

بسمه تعالی

پتانسیل استفاده از انواع کاغذهای بازیافتی جهت ساخت کاغذ فلوتینگ در راستای کاهش استفاده از منابع چوبی و توسعه پایدار

احمدرضا زاهدی طبرستانی^۱ - محمدتقی منقولی^۲ - رامید فروزانفر^۳ - حسن رستم پور^۴
ar_zahedi1972@yahoo.com

۴۳،۱ کارشناسان مهندسی فرایند شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران

۲ رییس مهندسی فرایند شرکت چوب و کاغذ مازندران

تلفن: ۰۱۵۱-۳۸۸۲۶۲۱ همراه: ۰۹۱۱۳۵۴۷۹۱۸ فکس: ۰۱۵۱-۳۸۸۲۰۲۰

ساری . کیلومتر ۱۲ جاده ساری _ سمنان - شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران

چکیده:

انواع کاغذ های بازیافتی مانند رول های بازیافتی ، آخال شهری ، کاغذ کناره بری کارتن سازی و روزنامه بعنوان منابع ورودی افزودنی های فیبری در کنار خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی بعنوان خمیر بکر جهت تولید کاغذ فلوتینگ استفاده می شود. با توجه به درصد مشخص اختلاط این خمیر ها با خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی انتظار می رود ماهیت این خمیر ها با توجه به درجه روانی اولیه و ویژگی های مقاومتی با همدیگر متفاوت بوده ، کاغذ هایی با ویژگی های مختلف مقاومتی بدست دهد. لذا تعیین میزان اثر گذاری هر کدام از انواع کاغذهای بازیافتی بر روی ویژگی های مقاومتی کاغذ نهایی می تواند در تعیین سهم هر کدام از آنها در راستای بهبود خصوصیات مقاومتی و نهایتا کاهش استفاده از خمیر بکر اولیه موثر واقع شود. در این تحقیق با استفاده از اختلاط ۸۰٪ خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی با ۲۰٪ انواع خمیرهای بازیافتی مذکور مشخص شده که بهترین نتایج مقاومتی حاصل اختلاط کارتن کناره بری با خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی و کمترین مقاومت ها نیز حاصل اختلاط روزنامه بازیافتی با این خمیر می باشد. رولهای بازیافتی و آخال شهری شرایطی نسبتا مشابه داشته و خصوصیات مقاومتی آنها بین روزنامه و کارتن کناره بری قرار می گیرد.
کلمات کلیدی: انواع کاغذ های بازیافتی ، خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی، کاغذ فلوتینگ

مقدمه

امروزه تأمین ماده اولیه سلولزی مناسب مهم ترین چالش پیش روی صنایع خمیر و کاغذ کشور ما و دنیا می باشد. از آنجا که بخش عمده این ماده اولیه از چوب و یا به عبارت بهتر از جنگل تأمین میشود، این امر موجب فشار بسیار زیاد بر جنگل های موجود و به ویژه جنگل های شمال کشور میگردد. برداشت های بسیار زیاد قانونی و غیر قانونی از جنگل های شمال همراه با پدیده تبدیل اراضی جنگلی به زمین های زراعی و نیز نوسان های آب و هوایی نسبتاً شدید موجب کاهش روزافزون سطح جنگل های کشور و در نتیجه هر چه سخت تر شدن وضعیت صنایع چوب و کاغذ از نظر تأمین ماده اولیه سلولزی شده است. بنابراین باید به دنبال روش های مناسبی برای حل این مشکل بود. برای پاسخگویی به این مشکل روش های مختلفی به شرح زیر مورد توجه قرار گیرند.

۱. روش های علمی جنگل کاری و جنگلداری برای حفظ وضعیت موجود جنگل های شمال کشور و جلوگیری از تخریب بیشتر آن همراه با برداشت های منطقی و علمی از جنگل ها.
۲. تشویق و توسعه کشت گونه های تند رشد غیر جنگلی.
۳. استفاده از سایر منابع لیگنوسلولزی موجود در کشور مثل پسماندهای زراعی.
۴. توسعه کشت فرآورده هایی مانند نیشکر در نقاط مناسب مثل خوزستان.
۵. برنامه ریزی برای ورود چوب از خارج از کشور با هدف ایجاد ارزش افزوده در داخل کشور.
۶. بازیافت فرآورده های سلولزی.

صنعت کاغذسازی در کشور ما طی سال های اخیر، از رشد نسبتاً زیادی برخوردار بوده است و کارخانه های جدیدی در نقاط مختلف تأسیس و راه اندازی شده اند، که درمورد اکثر آنها مشکل تأمین ماده اولیه سلولزی کماکان وجود دارد. روش های یاد شده در بالا برای حل این مشکل در صنایع کاغذسازی نیز کاربرد وسیعی دارند و امروزه در سطح دنیا نیز از آنها به صورت موردی یا با هم استفاده میشود. با این وجود، بعضی از این روش ها، در صنایع کاغذسازی کاربرد بیشتری نسبت به سایر صنایع وابسته به چوب دارند. به عنوان مثال، روش بازیافت فرآورده های کاغذی، تنها در صنایع کاغذسازی کاربرد دارد. در واقع میتوان گفت که انعطاف پذیری صنایع کاغذسازی از این نظر از سایر صنایع چوب بیشتر است. اهمیت روش بازیافت فرآورده های کاغذی در دنیا به صورت روزافزون بوده و در حال حاضر روشی مطمئن و مناسب برای حل مشکل تأمین بخشی از ماده اولیه سلولزی مورد نیاز صنایع کاغذسازی در دنیا می باشد. (قاسمیان، علی و ایمان اکبرپور ۱۳۹۰). هدف از این مقاله شناسایی انواع کاغذهای بازیافتی و بررسی میزان تاثیر آنها در ترکیب نهایی^۱ کاغذ فلوتینگ بوده که می تواند منجر به مدیریت بهتر در انتخاب و تخصیص این منابع جهت حصول ویژگی های مطلوب مقاومتی مطابق با استانداردهای تدوین شده تولید این محصول با استفاده از فرایند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی گردد.

