

بررسی امکان استفاده از بنتونیت به عنوان کمک نگهدارنده پرکننده در کاغذهای چاپ و تحریر کاغذسازی

سیده نجمه موسوی^۱، زین العابدین اخلاقی امیری^۲، نورالدین نظرزاد^۳

تاریخ دریافت مقاله: اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش مقاله: اسفند ماه ۱۳۹۷

چکیده

یکی از روش‌های مدیریت مواد و کاهش هزینه‌ها در صنعت کاغذسازی، تلاش برای ماندگاری بیشتر اجزای ریز خمیر کاغذ مانند نرمة‌های الیاف، مواد افزودنی معدنی (پرکننده‌ها) است. این تحقیق به منظور جایگزینی بنتونیت به عنوان کمک نگهدارنده به دلیل بومی، ارزان تر و در دسترس تر بودن نسبت به پلی‌اکریل‌آمید، انجام شد. در این تحقیق، تأثیر پلی‌اکریل‌آمید، بنتونیت و ترکیب نشاسته کاتیونی و بنتونیت بر کاغذ چاپ و تحریر حاوی ۲۰ درصد پرکننده در یکی از کارخانه‌های کاغذسازی مورد ارزیابی قرار گرفت و روند تغییر در قابلیت آگیری، ماندگاری، ویژگی‌های مقاومتی و نوری بررسی شدند. کاهش زمان آگیری به طور مشخص در ترکیب نشاسته کاتیونی و بنتونیت همانند پلی‌اکریل‌آمید کاتیونی اتفاق افتاد و علت آن را توانایی بالای ترکیب پلیمر کاتیونی نشاسته با ذره معدنی بنتونیت در ایجاد لخته در سوسپانسیون و قابلیت آگیری بیشتر می‌توان عنوان نمود. با افزایش درصد خاکستر در حضور بنتونیت، تغییر محسوسی در ماندگاری اجزا مشاهده نشد؛ اما ماندگاری اجزا در حضور نشاسته کاتیونی و بنتونیت افزایش یافت و تقریباً مشابه ماندگاری در استفاده از پلی‌اکریل‌آمید بوده است. شاخص مقاومت به کشش به دلیل شکل‌گیری ضعیف کاهش داشته و این کاهش نسبت به پلی‌اکریل‌آمید هم کمتر بوده است؛ اما در مقاومت به پارگی، روند افزایشی مشاهده شد و باز هم نسبت به پلی‌اکریل‌آمید کمتر بوده است. ماتی کاغذهای حاوی بنتونیت و نشاسته کاتیونی به دلیل حضور نشاسته کاتیونی کاهش اندکی داشته ولی کاغذهایی که فقط از بنتونیت استفاده شد، ماتی بالاتری را نشان دادند. در مورد درجه روشنی هم در کلیه تیمارها، تغییر محسوسی نسبت به تیمار پلی‌اکریل‌آمید مشاهده نگردید.

۱- مقدمه

کاربرد انواع پلیمرهای طبیعی و سنتزی^۴ در صنایع کاغذسازی سابقه‌ای طولانی داشته و پژوهش گسترده‌ای برای بهبود کیفیت فرآورده و همچنین فرآیند تولید انجام شده است. مواد پرکننده معدنی موجب کاهش مقاومت‌های مکانیکی می‌شوند؛ اما با استفاده از مواد کمک نگهدارنده مناسب، کاهش مقاومت‌های حاصل از مواد پرکننده را می‌توان جبران نمود. مزایای حاصل از افزایش

واژه‌های کلیدی

بنتونیت^۵، نشاسته کاتیونی، ماندگاری و کاغذ چاپ و

تحریر

۱- دانشجوی دکتری صنایع کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

(x نویسنده مسئول: ne_mousavi@yahoo.com)

۲- دانشجوی دکتری صنایع کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (akhlaghi3@gmail.com).

۳- عضو هیأت علمی گروه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (n.nazarneshad@sanru.ac.ir).

4- Bentonite

5- Synthetic

است [۶]. اولین استفاده از ذرات معدنی در کاغذسازی، توسط ذرات آنیونی نظیر سیلیکا و بنتونیت جهت زلال‌سازی آب برای استفاده در آب پاش‌های ماشین کاغذ بوده است [۷]. سادن و همکاران (۱۹۸۳) از مقادیر مختلف نشاسته کاتیونی و سیلیکای کلوییدی به منظور افزایش توان جذب الیاف در فرآیند تشکیل کاغذ استفاده کردند [۸].

با توجه به دسترسی به منابع سنگ‌های معدنی بومی در راستای پاسخگویی به نیازهای صنعت، مطالعه عملکرد بتونیت (مونت موریلونیت) هدف این بررسی می‌باشد. در این تحقیق، روند تغییر ویژگی‌های مقاومتی، نوری کاغذهای دست‌ساز حاوی پرکننده کربنات کلسیم، مورد بررسی قرار گرفت.

