

# تأثیر اختلاط درصدهای مختلف خمیر کاغذ بازیافتی کارتن‌های کنگره‌ای کهنه بر ویژگی‌های مکانیکی خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی

جعفر ابراهیم پور کاسمانی<sup>۱\*</sup>، احمد ثمریها<sup>۲</sup>، حسینعلی جباری<sup>۳</sup>

## چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر اختلاط درصدهای مختلف خمیر کاغذ بازیافتی کارتن‌های کنگره‌ای کهنه بر ویژگی‌های مکانیکی خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی بکر انجام گرفت. خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی از شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران تهیه گردید. برای تهیه خمیر کاغذ کارتن‌های کنگره‌ای کهنه کارتن‌های کهنه از سطح شهر ساری جمع‌آوری شده و پس از جدا کردن قسمت‌های چاپی و چسب و سایر اضافات، جهت جلوگیری از برش الیاف، کارتن‌ها با دست به قطعات کوچک یکسان تبدیل گشتند. سپس از آنها خمیر کاغذ کارتن‌های کنگره‌ای کهنه تهیه گردید. کاغذهای دست‌ساز با جرم پایه ۱۲۷ گرم بر متر مربع، از مخلوط کردن خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی با خمیر کاغذ کارتن‌های کنگره‌ای کهنه در نسبت‌های ۸۰، ۷۰ و ۶۰ درصد تهیه شدند. سپس خواص مکانیکی نظیر شاخص‌های کشش، ترکیدن، مقاومت به پاره‌شدن، مقاومت به خرد شدن در حالت کنگره‌ای و مقاومت به له شدن در حالت حلقه با استفاده از آئین‌نامه تاپی انجام و با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که با افزایش مصرف کارتن‌های کنگره‌ای کهنه تا ۳۰ درصد مقاومت‌های کاغذ ساخته شده شامل مقاومت به کشش، پاره‌شدن و ترکیدن نسبت به نمونه شاهد به ترتیب ۲۱، ۲۵ و ۵۹ درصد افزایش یافت، مقادیر مقاومت به خرد شدن در حالت کنگره‌ای و مقاومت به له‌شدن در حالت حلقه نیز به ترتیب ۱۳ و ۹ درصد کاهش یافت. همچنین نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که با استفاده از اختلاط ۳۰ درصدی کارتن‌های کنگره‌ای کهنه با خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی می‌توان کاغذهای با کیفیت مرغوب‌تر تولید کرد.

**واژه‌های کلیدی:** خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی، خمیر کاغذ بازیافتی کارتن‌های کنگره‌ای کهنه، کاغذ دست-ساز، خواص مقاومتی.

۱\* - استادیار، گروه مهندسی چوب و کاغذ، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران (مسئول مکاتبات)

پست الکترونیک: jafar\_kasmani@yahoo.com

۲ - باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

a\_samariha@yahoo.com

۳ - کارشناس علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سوادکوه، گروه صنایع چوب و کاغذ،

سوادکوه، ایران

## مقدمه

از سال ۱۳۸۰، با توجه به طرح صیانت از جنگل‌های شمال و کاهش قابل ملاحظه بهره‌برداری چوب از جنگل‌های شمال، استفاده از خمیر کاغذهای بازیافتی OCC در ترکیب خمیر کاغذ خط تولید کاغذ کنگره‌ای آغاز و به تدریج افزایش یافت. هم اکنون چوب و کاغذ مازندران کاغذهای کنگره‌ای را در دو درجه کیفیتی متفاوت ارائه می‌کند. کاغذهای کنگره‌ای بدون هرگونه خمیر کاغذ بازیافتی و کاغذهای دارای بیست درصد خمیر کاغذ بازیافتی OCC [۵]. در تحقیقی تاثیر استفاده از الیاف کاغذ روزنامه بازیافتی بر ویژگی‌های خمیر کاغذ کرافت مخلوط پهن‌برگان مورد مطالعه قرار گرفت، نتایج نشان داد که تا مقدار ۵۰ درصد الیاف بازیافتی روزنامه در ترکیب با خمیر کاغذ کرافت بکر پهن‌برگان می‌توان استفاده کرد و کاغذ با ویژگی‌های مکانیکی و نوری مطلوب به دست آورد [۶]. در مطالعه‌ای که بر روی اختلاط خمیر کاغذ بازیافتی OCC با خمیر کاغذ NSSC<sup>۲</sup> پهن‌برگان انجام شد، نتایج نشان داد که خمیر کاغذ بازیافتی OCC دارای ویژگی‌های مقاومتی بهتری نسبت به خمیر کاغذ NSSC می‌باشد [۷]. مطالعه‌ای به منظور بهبود ویژگی‌های خمیر کاغذ OCC از طریق پالایش و استفاده از نشاسته کاتیونی و خمیر الیاف بلند وارداتی انجام شد، نتایج نشان داد تمامی تیمارها اعم از پالایش، نشاسته کاتیونی و ... باعث بهبود ویژگی‌های مقاومتی خمیر کاغذ OCC می‌شوند

