن آن انجام گرفت و بازده و مواد شیمیایی باقی‌مانده اندازه‌گیری و سپس کاغذ دست‌ساز ساخته شد. اندازه‌گیری مواد شیمیایی باقی‌مانده

شامل هیدروکسید سدیم و پروکسید هیدروژن طبق دستورالعمل پیشنهادی جهان‌تیباری (۲۰۰۹) انجام گرفت.

اندازه‌گیری ویژگی‌های خمیر کاغذ: بعد از هر پخت، و تعیین بازده خمیر کاغذ (بر مبنای وزن خشک OCC)، عدد کاپا و درجه روانی طبق دستورالعمل‌های شماره ۰۶-om-T۲۳۶ و ۰۴-om-T۲۲۷ آیین‌نامه تاپی<sup>۱</sup> انجام گرفت.

با توجه به این که هدف این پژوهش رسیدن به شرایط لیگنین‌زدایی OCC جهت تولید خمیر کاغذ قابل رنگ‌بری با استفاده از ترتیب رنگ‌بری کاملاً بدون کلر بود، بنابراین سه خمیر کاغذ با کمترین عدد کاپا (مناسب ترتیب رنگ‌بری انتخاب شده) انتخاب شدند و پس از ساخت کاغذ دست‌ساز با وزن پایه ۶۰ گرم بر مترمربع، ویژگی‌های مقاومتی و نوری خمیر کاغذها و همچنین خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده طبق آیین‌نامه تاپی و دستورالعمل‌های مربوطه به شرح زیر اندازه‌گیری شد:

- ساخت کاغذ دست‌ساز: ۰۶-sp-T۲۰۵

- شاخص مقاومت به کشش: ۰۶-om-T۴۹۴

- شاخص مقاومت به پاره شدن: ۰۴-om-T۴۱۴

- درجه روشنی: ۰۸-om-T۴۵۲

- درجه ماتی: ۰۶-om-T۴۲۵

### تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های این بررسی بر اساس آزمون فاکتوریل تجزیه و تحلیل شده و در صورت معنی‌دار شدن اختلاف بین میانگین‌ها، از روش چند دامنه‌ای دانکن برای گروه‌بندی میانگین‌ها استفاده شده است. برای پردازش داده‌ها از نرم‌افزار SPSS<sup>۲</sup> استفاده شده است.

### نتایج و بحث

در جدول ۱، بازده، عدد کاپا و درجه روانی خمیر کاغذ سولفیت قلیایی از کارتن کنگره‌ای کهنه و مقدار قلیابیت باقی‌مانده پس از لیگنین‌زدایی خلاصه شده است. نتایج نشان می‌دهد که در اثر تغییر

1- Technical Association of Pulp and Paper Industry (Tappi)

2- Statistical Package for Social Sciences

شرایط لیگنین زدایی، بازده و عدد کاپا کاهش یافته است که دور از انتظار نبوده است. ولی تغییر درجه روانی خمیر کاغذهای تولید شده قابل ملاحظه نمی‌باشد.

تاثیر دمای پخت بر بازده و عدد کاپا نشان می‌دهد که با افزایش دمای پخت از ۱۲۵ به ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد، بازده حدود ۱۰ درصد کاهش یافته و عدد کاپا از ۵۴/۱ (خمیر کاغذ P<sub>4</sub>) به ۳۴/۲ (خمیر کاغذ P<sub>6</sub>) افت کرده است. همچنین نسبت مساوی سولفیت سدیم به هیدروکسید سدیم (۵۰:۵۰) توانایی لیگنین‌زدایی مطلوبی نداشته و در این حالت کاهش عدد کاپا در شرایط متناظر زمان و دمای پخت ناچیز است.

جهت بررسی تاثیر میزان مصرف قلیابیت فعال در پخت، با ثابت نگه‌داشتن دمای پخت (۱۴۵ درجه سانتی‌گراد) و زمان پخت (۱۲۰ دقیقه)، و تغییر قلیابیت فعال، پخت‌های دیگری (خمیر کاغذهای P<sub>5</sub>، P<sub>7</sub> و P<sub>8</sub>) انجام گرفته است. نتایج این مرحله نیز نشان داد که تغییری در بازده و عدد کاپا اتفاق نمی‌افتد. بنابراین در ادامه از دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، زمان پخت ۱۲۰ دقیقه و سه میزان قلیابیت ۱۴، ۱۶ و ۱۸ درصد (خمیر کاغذ P<sub>9</sub>، P<sub>10</sub> و P<sub>11</sub>) استفاده شد و در این مرحله هر دو ویژگی بازده و عدد کاپا کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته و بازده به مقداری بین ۶۴ تا ۶۷/۷ درصد و عدد کاپا از مقدار اولیه ۶۶/۷ (نمونه اولیه OCC) به بین ۲۷/۳ (خمیر کاغذ P<sub>9</sub>) و ۱۸/۳ (خمیر کاغذ P<sub>11</sub>) کاهش یافت.