بازیافت و جایگاه آن در ایران

بازیافت در مفهوم رایج آن، به معنی استفاده مجدد از مواد پس از اعمال پردازش های خاص بر روی آنها است. کاغذ یکی از اقلام با ارزش مواد زائد جامد شهری است که سلطان ضایعات لقب گرفته است. در واقع تفکر بازیافت کاغذ با اهداف کلی مثل جلوگیری از غارت بی رویه منابع طبیعی، کاهش در مصرف انرژی و تقلیل میزان زباله برای کاهش هزینه های دفن و تغییر الگوی مصرف بوجود آمده است. بازیافت کاغذ بر خلاف مفهوم کنونی که با فرآیندهای شیمیایی و پردازش کارخانه ای تعریف می شود از دیر باز به صورت سنتی وجود داشته است. سهولت خمیر کردن کاغذهای باطله و شکل دهی مجدد به آنها همواره سبب شده که تمایل به سمت بازیافت آن افزایش یابد. از عمده ترین عوامل تولید کاغذهای باطله می توان به زباله های خانوارها، مدارس، ادارات، کاغذهای ضایعاتی صحافی، عکاسان، فتوکپی ها، چاپخانه ها و واحدهای سازنده جعبه های مقوایی و... اشاره کرد. به دلایل اقتصادی و زیست محیطی استفاده از کاغذهای باطله به عنوان ماده خام صنعت کاغذ چشم انداز روشنی دارد و در سال های آتی به مرزهای جدیدی خواهد رسید. (رضایتی و همکاران، ۱۳۸۷) بازیافت کاغذ در ایران از قدمت قابل توجهی برخوردار است. بررسی ها نشان میدهد که بازیافت کاغذ با بهره گیری از صنعت به سال ۱۳۱۳ بر می گردد که با تاسیس کارخانه مقواسازی کرج و استفاده از کاغذ باطله انجام گرفته است. در سال ۱۳۳۵ دومین کارخانه مقواسازی به نام مقواسازی شرق و در سال ۱۳۳۶ کاغذ کهریزک در تهران شروع به کار نمود. دو واحد فوق هنوز هم با استفاده از کاغذ باطله فعالیت می نمایند. بطور کلی جایگاه بازیافت کاغذ در ایران با وضعیت آن در دنیا و حتی آسیا فاصله و تفاوت چشمگیری دارد.

کشورهای توسعه یافته		کشورهای در حال توسعه	
میزان بازیافت	نام کشور	میزان بازیافت	نام کشور
٪۴۵	آمریکا	٪۳۱	کره جنوبی
٪۷۱	آلمان	٪۲۶	ترکیه
٪۷۷	هلند	٪۳۱	مالزی
٪۵۲	ژاپن	٪۲۱	الجزایر
		٪۱۰	ایران

جدول ۱- بررسی میزان بازیافت کاغذ در کشورهای مختلف

وضعیت فعلی منابع تامین مواد اولیه صنایع کاغذ کشور

در سالهای اخیر از طرفی به دلیل رشد فزاینده جمعیت و به تبع آن افزایش میزان تقاضا و از طرف دیگر کاهش شدید منابع جنگلی صنایع تولید خمیر و کاغذ کشور که برای تامین مواد اولیه خود به درختان جنگلی وابسته اند - به دلیل رو به زوال بودن جنگلها و منابع چوبی - با مشکلاتی جدی در تامین مواد اولیه سلولزی مواجه هستند. در حال حاضر مهم ترین مواد اولیه لیگنوسلولزی قابل استفاده در صنایع سلولزی کشور عبارتند از: جنگل های صنعتی و تجاری شمال، زراعت چوب و جنگل های دست کاشت، پسماندهای کشاورزی و بازیافت کاغذ می باشد (اسدیپور و همکاران، ۱۳۹۰)

اهمیت و جایگاه صنایع بسته بندی

بسته بندی علم، هنر و فن آوری محافظت از محصول برای نگهداری، انبارش، انتقال و توزیع، ذخیره، فروش و استفاده از آن است. بسته بندی شامل مراحل طراحی، ارزیابی، و تولید بسته ها می شود. بسته بندی بطور بسیار جامعی بر زندگی ما سایه افکنده است، بطوریکه ما در تمام اطراف خود آنرا مشاهده می کنیم. از اقلام مواد غذایی و دارویی گرفته تا کالاهای مصرفی و لوازم خانگی و کالاهای صنعتی و استراتژیک مانند محصولات پتروشیمیایی همه با بسته بندی مرتبط هستند. وظیفه اصلی بسته بندی محافظت از محصول است. بسته بندی با برچسب های استاندارد این امکان را به ما می دهد تا متوجه شویم چه نوع محصولی داخل بسته قرار دارد و شرایط حفظ و نگهداری آن چگونه است. سازمان جهانی استاندارد (ISO) و سازمان های معتبر و ملی استاندارد کشورهای پیشرفته گامهای مهمی در تدوین استانداردهای بسته بندی و مشخصات فنی آن برداشته اند.

اهمیت و نقش کاغذ کنگره ای (فلوتینگ)^۱

کاغذ کنگره ای در ایران توسط کارخانجات متعددی ساخته می شود که اکثراً از ۱۰۰٪ کاغذ بازیافتی بعنوان ماده خام برای تولید این محصول استفاده می کنند و در این میان تنها کارخانه صنایع چوب و کاغذ مازندران در شمال ایران است که تولید این کاغذ را با فرایند خاص تهیه خمیر موسوم به فرایند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی^۲ از مخلوط گونه های چوبی بعهده دارد. بخشی از ترکیب نهایی جهت ساخت کاغذ فلوتینگ با استفاده از اختلاط انواع کاغذهای بازیافتی ورودی به کارخانه همراه با خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی انجام شده که نهایتاً منجر به تولید کاغذ فلوتینگ برای لایه میانی مقوا می گردد. نقش کاغذ کنگره ای در کارتن بسیار با اهمیت بوده و در حقیقت وظیفه اصلی تحمل بار و ضربه های وارده را بعهده می گیرد.