بازیافت کاغذ به دلایل اقتصادی و زیست-محیطی، دارای اهمیت بوده و در ایران یک صنعت رو به رشد محسوب می‌شود [۱]. امروزه ماده خام بسیاری از کارخانه‌های موجود در کشور، کاغذهای باطله می‌باشند و بیشتر کشورهای عمده تولیدکننده کاغذ نیز که از مواد لیگنوسلولزی برای تولید خمیر کاغذ بکر استفاده می‌نمایند، اقدام به جمع‌آوری و بازیافت کاغذ و حتی واردات کاغذهای باطله از سایر کشورها نموده و انواع فرآورده‌های کاغذی را تولید و به بازار عرضه می‌نمایند [۲]. از مهمترین محصولات کاغذهای بسته‌بندی باطله می‌توان به کارتن‌های کنگره‌ای کهنه (OCC<sup>۱</sup>) اشاره نمود که تقریباً نیمی از مواد الیافی صنایع بازیافت کاغذ و مقوا در جهان را به خود اختصاص می‌دهد [۳]. 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، چین، آلمان و فرانسه می‌باشند [۴]. شرکت چوب و کاغذ مازندران با ظرفیت تولید ۸۵۰۰۰ تن کاغذ کنگره‌ای در سال، بزرگترین تولیدکننده خمیر کاغذ در کشور بوده که ماده اصلی آن برای تولید این فرآورده مخلوط پهن‌برگان می‌باشد [۵].

<sup>۲</sup> Neutral Sulfitte Semi Chemical

<sup>۱</sup> Old Corrugated Container

چسب و سایر اضافات، جهت جلوگیری از برش الیاف، کارتن‌ها با دست به قطعات کوچک یکسان تبدیل گشتند. به منظور جداسازی الیاف کارتن‌ها و یکنواخت سازی مواد اولیه از دستگاه جداکننده الیاف آزمایشگاهی با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه، استفاده شد. خمیرکاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی نیز از برج ذخیره‌سازی خمیرکاغذ NSSC کارخانه چوب و کاغذ مازندران تهیه گردید و به آزمایشگاه انتقال یافت. سپس خمیرکاغذها با استفاده از کوبنده آزمایشگاهی PFI Mill مطابق استاندارد شماره T 248 om-88 آیین‌نامه TAPPI به درجه‌روانی ۴۰۰ ملی‌لیتر (CSF) رسانده شدند. اختلاط خمیرکاغذ NSSC و OCC مطابق با جدول ۱ انجام شد.

[۸]. غفاری و همکاران (۱۳۹۰)، به بررسی بهینه‌سازی مصرف نشاسته کاتیونی برای بهبود ویژگی‌های مکانیکی خمیرکاغذ حاصل از ترکیب خمیرکاغذ OCC و NSSC پرداختند، نتایج تحقیق ایشان نشان داد با افزایش میزان مصرف نشاسته کاتیونی، مقاومت‌های مکانیکی کاغذ افزایش یافت و بهترین میزان مصرف آن در سطح ۳ درصد تعیین شد [۲]. با توجه به محدودیت‌هایی که از لحاظ تهیه و مصرف مواد اولیه وجود دارد، هدف این تحقیق تعیین مناسب‌ترین نسبت اختلاط این دو خمیرکاغذ با یکدیگر جهت دستیابی به ویژگی‌های مقاومتی مناسب می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

آماده‌سازی ضایعات کارتن و تهیه خمیرکاغذ NSSC

کارتن‌های کهنه از سطح شهر جمع‌آوری شدند و پس از جداکردن قسمت‌های چاپی و

جدول ۱- نسبت‌های مختلف اختلاط خمیرکاغذ

کد تیمار	نسبت اختلاط خمیرکاغذها (%)		تیمارها
	OCC	NSSC	
الف	۰	۱۰۰	خمیرکاغذ شاهد
ب	۲۰	۸۰	۱
ج	۳۰	۷۰	۲
د	۴۰	۶۰	۳

### تهیه کاغذ دست ساز

کاغذهای دست ساز ۱۲۷ گرم بر متر مربع مطابق استاندارد T205 sp-02 ساخته شدند [۹].