خسروانی و همکاران (۲۰۱۰) از سیستم نشاسته کاتیونی-نانوسیلیکا برای بررسی تأثیر آن بر ویژگی‌های کاغذ دست‌ساز حاوی پرکننده استفاده نمودند. درصد ماندگاری پرکننده‌ها و قابلیت آبگیری به طور چشمگیری بهبود می‌یابد [۹]. رحمانی‌نیا و همکاران (۲۰۱۱) از سیستم نشاسته کاتیونی-نانو سیلیکا برای بررسی ویژگی‌های آبگیری و ماندگاری خمیرکاغذ بازیافتی از کارتن‌های کنگره‌ای کهنه استفاده کردند. نتایج نشان‌دهنده عملکرد مثبت این سامانه بوده است [۱۰]. امروزه در سطح دنیا بیش از ۵۵۰ ماشین کاغذ از دو نوع ماده معدنی سیلیکا و سدیم مونت موریلونت (بتونیت)، به همراه نشاسته کاتیونی و یا کوپلیمرهایی کاتیونی آکریل آمید در پایانه تر کاغذسازی استفاده می‌کنند [۱۱ و ۱۲]. محقق^۵ (۱۹۹۲) تفاوت بین مواد شیمیایی کمک ماندگاری و کمک آبگیری را مورد بررسی قرار داده و عنوان می‌کند در بیشتر سامانه‌های ماندگاری، بهبود آبگیری با اثر مستقیم تشکیل دلمه حاصل می‌شود هر چند تفاوت‌هایی بین سامانه‌های مختلف از لحاظ آبگیری بر روی توری و در پرس وجود دارد [۱۳].

ماندگاری مواد پرکننده عبارت است از: افزایش راندمان و کارایی تولید، واکنش سریع‌تر به تغییرات ایجاد شده در فرآیند، کاهش حجم مواد در گردش و صرفه‌جویی اقتصادی. امروزه با استفاده از میکروبتونیت به همراه پلی‌اکریل آمید در ماندگاری و آبگیری، کیفیت شکل‌گیری ورقه کاغذ نیز حفظ شده است. با توجه به دسترسی به منابع سنگ‌های معدنی بومی در راستای پاسخگویی به نیازهای صنعت، مطالعه عملکرد بتونیت (مونت موریلونیت)^۱ هدف این بررسی می‌باشد. در این تحقیق، روند تغییر ویژگی‌های مقاومتی و نوری کاغذهای دست‌ساز حاوی پرکننده کربنات کلسیم، مورد بررسی قرار گرفت. بتونیت سطح ویژه و دانسیته بار بالایی دارد و معمولاً به صورت دانسیته بار یونی در پایانه تر کاغذسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ابعاد بلور آن حدود ۳۰۰ نانومتر طول و ضخامتی نازک کمتر از ۱ نانومتر دارد و شامل اکسیژن، سیلیکون^۲، و مقداری از یون‌های فلزی مثل آلومینیوم، منیزیم و ... است [۱]. بین سامانه پلی‌اکریل‌آمید^۳ ساده و پلی‌اکریل‌آمید-بتونیت در خمیرکاغذ دست‌اول میزان پلیمر مورد نیاز برای رسیدن به میزان آبگیری مشخص، در حالت مرکب نصف است [۲]. در سرعت آبگیری از خمیر کاغذهای الیاف کاه گندم با استفاده از سامانه سیلیکا^۴ - پلی‌اکریل‌آمید و میکروبتونیت - پلی‌اکریل‌آمید افزایش ۵ درصدی در مقایسه با خمیر کاغذهای الیاف چوبی گزارش شده است [۳]. کاربرد سامانه میکروبتونیت - پلی‌اکریل‌آمید در خمیر کاغذ رنگبری شده کاه‌گندم، بهبود ویژگی‌های مقاومتی توأم با آبگیری و ماندگاری را بهتر نشان داده است [۴]. امروزه بیشترین استفاده از نانو ذره‌های معدنی در پایانه تر کاغذسازی مربوط به ذرات سیلیکا و مونت موریلونت (بتونیت) گزارش شده است [۵]. کاربرد میکروبتونیت به همراه پلی‌اکریل‌آمید در کاغذسازی از الیاف بکر نشان داد که علاوه بر بهبود آبگیری و ماندگاری، کیفیت شکل‌گیری ورقه کاغذ نیز حفظ شده

- 1-Montmorillonite
- 2- Silicone
- 3- Polyacrilamid
- 4- Silica

5- Unbehend

امروزه تلاش بر این است با کاهش گراماژ کاغذ و افزایش مواد معدنی همراه با حفظ خواص مقاومتی و چاپ پذیری نسبت به اقتصادی تر نمودن تولید اقدام نمود. ایجاد دلمه از طریق جمع کردن نرمه‌ها و مواد کلوییدی به دور الیاف کمک به آبگیری می‌نماید البته ایجاد دلمه‌های سخت روند آبگیری را کند می‌نماید. محققان^۱ (۱۹۷۶) دریافتند که نانوذرات آنیونی سیلیکای کلوییدی و بتونیت به همراه یک پلیمر کاتیونی مثل نشاسته کاتیونی، پلی‌اکریل‌آمید یا گوارکاتیونی^۲ آبگیری را به طور مؤثر بهبود می‌بخشند [۱۴].

محقق^۳ (۱۹۷۵) ماندگاری را کارایی فرآیند جهت نگهداری اجزا در ورقه یا قابلیت یک ماده جهت باقی ماندن در ورقه دانست. [۱۵].

کاغذهای ظریف و کاغذهای سفید بدون پوشش هستند که برای مصارف چاپ و تحریر استفاده می‌شوند و غالباً از خمیرهای شیمیایی تهیه می‌شوند. استفاده از خمیر شیمیایی رنگبری شده مستلزم هزینه اقتصادی و زیست‌محیطی می‌باشد. بنابراین با افزودن ۲۰-۱۵ درصد پرکننده علاوه بر این قضیه می‌توان ویژگی‌های اپتیکی مثل ماتی و روشنی را نیز بهبود بخشید؛ اما مشکلات ناشی از ماندگاری نامناسب نرمه‌ها و پرکننده‌ها در ورقه، پدیده دو رویگی را به وجود می‌آورد و به علاوه میزان بار پساب افزایش خواهد یافت. جبران کاهش مقاومت‌ها با افزودن نشاسته کاتیونی قابل جبران خواهد بود.

