



دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
صنایع خمیر و کاغذ

بررسی تأثیر استفاده از نانو ساختار ملاس بر ویژگی‌های کاغذ OCC طی فرآیند
بازیافت

پژوهش و نگارش:

مریم مرعشی

استاد راهنما:

دکتر علی قاسمیان

زمستان ۱۳۹۱

حمد و سپاس از آن خداوندیست که انسان را به زیور دانش آراست تا با نذیشین و تامل راه دست زیستن را بیاموزد.

و فیض خودی دانم صیانه ترین مراتب قدر دانی را تقدیم محضر کلیک عزیزانی نمایم که به نحوی در تکمیل این پیمان نامه مریاری نمودند.

از خانواده عزیزم

که سپاس کافی شان نیست و زحمتشان را جبرانی نیست، اما به رسم ادب از همه زحمتشان و برای آنچه سهم شکر می کنم

از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر علی قاسمیان به خاطر تمامی راهنمایی ها، کمک های بی دریغ و صبوری ایشان سپاسگزارم.

از مشاورین محترم این پیمان نامه جناب آقای دکتر ایاس افراد جناب آقای دکتر علیرضا مشوری به خاطر نگارش نیک و عمیقانه در جهت کمال این تحقیق ممنون و سپاسگزارم.

از اساتید محترم جناب آقای دکتر حسین رسالتی و جناب آقای دکتر احمد رضا سرانیان به تنابه خاطر این که داوری این پیمان نامه را قبول زحمت نمودند، بلکه به خاطر درسی که از ایشان آموختم سپاسگزارم.

از نایب محترم تحصیلات تکمیلی دانشگاه سرکار خانم دکتر شعبانورد که زحمت بازخوانی پیمان نامه و مدیریت جلسه را متقبل شدند شکر می کنم.

از جناب آقای مهندس وزیر بی به پاس همه زحمات بیدریغشان در تمامی مراحل اجرایی این پیمان نامه نهایت شکر را دارم و انتخاب شایسته ایشان را به عنوان عضو هیئت علمی دانشگاه گنبد تبریک عرض می نمایم.

از همه مسئولین و کارکنان آزمایشگاه چوب و کاغذ دانشگاه کرگان به ویژه سرکار خانم مهندس حسینانی به خاطر همه راهنمایی ها و زحمتشان سپاسگزارم.

از مسئول محترم آزمایشگاه چوب و کاغذ دانشگاه شهید بهشتی سرکار خانم مهندس رزم پور به خاطر بهکاری صیانه شان ممنونم.

از دوستان عزیزم حامد؛ اکبری، قدمی، طماسبی، عنایتی، آرمندا، حیدری، ترابی و آقای زردانی به خاطر همه کمک های بیدریغشان و همه همکاری های عزیزم به خاطر همه لحظه های باهم بودن، همه اشک ها و بخندها و همه مخطاتی که دستان سرد مرا به گرمی فشردند قدر دانم و از درگاه الهی بهترین ها را برایشان خواهانم.

تقدیم به پرہاترین سرمایہ ہامی، ہستی ام

پدر و مادر عزیزم

تختین دسترنجم را تقدیمتان می دارم، شاید نشانی باشد از سپاس

چکیده:

