Archive of SID

در
منابع طبیعی شماره ۸۱ زمستان ۱۳۸۷
پژوهش و سازندگی

بررسی عملکرد نشاسته کاتیونی و CMC بر ویژگی‌های مقاومتی کاغذ فلوتینگ از بازیافت OCC

• **حسین جلالی ترشیزی**
دانشجوی دکتری تخصصی علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
• **احمد جهان لتیباری**
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی- واحد کرج
• **سید احمد میرشکرایی**
استاد دانشگاه پیام نور
• **محمدمهدی فائزی‌پور**
استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
تاریخ‌دریافت: اسفندماه ۱۳۸۵ تاریخ‌پذیرش: آبان‌ماه ۱۳۸۶
Email: jalalitorshizi@yahoo.com

چکیده

رشد تولید و مصرف انواع کاغذ، خصوصاً کاغذهای بسته‌بندی، صنعت را با محدودیت و کمبود ماده اولیه مواجه کرده است. یکی از روش‌های تامین ماده اولیه، بازیافت کاغذهای مصرف شده است. بازیافت کاغذ با وجود مزیت‌ها و پتانسیل‌ها، با نقصان در ویژگی‌های کیفی همراه است و در نتیجه، استفاده از انواع مواد افزودنی مقاومت خشک به عنوان جبران کننده این نقیصه اجتناب‌ناپذیر است (۵). در این بررسی، به منظور یافتن اثر ترکیبی مواد افزودنی مقاومت خشک بر ویژگی‌های کاغذهای تولید شده از صددرصد کارتن‌های کنگره‌ای کهنه بازیافتی (OCc)، از نشاسته کاتیونی در چهار سطح ۰، ۱، ۲ و ۳ درصد و CMC در چهار سطح ۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد (بر اساس جرم خشک خمیرکاغذ) استفاده گردیده است. از هر ترکیب شرایط، کاغذ دست ساز با جرم پایه (g/m^2) و۱۲۰ در شش تکرار و تماماً با آب فرایندی تهیه شد. نتایج نشان می‌دهند که در اغلب موارد، مصرف ۱/۵ درصد CMCمنجر به کاهش ویژگی‌های مقاومتی کاغذهای بازیافتی شده و از توانائی نشاسته کاتیونی در افزایش این ویژگی‌ها کاسته است. لیکن در تمامی سطوح کاربرد CMC، در اثر افزایش مصرف نشاسته کاتیونی، ویژگی‌های مقاومتی کاغذ دست ساز به طور بارزی افزایش می‌یابند. حداکثر مقادیر ویژگی‌های موثر در کاغذهای فلوتینگ، در ترکیب حاوی یک درصد CMC و سه درصد نشاسته کاتیونی بدست آمده است. لیکن حداکثر مقاومت در برابر تاخوردن در ترکیب حاوی سه درصد نشاسته کاتیونی و ۱/۵ درصد CMC به دست آمده که نسبت به نمونه شاهد تا ۲۰۰ درصد افزایش را نشان می‌دهد. بیشترین تأثیر ترکیب دو ماده افزودنی نیز بر روی دوام در برابر تاخوردن کاغذ بوده است.

کلمات کلیدی، نشاسته‌کاتیونی، کربوکسی‌متیل‌سلولز(CMC)، بازیافت، کارتن کنگره‌ای کهنه (OCC)، مقاومت خشک

www.SID.ir

Archive of SID

Pajouhesh & Sazandegi No 81 pp: 69-76

Investigation on the performance of cationic starch and CMC addition on strength properties of fluting paper produced from OCC

By:H. Jalali Torshizi,Ph.D Student in Wood and Paper Science and Technology Faculty of Natural Resources,University of Tehran

A. Jahan- Latibari,Assist. Prof. Islamic Azad University - Karaj S.A. Mirshokraei, Profusor University of Payam Noor. Contral Organization M.M. Faezipour Prof. Faculty of Natural Resources, University of Tehran

Growing in production and consumption of various grades of papers, especially packaging grades has caused the paper industry to face limitation and shortage of raw material. Consequently this industry has searched different ways of fulfilling the raw material needs and among them, recycling of waste papers is promising. Even though paper recycling shows advantages and potentials, but also faces limitations of which deterioration of fiber quality is very important. In order to reduce the adverse affect of paper recycling on fiber and paper quality, addition of different dry-strength additives is unavoidable. This is the main objective of this investigation. In order to study the influence of the combination of dry strength additives on properties of fluting paper produced from 100% OCC, the addition of four levels of cationic starch (0, 1, 2, 3 % on BD basis) and four levels of CMC (0, 0.5, 1, 1.5 % on BD basis) is investigated. Hand sheets were produced at 120 g/m^2 basis weight and strength properties of hand sheets were measured. The results revealed that the addition of 1.5 % CMC, not only reduced the strength properties of paper, but also adversely affected the performance of cationic starch. However, at all levels of CMC, increasing the consumption of cationic starch improved the strength properties significantly. The highest strength of fluting paper was reached at 1 % CMC and 3 % cationic starch. However, the highest folding strength was at 1.5 % CMC and 3 % cationic starch which is almost twice the value of control paper without dry-strength additives.