با توجه به این که هدف این بررسی لیگنین‌زدایی تا مرحله تولید خمیر کاغذ قابل رنگ‌بری توسط ترتیب رنگ‌بری کاملاً بدون کلر بوده، بنابراین خمیر کاغذهای P<sub>9</sub>، P<sub>10</sub> و P<sub>11</sub> جهت بررسی ویژگی‌های مقاومتی و نوری انتخاب شدند. ویژگی‌های مقاومتی و نوری خمیر کاغذهای تهیه شده و نمونه کنترل (OCC قبل از پخت) در جدول ۲ خلاصه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، شاخص مقاومت به کشش خمیر کاغذ P<sub>9</sub> زیاده‌تر از نمونه اولیه OCC و خمیر کاغذهای P<sub>10</sub> و P<sub>11</sub> است، ولی اختلاف قابل ملاحظه‌ای بین خمیر کاغذهای P<sub>10</sub> و P<sub>11</sub> مشاهده نمی‌گردد (جدول ۲). بین شاخص مقاومت به پاره شدن خمیر کاغذ P<sub>9</sub> و P<sub>10</sub> و نمونه OCC اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد و فقط مقاومت به پاره شدن خمیر کاغذ P<sub>11</sub> زیاده‌تر از سایر خمیر کاغذهاست (جدول ۲).

تجزیه و تحلیل آماری نتایج مربوط به روشنی و ماتی خمیر کاغذهایی که با افزودن مقادیر مختلف قلیابیت فعال تهیه شده‌اند نشان می‌دهد که در اثر زیاد شدن مقدار قلیابیت روشنی افزایش و ماتی کاهش یافته است (جدول ۲). با وجودی که بین روشنی خمیر کاغذهای سولفیت قلیابی و نمونه

OCC اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد ولی بین خمیر کاغذهای سولفیت قلیایی اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین با توجه به این که عدد کاپای خمیر کاغذ P<sub>11</sub> (۱۸/۳) کمتر از سایر خمیر کاغذهای تهیه شده در دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد است، بنابراین با هدف استفاده از مواد شیمیایی رنگ‌بری کمتر، این خمیر کاغذ برای رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن انتخاب شد.

نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های مقاومتی و نوری خمیر کاغذ انتخابی (P<sub>11</sub>) قبل و بعد از رنگ‌بری در جدول ۳ خلاصه شده است. با وجودی که بازده بعد از رنگ‌بری خمیر کاغذها (بین ۹۱/۳ تا ۹۲ درصد وزن قبل از رنگ‌بری خمیر کاغذ) تقریباً ثابت است، ولی کاهش قابل ملاحظه‌ای در عدد کاپای آنها مشاهده می‌شود. درجه روشنی خمیر کاغذ رنگ‌بری شده با ۳ درصد پروکسید هیدروژن و ۲/۲۵ درصد هیدروکسید سدیم تا حدود ۵۷ درصد افزایش و ماتی آن تا ۷۸ درصد کاهش یافته است.

تجزیه و تحلیل آماری نتایج رنگ‌بری خمیر کاغذ نشان داد که میزان پروکسید هیدروژن و هیدروکسید سدیم بر ویژگی‌های نوری (روشنی و ماتی) در سطح ۹۹ درصد اعتماد آماری تاثیر معنی‌دار داشته است و مقادیر اندازه‌گیری شده در ۵ گروه مجزا قرار گرفته‌اند. همچنین رنگ‌بری با مقادیر متفاوت پروکسید هیدروژن و هیدروکسید سدیم بر دو ویژگی شاخص مقاومت به پاره شدن و شاخص مقاومت به کشش در سطح ۹۹ درصد اعتماد آماری تاثیر معنی‌دار داشته است و مقادیر شاخص مقاومت به کشش خمیر کاغذ در ۵ گروه مجزا و مقادیر شاخص مقاومت به پاره شدن در دو گروه قرار گرفته‌اند اختلافی بین شاخص مقاومت به پاره شدن خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده با نمونه OCC مشاهده نشد، بلکه فقط بین مقاومت به پاره شدن خمیر کاغذ رنگ‌بری شده با ترکیب ۲ درصد پروکسید هیدروژن و ۱/۵ درصد هیدروکسید سدیم با سایر خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده و نمونه OCC تفاوت وجود دارد.