منابع تامین مواد اولیه در ساخت کاغذ کنگره ای

۱- خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی

فرایند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی، فرایند خمیرسازی شیمیایی پرمحصول نیز نامیده میشود که شامل دو مرحله میباشد. در مرحله اول یک عمل آوری شیمیایی ملایم مورد استفاده قرار میگیرد و در مرحله دوم عمل پالایش مکانیکی بر روی آن انجام میگردد. در نتیجه مقدار اندکی از لیگنین و مواد همی سلولزی خارج می شوند. اولین مرحله فرایند نیمه شیمیایی، شبیه به همه روشهای خمیرسازی شیمیایی تجاری بوده و تنها تفاوت آن در این است که در فرایند نیمه شیمیایی، دما، زمان پخت یا مقدار مواد شیمیایی کمتری مصرف میشود (نیکجویان ۷۶). مناسب ترین خمیر کاغذ تولیدی در روش نیمه شیمیایی سولفیت خنثی، خمیری است که دارای راندمانی در حدود ۶۰ تا ۸۰٪ بوده و در عین حال بالاترین مقاومتها را داشته باشد. تا سال ۱۹۸۵، خمیر کاغذ نیمه شیمیایی در مقیاس جهانی عمدتاً بر اساس فرایند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی تولید می شده است، ولی تا چندی پیش در کمتر از ۴۰٪ این کارخانجات از فرایند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی و

در بیش از ۶۰٪ آنها از سایر فرایندهای خمیرسازی مثل لیکور سبز و کربنات - کاستیک برای تولید خمیر نیمه شیمیایی از مواد خام سلولزی و عمدتاً از مواد چوبی استفاده میگردید (گورباچف، ۱۹۷۹). در مقیاس جهانی، کارخانجات و خط تولید خمیر نیمه شیمیایی به صورت مستقل، بصورت مکمل با یک فرایند خمیرسازی دیگر و معمولاً فرایند خمیرسازی کرافت قرار دارند. در حالت کارخانجات مستقل مثل فرایندهای سودا، نیمه شیمیایی سولفیت خنثی و کربنات - کاستیک، هر واحد تولیدی دارای سیستم تولید خمیر کاغذ و سیستم بازیافت مواد شیمیایی کاملاً مستقل است، ولی در حالت کارخانجات مکمل مثل نیمه شیمیایی سولفیت خنثی - کرافت و لیکور سبز - کرافت، تولید خمیر برای هر واحد بطور مستقل انجام میشود، ولی با استفاده از یک سیستم مشترک بازیافت مواد شیمیایی، مایع پخت مورد نیاز برای دو خط تولید خمیر کاغذ (خط تولید خمیر نیمه شیمیایی مثل نیمه شیمیایی سولفیت خنثی یا لیکور سبز و خط تولید خمیر شیمیایی مثل کرافت) تولید میگردد (جرجلی، ۱۹۷۳). در کشور ما تنها یک واحد تولید خمیر کاغذ نیمه شیمیایی بر پایه مواد خام سلولزی و قابل مصرف برای ساخت کاغذ فلوتینگ وجود دارد که در صنایع چوب و کاغذ مازندران مستقر میباشد. در این واحد تولیدی از مخلوط چوب آلات جنگلی با استفاده از فرایند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی، خمیر نیمه شیمیایی با ظرفیت تولید ۸۵۰۰۰ تن در سال تولید میگردد. محدوده های بازده خمیر و کاغذ در فرایندهای نیمه شیمیایی ۷۰ تا ۸۰٪ است که بسته به نوع و کیفیت ماده اولیه سلولزی و گونه های چوبی مورد استفاده، نوع فرایند و شدت تیمار شیمیایی و نیز کیفیت نهائی محصول کاغذی یعنی کاغذ فلوتینگ مورد مصرف در صنایع کارتن سازی بستگی دارد (اینگروبر، ۱۹۸۹).

۲- انواع کاغذ های بازیافتی :

۱-۲ آخال شهری:

زباله های شهری از اجزای مختلفی تشکیل میشود که درصد قابل توجهی از آن شامل کاغذ و مقوا می باشد. کاغذ پس از مواد فاسد شدنی و قابل کمپوست، دومین جز با ارزش و قابل بازیافت زباله میباشد. کاغذ و مقوای قابل بازیافت موجود در زباله شهری عموماً شامل روزنامه، کتاب، مجله، کاغذهای چاپی، تبلیغاتی و تجاری، مکاتبات اداری، کاغذهای پرینت، مقوا و کاغذ بسته بندی میباشد. منازل، ادارات و مدارس مهمترین منابع تامین کاغذ های باطله موجود در آخال شهری هستند.

۲-۲ آخال کناره بری کارتن سازها:

بخش قابل توجهی از ضایعات تبدیل در کارخانجات کارتن سازی را ضایعات کناره بری تشکیل می دهد که در اثر سفارش های مبتنی با عرض کمتر از رول کاغذ ایجاد و سپس فشرده و عدل بندی شده که اکثراً توسط خود این مراکز با در اختیار داشتن سیستم جمع آوری اتوماتیک تحت مکش جمع آوری می شود. محصولات نامنطبق تولیدی نیز با قابلیت بهره برداری از دستگاه رشته ساز^۱، خرد و سپس پرس شده و بطور جداگانه و یا ترکیب با کناره بری های کارتن، پرس و عدل بندی می شود.