Keywords: Cationic starch, CMC, Recycling, OCC, Dry strength

مقدمه

در فرآینـد بازیافت کاغذ، از روش‌هـای مختلفی برای بهبود اتصال بین الیاف و افزایش ویژگی‌های مقاومتی اسـتفاده می‌شود. از جمله این روش‌ها، می‌توان از پالایش بیشـتر، پرس طولانی‌تر و سنگین‌ترافزودن الیاف بکر، فرآوری‌های متعدد شـیمیایی، آبی و حرارتی و اسـتفاده از مواد مقاومت خشـک نام برد (۵). از این میـان، مواد افزودنی مقاومت خشک اعم از طبیعی و مصنوعی، حائز اهمیت بیشتری هستند (۶). زیرا هزینه آن‌ها کمتر و قدرت عمل آن‌ها زیادتر بوده و قابلیت تکرار سـیکل بازیافت را محدود نمی‌سـازند (۸، ۹). در ایـن زمینه، Tloward (۷) با افزودن نشاسـته کاتیونی بـه خمیرکاغذ بازیافتی و بررسـی اتصال بین لیفی مشـاهده نمود که متصل‌شدن نشاسته به الیاف بازیافتی به احیای نقـاط اتصال از دسـت رفته سـطح الیاف انجامیده، قـدرت اتصال بین لیفـی را افزایش داده و در نتیجه خواص مقاومتی کاغذهای دست‌سـاز را تا حـد خمیرکاغذ بکر ارتقا داده اسـت (۷). Johnlessiweb (۸) نیز مشـاهده کرده است که نشاسـته کاتیونی به دلیل دارا بودن پلیمرهای کاتیونی، مؤثرتر و قوی‌تر از سایر افزودنی‌ها عمل کرده و علاوه بر نقش تکمیلی در نگهداری مواد دوغاب، آبگیری را نیز بهبود می‌بخشـد (۸). Baas,Brouwer (۱) نیـز در تائید مطالعات گذشـته توصیه می‌کنند که به منظور ماندگاری حداکثر نشاسـته بر روی الیاف و پرکننده‌های با بار منفی باید از نشاسـته کاتیونی استفاده شـود (۱). از طرف دیگر، Givi و همـکاران (۳) بـا تکیه بر این حقیقت که کاربـرد خمیرکاغذ با درصد خشـکی بالا و غنـی از پرکننده‌های معدنی، نیاز امـروز و آینده صنایع کاغذسـازی اسـت، با انجام آزمایشـاتی مشـاهده نمودند که پراکنده کردن این نوع دوغاب‌ها به طور خیلی زیادی در ارتباط با میزان CMC جذب شـده بر روی الیاف قرار دارد.

بنابراین CMC را به عنوان پراکنده‌سـازی موفق که نقش مهمی را بـر عهده دارد معرفی کردند (۳). Watanabe و همکاران (۱۰) با کاربرد CMC به عنوان افزودنی بوجود آورنده مقاومت در پایانه تر ۱۱ مشـاهده کردند که با رسـوب CMC بر سطح الیاف، نیاز به افزودنی‌های پایانه‌تر بـه میـزان ۵۰-۳۰ درصد کاهش می‌یابـد، ولی خصوصیـات مقاومتی تغییری نمی‌کند و این امر را ناشـی از ماهیت پلی الکترولیتی CMC که توزیع بهتر بار الیاف و در نتیجه بهبود توزیع مناسـب و آسان افزودنی‌ها را سـبب می‌شـود را می‌داننـد(۱۰). بنابرایـن، در عمل، متناسـب با شـرایط متفاوت جغرافیایی، اقتصادی ویژگی‌های پایانه‌تر در سیسـتم کاغذسـازی، هزینه‌هـا و سـطح مـورد نیـاز از ویژگی‌هـا، ترکیبی از مواد افزودنی مقاومت خشـک طبیعـی و مصنوعی مورد اسـتفاده قرار می‌گیرنـد. ایـن پژوهش با هـدف افزایش شـاخص‌های مقاومتی بدون اسـتفاده از پالایـش انجام شـده، و مقایسـه‌ای بیـن نمونه شـاهد با نمونه‌های حاوی ترکیبی از دو ماده افزودنی مقاومت خشـک (نشاسـته کاتیونی و CMC)بعمل آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی مواد افزودنی مقاومت خشک:

نشاسته کاتیونی از شرکت چوب و کاغذ ایران (چوکا) تهیه شده و در چهار سطح ۰، ۱، ۲ و ۳ درصد استفاده شده است. مشخصات فنی نشاسته مصرف شده به شرح زیر است:

رطوبت: ۹/۳ درصد دمای ژله‌ای شدن: ۶۷- ۶۲ درجه سانتی‌گراد دمای پخت: ۸۱- ۷۹ درجه سانتی‌گراد

pH: ۵/۷۳ گرانروی: ($cp^{۳}$) ۷۵/۷، درجه استخلاف ($D.S^{۴}$) ۰/۰۳۵

با توجه به اینکه تمامی نشاسته‌ها در آب سرد نامحلول می‌باشند، بنابراین باید به منظور انحلال پذیر شدن در آب پخته شوند (۲). بدین منظور، بشر حاوی مخلوط آب و نشاسته در داخل حمام آب گرم قرار گرفته و به تدریج دمای آن افزایش یافت. پس از رسیدن دمای مخلوط به ۸۰ درجه سانتیگراد، به مدت ۲۵ دقیقه در این دما نگهداری و سپس از حمام خارج و توزین گردید (۵). به دلیل تبخیر آب درون بشر، مجدداً تا سقف جرم اولیه، به آن آب گرم با دمای برابر با دمای محلول افزوده شد. در تمام مدت آماده سازی، مخلوط مورد نظر با یک همزن شیشه‌ای پیوسته به هم زده شد تا از رسوب نشاسته و پراکنده نشدن ذرات جلوگیری بعمل آید. طبق توصیه تولیدکنندگان نشاسته، بهترین نتایج پخت در غلظت زیر چهار درصد و بهترین نتایج پخش در دوغاب خمیرکاغذ، در غلظت زیر یک درصد بدست می‌آید (۴).