محقق^۴ (۱۹۹۳) بر این عقیده است که ذرات معدنی سیلیکا و بتونیت به قدری کوچک هستند که می‌توانند وارد ساختار آمورف نشاسته کاتیونی شده و بار آن را خنثی نمایند. این امر باعث فرو ریختن لایه دو گانه الکتریکی و تشکیل فلاک^۵ کوچک می‌شود و ذرات نرمه‌ای هم که جذب نشاسته کاتیونی شده بودند درون این فلاک جای خواهند

گرفت و به جهت ساختار کوچک فلاک، ماندگاری و آبگیری افزایش چشمگیری خواهد داشت [۱۷].

در این بین، نشاسته کاتیونی نقش کلیدی در فراهم نمودن حامل اولیه مناسب برای ذرات ریز و نرمه‌ها دارد [۱۶].

مکانیسم اثرگذاری ذرات نانو توسط محقق^۶ (۲۰۰۵) با توجه به تشکیل مجدد دلمه‌ها پس از حذف نیروی برشی، به صورت تئوری‌های پل زدن نیمه‌برگشت پذیر و قابل انقباض و همکشیدگی را مطرح می‌شود [۱۸].

۲- مواد و روش‌ها

در این بررسی، برای تهیه خمیر کاغذ، از کاغذهای الیاف بلند و کوتاه وارداتی^۷ (BKP) از یک کارخانه کاغذسازی واقع در تبریز استفاده شد. ورقه‌های کاغذ به قطعات کوچک برش داده شده و در دو سطل جداگانه به مدت ۷۲ ساعت خیسانده شدند.

بعد از مدت مذکور، الیاف به مدت ۳ ساعت با دستگاه همزن آزمایشگاهی باز شدند و با الک ۲۰۰ آبگیری از آن به عمل آمد و در زیپ پک^۸ قرار داده شد تا به تعادل رطوبتی برسد. سپس از آن نمونه رطوبتی تهیه گردید. پالایش الیاف تحت استاندارد TAPPI^۹ T248 sp-00 توسط دستگاه^{۱۰} PFI mill انجام شد.

در مجموع درجه روانی خمیر الیاف بلند از حدود ۸۰۰ به ۳۷۰^{۱۱} CSF با دور ۳۵۰۰ rpm^{۱۲} و خمیر الیاف کوتاه از حدود ۷۵۰ به ۳۲۰ CSF با دور ۲۷۰۰ رسید. تعیین درجه روانی خمیر کاغذ بر اساس استاندارد TAPPI T 227 om-04 اندازه‌گیری شد.

6- Hubee

7- Bleached Kraft Pulp

8- Zip Pak

9- Technical Association of the Pulp and Paper Industry

10- Revolutions Per Minute

11- Canadian Standard Freness

12- Rate Per Minutes

1- Urick and et.al

2- Cationic Guar

3- Lodzinski

4- Moberg

5- Flock

به دلیل آنکه در جذب افزودنی‌ها روی کاغذ شرایط و زمان مخلوط‌سازی اهمیت زیادی دارد، فاصله زمانی اضافه کردن افزودنی‌ها و همچنین زمان ماند آن بر روی سوسپانسیون تا ساخت کاغذ دست‌ساز برای همه تیمارها یکسان اعمال گردید.

جهت دستیابی به ویژگی‌های مقاومتی خمیر و همچنین اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی آن، کاغذ دست‌ساز طبق استاندارد TAPPI T 205 sp-02 ساخته شد.

در این تحقیق، طبق استاندارد قید شده، کاغذ دست‌ساز با وزن پایه 80 g/m^2 ساخته شد و تمامی مقاومت‌های مورد نظر بر روی همه تیمارها با توجه به همین وزن پایه اندازه‌گیری شد.

ضخامت کاغذ با استفاده از دستگاه میکرومتر اندازه‌گیری شده است. دانسیته کاغذ با استفاده از وزن پایه و ضخامت کاغذ، طبق استاندارد TAPPI T 500 cm-98 که روش دستیابی به حجم ویژه کاغذ را بیان می‌کند، به دست می‌آید و بالعکس دانسیته است.

مقدار خاکستر با توجه به استاندارد T 413 om-93 آیین نامه TAPPI صورت گرفت. مقدار خاکستر تابعی از مقدار ماندگاری در گذر نخست بوده و یک رابطه خطی مستقیم بین این دو ویژگی وجود دارد و دارای الگوی تغییرات مشابه می‌باشند.

آزمون کشش توسط دستگاه و مطابق با استاندارد T 404 cm-92 آیین نامه TAPPI صورت گرفت. برای تعیین مقاومت به پارگی کاغذ از استاندارد T 414 om-98 TAPPI استفاده شده است. همچنین اندازه‌گیری درجه روشنی کاغذهای دست‌ساز طبق استاندارد ISO-2470 اندازه‌گیری شد. محاسبه زمان آبگیری نیز مطابق با استاندارد، T 221 cm-99 صورت پذیرفت.

در این تحقیق، از دو نمونه شاهد با کربنات و بدون آن و با سطح ثابت ۲۰ درصد و همچنین تیمار پلی‌اکریل آمید با کربنات به منظور مقایسه با کمک نگه دارنده بنتونیت صورت گرفت. تیمار کربنات بنتونیت در سه سطح انجام شد و به منظور مقایسه اثرگذاری نشاسته

شرایط پالایش برای رسیدن به درجه روانی مورد نظر، شرایط آماده‌سازی افزودنی‌ها و افزوده شدن مواد شیمیایی ثابت در نظر گرفته شد. در این تحقیق، کربنات کلسیم ۲۰ درصد نسبت به وزن خشک خمیر اضافه شد و به صورت محلول ۱۸ درصد آماده شد که با استفاده از سمپلر آزمایشگاهی ۲۰۰ میکرولیتر از آن برداشته و به سوسپانسیون خمیر اضافه شد.