احمد جهان لتیباری و فرشته حقیقت

جدول ۱- شرایط فرایند و ویژگی‌های خمیر کاغذ سولفیت قلیایی از بازیافت کارتن کنگره‌ای کهنه\*.

درجه روانی (mLCSF)	عدد کپا	قلیابیت فعال باقیمانده** (درصد)	بازده (درصد)			شرایط فرایند			کد خمیر کاغذ
			مبنا ماده بعد از شستشو	مبنا OCC	قلیابیت فعال** (درصد)	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> /NaOH	دما (درجه سانتی‌گراد)	زمان (دقیقه)	
-	۶۶۷	-	۱۰۰	۸۸	-	-	-	-	کنترل
۶۳۰	۵۷/۷	۸/۶۴	۸۹/۷	۷۸/۹	۱۴	۵۰/۵۰	۱۲۵	۶۰	P <sub>1</sub>
۶۲۵	۵۵/۸	۸/۷۶	۸۴/۳	۷۴/۲	۱۴	۵۰/۵۰	۱۴۵	۶۰	P <sub>2</sub>
۶۲۶	۳۵/۴	۷/۰۱	۷۸/۱	۶۸/۷۵	۱۴	۵۰/۵۰	۱۶۵	۶۰	P <sub>3</sub>
۶۲۲	۵۴/۱	۷/۶۸	۸۹/۵	۷۸/۷	۱۴	۵۰/۵۰	۱۲۵	۱۲۰	P <sub>4</sub>
۶۲۲	۴۶/۱	۵/۸۵	۸۳/۸	۷۳/۷	۱۴	۵۰/۵۰	۱۴۵	۱۲۰	P <sub>5</sub>
۶۳۰	۳۴/۲	۵/۷۵	۷۷/۴	۶۸/۱	۱۴	۵۰/۵۰	۱۶۵	۱۲۰	P <sub>6</sub>
۵۹۸۰	۵۰	۵/۲۶	۸۳/۴	۷۳/۴	۱۶	۵۰/۵۰	۱۴۵	۱۲۰	P <sub>7</sub>
	۵۱/۲	۴/۷۱	۸۲/۱	۷۲/۲	۱۸	۵۰/۵۰	۱۴۵	۱۲۰	P <sub>8</sub>
۶۳۰	۲۷/۳	۳/۷۴	۷۶/۹	۶۷/۷	۱۴	۳۰/۷۰	۱۷۵	۱۲۰	P <sub>9</sub>
۶۳۳	۲۴/۳	۳/۱۱	۷۶	۶۶/۹	۱۶	۳۰/۷۰	۱۷۵	۱۲۰	P <sub>10</sub>
۵۷۵	۱۸/۳	۴	۷۲/۷	۶۴	۱۸	۳۰/۷۰	۱۷۵	۱۲۰	P <sub>11</sub>

Na<sub>2</sub>O میناء:\*\*

OCC:\*

جدول ۲- شرایط فرایند و ویژگی‌های مقاومتی و نوری خمیر کاغذ سولفیت قلیایی از کارتن کنگره‌ای کهنه\*

(شرایط ثابت، دما: ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، زمان: ۱۲۰ دقیقه، نسبت سولفیت سدیم به هیدروکسید سدیم: ۷۰/۳۰).