۳-۲ رول های بازیافتی :

یکی از بهترین انواع کاغذهای بازیافتی مورد استفاده بوده که توسط شرکتهای مقیاس کوچک با بهره برداری از تجهیزاتی مانند تمیزکننده^۲، غربال^۳، کلوخه شکن^۴ و پالایشگر^۵ تخلیص و پالایش شده و با عبور از چند دستگاه پرس و سیستم های خشک کن تبدیل به رول کاغذ می شود. عمده منابع اولیه تهیه رول های بازیافتی، کارتن های فروشگاهی است که غالباً در اثر جمع آوری و نگهداری نامناسب آغشته به مواد غیرسلولزی مانند شن و ماسه و یونولیت و... می گردد. با این وجود با توجه به

اینکه بخشی مهمی از ناخالصی ها از این کاغذها جدا شده استقبالی خوبی برای خرید این رولها توسط شرکتهای تولید کاغذ فلوتینگ بعمل می آید.

۴-۲ روزنامه های بازیافتی:

روزنامه بازیافتی از منابع مختلفی جمع آوری شده و به کارخانجات کاغذسازی حمل می گردد از جمله روزنامه های تاریخ گذشته که از کیوسک های روزنامه فروشی جمع آوری شده و همچنین تولیدات نامنطبق شرکت های چاپ روزنامه و مجله را شامل می شود.

مروری بر تحقیقات انجام شده:

اسدپور اتویی (۱۳۸۷) طی تحقیقی کیفیت انواع رولهای بازیافتی (OCC)^۱ شرکتهای مختلف را در اختلاط با خمیر NSSC مورد مقایسه قرار داده و به این نتیجه رسیده است که کیفیت رولهای بازیافتی شرکتهای تولید کننده بدلیل متنوع بودن مواد اولیه و فرایند تولید متفاوت بوده که این موضوع باعث ایجاد نوسان کیفی در محصول نهایی خواهد شد. همچنین مشخص شد که با پالایش این خمیرها تمامی مشخصات مقاومتی افزایش نشان خواهد داد. در صورتی که بدلیل عدم پالایش این خمیرها در کارخانه کاغذ سازی غالب مقاومت ها به استثناء مقاوت به پارگی کاهش نشان می دهد.

برزن (۱۳۸۷) بکارگیری خمیر حاصله از بازیافت کاغذ بسته بندی باطله به همراه خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی NSSC حاصل از مخلوط پهن برگان را جهت تولید کاغذ کنگره ای مورد بررسی قرار داد. جهت رسیدن به این هدف از درصدهای مختلف خمیر کرافت سفید نشده الیاف بلند (سوزنی برگ) نیز استفاده کرده است. نتایج این تحقیق نشان داده که ترکیب شرایط ۵۰٪ کاغذ باطله ، ۵٪ خمیر کرافت سفید نشده الیاف بلند ایده آل ترین اقتصادی ترین کاغذ فلوتینگ را تولید می کند.

مواد و روش ها:

مواد اولیه مورد نیاز این تحقیق عبارتند از: انواع کاغذ های بازیافتی اعم از رول های بازیافتی ، آخال شهری ، آخال کارتن کناره بری کارتن سازها ، روزنامه بازیافتی و خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی

نمونه خرده چوبهای مورد مصرف برای تولید خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی مخلوطی از گونه های چوبی پهن برگ جنگلهای شمال با درصد اختلاط تصادفی به میزان ۸۵٪ و گونه سریع الرشد صنوبر حدود ۱۵٪ میباشد.

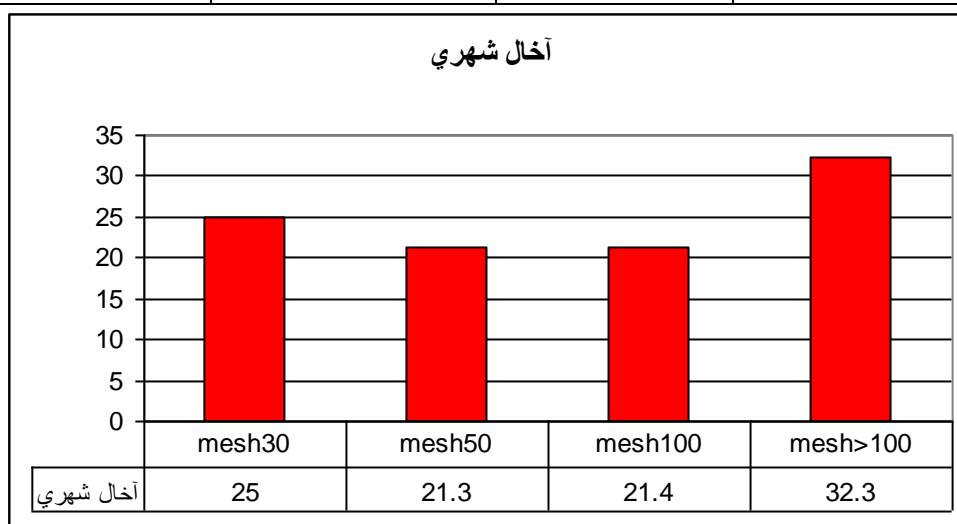
نمونه کاغذ های بازیافتی از انبار ضایعات بازیافتی کارخانه و بصورت تصادفی انتخاب شدند . کلیه تست های انجام شده بر روی نمونه های کاغذ دست ساز ۶۰ گرمی ساخته شده از اختلاط ۸۰٪ خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی با ۲۰٪ انواع خمیر بازیافتی با ۳ بار تکرار انجام شده است. درجه روانی اولیه خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی و انواع خمیر های بازیافتی بر اساس استاندارد T227Om-99 اندازه گیری شد. در مرحله بعدی کاغذهای دست ساز با وزن پایه ۶۰ گرم بر متر مربع بر اساس استاندارد T205SP-95 ساخته شد. همچنین آزمون های مکانیکی شامل مقاومت به کشش ، ترکیدن و پاره شدن بر اساس استاندارد های T403Om-97 , T495Om-96 , T414Om-98 اندازه گیری شدند. مقادیر به دست آمده توسط آزمون دانکن بر پایه طرح آماری کاملاً تصادفی و با درصد اطمینان ۵٪ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج اندازه گیری (میانگین داده ها) و مقایسه آماری مربوط به کلاسه بندی الیاف انواع خمیر های بازیافتی در جدول ۲ و اشکال ۱ تا ۳ نشان داده شده است .