### تعیین ویژگی های خمیر کاغذ

آزمون های مکانیکی نظیر کشش، ترکیدن، پاره شدن، خرد شدن در حالت کنگره ای و له- شدن در حالت حلقه به ترتیب با استفاده از استانداردهای T494 om-01، T403om-02، T414 om-04، T809 om-99، T818 cm-97، آیین نامه TAPPI بر روی کاغذهای دست ساز انجام گرفت [۱۰-۱۴].

### تجزیه و تحلیل

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS در قالب تجزیه واریانس یک طرفه انجام شد و در نهایت مقایسه و گروه بندی میانگین ها به کمک آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل خصوصیات مقاومتی کاغذهای تهیه شده در جدول ۲ ارائه شده است.

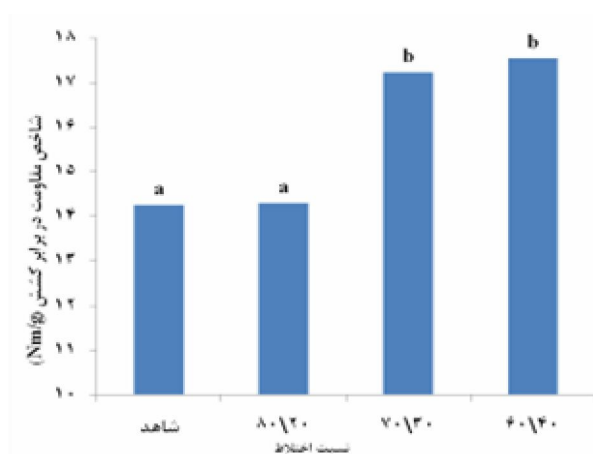
جدول ۲- تجزیه و تحلیل آماری کاغذهای دست ساز ساخته شده

صفات	مقدار F	سطح معنی داری
شاخص مقاومت به کشش	۱۲۰/۶۶۰	۰/۰۰۰
شاخص مقاومت به ترکیدن	۱۵/۴۴۵	۰/۰۰۱
شاخص مقاومت به پاره شدن	۱۹/۷۸۹	۰/۰۰۰
مقاومت به خرد شدن در حالت کنگره ای	۳۳۹۰/۹۱۴	۰/۰۰۰
مقاومت به له شدن در حالت حلقه	۴۳۲/۸۵۱	۰/۰۰۰

### شاخص مقاومت در برابر کشش

مطابق نتایج، بیشترین مقدار شاخص مقاومت به کشش مربوط به تیمار D با مقدار ۱۷/۵۴ میلی نیوتن بر گرم و کمترین آن مربوط به تیمار A با مقدار ۱۴/۲۴ میلی نیوتن بر گرم می باشد (شکل ۱). مهم ترین فاکتور موثر بر مقاومت کششی کاغذ، تعداد و کیفیت اتصالات به یکدیگر می باشد [۱۵]. در مقاومت کششی هم مقاومت اتصال بین الیاف و هم خود الیاف

تحت کشش قرار می گیرند. لذا طول بلندتر الیاف و اتصالات قوی تر بین الیاف به این مقاومت کمک می کند. با افزایش مصرف خمیر کاغذ بازیافتی OCC از صفر به ۴۰ درصد این مقاومت نیز افزایش می یابد که علت می تواند طول بلندتر، انعطاف پذیری بیشتر و میل به اتصال و قدرت اتصال بیشتر خمیر کاغذ OCC باشد که به خمیر کاغذ NSSC دست اول افزوده شده است.