- کربوکسی متیل سلولز CMC از سازمان صنایع دفاع تهیه و درچهار سطح ۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد استفاده شد. مشخصات فنیCMC به شرح زیر بوده است:

شکل ذرات: پودری نوع مرغوبیت: صنعتی درجه استخلاف: ۰/۷- ۰/۵

حداقل درجه خلوص: ۶۵ درصد، رطوبت: ۸ درصد، pH محلول یک درصد: ۱۰- ۸

گرانروی محلول زیر ۵ درصد:(cp) ۱۰۰۰ دانسیته: ($g/cm^{۳}$) ۰/۳-۰/۷

برای آماده سازی، پس از جداسازی ذرات ناخالص CMC با الک ۴۰ مش، این ماده با آب در دمای ۵۰ -۴۰ درجه سانتی‌گراد مخلوط و به اندازه‌ای همزده شد که کوچکترین اثری از ذرات بهم چسبیده در آن رویت نشود.

خمیرکاغذ

در این پژوهش، از مواد اولیه صددرصد بازیافتی کارتن‌های کنگره‌ای کهنه قهوه‌ای (OCC)[۵] استفاده گردید. دقت لازم به عمل آمد که تمامی کارتن‌های تهیه شده فاقد هرگونه آلودگی ناشی از تبدیل و مصرف بوده و تماماً پشت و رو قهوه‌ای و مخلوطی همگن از تمامی تولیدکنندگان کارتن (کارتن البرز، پارس، شرق و غیره) باشند. خمیرسازی تا اختلاط کامل در یک خمیرساز آزمایشگاهی، به مدت یک ساعت و با سرعت همزدن ثابت در درصدخشکی شش درصد و دمای ۵۲ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. به علاوه، به منظور حفظ حداکثر مقدار نرمه‌ها و الیاف ریز، کل دوغاب تولید شده با ریزترین الک (۴۰۰ مش) آبگیری گردید. در نهایت، خمیرکاغذ حاصله در محیط آزمایشگاه به مدت ۷۲ ساعت، در معرض جریان هوا خشک گردید. از خمیرکاغذ خشک شده، ۱۰ نمونه ۲ گرمی بطور تصادفی جدا شده و میانگین رطوبت آن‌ها اندازه‌گیری شد (۷/۵ درصد). pH خمیرکاغذ نیز قبل از واردکردن مواد افزودنی مقاومت خشک اندازه‌گیری شد که در محدوده ۹/۵- ۸/۵ بود. درجه روانی دوغاب خمیرکاغذ با استفاده از دستگاه شوپر ریگلر و بر اساس استاندارد شماره ۹۲- T۲۲۷om آیین نامه TAPPI[۶] ۴۸۰، ۴۵۰ اندازه‌گیری شد.

ساخت نمونه‌های کاغذ دست ساز

با توجه به اینکه در این تحقیق، اثر متقابل دو ماده افزودنی در چهار سطح مختلف و شش تکرار (تعداد ترکیب شرایط ۱۶)، برروی پنج ویژگی فیزیکی- مکانیکی کاغذهای دست ساز تعیین شده است، بنابراین ۹۶ عدد کاغذ دست ساز کاملاً سالم با جرم پایه ($g/m^{۲}$) ۱۲۰ ساخته شد. به دلیل اینکه در این پژوهش از هیچ گونه پالایشی استفاده نشد، به منظور جداسازی و واکشیدگی حداکثر و به حداقل رساندن آسیب وارده به الیاف در حین فرایند جداسازی، و تا حد امکان برطرف کردن پدیده استخوانی‌شدن دیواره الیاف سلولزی، تمامی نمونه‌های توزین شده برای ساخت کاغذهای دست‌ساز، حداقل به مدت ۷۲ ساعت در شرایط آزمایشگاهی و در درون لیوان‌های یکبار مصرف کاملاً خیسانده شد. سپس جداسازی الیاف خمیرکاغذ به مدت ۳۰ ثانیه انجام گرفت. به منظور حفظ میزان ماندگاری الیاف ریز و مواد افزودنی و اجتناب از تأثیر تغییر آن‌ها بر ویژگی‌های کاغذ دست ساز، از آب فرایند در چرخش استفاده شد. بنابراین، تمام ۹۶ عدد کاغذ دست ساز، با شرایط یکسان و همگی با آب زهکشی شده از حداقل یک دوغاب نهایی خمیرکاغذ تهیه گردید. در پایان هر ترکیب شرایط نیز بمنظور به حداقل رساندن خطا، کل سیستم با آب پرفشار شستشو داده شد. ساخت نمونه‌های کاغذ دست ساز طبق استاندارد T۲۰۵sT- ۹۲ آیین نامه TAPpI صورت گرفت. پس از شماره‌گذاری، دسته‌بندی و مشخص کردن سمت توری، کاغذهای دست ساز بi منظور انجام آزمون‌های فیزیکی- مکانیکی به مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران منتقل و طبق بند ۷ استاندارد ۹۸- T ۲۰۵ ST آئین نامه TAPPI در داخل اتاقک مشروط سازی با دمای ۱ ± ۲۳ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۲ ± ۵۰ درصد مشروط گردید.