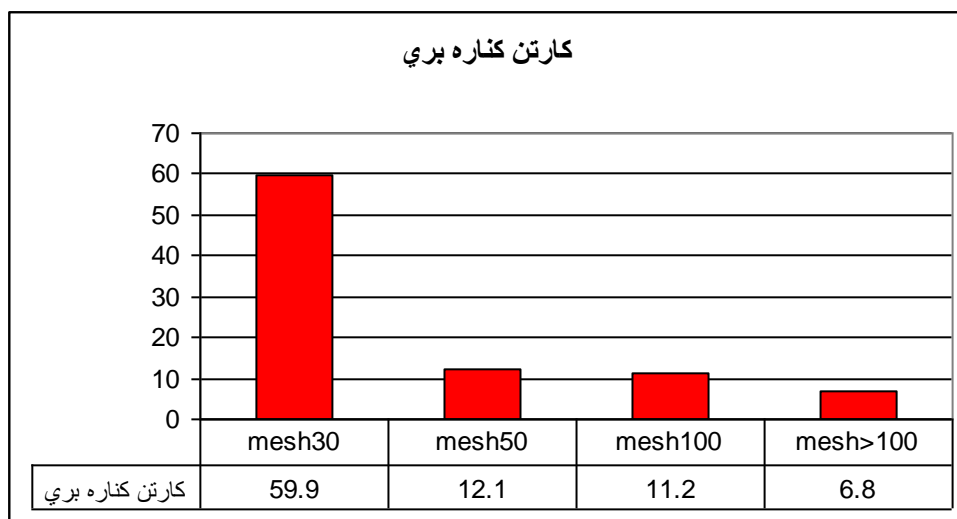
جدول ۲- کلاسه بندی الیاف خمیر های بازیافتی^۱

کارتن کناره بری	آخال شهری	رول بازیافتی	کلاسه بندی خمیر
59.9	25	32.1	mesh30
12.1	21.3	19.7	mesh50
11.2	21.4	20	mesh100
6.8	32.3	28.2	mesh>100

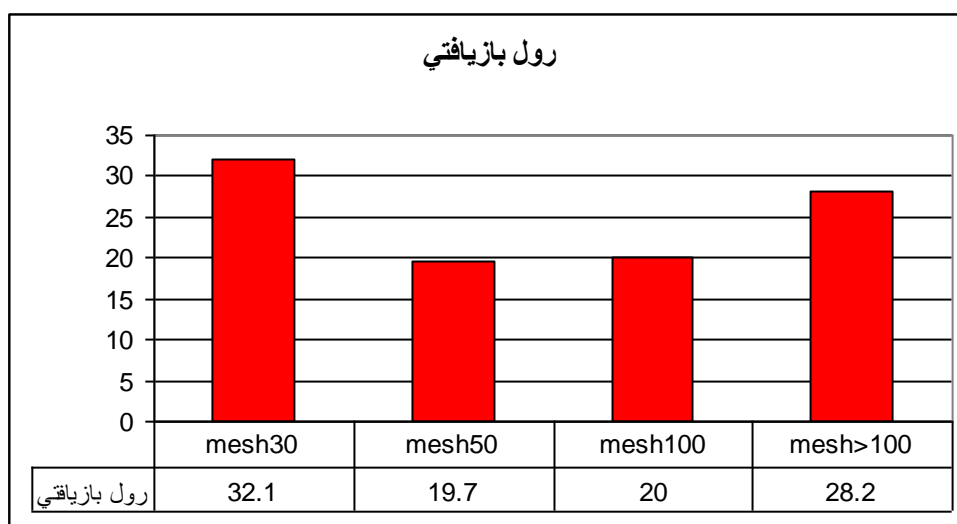


شکل ۱- پراکنش ابعادی الیاف در ضایعات آخال شهری

۱- آزمون کلاسه بندی الیاف کاغذ روزنامه بازیافتی بدلیل داشتن نرمه های زیاد قابل انجام نبود