در این تحقیق تأثیر ملاس که یکی از محصولات جانبی صنایع قند می‌باشد به عنوان یک افزودنی مقاومت خشک جدید در بهبود پالایش پذیری و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی مقوای کنگره‌ای کهنه (OCC) مورد بررسی قرار گرفته شد. بدین منظور پنج سطح ملاس (۵،۰، ۱۰، ۱۵ و ۱۸٪) و سه سطح درجه روانی (۳۲۰، ۴۲۰، ۴۰۰ میلی لیتر) به عنوان فاکتورهای متغیر در نظر گرفته شد و برای هر تیمار کاغذهای دست‌ساز با مساحت 200cm^2 و وزن پایه 120g/m^2 تهیه شد. نتایج نشان داد که به جز شاخص مقاومت به پارگی افزایش قابل ملاحظه‌ای در ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد مشاهده شد. همچنین در تیمار ۱۸٪ ملاس تغییرات معنی‌داری در شاخص مقاومت به کشش، شاخص مقاومت به ترک‌شدن، شاخص مقاومت به عبور هوا مشاهده شد که این افزایش را می‌توان به تأثیر ملاس و ترکیبات آن در بهبود سطح پیوندیابی نسبت داد. در ادامه پس از تعیین سطح بهینه افزودن ملاس و درجه روانی به منظور بررسی تأثیر ملاس در کاهش پدیده استخوانی شدن، کاغذهای دست‌ساز بازیافت شد و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان ماندگاری آب و ویژگی‌های مقاومتی قبل و بعد از بازیافت نشان داد که افزودن ملاس تأثیر به‌سزایی در بهبود پالایش‌پذیری خواهد داشت. بر اساس نتایج به‌دست آمده می‌توان ملاس را به عنوان یک افزودنی مقاومت خشک جدید که می‌تواند جایگزین بخشی از الیاف سلولزی شود معرفی کرد.

کلمات کلیدی: ملاس، افزودنی مقاومت خشک، مقوای کنگره‌ای کهنه، شاخص مقاومت به

ترک‌شدن

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه و کلیات
۲.....	۱- مقدمه.....
۲.....	۱-۱ کلیات.....
۲.....	۱-۱-۱ الیاف بازیافتی.....
۳.....	۱-۱-۲ تاریخچه مصرف کاغذ باطله در جهان و ایران.....
۴.....	۱-۱-۳ مزایای بازیافت.....
۵.....	۲-۱ تغییر خواص کاغذ بر اثر بازیافت.....
۵.....	۱-۲-۱ مقاومت کاغذ.....
۶.....	۲-۲-۱ دلایل نظری تغییر خواص کاغذ در بازیافت.....
۷.....	۱-۲-۲-۱ اثر آلاینده‌های فیزیکی.....
۷.....	۳-۱ ویژگی‌های کارتن‌های کهنه بازیافتی (OCC).....
۸.....	۱-۳-۱ اثرات بازیافت و تکرار آن بر خواص مقاومتی خمیر و کاغذ بازیافتی.....
۹.....	۴-۱ روش‌های بهبود ویژگی‌های خمیر و کاغذ بازیافتی.....
۹.....	۱-۴-۱ پالایش.....
۱۰.....	۲-۴-۱ مخلوط سازی با الیاف بکر.....

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۱	۳-۴-۱ جزء جزء سازی الیاف.....
۱۲	۴-۴-۱ افزودن مواد شیمیایی و تیمار شیمیایی.....
۱۴	۵-۱ تعریف ملاس.....
۱۴	۱-۵-۱ مزایای ملاس به عنوان یک افزودنی در کاغذسازی.....
۱۶	۶-۱ بیان مسئله و هدف تحقیق.....
۱۶	۷-۱ فرضیه‌ها.....

فصل دوم: مرور منابع

۱۸	۱-۲ اهمیت بازیافت به لحاظ اثرات زیست محیطی و اقتصادی.....
۱۹	۲-۲ بررسی علل افت مقاومت کاغذ حاصل از خمیر بازیافتی OCC.....
۲۱	۳-۲ روش‌های مختلف بهبود کیفیت خمیر کاغذ.....
۲۱	۱-۳-۲ پالایش.....
۲۲	۲-۳-۲ مخلوط سازی با الیاف بکر.....
۲۲	۳-۳-۲ جزء جزء سازی الیاف.....
۲۳	۴-۳-۲ تیمار شیمیایی CMC و افزودن ترکیبات قندی.....