جدول ۱- نام‌گذاری ترکیب‌ها

(A) CMC	$A_۱$= ۰	$A_۲$= ٪۰/۵	$A_۳$= ٪۱	$A_۴$= ٪۱/۵
نشاسته کاتیونی (B)	$B_۱$= ۰	$B_۲$= ٪۱	$B_۳$=٪۲	$B_۴$= ٪۳

Archive of SID

اندازه‌گیری ویژگی‌ها

اندازه‌گیری ویژگی‌های کاغذ دست ساز طبق استانداردهای زیر از آیین نامه TAPpI (۱۱) انجام گرفته است:

جرم پایه کاغذ: استاندارد شماره T ۴۱۰ OM – ۹۸

مقاومت در برابر پاره شدن: استاندارد شماره T ۴۱۴ OM – ۹۸

مقاومت در برابر کشش: استاندارد شماره T ۴۰۴ OM-۹۸

مقاومت در برابر ترکیدن: استاندارد شماره T ۴۰۳ OM – ۹۷

دوام در برابر تاخوردن: استاندارد شماره T ۵۱۱ OM -۹۶

تجزیه وتحلیل آماری

مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون تجزیه واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی و گروه‌بندی میانگین‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

سپس به منظور مشخص نمودن ترکیب بهینه افزودن نشاسته کاتیونی و CMC بر ویژگی‌های مورد مطالعه، از روش نرمال سازی و با کاربرد چهار معادله استفاده گردید. نام‌گذاری ترکیب‌ها نیز طبق جدول زیر بوده است:

نتایج

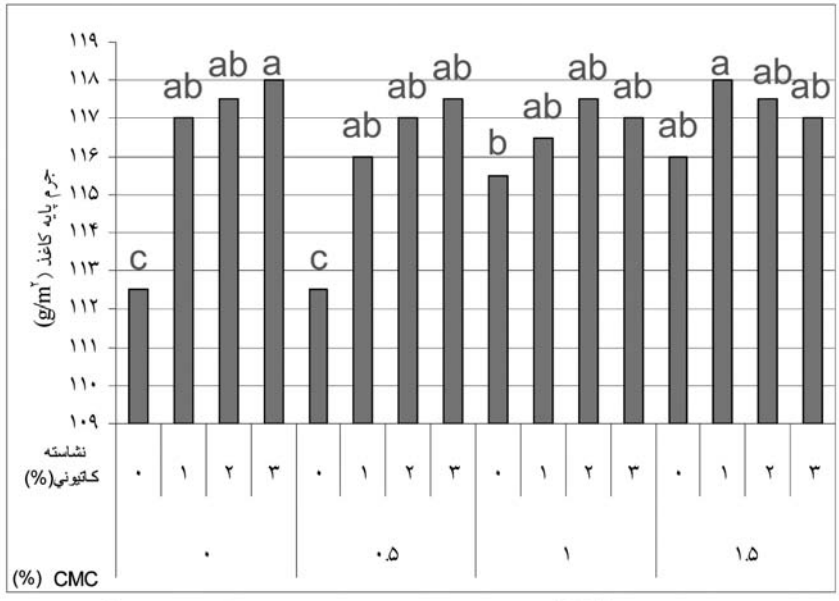
نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها در جدول شماره ۲ و نمودارهای ۱ تا ۵ خلاصه شده است.افزایش یا کاهش هر یک از ویژگی‌ها نسبت به نمونه شاهد نیز محاسبه شده و در جدول ۲ آمده است. در شکل‌های ۱ تا ۵ گروه‌بندی میانگین‌ها نیز ارائه شده است.

اندازه‌گیری جرم پایه برای محاسبه شاخص‌های مقاومتی ضروری است. ولی در این بررسی، با توجه به اینکه نوع و مقدار ماده افزودنی مقاومت خشک بر ماندگاری اجزای ریز نظیر نرمه‌ها تأثیر می‌گذارد، بنابراین این ویژگی اندازه‌گیری و در شکل ۱ ترسیم شده است. طبق نتایج بدست آمده، بیشترین ماندگاری با ترکیب شرایط افزودن ۲ و ۳ درصد نشاسته کاتیونی و ۱ و ۱/۵ درصد CMC مشاهده شده است. در حالتی که از نشاسته کاتیونی استفاده نشده است، کمترین جرم پایه و یا به عبارت دیگر احتمالاً کمترین ماندگاری در ورقه دست ساز مشاهده گردید. با وجود آنکه برای حذف اثر جرم پایه، تمام مقاومت‌ها به صورت شاخص مقاومت محاسبه و ارائه شده است، ولی همانطوری که از شکل ۲ مشاهده می‌گردد، مصرف زیادتر نشاسته به شاخص مقاومت در برابر ترکیدن بیشتری انجامیده است. شرایط مشابهی نیز در مورد دوام در برابر تاخوردن مشاهده شده است (شکل ۴).