کد نمونه	قلیابیت فعال** (درصد)	شاخص مقاومت به کشش (Nm/g)	طول پاره شدن (km)	شاخص مقاومت به پاره شدن (mN.m <sup>2</sup> /g)	روشنی (درصد)	ماتی (درصد)
کنترل	-	۳۲/۶ <sup>b</sup>	۳/۳۳	۱۱/۱۵ <sup>a</sup>	۴۷/۳ <sup>a</sup>	۸۴/۵ <sup>a</sup>
P <sub>9</sub>	۱۴	۳۶/۸۵ <sup>c</sup>	۳/۷۵	۱۱/۵ <sup>ab</sup>	۵۰/۴۳ <sup>b</sup>	۸۱/۱۱ <sup>b</sup>
P <sub>10</sub>	۱۶	۲۶/۸ <sup>a</sup>	۲/۷۳	۱۱/۱ <sup>a</sup>	۵۰/۲۹ <sup>b</sup>	۸۰/۹۸ <sup>b</sup>
P <sub>11</sub>	۱۸	۲۷/۷ <sup>a</sup>	۲/۸۳	۱۲/۳۵ <sup>b</sup>	۵۰/۱۷ <sup>b</sup>	۸۱/۳۶ <sup>b</sup>

Na<sub>2</sub>O میناء:\*\*

OCC:\*

جدول ۳- ویژگی‌های مقاومتی و نوری خمیر کاغذ سولفیت قلیایی از OCC رنگ‌بری شده با پروکسید هیدروژن (شرایط ثابت: دما ۷۰ درجه سانتی‌گراد؛ زمان: ۹۰ دقیقه؛ درصد خشکی: ۱۰ درصد؛ سیلیکات سدیم: ۳ درصد؛ سولفات منیزیم: ۰/۵ درصد)

کد نمونه	مواد شیمیایی رنگ‌بری <sup>۰</sup>		مواد شیمیایی باقیمانده <sup>۰</sup>		بازده رنگ‌بری <sup>۰</sup> (درصد)	عدد کاپا	درجه روانی (ml CSF)	روشنی (درصد)	ماتی (درصد)	شاخص مقاومت به کشش (N.m/g)	شاخص مقاومت به پاره شدن (mN.m <sup>2</sup> /g)
	NaOH (درصد)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (درصد)	NaOH (درصد)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (درصد)							
P <sub>11</sub>	-	-	-	-	۱۰۰	۱۸/۳	۵۷۵	۵۰/۲۶	۸۱/۳۸	۲۷/۷	۱۲/۳۵
P <sub>12</sub>	۰/۱۳	۰/۱۲۹	۱/۵	۲	۹۲	۱۱/۴۶	۶۳۵	۵۵/۰۳	۷۸/۰۴	۱۹/۳	۹/۸
P <sub>13</sub>	۰/۱۴	۰/۱۸۹	۲/۲۵	۳	۹۲	۱۰/۸۹	۶۱۵	۵۷/۱۴	۷۸/۲۴	۲۷	۱۲/۴۵
P <sub>14</sub>	۰/۱۶	۰/۲۴۹	۲	۴	۹۱/۸	۱۰/۴۹	۶۰۰	۵۷/۱۸	۷۸/۱۱	۲۴/۱	۱۱/۶۵
P <sub>15</sub>	۰/۲۱	۰/۳۳	۳/۷۵	۵	۹۱/۳	۹/۷۷	۶۰۰	۵۷/۱۲	۷۹/۳۴	۳۱/۹	۱۲/۳

مبناء: وزن خشک خمیر کاغذ قبل از رنگ‌بری

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به این که ضایعات کارتن کنگره‌ای کهنه بعد از پراکنده‌سازی در آب و شستشو به صورت الیاف به سیستم لیگنین‌زدایی وارد می‌گردد، بنابراین انتظار می‌رود که لیگنین‌زدایی از آنها آسان باشد. بدین جهت در ابتدا از دما و قلیابیت ملایمی استفاده شد. ولی این شرایط ملایم توانایی لیگنین‌زدایی خوبی را نشان نداد و حذف لیگنین و کاهش عدد کاپا به میزان قابل انتظار میسر نگردید. زیرا اولاً OCC از ترکیب الیاف ناهمگن تشکیل شده است و بخشی از الیاف OCC جزء الیاف بازیافتی هستند. بنابراین الیاف خمیر کاغذ تولید شده با فرایندهای مختلف خمیر کاغذسازی در ترکیب وجود دارند. ثانیاً به نظر می‌رسد الیاف OCC تا شروع مرحله لیگنین باقی‌مانده<sup>۱</sup> لیگنین‌زدایی شده‌اند. بنابراین حذف لیگنین این مرحله مشکل بوده و رسیدن به عدد کاپای کم مشکل است. بیزنر و همکاران (۱۹۹۳) با استفاده از فرایند لیگنین‌زدایی سودا - اکسیژن در پخت OCC توانسته‌اند فقط به خمیر کاغذی با عدد کاپای ۳۰ برسند که نشان‌دهنده لیگنین‌زدایی مشکل این ماده سلولزی است. بنابراین در ادامه استفاده از شرایط لیگنین‌زدایی شدیدتر (قلیابیت ۱۸ درصد؛ نسبت هیدروکسید سدیم به سولفیت سدیم ۳۰:۷۰،