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل سوم : مواد و روش ها
۲۸.....	۱-۳ تولید خمیر بازیافتی OCC
۲۸.....	۲-۳ پالایش
۲۸.....	۳-۳ آماده سازی محلول ملاس
۲۹.....	۴-۳ تهیه کاغذ دست ساز
۲۹.....	۵-۳ بازیافت
۳۰.....	۶-۳ اندازه گیری ویژگی های کاغذ
۳۰.....	۱-۶-۳ ویژگی های فیزیکی کاغذ
۳۰.....	۱-۱-۶-۳ تعیین وزن پایه کاغذ
۳۰.....	۲-۱-۶-۳ تعیین ضخامت
۳۰.....	۳-۱-۶-۳ تعیین دانسیته
۳۱.....	۴-۱-۶-۳ تعیین مقاومت به عبور هوا
۳۱.....	۲-۶-۳ اندازه گیری ویژگی های مکانیکی
۳۱.....	۱-۲-۶-۳ مقاومت به کشش

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۶-۲ مقاومت به ترکیدن.....	۳۱
۳-۶-۲ مقاومت به پاره شدن.....	۳۱
۳-۷ اندازه گیری میزان ماندگاری آب.....	۳۲
۳-۸ تجزیه و تحلیل آماری.....	۳۳
فصل چهارم: نتایج و بحث	
۴-۱-۱ تأثیر پالایش و نانو ساختار ملاس بر ویژگی های فیزیکی و مکانیکی کاغذ بازیافتی.....	۳۶
۴-۱-۱-۱ ویژگی های فیزیکی.....	۳۸
۴-۱-۱-۱ تأثیر پالایش بر درجه روانی خمیر.....	۳۸
۴-۱-۱-۲ تأثیر تیمار نانو ساختار ملاس بر ضخامت کاغذ در سطوح مختلف پالایش خمیر.....	۳۹
۴-۱-۱-۳ تأثیر تیمار نانو ساختار ملاس بر دانسیته کاغذ در سطوح مختلف پالایش خمیر.....	۴۱
۴-۱-۱-۴ تأثیر تیمار نانو ساختار ملاس بر مقاومت در برابر عبور هوای کاغذ در سطوح مختلف پالایش خمیر.....	۴۲
۴-۱-۲ ویژگی های مکانیکی.....	۴۴
۴-۱-۲-۱ تأثیر تیمار نانو ساختار ملاس بر شاخص مقاومت به کشش کاغذ در سطوح مختلف پالایش خمیر.....	۴۴

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۲-۲-۱-۴ تأثیر تیمار نانو ساختار ملاس بر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ در سطوح مختلف پالایش خمیر	۴۵
۳-۲-۱-۴ تأثیر تیمار نانو ساختار ملاس بر شاخص مقاومت به پارگی کاغذ در سطوح مختلف پالایش خمیر	۴۷
۳-۱-۴ تأثیر تیمار با نانو ساختار ملاس بر میزان ماندگاری آب	۴۹
۲-۴ تأثیر بازیافت بر میزان ماندگاری آب در کاغذ	۵۰
۳-۴ تأثیر بازیافت بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی کاغذ OCC	۵۱
۱-۳-۴ ویژگی‌های فیزیکی	۵۲
۱-۱-۳-۴ تأثیر بازیافت بر ضخامت کاغذ	۵۲
۲-۱-۳-۴ تأثیر بازیافت بر دانسیته کاغذ	۵۴
۳-۱-۳-۴ تأثیر بازیافت بر مقاومت در برابر عبور هوای کاغذ	۵۴
۲-۳-۴ ویژگی‌های مکانیکی	۵۵
۱-۲-۳-۴ تأثیر بازیافت بر شاخص مقاومت به کشش کاغذ	۵۶
۲-۲-۳-۴ تأثیر بازیافت بر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ	۵۶
۳-۲-۳-۴ تأثیر بازیافت بر شاخص مقاومت به پارگی کاغذ	۵۷

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل پنجم: نتیجه گیری کلی
۶۰.....	۵-۱ نتیجه گیری کلی
۶۱.....	۵-۲ پیشنهادات
۶۴.....	منابع
۷۰.....	پیوست