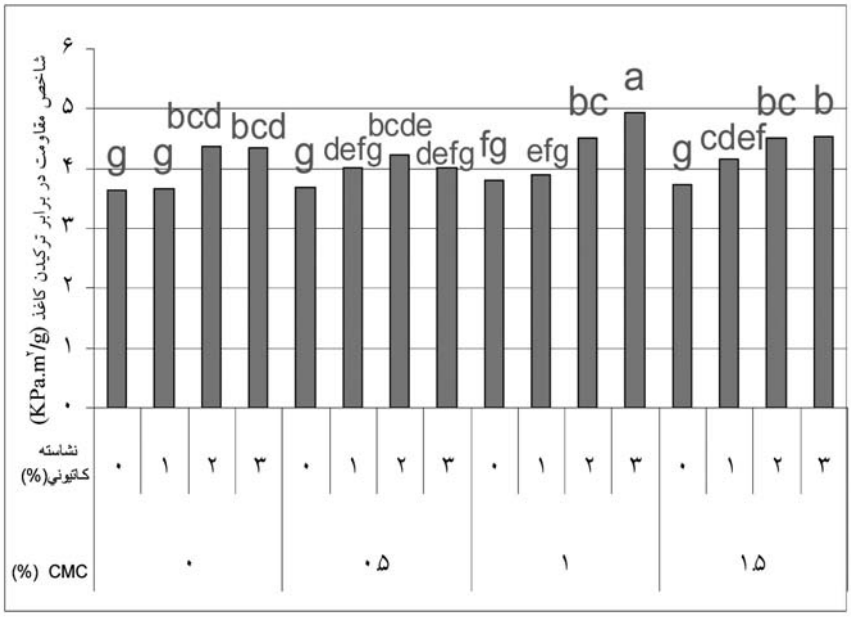
جدول ۲- ویژگی‌های کاغذ دست ساز با توجه به افزودن مقادیر مختلف CMC و نشاسته کاتیونی

CMC	نشاسته کاتیونی	شاخص مقاومت در برابر پاره شدن		شاخص مقاومت در برابر کشش		شاخص مقاومت در برابر ترکیدن		دوام در برابر تاخوردن		جرم پایه	
		مقدار $mN/m^2/g$	افزایش نسبت به شاهد ٪	مقدار KN/m/g	افزایش نسبت به شاهد ٪	مقدار $KPa/m^2/g$	افزایش نسبت به شاهد ٪	تعداد	افزایش نسبت به شاهد ٪	مقدار g/m^2	افزایش نسبت به شاهد ٪
۰	۰	۴/۰۰۰	۰/۰۰	۲۰/۶۰۷	۰/۰۰	۳/۶۳۳	۰/۰۰	۳/۶۶۷	۰/۰۰	۱۱۲/۵۰	۰/۰۰
۰	۱	۵/۱۲۴	۲۸/۱۰	۲۱/۸۴۲	۵/۹۹	۳/۶۶۶	۰/۹۰	۴/۶۶۷	۲۷/۲۷	۱۱۷/۰۰	۴/۰۰
۰	۲	۵/۵۹۹	۳۹/۹۷	۲۷/۰۳۹	۳۱/۲۱	۴/۳۶۸	۲۰/۲۳	۶/۳۳۳	۷۲/۷۰	۱۱۷/۵۰	۴/۴۴
۰	۳	۵/۸۲۷	۴۵/۶۷	۲۵/۴۲۵	۲۳/۳۸	۴/۳۵۲	۱۹/۷۹	۸/۰۰۰	۱۱۸/۱۶	۱۱۸/۰۰	۴/۸۸
۰/۵	۰	۵/۰۳۲	۲۵/۸۰	۲۱/۵۵۶	۴/۶۰	۳/۶۸۹	۱/۵۴	۵/۳۳۳	۴۵/۴۳	۱۱۲/۵۰	۰/۰۰
۰/۵	۱	۵/۳۴۷	۳۳/۶۷	۲۳/۴۵۷	۱۳/۸۳	۴/۰۲۲	۱۰/۷۰	۵/۸۳۳	۵۹/۰۶	۱۱۶/۰۰	۳/۱۱
۰/۵	۲	۵/۵۷۲	۳۹/۳۰	۲۵/۳۳۳	۲۲/۹۳	۴/۲۲۸	۱۶/۳۷	۷/۱۶۷	۹۵/۴۴	۱۱۷/۰۰	۴/۰۰
۰/۵	۳	۵/۷۶۱	۴۴/۰۲	۲۳/۷۲۳	۱۵/۱۲	۴/۰۰۵	۱۰/۲۳	۸/۸۳۳	۱۴۰/۸۷	۱۱۷/۵۰	۴/۴۴
۱	۰	۵/۰۱۰	۲۵/۲۵	۲۰/۲۹۰	- ۱/۵۳	۳/۸۱۴	۴/۹۸	۵/۰۰۰	۳۶/۳۵	۱۱۵/۵۰	۲/۶۶
۱	۱	۵/۱۵۹	۲۸/۹۷	۲۳/۱۷۲	۱۲/۴۴	۳/۹۰۲	۷/۴۰	۵/۰۰۰	۳۶/۳۵	۱۱۶/۵۰	۳/۵۵
۱	۲	۵/۵۲۵	۳۸/۱۲	۲۶/۳۷۲	۲۷/۹۷	۴/۵۱۷	۲۴/۳۳	۷/۵۰۰	۱۰۴/۵۲	۱۱۷/۵۰	۴/۴۴
۱	۳	۶/۳۰۶	۵۷/۶۵	۳۰/۱۱۶	۴۶/۱۴	۴/۹۴۴	۳۶/۰۸	۹/۵۰۰	۱۵۹/۰۶	۱۱۷/۰۰	۴/۰۰
۱/۵	۰	۵/۰۸۵	۲۷/۱۲	۲۱/۳۶۲	۳/۶۶	۳/۷۲۲	۲/۴۵	۴/۸۳۳	۳۱/۷۹	۱۱۶/۰۰	۳/۱۱
۱/۵	۱	۵/۳۹۵	۳۴/۸۷	۲۳/۰۷۵	۱۱/۹۷	۴/۱۶۲	۱۴/۵۶	۵/۱۶۷	۴۰/۹۰	۱۱۸/۰۰	۴/۸۸
۱/۵	۲	۵/۵۶۸	۳۹/۲۰	۲۵/۹۱۶	۲۵/۷۶	۴/۵۲۰	۲۴/۴۱	۶/۳۳۳	۷۲/۷۰	۱۱۷/۵۰	۴/۴۴
۱/۵	۳	۶/۰۴۲	۵۱/۰۵	۲۴/۹۷۶	۲۱/۲۰	۴/۵۴۵	۲۵/۱۰	۱۱/۱۶۷	۲۰۴/۵۲	۱۱۷/۰۰	۴/۰۰