شکل ۲- پراکنش ابعادی الیاف در ضایعات کارتن کناره بری کارتن سازها



شکل ۳- پراکنش ابعادی الیاف در رول های بازیافتی

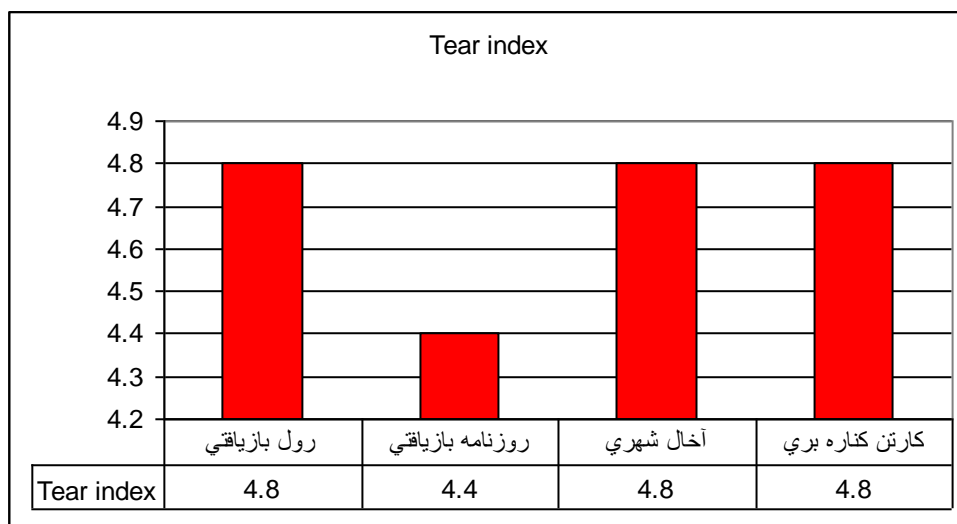
همانطوری که از گراف ها دریافت می شود سهم الیاف بلند کارتن کناره بری (۵۹/۹٪) بطور کاملاً معنی دار از سایر کاغذ های بازیافتی بیشتر است و پس از آن رولهای بازیافتی وضعیت بهتری از آخال شهری نشان می دهد. سهم الیاف کوتاه و نرمه نیز در آخال شهری بطور معنی داری بالاتر از سایر کاغذهای بازیافتی می باشد. در یک نگاه کلی پراکنش الیاف در رول های بازیافتی از توزیع یکنواخت تری نسبت به سایر کاغذهای بازیافتی برخوردار است.

نتایج اندازه گیری و مقایسه آماری همراه با گروه بندی دانکن مربوط به اختلاط خمیر های بازیافتی با خمیر نیمه شیمیائی سولفیت خنثی در جدول ۳ و اشکال ۴ تا ۶ نشان داده شده است. همانطوری که در جدول زیر دیده می شود بر طبق گروه بندی دانکن در مورد شاخص مقاومت به پارگی رول بازیافتی، آخال شهری و کارتن کناره بری در یک گروه و روزنامه بازیافتی در گروه دیگر قرار گرفته است که حاکی از رفتار متفاوت آن با سه منبع بازیافتی دیگر است. در خصوص شاخص ترکیب در روزنامه بازیافتی، آخال شهری و کارتن کناره بری در یک گروه و رول بازیافتی در گروه دیگری طبقه بندی میشود که حاکی از بالا بودن مقاومت به پارگی رول بازیافتی نسبت به سه منبع بازیافتی دیگر است. با توجه به نتایج تحقیق اسدپور (۱۳۸۷) در صورت پالایش رولهای بازیافتی همراه با خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی غالب مقاومت ها افزایش بیشتری نشان خواهد داد. شاخص مقاومت به کشش روزنامه بازیافتی نیز طبق جدول ۳ و شکل ۶ پایین تر از گروه های دیگر است که آنرا در یک گروه مجزا قرار داده است. آخال شهری اندکی با ویژگی های روزنامه بازیافتی تشابه دارد که به طور مشترک در یک گروه قرار

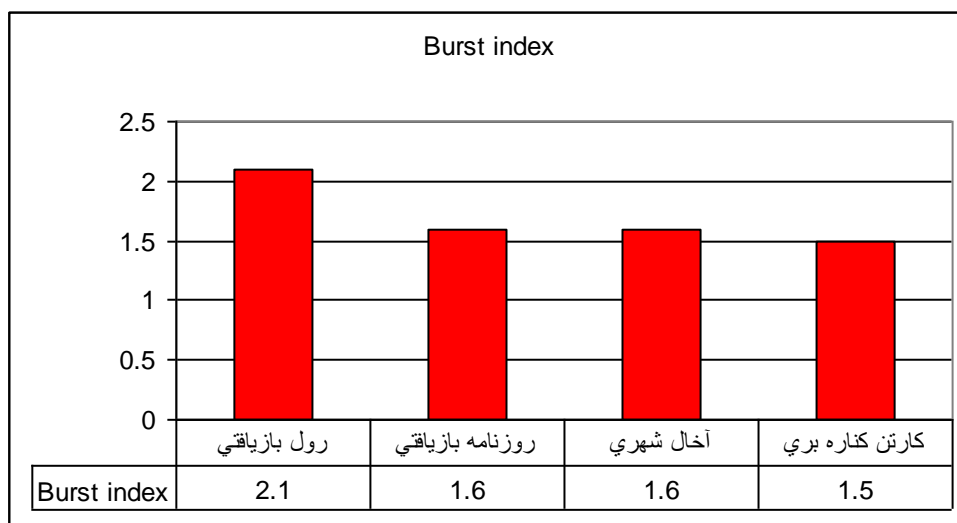
گرفته اند. همانطوری که از نمودارها پیداست پایین ترین اندیس مقاومت به کشش مربوط به روزنامه های بازیافتی و بیشترین آن مربوط به کارتن کناره بری می باشد. در خصوص شاخص ترکیبگی بیشترین مقاومت مربوط به رولهای بازیافتی بوده و سه نوع منبع بازیافتی دیگر تقریباً روند مشابهی داشته اند. در رابطه با شاخص مربوط به پارگی کمترین مقدار مربوط به روزنامه بازیافتی بوده و سایر کاغذهای بازیافتی مقاومت های مشابه با هم داشته اند .