پلی‌اکریل آمید با نسبت ۰/۲ درصد خمیر خشک و به صورت محلول ۰/۵ درصد با استفاده از همزن آزمایشگاهی آماده شد و ۶۴۰ میکرولیتر از آن به سوسپانسیون اضافه شد. نشاسته به صورت ۰/۱ درصد خمیر خشک و پخت آن به صورت محلول ۱ درصد به مدت ۳۰ دقیقه تا دمای ۹۰ درجه صورت گرفت. سپس در این دما ۳۰ دقیقه حرارت داده شد و ۱۶۰ میکرولیتر از آن برداشته شد. کلیه این مواد از یک کارخانه کاغذسازی واقع در تبریز تهیه شد و کلیه شرایط مشابه فرآیند این کارخانه در نظر گرفته شد.

بنتونیت به شکل پودری بوده و ذرات آن از مش ۱۵۰۰ عبور کرده و ابعاد آن در حد نانو در نظر گرفته شد و از یک شرکت واقع در مشهد تهیه شد. با توجه به اینکه ذرات بنتونیت خاصیت جذب بالایی داشته و همچنین به منظور حفظ ساختار و عملکرد بهتر آن بر اساس سوسپانسیون ۱۰ گرم بر لیتر آن به مدت ۲۴ ساعت هم زده شد. سپس با توجه به درصد استفاده ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ حجمی معادل ۳۲۰، ۶۴۰ و ۹۶۰ از آن برداشته شد.

جهت افزودن مواد شیمیایی برای هر تیمار به طور جداگانه سوسپانسیونی با درصد خشکی ۰/۵ درصد نیاز بود، که به وسیله دستگاه همزن آزمایشگاهی با سرعت چرخش ۷۰۰ rpm، به مدت ۳ دقیقه هم زده شد. با توجه به تیمارها، ابتدا پرکننده به مدت ۶۰ ثانیه با سرعت چرخش ۱۰۰۰ rpm و بعد از آن تیمار با پلی‌اکریل آمید به مدت ۴۵ ثانیه با سرعت چرخش موتور ۱۰۰۰ rpm به خمیر کاغذ افزوده شد و بار دیگر تیمار بنتونیت و همچنین تیمار نشاسته کاتیونی به همراه بنتونیت صورت گرفت.

1- Sampler

کاتیونی در جذب بتونیت نیز سه تیمار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها در سطح یک درصد با روش دانکن انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- تیمارها و درصد اضافه شدن آن‌ها

تیمار	درصد	نوع افزودنی
B	۰	شاهد
C	۲۰	کربنات کلسیم
CP	۰/۲ و ۲۰	کربنات کلسیم + پلی‌اکریل آمید
CBa	۰/۱ و ۱ و ۲۰	کربنات کلسیم + بتونیت
CBb	۰/۲ و ۱ و ۲۰	
CBc	۰/۳ و ۱ و ۲۰	
CNBa	۰/۱ و ۱ و ۲۰	کربنات کلسیم + نشاسته + بتونیت
CNBb	۰/۲ و ۱ و ۲۰	
CNBc	۰/۳ و ۱ و ۲۰	

۳- نتایج و بحث

صنعت کاغذسازی در دنیا مواجه با محدودیت‌ها و مشکلاتی است، لذا باید با انتخاب دقیق عوامل مؤثر بر تولید، هزینه‌ها را کاهش داد. یکی از این عوامل مؤثر بر کاهش هزینه‌ها، استفاده از افزودنی‌های مقاومت خشک است که بتواند مقاومت‌ها را بیشتر ارتقا دهد و در واقع بیشتر جذب شود و هدر رفت آن کاهش یابد. نگهداری این افزودنی‌ها می‌تواند در کاهش وزن پایه نیز تأثیرگذار باشد.

یکی از روش‌های مدیریت مواد، سعی در ماندگاری بیشتر اجزای ریز خمیر کاغذ مانند نرمه‌های الیاف، مواد افزودنی معدنی (پرکننده‌ها) و مقاومت خشک است. این نکته به تنظیم دقیق شیمی پایانه تر کاغذسازی و ایجاد برهم کنش‌های ضروری جهت تثبیت مواد ریز محلول بر روی الیاف و همچنین در شبکه الیاف نیاز دارد.

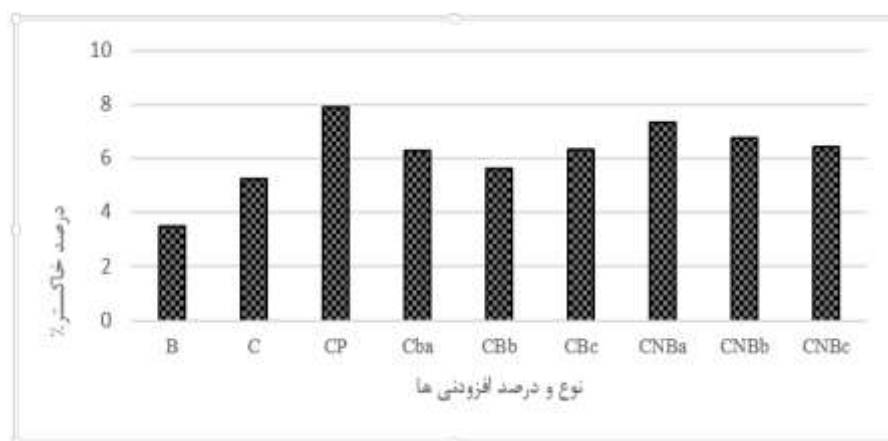
به طور کلی، پلیمرهای با وزن مولکولی زیاد، به سطح نرمه‌های سلولزی جذب می‌شوند و فقط بخشی از زنجیره