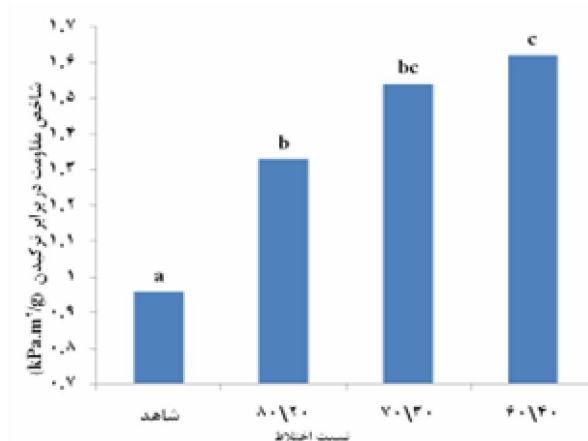


شکل ۱- تغییرات شاخص مقاومت در برابر کشش در کاغذهای دست‌ساز

#### شاخص مقاومت در برابر ترک‌کشدن

نتایج نشان داد بیش‌ترین شاخص مقاومت به ترک‌کشدن مربوط به تیمار D می‌باشد که مقدار آن برابر با  $1/62$  کیلو پاسکال مترمربع بر گرم می‌باشد. در حالی که کم‌ترین مقدار شاخص مقاومت به ترک‌کشدن به تیمار A اختصاص دارد که مقدار آن برابر با  $0/96$  کیلو پاسکال مترمربع بر گرم است (شکل ۲). مقاومت به ترک‌کشدن از جمله مقاومت‌هایی است که به طول فیبر و میزان پیوند بین الیاف بستگی دارد ولی بیش‌تر تحت تأثیر اتصال بین الیاف است [۷]. خمیرکاغذ NSSC دارای حداقل مقاومت به ترک‌کشدن است که متأثر از طول کوتاه‌تر الیاف، انعطاف‌پذیری کم‌تر الیاف و پیوند ضعیف بین الیاف است. هر چه الیاف نازک‌تر یا انعطاف‌پذیرتر باشند به دلیل ایجاد اتصالات هیدروژنی بیشتر، پیوند بین الیاف افزایش یافته و در نتیجه مقاومت به ترک‌کشدن نیز افزایش می‌یابد. با

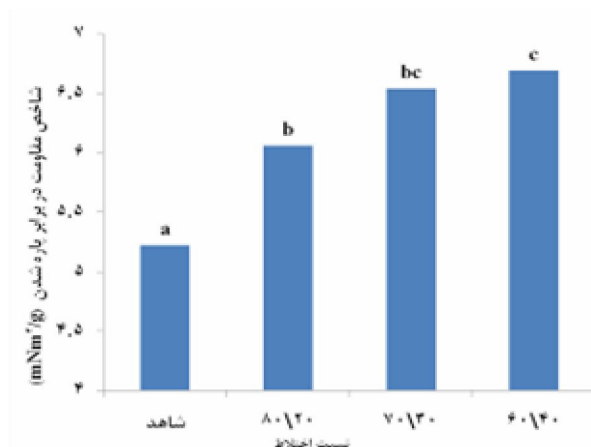
افزایش درصد استفاده از الیاف بلندتر مقاومت به ترک‌کشدن افزایش می‌یابد به طوری که با افزایش استفاده از خمیرکاغذ بازیافتی OCC مقدار مقاومت به ترک‌کشدن افزایش می‌یابد. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش مصرف خمیرکاغذ بازیافتی از صفر به ۴۰ درصد مقاومت به ترک‌کشدن در حال افزایش است که دلیل آن می‌تواند میل به اتصال زیادتر، طول الیاف بلندتر و انعطاف‌پذیری بیش‌تر خمیرکاغذ بازیافتی باشد.



شکل ۲- تغییرات شاخص مقاومت در برابر ترک‌شدن در کاغذهای دست‌ساز

با NSSC دارد و بالعکس مقدار الیاف ریز در NSSC بیش‌تر از OCC می‌باشد (متوسط طول الیاف از خمیر کاغذ NSSC به سمت خمیر کاغذ باز یافتی افزایش می‌یابد)، لذا خمیر کاغذ OCC به دلیل داشتن درصد الیاف بلند بیشتر و الیاف قوی‌تر (دارای قدرت اتصال بیش‌تر) می‌تواند بهبود دهنده این ویژگی باشد [۷]. بنابراین با افزایش درصد مصرف خمیر کاغذ باز یافتی از صفر به ۴۰ درصد، ویژگی مقاومت به پاره شدن نیز بهبود می‌یابد. در واقع این افزایش طول الیاف بر اکثر خصوصیات به خصوص مقاومت به پاره شدن کاغذ حاصله تاثیر مثبت داشته است.