جدول ۳: تاثیر اختلاط انواع خمیر بازیافتی با خمیر نیمه شیمیائی سولفیت خنثی بر ویژگی های مقاومتی خمیر نهایی

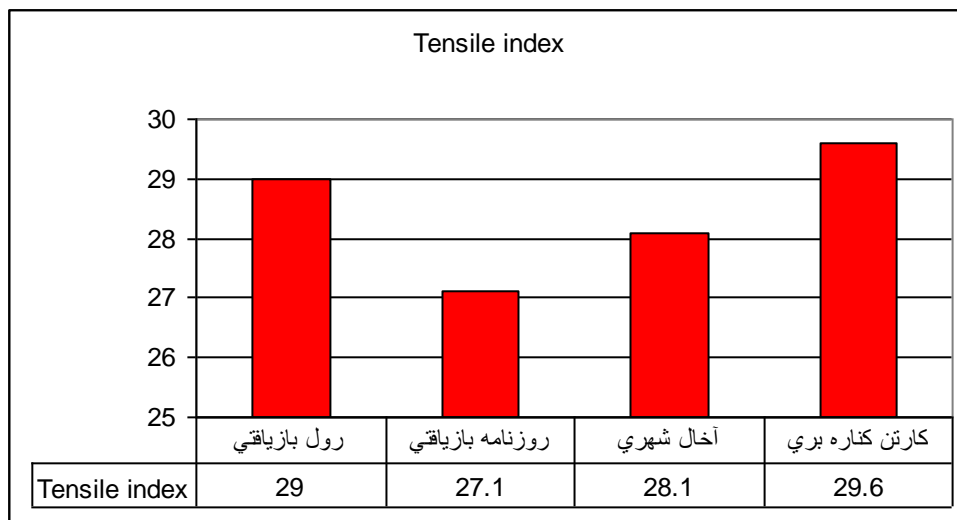
تیمار	شاخص مقاومت به پارگی	شاخص مقاومت به ترکیبگی	شاخص مقاومت به کشش
NSSC٪۸۰+ رول بازیافتی	a ۴/۸	a ۲/۱	b ۲۹
NSSC٪۸۰+ روزنامه بازیافتی	b ۴/۴	b ۱/۶	a ۲۷/۱
NSSC٪۸۰+ آخال شهری	a ۴/۸	b ۱/۶	a, b ۲۸/۱
NSSC٪۸۰+ کارتن کناره بری	a ۴/۸	b ۱/۵	b ۲۹/۶



شکل ۴- گراف شاخص پاره شدن اختلاط ۸۰٪ خمیر نیمه شیمیائی سولفیت خنثی با ۲۰٪ انواع بازیافتی



شکل ۵- گراف شاخص ترکیبگی اختلاط ۸۰٪ خمیر نیمه شیمیائی سولفیت خنثی با ۲۰٪ انواع بازیافتی



شکل ۶- گراف شاخص کششی اختلاط ۸۰٪ خمیر نیمه شیمیائی سولفیت خنثی با ۲۰٪ انواع بازیافتی

نتیجه گیری:

با توجه به اینکه هدف از این تحقیق مشخص کردن اثر مستقل هریک از منابع بازیافتی ورودی به کارخانه تولید کاغذ فلوتینگ به همراه ۸۰٪ خمیر نیمه شیمیائی سولفیت خنثی از مخلوط پهن برگان شمال بوده است میزان اثرگذاری هریک از کاغذهای بازیافتی بر ویژگی های مقاومتی کاغذ نهایی از هر نظر ضروری است. با ملاحظه کلاسه بندی الیاف انواع کاغذهای بازیافتی مشخص می شود که در صورت استفاده از کاغذ روزنامه بازیافتی به دلیل وجود نرمه های زیاد علاوه بر کاهش مقاومت به کشش که لازمه حرکت پذیری مناسب در ماشین کاغذ است، بدلیل گرفتگی منافذ توری ماشین کاغذ زمان آب گیری افزایش یافته و لذا سرعت ماشین کاهش می یابد. همچنین به دلیل کوتاه بودن الیاف پارگی های بیشتری در ماشین کاغذ خواهیم داشت. نکته منفی دیگر این است که این کاغذها بدلیل داشتن جوهر جلداننده همراه الیاف مشکلاتی را بر روی لوازم پوششی (توری، فلت و فابریک) از حیث وجود لکه های چسبناک^۱ و حتی نمای ظاهری کاغذ ایجاد می کنند. افزودن رنگ در تولید کاغذ روزنامه و مخصوصا مجله معمول است. حدود ۳۰۰۰۰ رنگ مختلف برای چاپ مجلات استفاده می شود. (زاهدی طبرستانی ۱۳۸۲). در خصوص آخال شهری با توجه به اینکه انواع دور ریز های غیر سلولزی در آن به چشم می خورد سهم ضایعات آن زیاد بوده همچنین با توجه به داشتن انواع کاغذ اعم از روزنامه و مجله، کارت و مقوا... سهم الیاف بلند در آن قابل توجه نمی باشد. کلاسه بندی الیاف نیز این موضوع را تایید می کند چرا که سهم الیاف بلند آن کمتر از سایر منابع بازیافتی (شکل ۱) می باشد. ویژگی های مقاومتی این خمیر نیز (مخصوصا شاخص کشش) به دلایل ذکر شده پایین می باشد (شکل ۶). در خصوص رول های بازیافتی با توجه به اینکه کارخانجات کوچک تولید کننده اقدام به تمیزسازی نسبی و جداسازی ناخالصی ها از آن می کنند خمیر نسبتا تمیزی بدست می دهد که سهم الیاف مانده بر روی مشهای ۳۰ و ۵۰ در آن زیاد بوده و پراکنش ابعادی آن نیز قابل قبول است. (شکل ۳) از لحاظ مقاومتی نیز اختلاط آن با خمیر نیمه شیمیائی سولفیت خنثی مشخصه های مقاومتی مطلوبی را در مقایسه با سایر منابع بازیافتی بدست می دهد. لازم بذکر است که رول های بازیافتی بدلیل داشتن خاکستر بالا باعث افت برخی پارامترهای مهم مقاومتی مانند آزمون مقاومت به لهیدگی در حالت کنگره ای^۲ و آزمون مقاومت به لهیدگی در حالت حلقوی^۳ در کاغذ فلوتینگ می گردد. آخرین منبع خمیر بازیافتی استفاده از ضایعات کناره بری کارتن سازها است که بصورت عدل شده وارد کارخانه تولید کاغذ فلوتینگ می گردد. از آنجاییکه این