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۴ مقادیر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی کاغذهای دست‌ساز حاصل از خمیر پالایش نشده و سطوح مختلف ملاس	۳۶.....
جدول ۲-۴ مقادیر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی کاغذهای دست‌ساز پالایش شده با دور ۲۰۰ و سطوح مختلف ملاس	۳۷.....
جدول ۳-۴ مقادیر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی کاغذهای دست‌ساز پالایش شده با دور ۱۰۰۰ و سطوح مختلف ملاس	۳۷.....
جدول ۴-۴ مقادیر میزان ماندگاری آب در کاغذهای دست‌ساز حاصل از دور پالایش ۱۰۰۰ و سطوح مختلف ملاس	۴۹.....
جدول ۵-۴ مقادیر میزان ماندگاری آب در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد	۵۰.....
جدول ۶-۴ مقادیر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی کاغذهای بازیافتی	۵۲.....
جدول ۱- تجزیه واریانس ضخامت کاغذهای حاصل از تیمار نانو ساختار ملاس در سطوح مختلف پالایش	۷۰.....
جدول ۲- تجزیه واریانس دانسیته کاغذهای حاصل از تیمار نانو ساختار ملاس در سطوح مختلف پالایش	۷۰.....

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۳- تجزیه واریانس مقاومت به عبور هوای کاغذهای حاصل از تیمار نانو ساختار ملاس در سطوح مختلف پالایش	۷۰
جدول ۴- تجزیه واریانس شاخص مقاومت به کشش کاغذهای حاصل از تیمار نانو ساختار ملاس در سطوح مختلف پالایش	۷۱
جدول ۵- تجزیه واریانس شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از تیمار نانو ساختار ملاس در سطوح مختلف پالایش	۷۱
جدول ۶- تجزیه واریانس شاخص مقاومت به پارگی کاغذهای حاصل از تیمار نانو ساختار ملاس در سطوح مختلف پالایش	۷۱
جدول ۷- تجزیه واریانس میزان ماندگاری آب در کاغذهای حاصل از دور پالایش ۱۰۰۰ و سطوح مختلف نانو ساختار ملاس	۷۲
جدول ۸- تجزیه واریانس ضخامت در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد	۷۲
جدول ۹- تجزیه واریانس دانسیته در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد	۷۲
جدول ۱۰- تجزیه واریانس مقاومت به عبور هوا در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد	۷۳
جدول ۱۱- تجزیه واریانس شاخص مقاومت به کشش در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد	۷۳

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۷۳.....	جدول ۱۲- تجزیه واریانس شاخص مقاومت به ترکیدن در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد
۷۴.....	جدول ۱۳- تجزیه واریانس شاخص مقاومت به پارگی در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد
۷۴.....	جدول ۱۴- تجزیه واریانس میزان ماندگاری آب در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد

فهرست شکل‌ها

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
شکل ۱-۴ عدل‌های OCC	۸
شکل ۴-۱ تأثیر سطوح مختلف پالایش بر روی درجه روانی خمیر بازیافتی حاصل از مقوای کنگره‌ای کهنه	۳۹
شکل ۴-۲ تأثیر تیمار با نانو ساختار ملاس بر ضخامت کاغذ حاصل از مقوای کنگره‌ای کهنه در سطوح مختلف پالایش	۴۰
شکل ۴-۳ تأثیر تیمار با نانو ساختار ملاس بر دانسیته کاغذ حاصل از مقوای کنگره‌ای کهنه در سطوح مختلف پالایش	۴۲
شکل ۴-۴ تأثیر تیمار با نانو ساختار ملاس بر مقاومت به عبور هوای کاغذ حاصل از مقوای کنگره‌ای کهنه در سطوح مختلف پالایش	۴۳
شکل ۴-۵ تأثیر تیمار با نانو ساختار ملاس بر شاخص مقاومت به کشش کاغذ حاصل از مقوای کنگره‌ای کهنه در سطوح مختلف پالایش	۴۵
شکل ۴-۶ تأثیر س تیمار با نانو ساختار ملاس بر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ حاصل از مقوای کنگره‌ای کهنه در سطوح مختلف پالایش	۴۷
شکل ۴-۷ تأثیر تیمار با نانو ساختار ملاس بر شاخص مقاومت به پارگی کاغذ حاصل از مقوای کنگره‌ای کهنه در سطوح مختلف پالایش	۴۸
شکل ۴-۸ تأثیر سطوح مختلف ملاس و پالایش با دور ۱۰۰۰ بر میزان ماندگاری آب کاغذهای بازیافتی حاصل از مقوای کنگره‌ای کهنه	۴۹