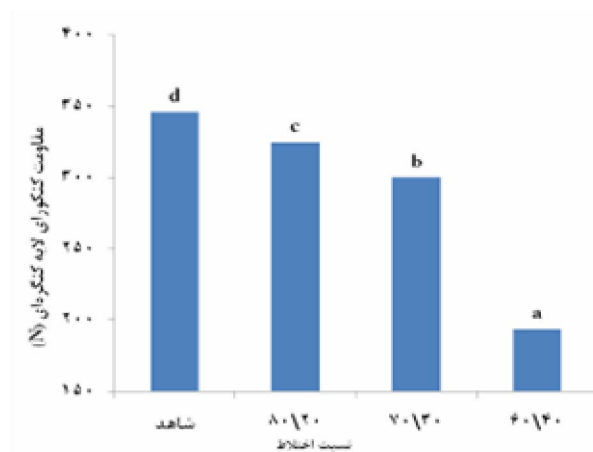
شاخص مقاومت در برابر پاره شدن آزمون دانکن نشان داد، بیش‌ترین مقدار شاخص مقاومت به پاره شدن مربوط به تیمار D می‌باشد که مقدار آن برابر با ۶/۶۸۷ میلی نیوتن مترمربع برگرم است، در حالی که کم‌ترین مقدار شاخص مقاومت به پاره شدن به تیمار A اختصاص دارد که مقدار آن برابر با ۵/۲۱۲ میلی نیوتن مترمربع برگرم می‌باشد (شکل ۳). یکی از پارامترهای تأثیرگذار بر ویژگی مقاومت به پاره شدن، طول الیاف است. افزایش نسبت الیاف بلند به الیاف کوتاه باعث افزایش این مقاومت می‌گردد. لذا با توجه به خصوصیات فوق و درصد زیاد لیگنین و کوتاهی الیاف خمیر کاغذ NSSC، کم بودن مقدار این مقاومت منطقی به نظر می‌رسد. مقدار مقاومت به پاره شدن در درجه اول به طول و مقاومت الیاف و قدرت اتصال بین الیاف بستگی دارد. خمیر کاغذ OCC الیاف بلند بیشتری در مقایسه



شکل ۳- تغییرات شاخص مقاومت در برابر پاره شدن در کاغذهای دست ساز

مقاومت به خرد شدن در حالت کنگره‌ای بیش‌تری دارند. با افزایش مصرف خمیرکاغذ بازیافتی OCC مقدار مقاومت به خرد شدن در حالت کنگره‌ای کاهش می‌یابد [۷]. از آنجایی- که در این آزمون مقاومت باریکه‌ای از لایه موج را اندازه‌گیری می‌کند و به‌نوعی جهت اعمال نیرو عمود بر طول الیاف است، لذا وجود خمیر الیاف بلند که دیواره سلولی نازکی دارد و در اثر فشار وارده له می‌شوند، سبب افت در این مقاومت می‌گردد. بنابراین همزمان با افزایش درصد مقدارخمیرکاغذ OCC، این مقاومت نیز افت می‌کند.

مقاومت به خرد شدن در حالت کنگره‌ای آزمون دانکن نشان داد بیش‌ترین مقدار مقاومت به خرد شدن در حالت کنگره‌ای برابر ۳۴۶/۲ نیوتن که به تیمار A اختصاص داشته. درحالی- که کم‌ترین مقدار مقاومت به خرد شدن در حالت کنگره‌ای به تیمار D مربوط می‌شود که مقدار آن برابر ۱۹۳/۵۸ نیوتن است (شکل ۴). خمیرکاغذهای نیمه شیمیایی چون سفتی خوبی دارند برای تهیه مقوای کنگره‌ای از بهترین خمیرها به شمار می‌روند [۳ و ۱۶]، لذا بیش‌ترین مقدار CMT مربوط به حالتی است که در آن از خمیرکاغذ بازیافتی استفاده نشده است و کاغذ فقط از ۱۰۰ درصد خمیرکاغذ NSSC تهیه شده است. خمیرکاغذهای NSSC به دلیل لیگنین زیاد از یک طرف و درصد همی سلولزهای زیاد از طرف دیگر سفتی زیادی دارند. در واقع در خمیرکاغذ NSSC پهن‌برگان، قطر و ضخامت دیواره زیاد بوده که چون جهت اعمال نیرو عمود بر طول الیاف است، لذا