Archive of SID



شکل ۱- تاثیر ترکیب CMC و نشاسته کاتیونی بر جرم پایه کاغذ و گروه‌بندی میانگین‌ها



شکل۲- تاثیر ترکیب CMC و نشاسته کاتیونی بر شاخص ترکیدن کاغذ و گروه‌بندی میانگین‌ها

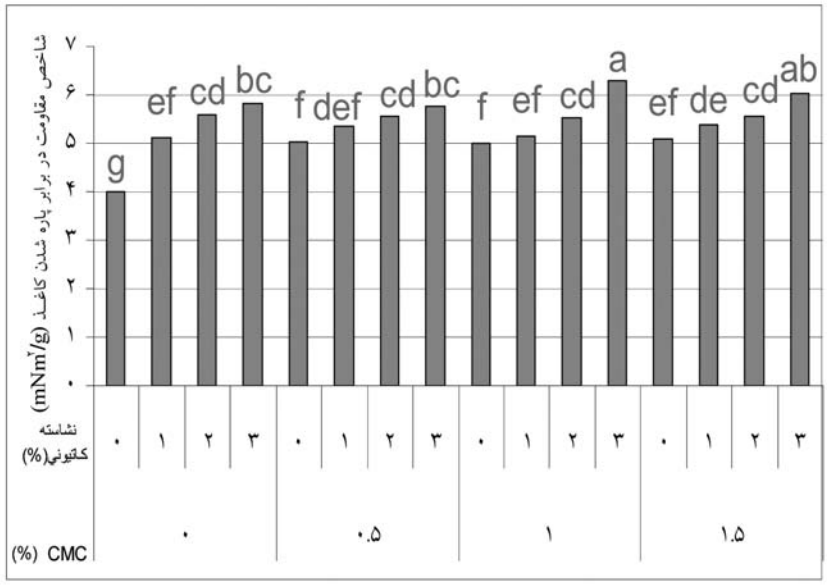
بحث و نتیجه‌گیری

البتــه در این مورد نیز با وجود آنکه بیشــترین دوام در برابــر تاخوردن در مصرف نشاسته بیشتر مشاهده گردید، ولی بالاترین دوام مربوط به استفاده از سه درصد نشاسته و ۱/۵ درصد CMC می‌باشد. شاخص مقاومت در برابر کشش در اثر افزایش میزان مصرف نشاسته کاتیونی و CMC افزایش یافته است. بیشــترین شاخص در برابر کشش در ســه درصد نشاسته کاتیونی و یک درصد CMC بوده و بر خلاف انتظار، میزان مصرف دو درصد نشاســته کاتیونی نیز این مقاومت را افزایش داده است.

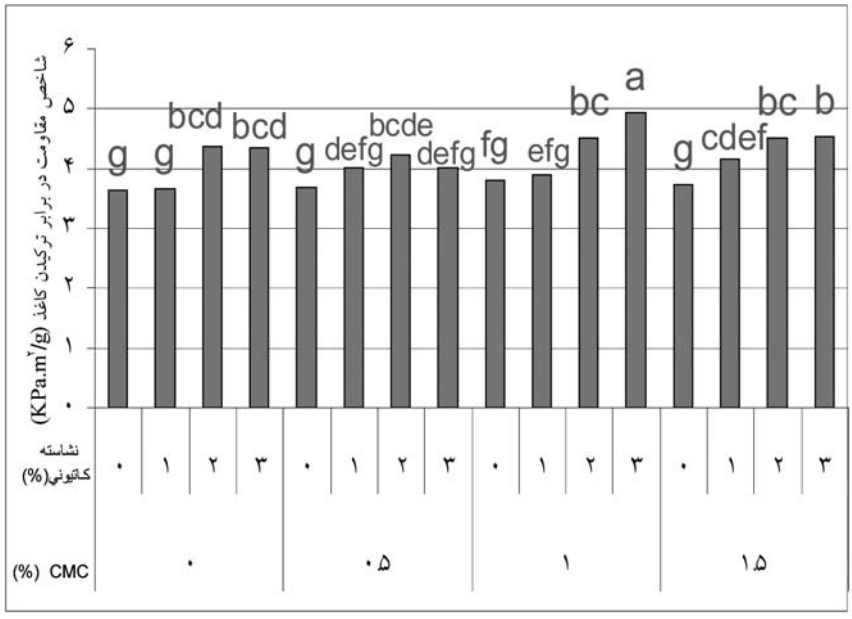
افزایش مقدار CMC با ماهیت آنیونی در دوغاب خمیرکاغذ تا سطح A_4، ســبب افزایش بار منفی سیستم شده است. بنابراین، علاوه بر اینکه CMC بیش از میزان A_4 در سطح الیاف جذب نگردیده است، بلکه احتمالاً بدلیل تمایل شــدید بارهای الکترواســتاتیکی نامتجانس به یکدیگر، مولکول‌های CMC به مولکول‌های نشاسته کاتیونی دارای بار مثبت اتصال یافته و آن‌ها را نیز خنثی و غیرفعال کرده اســت. در نتیجه، احاطه شــدن مولکول‌های