1. sticky

2. Corrugated medium test

3. Ring crush test

ضایعات در حقیقت همان کارتنهای تولید شده تمیز هستند که دارای لایه های کاغذ لاینر بصورت زوج همراه با لایه کاغذ فلوتینگ بصورت فرد می باشند با توجه به سهم قابل توجه الیاف بلند در تولید کاغذ لاینر و تا حدی در کاغذ فلوتینگ از پراکنش الیاف بلند بیشتری نسبت به سایر کاغذهای بازیافتی برخوردار هستند که اشکال ۲ و ۶ و جدول ۱ این موضوع را تایید می کند. همانطوری که در شکل ۱ ملاحظه می گردد میزان درصد الیاف روی مش ۳۰ به میزان حدود ۶۰ کل الیاف کناره بری کارتن را در بر می گیرد و مجموعاً با مش ۵۰ بیش از ۷۰٪ سهم الیاف بلند را به خود اختصاص می دهند که در مقام مقایسه با سایر منابع بازیافتی رقمی چشمگیر است. خصوصیات مقاومتی کارتن کناره بری نیز مخصوصاً شاخص کشش بالاتر از سایر منابع بازیافتی است.

پیشنهادات:

از آنجاییکه بهترین کاغذهای فلوتینگ در دنیا با روش نیمه شیمیایی سولفیت خنثی از پهن برگان در بازه ۸۰-۶۰ تولید می گردد استفاده مجدد از ضایعات سلولزی حاوی این نوع کاغذ به بهبود کیفیت این محصول منجر میشود. با توجه به اینکه کارتن های بازیافتی و کناره بری های کارخانجات تولید کارتن و ورق دارای سهم بیشتری از الیاف بلند نسبت به سایر منابع بازیافتی می باشند استفاده از این ضایعات به بهبود پارامترهای مقاومتی کاغذ فلوتینگ کمک خواهد کرد و با استفاده بیشتر از این ضایعات به دلیل در بر داشتن الیاف پهن برگان و سوزنی برگان، می توان از سهم خمیر نیمه شیمیایی سولفیت خنثی کاسته به سهم این نوع از ضایعات افزود. همچنین با توجه به توضیحاتی که در مورد روزنامه های بازیافتی در قسمت نتیجه گیری اشاره شد استفاده حداقلی از آنها توصیه می گردد. رول های بازیافتی در صورت تخلیص بیشتر و استفاده از کلینرهای چند مرحله ای جهت جداسازی بیشتر شن و ماسه، می توان سهم آنها را در ترکیب نهایی خمیر بیشتر نمود. در خصوص استفاده از آخال شهری بایستی یادآور شد که با فرهنگ سازی و ایجاد زیرساخت از سوی ارگانهای ذیربط میتوان قبل از اختلاط کاغذ و مقوا با سایر اجزاء زباله نسبت به جداسازی و تفکیک آن اقدام نمود که بهترین روش استفاده نیز جمع آوری کاغذ و مقوا از درب منازل، اداره ها و مدارس می باشد.

منابع:

- ۱- سایت انجمن بازیافت کاغذ و فرآورده های سلولزی <http://anjomanebazyaft.blogfa.com>
- ۲- قاسمیان، علی و ایمان اکبرپور (۱۳۹۰) استراتژی بازیافت کاغذ و جایگاه آن در تأمین مواد اولیه لیگنوسلولزی مورد نیاز صنایع خمیر و کاغذ کشور، نخستین همایش ملی نقشه راه تأمین مواد اولیه و توسعه صنایع چوب و کاغذ کشور در افق ۱۴۰۴
- ۳- زاهدی طبرستانی، احمدرضا (۱۳۸۲) تولید کاغذ روزنامه با استفاده از الیاف بازیافتی، چهارمین همایش مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن
- ۴- اسدپور اتویی، قاسم، عبدالله بریمانی آبکسری و مجتبی گلی (۱۳۹۰)، وضعیت بازیافت کاغذ و مقوا در جهان و جایگاه ایران، نخستین همایش ملی نقشه راه تأمین مواد اولیه و توسعه صنایع چوب و کاغذ کشور در افق ۱۴۰۴
- ۵- اسدپور اتویی، قاسم و همکاران (۱۳۸۷) بررسی کیفیت خمیرهای بازیافتی OCC و امکان مصرف بهینه آن در اختلاط با خمیر NSSC پهن برگان در صنایع چوب و کاغذ مازندران، اولین همایش ملی تأمین مواد اولیه و توسعه صنایع چوب و کاغذ کشور
- ۶- رضایتی چرانی، پژمان، خلیلی گشتاوردی، علی، آریایی منفرد، محمد هادی (۱۳۸۷) مروری بر ویژگی های بامبو به عنوان ماده اولیه لیگنوسلولزی صنایع خمیر و کاغذ، اولین همایش ملی تأمین مواد اولیه و توسعه صنایع چوب و کاغذ در گرگان
- ۷- نیکجویان، نصرت الله، ۱۳۷۶. بررسی امکان استفاده از چوب خرمندی برای تولید خمیر کاغذ به روش NSSC. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی چوب و کاغذ دانشگاه منابع طبیعی گرگان.

۸- برزن، علي، ۱۳۷۶. بررسی تاثیر بکارگیری کاغذ باطله بسته بندی در تولید کاغذ مقوای کنگره ای در مجتمع چوب و کاغذ مازندران. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس

9-Ingruber, OV&MJ.kowrek and A.Wong . 1983. Pulp and paper manufacture. vol 4,8. Joint text book committee of the paper industry.

10-Gorbacheva, G. 1979. Effect of pulp variety on the properties of corrugating medium. Abstract bulletin of the institute of paper chemistry. vol 50 . 3 – 9.

11-Gergely, I. 1973. comparative investigation of different hardwood semi chemical pulps. Abstract bulletin of the institute of paper chemistry. 44, 3956 ltp.

12-<http://fa.wikipedia.org>