روی سطح قرار می‌گیرد و بقیه قسمت‌ها به صورت رشته‌هایی در سوسپانسیون^۱ معلق می‌باشند و باعث ایجاد پل‌هایی بین نرمه‌ها شده و یا آن‌ها را به الیاف متصل می‌کنند که باعث تشکیل دلمه‌های درشت می‌شوند. پس از اعمال نیروهای برشی، دلمه‌های درشت پراکنده می‌شوند و متعاقب افزودن نانوذرات، بخشی از آن‌ها با قرارگیری بین رشته‌های پلیمری جدا و شکسته شده و امکان تشکیل مجدد پل‌های تخریب شده را فراهم می‌آورند.

به طوری که با نفوذ بخش دیگری از نانوذرات به درون ساختار پلیمرها، باعث متراکم شدن آن‌ها و تشکیل دلمه‌های ریزتر می‌گردد (شکل ۱) [۹].

در مورد اثر بهبود آبدیاری با استفاده از بتونیت می‌توان به چگالی بار زیاد و کوچکی ابعاد آن نسبت داد. به عبارتی، پس از اتصال نرمه‌ها و الیاف توسط نشاسته کاتیونی، کوچکی ابعاد بتونیت امکان نفوذ به درون ساختار نشاسته را فراهم کرده و از طرفی چگالی بار زیاد آن باعث انقباض و همکشیده شدن ساختار دلمه تشکیل شده می‌گردد.

1- Suspension



شکل ۱- درصد و نوع افزودنی ها و درصد خاکستر شکل

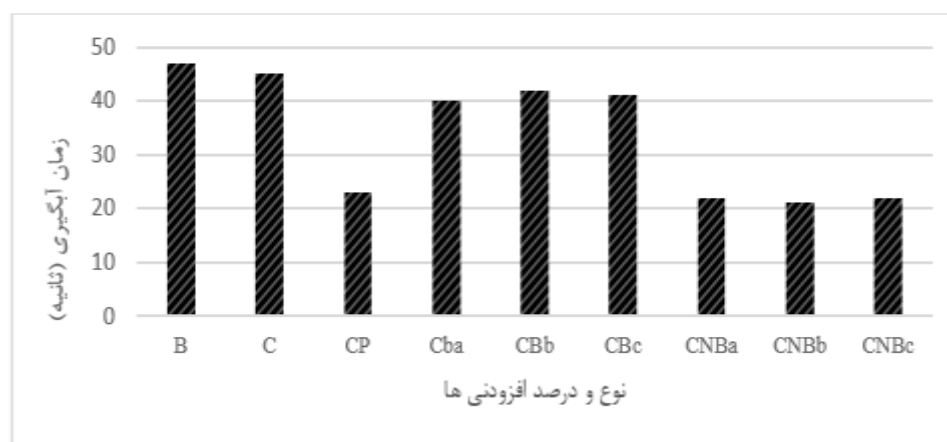
الیاف (شکل گیری) است. از بین عوامل فوق، مقاومت الیاف تحت تأثیر گونه، فرایند کاغذسازی، فرایند رنگبری و تعداد چرخه های بازیافت الیاف بوده و شیمی پایانه تر در این خصوص اثر کمی دارد. توزیع الیاف و پیوندها نیز تحت تأثیر عوامل مکانیکی و شیمیایی بسیاری است. با این وجود افزودنی های پایانه تر توسط اثری که بر تشکیل دلمه ها و آبگیری دارند می توانند بر شکل گیری تأثیر بگذارند. دلمه های بسیار بزرگ باعث شکل گیری ضعیف کاغذ می گردد (شکل ۳).

در مورد نمونه شاهد که فقط حاوی پرکننده کربنات کلسیم بوده است می توان گفت ذرات آن با قرار گرفتن بین رشته های الیاف باعث حجیمی بیشتر و چگالی کمتر

با فشرده شدن این ساختارها، قابلیت نگهداری آب در آن ها به شدت کاهش می یابد. همانطور که در (شکل ۲) می بینید تیمارهای cp که از پلی اکریل آمید و تیمارهای CNB که از ترکیب نشاسته و بتونیت استفاده شده نسبت به تیمارهای شاهد با کربنات C و بدون کربنات و همچنین تیمارهایی که فقط از بتونیت به تنهایی استفاده شد، تفاوت چشمگیری در زمان آبگیری مشاهده شد.

۱-۳- شاخص مقاومت کششی

مقاومت به کشش تحت تأثیر مقاومت الیاف، مقاومت پیوند بین الیاف، تعداد پیوند (سطح پیوند یافته) و توزیع