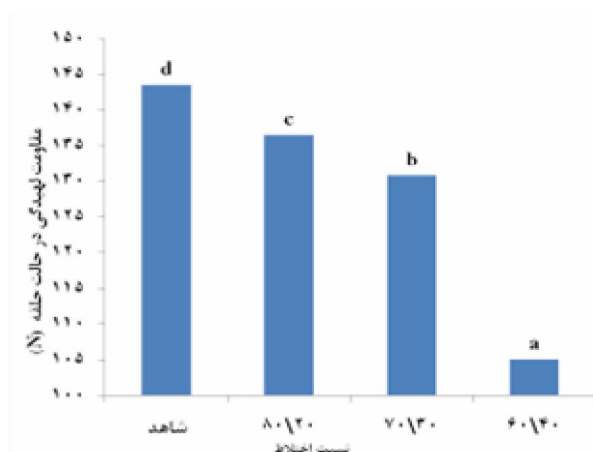
شکل ۴- تغییرات مقاومت به خرد شدن در حالت کنگره‌ای کاغذهای دست‌ساز

#### مقاومت به له شدن در حالت حلقه

نتایج نشان داد که، بیش‌ترین مقدار مقاومت به له شدن در حالت حلقه مربوط به تیمار A می‌باشد که مقدار آن برابر ۱۴۳/۴۵ نیوتن در حالی که کم‌ترین مقدار این مقاومت مربوط به تیمار D معادل ۱۰۵ نیوتن است (شکل ۵). آزمون مقاومت به له شدن در حالت حلقه به مقاومت به فشار و نیروی اعمال شده بر لبه‌ی مقوا مربوط می‌شود و تا حدود زیادی متناسب با CMT می‌باشد [۱۶]. نیروی اعمال شده در راستای محور استوانه می‌باشد. خمیرکاغذ NSSC دارای بیش‌ترین مقدار مقاومت به له شدن در حالت حلقه می‌باشد. در خمیرکاغذ NSSC پهن‌برگان، قطر و ضخامت زیاد دیواره (مقدار لیگنین بیش‌تر) از یک طرف و درصد همی سلولزهای بالا از طرف دیگر، سبب شده است که این خمیرکاغذ سفتی بالایی داشته باشد. عمدتاً خمیرکاغذهای نیمه شیمیایی سفتی خوبی دارند و در برابر خرد شدن مقاوم هستند.

یعنی هر چه ضخامت دیواره الیاف بیش‌تر باشد، این مقاومت هم بیش‌تر خواهد بود [۷]. در این مقاومت هم مشابه مقاومت به خرد شدن در حالت کنگره‌ای با افزایش مصرف خمیرکاغذ بازیافتی از صفر به ۴۰ درصد مقاومت خرد شدگی حلقه‌ای کاهش می‌یابد. وجود خمیر الیاف بلند که دیواره سلولی نازکی دارد و در اثر فشار وارده له می‌شوند، سبب کاهش این مقاومت می‌گردد. بنابراین همزمان با افزایش درصد مقدار خمیرکاغذ OCC، این مقاومت نیز افت می‌کند.





شکل ۵- تغییرات مقاومت به له شدن در حالت حلقه کاغذهای دست ساز

## نتیجه گیری

که از کارتن خالص برای تولید خمیر کاغذ OCC استفاده شود، در واقع خمیر به دست آمده تلفیقی از خمیر کرافت رنگبری نشده سوزنی برگان حاصل از کاغذ لاینر (رویه) کارتن و خمیر کاغذ NSSC حاصل از کاغذ فلوتینگ و کارتن می باشد.

امروزه استفاده از الیاف بازیافتی با توجه به محدودیت مواد اولیه جنگلی ضرورتی اجتناب ناپذیر می باشد. از طرفی استفاده از الیاف بازیافتی در اختلاط با خمیر کاغذ بکر نیز محدودیت های خاصی دارد که باید به آن توجه کرد. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که با استفاده از اختلاط ۴۰-۳۰ درصد OCC با خمیر کاغذ NSSC می توان کاغذهای با کیفیت مرغوب تر تولید کرد.