زمان ۱۲۰ دقیقه و دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد) ضروری تشخیص داده شد و در چنین شرایطی حذف لیگنین و رسیدن به خمیر کاغذی با عدد کاپای کم و قابل رنگ‌بری امکان‌پذیر گردید. عدد کاپای خمیر کاغذ قابل رنگ‌بری ( $P_{11}$ ) به میزان ۱۸/۳ اندازه‌گیری شد.

رنگ‌بری با استفاده از مقادیر بین ۲ تا ۵ درصد هیدروکسید هیدروژن (مقدار هیدروکسید سدیم معادل ۰/۷۵ مقدار پروکسید هیدروژن انتخاب شده است) انجام گرفت و روشنی خمیر کاغذ از مقدار اولیه ۵۰/۲۶ درصد به مقداری بین ۵۵/۰۴ درصد تا ۵۷/۱۲ درصد افزایش یافت. با وجودی که روشنی خمیر کاغذ رنگ‌بری شده با ۲ درصد پروکسید هیدروژن کمتر از سایر خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده است ولی اختلاف قابل ملاحظه‌ای بین روشنی و ماتی خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده با ۳ تا ۵ درصد پروکسید هیدروژن مشاهده نمی‌گردد. روشنی خمیر کاغذ با استفاده از ۳ درصد پروکسید هیدروژن و ۲/۲۵ درصد هیدروکسید سدیم به ۵۷/۱۴ درصد رسیده که مناسب کاغذ روزنامه و حتی کاغذ چاپ و تحریر می‌باشد. ویژگی‌های مقاومتی خمیر کاغذ رنگ‌بری شده با ۳ درصد پروکسید هیدروژن و ۲/۲۵ درصد هیدروکسید سدیم کاهش نیافته است. بنابراین به نظر می‌رسد حضور هیدروکسید سدیم با وجودی که عدد کاپا را کاهش داده است، ولی قادر به تخریب الیاف و کاهش مقاومت نبوده است. روشنی، ماتی، شاخص مقاومت در برابر کشش و شاخص مقاومت در برابر پاره شدن این خمیر کاغذ به ترتیب ۵۷/۱۴، ۷۸/۲۴ درصد، ۲۷N.m/g و ۱۲/۴۵mN.m<sup>2</sup>/g اندازه‌گیری شده است.

با توجه به این که ویژگی‌های مقاومتی خمیر کاغذ شیمیایی- مکانیکی از چوب پهن‌برگان مورد مصرف در ساخت کاغذ روزنامه کم است می‌توان از خمیر کاغذ سولفیت قلیایی رنگ‌بری شده از OCC به‌عنوان خمیر کاغذ تقویت کننده در ساخت کاغذ روزنامه، و همچنین به‌عنوان خمیر کاغذ ساخت کاغذ چاپ و تحریر استفاده کرد (شاخص مقاومت به پاره شدن خمیر کاغذ شیمیایی- مکانیکی از چوب پهن‌برگان شمال ایران معادل ۲/۵mN.m<sup>2</sup>/g و طول پاره شدن آن معادل ۲۰۰۰ متر است).

## منابع

1. Atchison, J.E. 1998. Update on Global use of non-wood plant fibers and some prospects of their greater use in the United States, In: Proceeding of the North American Non-wood Fiber Symposium, pp: 26-39, Atlanta GA. Tappi Press.
2. Bisner, H.M., Champbell, R., and Mckean, W.T. 1993. Bleached kraft pulp from OCC. Prog. Paper Recycling 3:1:10- 27.
3. Cunningham, R.L., Touzinsky, G.F. and Bagby, M.O. 1979. Brightening of kenaf thermo mechanical pulp. Tappi J. 62:4, 69-70.