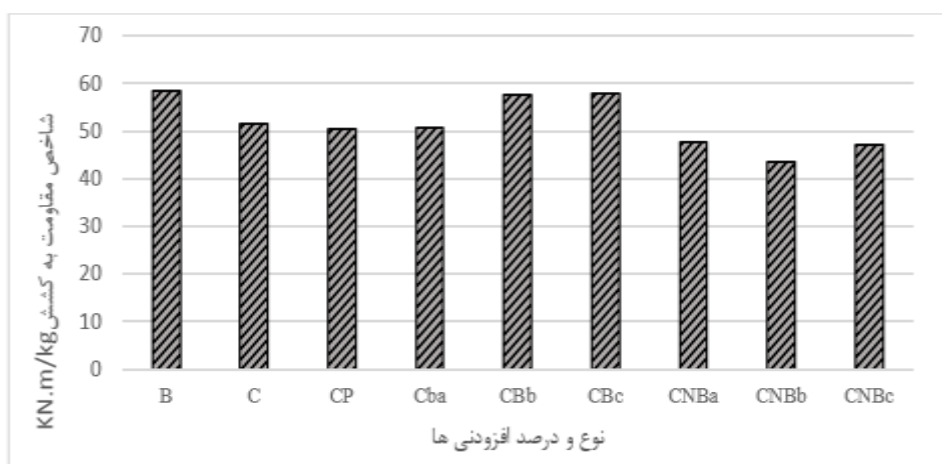
شکل ۲- نوع و درصد افزودنی ها و زمان آبگیری

1- Treatment

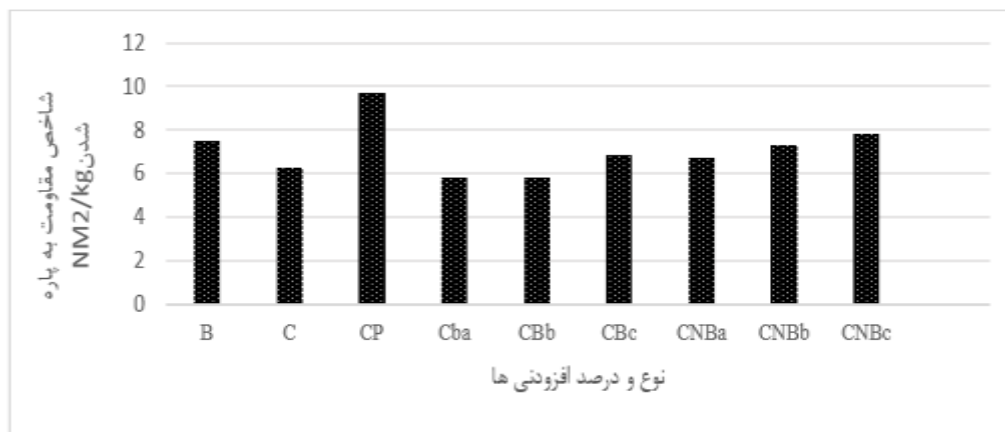
می‌گردند که البته این امر، باعث کاهش سطح اتصال الیاف و در نتیجه کاهش مقاومت‌ها نیز خواهد شد، زیرا ذرات پرکننده توانایی تشکیل پیوند با الیاف را ندارند که به تبع آن اتصال بین الیاف محدودتر و ضعیف‌تر می‌شود. به طور کلی، کاهش شاخص مقاومت به کشش در اثر افزودن ذرات بنتونیت را می‌توان در نتیجه اثر تعامل این ذرات با نشاسته کاتیونی بر کیفیت شکل‌گیری دانست، به نحوی که ضعف کیفیت شکل‌گیری باعث کاهش این شاخص شده است.

می‌دانند. عوامل اصلی تأثیرگذار در مقاومت پاره شدن عبارت است از: طول الیاف، مقاومت ذاتی الیاف، میزان پیوند و جهت یافتگی الیاف است. در خمیر کاغذهای با میزان پیوند زیاد، طول و مقاومت الیاف عامل تعیین‌کننده می‌باشد و

الیاف بلندتر با ضخامت بیشتر، مقاومت به پاره شدن بیشتری دارد. افزودن نشاسته کاتیونی به خمیر باعث افزایش مقاومت به پاره شدن می‌شود و با افزایش مقدار بنتونیت، اثرگذاری آن را بیشتر می‌نماید (شکل ۴).



شکل ۳- نوع و درصد افزودنی‌ها و شاخص مقاومت به کشش



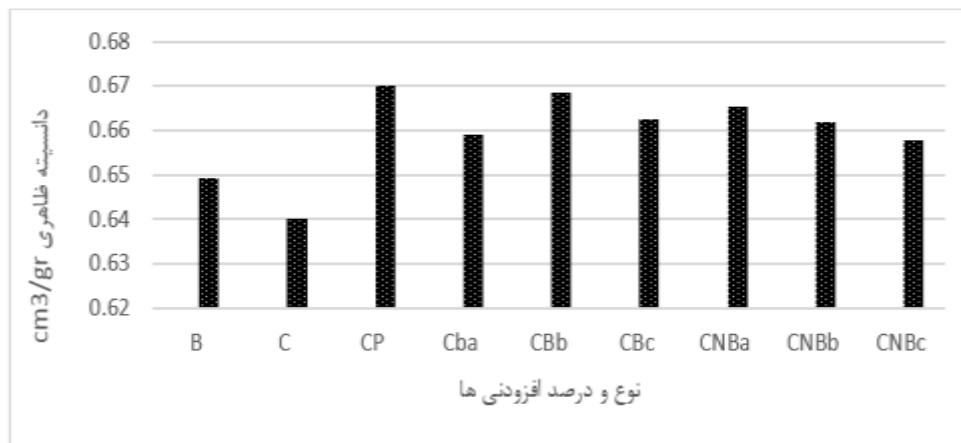
شکل ۴- نوع و درصد افزودنی‌ها و شاخص مقاومت به پاره شدن

۳-۲- شاخص مقاومت به پاره شدن

این شاخص از عوامل مورد ارزیابی کیفی کاغذ می‌باشد. چنان که آن را در قابلیت عبور کاغذ مؤثر