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۹-۴ تأثیر بازیافت برمیزان ماندگاری آب در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد	۵۱
شکل ۱۰-۴ تأثیر بازیافت بر روی ضخامت در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد	۵۳
شکل ۱۱-۴ تأثیر بازیافت بر روی دانسیته در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد	۵۴
شکل ۱۲-۴ تأثیر بازیافت بر روی مقاومت به عبور هوا در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد	۵۵
شکل ۱۳-۴ تأثیر بازیافت بر شاخص مقاومت به کشش در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد	۵۶
شکل ۱۴-۴ تأثیر بازیافت بر شاخص مقاومت به ترکیدن در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد	۵۷
شکل ۱۵-۴ تأثیر بازیافت بر شاخص مقاومت به پارگی در کاغذهای شاهد و ۱۸٪ ساخته شده با دور پالایش ۱۰۰۰ قبل و بعد از بازیافت مجدد	۵۸

۱- مقدمه

۱-۱ کلیات

امروزه بحث توسعه پایدار یکی از بحث‌های بسیار مهم و رایج در سطح بین‌المللی است. توسعه پایدار فرآیند تغییری است در استفاده از منابع، هدایت سرمایه‌گذاری‌ها، سمت‌گیری توسعه تکنولوژی و تغییر نهاده‌هایی که با نیازهای حال و آتی سازگار باشد. پایداری وضعیتی است که در آن مطلوبیت و امکانات موجود در طول زمان کاهش نمی‌یابد و به توانایی اکوسیستم‌ها برای تداوم کارکرد در آینده نامحدود مربوط می‌شود؛ بدون آنکه به تحلیل منابع و یا بار بیش از حد منابع منجر شود.

دو جنبه بسیار مهم مورد تأکید در مبحث توسعه پایدار، منابع تجدیدناشونده (مثل منابع فسیلی) یا دیر تجدید شونده (مثل جنگل) و دیگری آلودگی محیط زیست می‌باشد. از جمله صنایع مرتبط با توسعه پایدار، صنایع چوب و کاغذ است که مورد انتقاد بسیاری از گروه‌های طرفدار محیط زیست قرار گرفته است، چرا که در گذشته و به ویژه در کشورهای کمتر توسعه یافته، نه تنها استفاده بیش از حد این صنایع از جنگل و منابع چوبی زیان‌های جبران‌ناپذیری را به محیط زیست وارد کرده است، بلکه آلودگی‌های شیمیایی تولید شده توسط آن‌ها به ویژه صنایع خمیرکاغذ و کاغذسازی نیز بر این حساسیت افزوده است. دست‌اندرکاران این صنایع راهکارهای مختلفی را جهت حل مشکلات تأمین ماده اولیه و آلودگی‌ها، مورد استفاده قرار داده‌اند که مهمترین آن‌ها عبارتند از:

- ۱- استفاده از الیاف لیگنوسلولزی غیر چوبی همانند باگاس، کاه و کلش گندم و برنج و سایر پسماندهای کشاورزی
- ۲- بازیافت محصولات چوبی و کاغذی تولید شده
- ۳- زراعت درختان تند رشد

۱-۱-۱ الیاف بازیافتی

الیاف بازیافتی یا الیاف دست دوم شامل انواع مواد لیفی است که یک بار وارد یک فرآیند شده‌اند و برای استفاده در فرآیند تولید دیگر بازیابی می‌شوند (میرشکرایی، ۱۳۸۲).