4. de Ruvo, A., Farnstrand, P.A., Hagen, N., and Haglund, N. 1986. Up grading pulp from corrugated containers by oxygen delignification. *Tappi J.* 6: 7, 100-105.
5. Food and Agriculture Organization statistics, 2010. Rome, Italy, WWW.FAOSTAT.COM
6. Hedjazi, S., Kordsachia, O., Patt, R., Jahan Latibari, A. and Tschirner, U. 2008. Alkaline sulfite pulping (AS/AQ) pulping of wheat straw and totally chlorine free (TCF) bleaching of pulps. *Industrial Crops and Products*, 29: 27-39.
7. Hedjazi, S., Kordschia, O., Jahan Latibari, A. and Tschirner, U. 2009. Alkaline sulfite/antraquinone (AS/AQ) pulping of rice straw and TCF bleaching of pulps. *Appita* 62:2:137-145.
8. Ingruber, O.V. 1993. Process measurement and conditions. Chapter 3, *Sulfite Science and Technology, Pulp and Paper Manufacture*. Ingruber, M.J. Kocurek and A. Wong, Eds. Tappi Press Atlanta, GA. USA.
9. Jahan Latibari, A. 2009. *Mechanical Pulping Processes*. Islamic Azad University, Karaj Branch Press, Karaj, Iran 690p (In Persian).
10. Johnson, D.A., Park, S., Genco, J.M., Gibson, A., Wajer, M., and Branch, B. 2002. Hydrogen peroxide bleaching of TMP pulps using Mg (OH) 2. *Tappi Pulping Proceeding*, 2002, 14p.
11. Markham, I.D., and Courchene, C.E. 1988. Oxygen bleaching of secondary fiber grades. *Tappi J.* 71:12, 168-175.
12. Mckinney, R.W.J. 1995. *Technology of Paper Recycling*. Blackie Academic and Professional, An Imprint of Chapman and Hall, London, UK., 401p.
13. Nguyen, X.T., Shariff, A., Earl, R.F., and Eamer, R.J. 1993. Bleached pulp for printing and writing papers from old corrugated containers. *Prog. Paper Recycling* 2:3, 25-32.
14. *Tappi Standard Test Methods*. 2009. Tappi Press, Atlanta, GA. USA.
15. Tutus, A. 2004. Bleaching of rice straw pulps with hydrogen peroxide. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7:8, 1327-1329.
16. Zeinaly, F., Shakhhaes, J., Dehghani Firozabadi, M.R. and Shakeri, A.R. 2009. Hydrogen peroxide bleaching of CMP pulp using magnesium hydroxide. *Bioreources* 4:4, 1409-1416.
17. Ziaie Shirkolaee, Y. 2009. Comparative study on hydrogen peroxide bleaching of soda- organosolv and kraft rice straw pulps. *Indian J. of Chemical Technology* 16: 181-187.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(3), 2011*  
*www.gau.ac.ir/journals*

## **Properties of Bleachable Alkaline Sulfite Pulp from Old Corrugated Container**

**\*A. Jahan Latibari<sup>1</sup> and F. Haghghat<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Associate Prof. Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran, <sup>2</sup>M.Sc., Wood and Paper Science and Technology, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran

Received: 2010-12-7 ; Accepted: 2011-11-22

### **Abstract**

Alkaline sulfite pulping of old corrugated container to produce bleachable pulp was investigated. Pulping variables including active alkali of 14, 16, and 18% (based on oven-dry weight of OCC and Na<sub>2</sub>O); sodium sulfite to sodium hydroxide ratios of 50:50 and 30:70; pulping temperatures of 125,145,165 and 175°C and pulping time of 60 and 120 minutes were examined. After preliminary pulping and evaluation of the strength of the pulps with the lowest kappa number, pulp with kappa number of 18.3 and brightness of 50.17% which was produced applying 18% active alkali, sodium sulfite to sodium hydroxide ratio of 30:70 and pulping time and temperature of 120 minutes and 175°C respectively with 64% yield (based on oven dry weight of washed OCC) and 72.7% yield (based on original weight of the OCC) was selected for totally chlorine free bleaching trials. Brightness, opacity, tensile and tear strength indices of this pulp were measured as 50.17%, 81.36%, 27.7 N.m/g and 12.35mN.m<sup>2</sup>/g, respectively. Bleaching this pulp applying 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and 2.25% NaOH generated bleached pulp with brightness and opacity as 57.14% and 78.24%, respectively. The bleaching yield was measured as 92%. Tensile and tear strength indices of this pulp were measured as 27 N.m/g and 12.45 mN.m<sup>2</sup>, respectively.

**Keywords:** Old corrugated container; Alkaline sulfite; Active alkali; Strength

---

\*Corresponding Author; Email: latibari\_24@yahoo.com