در کاغذهای چاپ، دانسیته اهمیت زیادی دارد و در اثر

تغییرات وزن، پایه و ضخامت کاغذ تغییر می‌کند. نمونه حاوی پرکننده بدون افزودنی‌ها چگالی کمتری داشته که



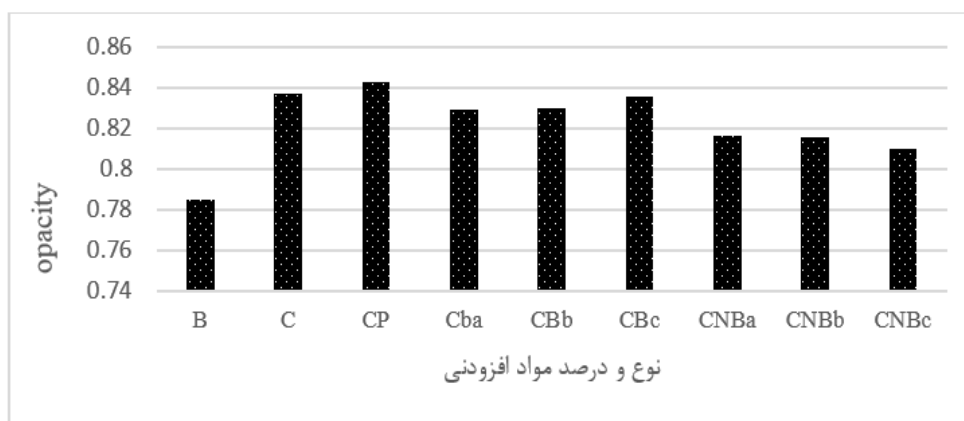
شکل ۵- نوع و درصد افزودنی ها و دانسیته ظاهری

این امر به خاطر ضخامت بیشتر این کاغذها بوده است. شکل گیری ضعیف در برخی نقاط، کاهش ماتی مشاهده می شود. به عبارت دیگر، بخشی از ذرات پرکننده با قرار گرفتن در بین رشته های الیاف باعث حجیمی بیشتر و چگالی کمتر شده است. البته اضافه نمودن ذرات بنتونیت نیز تأثیرگذاری این عامل را در کاهش دانسیته به میزان کم در مقایسه با پلی اکریل آمید نشان می دهد (شکل ۵).

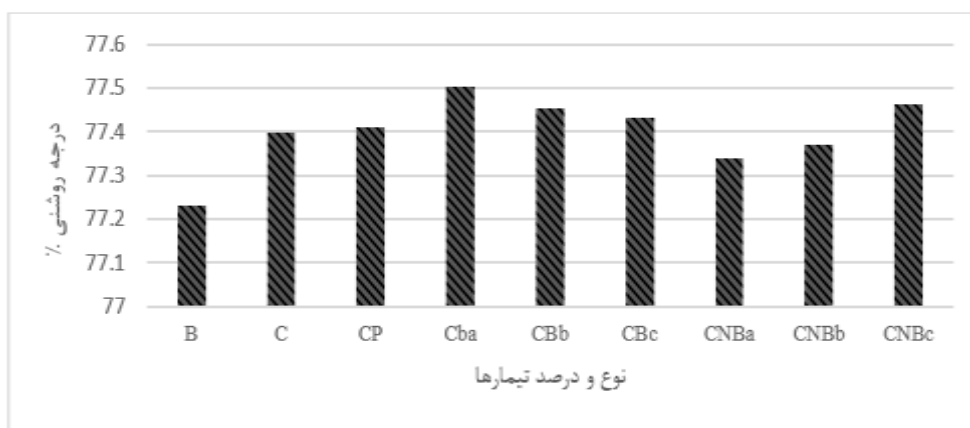
ویژگی های نوری در کاغذهای ظریف اهمیت زیادی دارند. کاغذ حاوی پرکننده، درجه روشنی و ماتی بالاتری دارند. افزودن نشاسته کاتیونی باعث کاهش درجه روشنی می شود. افزودن بنتونیت به تنهایی تغییر مشخصی در ماتی نخواهد داشت. در مجموع با استفاده از بنتونیت به دلیل

تغییرات درجه روشنی نیز روند ملایمی داشته و در واقع می توان گفت تغییر محسوسی نسبت به پلی اکریل آمید در روند روشنی در کلیه تیمارها مشاهده نگردید و در محدوده ایزو ۷۷ همگی قرار دارند. با مقایسه میانگین ها، تیمارها در دو گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۷).

مقایسه میانگین ها نشان داده که حداقل یک اختلاف معنی دار بین تیمارها وجود دارد و در چهار گروه مجزا قرار گرفته اند (شکل ۶).



شکل ۶- نوع و درصد افزودنی ها و ماتی



شکل ۷- نوع و درصد افزودنی‌ها و درجه روشنایی

۴- نتیجه گیری

با توجه به نتایج، کاهش زمان آبگیری به طور مشخص در ترکیب نشاسته کاتیونی و بنتونیت همانند پلی‌اکریل‌آمید کاتیونی اتفاق افتاد و علت آن را توانایی بالای ترکیب پلیمر کاتیونی نشاسته با ذره معدنی بنتونیت در ایجاد دلمه در سوسپانسیون و قابلیت آبگیری بیشتر می‌توان عنوان نمود. ماندگاری اجزا یا درصد خاکستر در حضور بنتونیت، تغییر محسوسی مشاهده نشد؛ اما در حضور نشاسته کاتیونی و بنتونیت افزایش یافت و تقریباً مشابه ماندگاری در استفاده از پلی‌اکریل‌آمید بوده است. شاخص مقاومت به کشش به دلیل شکل‌گیری ضعیف کاهش داشته و این کاهش نسبت به پلی‌اکریل‌آمید هم کمتر بوده است؛ اما در مقاومت به پارگی، روند افزایشی مشاهده شد و باز هم نسبت به پلی‌اکریل‌آمید کمتر بوده است. ماتی کاغذهای حاوی بنتونیت و نشاسته کاتیونی به دلیل حضور نشاسته کاتیونی کاهش اندکی داشته ولی کاغذهایی که فقط از بنتونیت استفاده شد ماتی بالاتری را نشان داد. در مورد درجه روشنایی هم در کلیه تیمارها تغییر محسوسی نسبت به تیمار پلی‌اکریل‌آمید مشاهده نگردید.