یک تفاوت عمده بین کاغذ باطله و الیاف دست اول (بکر) این است که حداقل یک بار مورد استفاده واقع شده است. بازیافت الیاف سلولزی هم بر خواص محصول نهایی و هم بر عملکرد ماشین اثر می‌گذارد.

۱-۲-۱ تاریخچه مصرف کاغذ باطله در جهان و ایران

از نقطه نظر تاریخی اولین بار کاغذ با استفاده از منابع غیر چوبی ساخته شد ولی با توسعه سریع و رشد روزافزون مصرف، این صنعت بر استفاده از ماده اولیه چوبی تمرکز یافت. در این راستا کشور-هایی وجود دارند که از ماده اولیه چوبی مناسب برخوردار نبوده و یا به دلیل محدودیت آن سعی خود را بر استفاده از منابع الیاف سلولزی غیرچوبی و سایر منابع مانند کاغذ و مقوای باطله متمرکز کرده‌اند. در میان کاغذهای مورد استفاده در صنعت بازیافت، کارتن‌های کنگره‌ای کهنه^۱ از اهمیت خاصی برخوردار است و استفاده مجدد از آن به خصوص در تهیه مقوا و کاغذهای بسته‌بندی بسیار مورد توجه می‌باشد. همچنین بازیافت کارتن‌های کنگره‌ای کهنه بیش از بازیافت سایر انواع کاغذ در ایران رواج دارد.

تا قبل از انقلاب صنعتی، مصرف کاغذ در بسته‌بندی یکی از موارد نسبتاً کم اهمیت بود. وقوع جنگ‌های جهانی اول و دوم، باعث افزایش مصرف کاغذ باطله برای تولید بسته‌بندی‌های کاغذی گردید. بعد از پایان جنگ جهانی دوم، انواع بسته‌بندی‌های کاغذی بازار جدیدی پیدا کردند که عمده-ترین این بازارها، فروشگاه‌های عمده فروشی، خرده فروشی و به ویژه فروشگاه‌های زنجیره‌ای بودند. در دهه ۱۹۶۰ تحولی در مغازه‌های خرده فروشی به وجود آمد و این مغازه‌ها به سمت تشکیل فروشگاه‌های زنجیره‌ای و سوپرمارکت‌های بزرگ حرکت کردند. همین مسئله باعث شد که تقاضا برای مقوای بسته‌بندی و بسته‌بندی کنگره‌ای افزایش بیشتری پیدا کند. بطوریکه در اواخر دهه ۱۹۷۰ انواع کاغذهای کارتن کنگره‌ای و دیگر مقوای بسته‌بندی به طور کامل از کاغذ باطله ساخته می-شدند.

در ایران نیز استفاده مجدد از کاغذ مصرف شده سابقه طولانی دارد. مصرف کاغذ باطله به عنوان ماده اولیه جهت تولید مقوا از سال ۱۳۱۳ در شرکت مقواسازی کرج آغاز شد. پس از چندی به تدریج

1- Old Corrugated Container

چند مقواسازی در تهران و شهرستان‌های دیگر شروع به کار کردند. در سال ۱۳۳۶ اولین واحد تولید در کهریزک عملاً شروع به کار کرد. از سال ۱۳۱۳ به بعد جمعاً ۶۰ واحد مجاز تولید کاغذ و مقوا و در حدود ۳۰ واحد غیر مجاز در ایران وجود داشته است (خلیلی گشت رودخانی، ۱۳۸۷).

کاغذ و مقواهای موجود در زباله‌های شهری عموماً شامل: روزنامه، کتاب، مجله، کاغذهای چاپ شده تبلیغاتی، تجاری، مکاتبات اداری، مقوا، کاغذهای بسته‌بندی و کاغذهای بهداشتی است (دالوند، ۱۳۸۶).