مقاومت کاغذ ویژگی مهمی است زیرا کاغذ اغلب تحت شرایط تنشی استفاده می شود. آزمون های مقاومتی زیادی برای کاغذهای ساخته شده وجود دارد که مهمترین آنها مقاومت به ترکیدن، کشش، پاره شدن، مقاومت به له شدن در حالت حلقه و مقاومت به خرد شدن در حالت کنگره ای است، هیچ کدام از این خاصیت ها بنیادی نیستند اما ترکیبی از آنها شامل انعطاف پذیری، مقاومت پیوندهای بین الیاف و مقاومت ذاتی الیاف، خاصیت بنیادی هستند. کلیه مقاومت های کاغذ به نوع الیاف، طول الیاف، ضخامت الیاف، انعطاف پذیری الیاف، شبکه الیاف، تعداد اتصالات، وزن کاغذ، دانسیته و ... بستگی دارد [۱۵]. ویژگی های مقاومتی خمیر کاغذ بازیافتی OCC بستگی به نوع ماده اولیه و فرآیند تولید دارد. در حالی

## منابع

- 1- Sarkhosh Rahmani, F., and Talaeipour, M. (2011). Study on production of fluting paper from wheat straw soda – AQ pulp and OCC pulp blends. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 26(2): 387-397.
- 2- Ghaffari, M., Ghasemian, A., Resalati, H., and Asadpour, G.h. (2012). Determination of The Optimum Use of Cationic Starch on the Basis of the Mechanical Strengths of Mixed OCC and Virgin NSSC pulps. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*, 2(2): 121-133.
- 3- Cathie, K., and Guest, D. (2001). *Guide to Waste Paper*, Translated by Mirshokraei, S. A., Aeij Press, Tehran.
- 4- Food and Agriculture Organization, United Nation, Statistics, 2010.
- 5- Saraeian, A.R., Ghasemian1, A., and Asadpour, G. (2012). Evaluation of OCC Recycled Pulps Admixture with Local Hardwood NSSC Pulp at Mazandaran Wood and Paper Industries. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*, 2(2): 147-160.
- 6- Khalili Ghasht Roodkhani, A., Ghasemian, A., Saraeian, A.R., and Manzoroolajdad, S.M. (2011) Effect of ONP Recycled Fibers Use on the Properties of Mixed Hardwoods Virgin Kraft Pulp. *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 17(4): 69-82.
- 7- Asadpour, G., Ghasemian, A., Saraeian, A., and Ghaffari, M. (2008). Quality of recycled OCC pulps and allows optimal use in combination with hardwood NSSC pulp wood pulp in Mazandaran. In: Proceeding of First Iranian Conference on Supplying Raw Materials and Development of wood and paper industries. Dec.3-4 Gorgan, Iran, 10 p.
- 8- Rasa, M., Resalati, H., and Afra, E. (2012). Comparative Investigation on Different Methods for Improving Strength Properties of OCC Pulp, *J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 19(3), 41-57.
- 9- TAPPI Test Methods T 205 sp-02. (2007). Technical Association of the Pulp and Paper Industry, TAPPI Press, Atlanta, GA, 9 p.
- 10- TAPPI Test Methods T 494 om-01. (2007). Technical Association of the Pulp and Paper Industry, TAPPI Press, Atlanta, GA, 9 p.
- 11- TAPPI Test Methods T 403 om-02. (2007). Technical Association of the Pulp and Paper Industry, TAPPI Press, Atlanta, GA, 6 p.
- 12- TAPPI Test Methods T 414 om-04. (2007). Technical Association of the Pulp and Paper Industry, TAPPI Press, Atlanta, GA, 7 p.
- 13- TAPPI Test Methods, T 809 om-99, (2007). Technical Association of the Pulp and Paper Industry, TAPPI Press, Atlanta, GA6 p.
- 14- TAPPI Test Methods, T 818 cm-97. (2007). Technical Association of the Pulp and Paper Industry, TAPPI Press, Atlanta, GA, 4 p.
- 15- Scott, W.E, (1995). *Properties of Paper an Introduction*, Translated by Afra, E., Aeij Press, Tehran.
- 16- Casey, P., (1980). *Pulp and Paper, Chemistry and Chemical Technology*. Volume 1, John Wiley & Sons.