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تاثیر ترکیب CMC و نشاسته کاتیونی بر شاخص پارگی کاغذ و گروه‌بندی میانگین‌ها



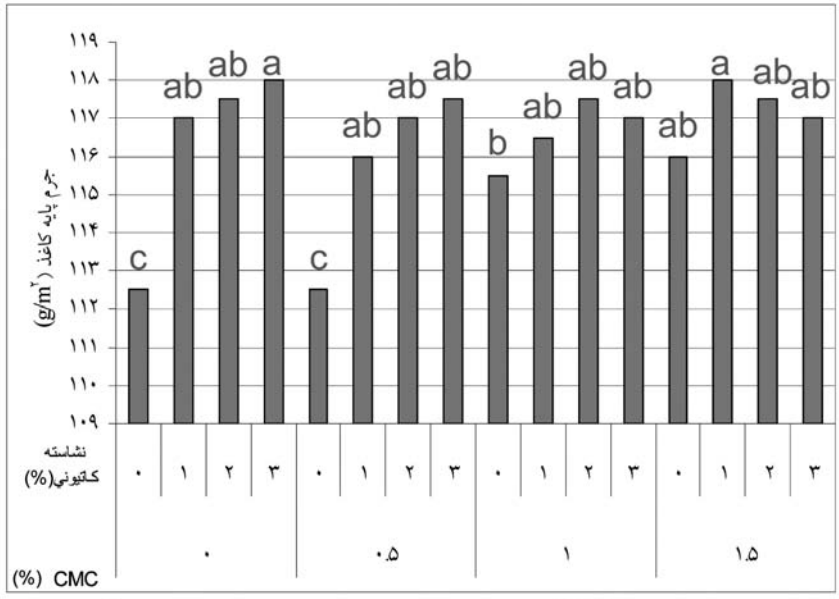
شکل ۴- تاثیر ترکیب CMC و نشاسته کاتیونی بر دوام در برابر تاخوردن کاغذ و گروه‌بندی میانگین‌ها

نشاسته کاتیونی، مانع چسبیدن آن‌ها به سطوح با بار الکترواستاتیکی منفی الیاف سلولزی و ایفای نقش مقاومتی شده است. بیشترین مقاومت در برابر تاخوردن، در سطح ترکیب دو ماده A_4B_4 ظاهر شده است که نسبت به نمونه شاهد، افزایشی نزدیک به دو برابر را نشان می‌دهد.

مقایسه بین ترکیب سطوح مواد A_XB_1 با سطوح A_1B_X (X=۲، ۳، ۴) نشان می‌دهد که میزان تأثیر نشاسته کاتیونی درتمامی سطوح، به مراتب بیشتر از CMC بوده است. این پدیده را می‌توان ناشی از بار مثبت نشاسته کاتیونی و تمایل شدید آن به جذب شدن بر روی سطوح با بار منفی الیاف دانست. در این وضعیت، نشاسته در شبکه الیاف ورقه شکل‌گرفته باقی‌مانده و نقش مقاومتی خود را ایفا می‌کند. از مقایسه سطوح مختلف هر یک از دو ماده به تنهایی نیز مشاهده می‌شود که در مورد نشاسته کاتیونی، حضور مقادیر بیشتر این ماده، ویژگی‌های مقاومتی را نسبت به نمونه شاهد

پژوهشگاه علوم و فرهنگ www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- تاثیر ترکیب CMC و نشاسته کاتیونی بر شاخص کشش کاغذ و گروه‌بندی میانگین‌ها

افزایش می‌دهد. تن‌ها مورد استثنا، شاخص مقاومت در برابر کشش است که مقدار آن در ترکیب A_1B_4 کمتر از A_1B_3 شده است. ولی در مورد CMC، با افزایش میزان مصرف، اغلب ویژگی‌ها کاهش یافته و یا افزایش ناچیزی داشته‌اند. با این وجود، حضور این ماده، افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد. افزایش کم و یا کاهش ویژگی‌ها در اثر افزایش مقدار مصرف CMC را می‌توان ناشی از دافعه طبیعی بین آن و الیاف سلولزی، و در نتیجه، عدم جذب یا جذب ناقص آن بر روی سطوح الیاف و خروج از ورقه شکل‌گرفته تلقی کرد. با این وجود، زیاد شدن ویژگی‌های مقاومتی، در هر یک از سطوح مصرف نشاسته کاتیونی در اثر حضور CMC به دوغاب خمیرکاغذ را می‌توان علاوه بر نقش ایجاد مقاومت بوسیله CMC، تا حدی نیز ناشی از تأثیر نگهدارندگی این ماده بر روی نشاسته کاتیونی و کاهش اثرات منفی سایر مواد کاغذسازی بر عملکرد چسب‌های مقاومت خشک، و توزیع بهتر آن دانست که به دلیل جاذبه یونی و اتصال دو افزودنی، منجر به ممانعت از خروج نشاسته کاتیونی از ورقه شکل‌گرفته، در طی فرآیند آبگیری می‌گردد. با اینحال، چنان چه گفته شد، در اثر حضور مقدار بیش از نیاز CMC در دوغاب خمیرکاغذ، این اثر معکوس خواهد شد.