۱-۱-۳ مزایای بازیافت

- صرفه‌جویی در مصرف چوب آلات جنگلی به میزان ۲۰ تا ۳۰ درصد در سال (قاسمیان و همکاران، ۲۰۰۵).

- کم شدن حجم ضایعات برای دفع در زمین و تأثیر بر روی سایر مراحل مدیریت مواد زائد جامد از جمله کاهش هزینه‌های جمع‌آوری، حمل و نقل و دفع زباله (سال هوفر و همکاران، ۲۰۰۷؛ قاسمیان و همکاران، ۲۰۰۵).

- صرفه‌جویی در مصرف مواد شیمیایی و در نتیجه کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و کاهش هزینه‌های تصفیه پساب حاصل از تولید کاغذ (قاسمیان و همکاران، ۲۰۰۵ و هکرت و همکاران، ۱۹۹۹).

- صرفه‌جویی در مصرف انرژی به میزان ۶۴٪ به جهت حذف مراحل خرد کردن و پخت چپس‌ها، نیاز به پالایش کمتر برای تولید خمیر کاغذ (میسمن و همکاران، ۲۰۰۸؛ ویلانوا و ونزل، ۲۰۰۷ و قاسمیان و همکاران، ۲۰۰۵).

- صرفه‌جویی در مصرف آب و امکان استفاده از تکنولوژی سیستم‌های بسته بدون تولید پساب (میسمن و همکاران، ۲۰۰۸ و ویلانوا و ونزل، ۲۰۰۷).

1- Salhofer

2- Hekkert

3- Misman

4- Villanueva, A., and Wenzel

- کاهش آلودگی‌های هوا (کاهش گازهای گلخانه‌ای) به علت سمیت کمتر فرآیند بازیافت نسبت به دفع و سوزاندن (میسمان و همکاران، ۲۰۰۸؛ سال هوفر و همکاران، ۲۰۰۷؛ ویلانوا و ونزل، ۲۰۰۷؛ قاسمیان و همکاران، ۲۰۰۵).
 - کاهش حمل و نقل و در نتیجه، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن (سال هوفر و همکاران، ۲۰۰۷ و ویلانوا و ونزل، ۲۰۰۷).
 - کاهش مصرف مواد شیمیایی
 - ایجاد اشتغال
 - حفظ سرمایه (جلوگیری از واردات و ایجاد درآمد حاصل از فروش مواد بازیافتی)
- لذا با توجه به مزایای فراوان فرآیند بازیافت و با توجه به اهمیت مبحث توسعه پایدار یافتن راه‌هایی جهت حفظ حداقل مقاومت محصولات کاغذی ضمن بازیافت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۲-۱ تغییر خواص کاغذ بر اثر بازیافت

۲-۱-۱ مقاومت کاغذ

کاغذ مجموعه‌ای از اتصالات الیاف است که ساختار کاملاً پیچیده‌ای دارد. در فرآیند کاغذسازی و در طول پرس و خشک کردن کاغذ، هدف توسعه پیوندهای فیبر-فیبر، جهت دست یافتن به مقاومت است. آب نقش مهمی در توسعه اتصالات دارد زیرا آب پل بین الیاف در تماس با هم است و منجر به شکل گیری پیوندهای فیبر-فیبر می‌شود. افزایش پیوندها منجر به افزایش سطوح پیوند بین الیاف در پرس تر می‌گردد.

وجود همی سلولز منجر به واکنشیدگی و پیوند بیشتر بین الیاف و بهبود ویژگی‌های مقاومتی می‌گردد (اسپی‌گلبرگ، ۱۹۶۶). مقاومت الیاف نیز در مقاومت کاغذ نقش مهمی دارد. الیاف سلولزی، زاویه میکروفیبریل‌ها و تغییر شکل پذیری الیاف فاکتورهای اصلی تأثیرگذار بر مقاومت الیاف می‌باشد. تغییر شکل پذیری الیاف از اهمیت بیشتری برخوردار است زیرا الیاف مستقیم، بخش‌های فعال بیشتری