نتایج با تحقیقات هیوب (۲۰۰۵) و جلالی (۲۰۱۶) مطابقت داشته است. در مجموع استفاده از بنتونیت به تنهایی اثرگذاری کم و در اکثر موارد منفی به دست آمد که استفاده از این ماده به تنهایی پیشنهاد نمی‌گردد؛ اما در حضور نشاسته کاتیونی تا حدودی به خصوص مقاومت پارگی را بهبود

بخشیده و در زمان آبگیری و ماندگاری اثر مثبتی را ارائه داده است گرچه در برخی موارد به اندازه پلی‌اکریل‌آمید اثرگذار نبوده اما می‌توان با بررسی نیاز مشتری و کاربرد کاغذ و اینکه به چه میزان از ویژگی‌های مقاومتی و اپتیکی احتیاج دارد، استفاده از سیستم نشاسته کاتیونی- بنتونیت را پیشنهاد داد.

تعامل این دو ماده نشاسته و بنتونیت با تشریح چگونگی نفوذ ذرات بنتونیت در ساختار دلمه متشکل از نرمه‌ها و نشاسته کاتیونی و به تبع آن انقباض دلمه‌های تشکیل شده و در نتیجه کاهش قابلیت آبگیری در آن قابل تفسیر است. به طریقه مشابهی، ذرات بنتونیت با امکان نفوذ در ساختار نشاسته کاتیونی و کمک به قابلیت پل زدن و اتصال پرکننده‌های متصل به آن‌ها، افزایش ماندگاری را میسر ساخته است.

۵ منابع

1. Aloï, F and Trksak, R., (1996). **“Retention in neutral and alkaline paper making,”** USA, chapter 5, 86 p.
2. Wagberg, L., Zhao, X., Fineman, I., (1990). **“Effect of retention aids on retention and dewatering of straw pulp.”** TAPPI Journal, Vol 73(4), 177-182.

11. Kawabata, A. (2007). **"Carbohydrate polymers."** 67,375-389.
12. Cauley, T.A. (2000), **"The Hydrocol micro particle system comes to standard news production."** Proc.TAPPI 2000 papermaker conf. trade Fair, 545.
13. Unbehend, J.E. (1992). **"Wet End Chemistry of retention, Drainage and formation aids, in pulp and paper manufacture, Vol(6), R.V. Hagemeyer(Ed)."** 3 edition. TAPPI PRESS, Atlanta, p. 137.
14. Urick J.M., Fischer, B.D., (1976). **"TAPPI"**. journal.59(10):78.
15. Lodzinski. F.P., (1975). **"In retention of fine solids during paper manufacture,"** TAPPI CA report NO.57,1975.P.3.
16. Moffett, R.H., (1994). **"TAPPI"** J.77(12).133.
17. Moberg, K., (1993). **"TAPPI papermaker conf."** proc.,TAPPI PRESS, Atlanta, p.161.
18. Hubbe , MA. (2005). **"Microparticle programs for Drainage and retention, in Micro and Nanoparticles in papermaking."** Rodrigueuz JM(Ed).TAPPI PRESS. Georgia. Atlanta, 1-3.
3. Vishtal, A., Rousu, P., Hultholm, T., Turku, K ., (2011). **"Drange and retention enhancement of a wheat straw-containing pulp furnish using microparticle retention aid."** BioResources 6(1), 791-806.
4. Jin, W., Kefu, C., Chuanshan, Z., FusgaN,C ., (2003). **"The performance of cationic polyacrylamide/bentonite microparticle system as drainage and retention aid."** Paper Science & Technology Journal, (6).
5. Hubbe , M. A., (2005). **"Emerging technologies in wet end chemistry , chapter 2: Nanotechnology in the wet end,"** Pira International Ltd, 91 pp.
6. Norell, M., Johansson , K., Persson, M .(2000). **"Papermaking Science and Technology, Book 4, Paper making Chemistry, Chapter 3, retention and drainage, finland , fapet Oy."**
7. On, C., and Thorn ,I (1995). **"Progress in the use of colloidal silica in dual- component system."** European papermaker.Vol3.28-39.
8. Langley, J. G., and Batelson , P.G., (1995). **"Dewatering aids for paper application."** In Proceeeding TAPPI 1986 papermaker conferencr., 89-99.
9. Khosravani, A., Jahan Latibari,S., Mirshokraei, S.A., Rahmaninia, M., and Mohamad Nazhad, M., (2010). **"Studying the effect of cationic starch- anionic nanosilica system on retention drainage."** Bio Resources 5(2).939-950.
10. Rahmaninia, M., Mirshokraei, S.A., Ebrahimi, Gh ., and Mohamad Nazhad, M., (2011). **"Effect of cationic starch- nanosilica system on retention and drainage of washed occ pulp."** Journal of forest and wood product, 64(1), 15-22.

آدرس نویسنده

ایران- مازندران- ساری- دانشگاه علوم کشاورزی
و منابع طبیعی- دانشکده منابع طبیعی- گروه
صنایع چوب و کاغذ