البته در مورد عملکرد دو ترکیب مواد A_4B_1 و A_2B_1 بر شاخص ترکیدن و دوام در برابر تاخوردن، با وجود آنکه عملکرد آن‌ها نسبت به ترکیب A_1B_2 بهتر است، ولی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین مقادیر این ویژگی‌ها وجود ندارد و هر یک از دو ویژگی در یک گروه دانکن قرار می‌گیرند. در مورد تأثیر ترکیب A_3B_1 بر شاخص ترکیدن و دوام در برابر تاخوردن نیز با وجود عملکرد بهتر نسبت به ترکیب A_1B_2 از لحاظ آماری در گروه‌های دانکن بسیار نزدیک به هم واقع شده‌اند. بنابراین، ترکیب شرایط حاوی فقط یک درصد نشاسته کاتیونی A_1B_2 نسبت به ترکیب حاوی فقط ۰/۵ درصد CMC و(A_2B_1) و ترکیب A_3B_1 و A_4B_1 که فقط حاوی یک و ۱/۵ درصد CMC است، از لحاظ ویژگی‌های مقاومتی و فیزیکی حائز برتری است. در نهایت، نتایج حاصل از محاسبات تمامی چهار معادله نرمال سازی، ترکیب A_2B_4 را به عنوان ترکیب بهینه افزودن توام نشاسته کاتیونی و CMC مشخص نمود.

از آنجایی که موارد مصرف کاغذهای بسته‌بندی بسیار متنوع و متعدد بوده و در هر مورد متناسب با کالای بسته‌بندی شده و نیروهای وارده بر کارتن، به سطح معینی از ویژگی‌های مقاومتی نیاز است، بنابراین با در اختیار داشتن مقادیر مقاومت‌های مختلف بدست آمده در اثر مصرف هر یک از دو ماده و ترکیب آن‌ها و مدنظر قرار دادن میزان دسترسی، هزینه‌های متغیر دو ماده افزودنی مقاومت خشک، متغیرهای فرآیندی و غیره، می‌توان ترکیب مناسب را انتخاب نمود. لیکن مسلم است که مصرف ۱/۵ درصد CMC بدلایلی نظیر کاهش ویژگی‌های مقاومتی موثر در کاغذهای فلوتینگ (مانند مقاومت ترکیدن و پاره شدن)، عدم امکان جذب افزودنی‌های مقاومت خشک و جنبه‌های اقتصادی، توجیه‌پذیر نخواهد بود.

سپاسگزاری

از گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی- واحد کرج و پرسنل محترم واحد سلولزی و بسته‌بندی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران که در اجرای این تحقیق با حسن نیت خدمات آزمایشگاهی را در اختیار پژوهشگران قرار دادند، سپاسگزاری می‌گردد.

پاورقی‌ها

1 - Carboxy Methyl Cellulose
2 - Wet end
3 – Centi Poise
4 – Degree of Substitution

www.SID.ir

Archive of SID

5 – Hannu Ketola & Tuija Anderson1998; Papermaking chemistry-chapter 12: Dry Strength Additives

6 - Hofreiter, B.T.1981; Natural products for wet-end addition in pulp and paper chemistry and chemical technology (J.P. Casey, Ed.) 3rd edn., John Wiley and Sons, New York, Vol. 3, p. 1475.

7 - Howard, R. C., and Jowsay, C. J.1989;Effect of cationic starch on the tensile strength of paper, J. Pulp & Paper Science 15 (6): J225.

8 - John Lessi Web.1998; Comparision of dry strength additives on paper parameters. TAPPI Journal, Vol. 84(10).

9 - Marton, J.1996, Dry strength additives in paper chemistry (J.C. Roberts, Ed.) 2nd edn., Chapman & Hall, London, p. 83.

10 - Watanabe, M., Gondo, T., Osamu, K.2003;Advanced wet-end system with carboxymethyl-cellulose, Spring Technical Conference.

11 - Tappi Standard Test Methods. Tappi Publications; Atlanta; GA. USA

5 – Old Corrugated Container

6– Technical Association of Pulp & Paper Industries

منابع مورد استفاده

1- Brouwer, P.H., Baas, J. 2002; Anionic wet-end starch: A wealth of possibilities to improve paper quality and/or reduce paper costs, Technology Summit Proceedings.

2- Georgeson, M.,1995; Starch in papermaking in applications of wet-end paper chemistry (C.O. Au and I. Thorn, Eds.), Blackie Academic & Professional, London, p. 76.

3 - Giri, M., Simonsen Willie, J. & Rochefort, E., 2000; Dispersion of pulp slurries using carboxymethylcellulose, TAPPI Journal

4- Glittenberg, D., Hemmens, S., Bergh, N. 1993; Use of cationic starches in systems containing high levels of anionic trash. Papermakers Conference Proceedings, TAPPI Press

Archive of SID

www.SID.ir