

کاتیونی کردن نرمه خمیر کاغذ و کاربرد آن به عنوان ماده کمکنگه دارنده در شیمی بخش تر ماشین کاغذسازی

- سیده عاطفه نصیری^{1*}، حسین رسالتی²، الیاس افرا²، قاسم اسدیپور³
- 1- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
- 2- عضو هیئت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
- 3- عضو هیئت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری

*Email: nasiri_atefe@yahoo.com

Mobile: 09335871249

Tel: 01243373300

چکیده:

در سالهای اخیر پژوهشگران به دنبال تکامل راههای جدید و دوستدار محیط زیست برای استفاده در صنایع خمیر و کاغذ هستند. استفاده از پلیمرهای محلول جهت افزایش ماندگاری ذرات، دارای مسائل و اشکالات خاص خود می باشد. در این میان تکنولوژی مهندسی الیاف فرصت جدیدی برای بهبود فرایندهای متداول صنایع خمیر و کاغذ ایجاد کرده است که از جنبه زیست محیطی دارای اهمیت زیادی است. در این تحقیق نرمه های خمیر کاغذ، به وسیله نمک استر کاتیونی آمونیوم چهارگانه $[R-COOCH_2-N(CH_3)_2-CH_2COO-]^{+}Cl^{-}$ کاتیونی شدند. شرایط بهینه برای آماده سازی نرمه های کاتیونی، زمان 30 دقیقه در دمای 80 درجه سانتی گراد بوده است. در چندين سطح نرمه کاتیونی به سوسپانسیون متلاطم افزوده شد. نتایج آزمایش نشان داد که نرمه های کاتیونی عملکرد مناسبی به عنوان ماده کمکنگه دارنده در شیمی بخش تر ماشین کاغذ دارد و توانسته است ماندگاری پرکننده کربنات کلسیم رسوبی (PCC) را نسبت به نمونه شاهد افزایش دهد. همچنین ویژگی های مقاومتی و نوری نیز افزایش یافته است.

کلمات کلیدی:

نرمه خمیر کاغذ کاتیونی، ماندگاری، شیمی بخش تر کاغذ، پلیمر کمکنگه دارنده، نمک استر کاتیونی آمونیوم

1-مقدمه :

در جهان امروز تقاضا برای کاغذ با سرعت زیادی در حال افزایش است. افزایش جمعیت، افزایش سطح سواد و گسترش ارتباطات، فرایند صنعتی شدن در کشورهای در حال توسعه و بهبود سطح زندگی جوامع بشری را می‌توان دلایل افزایش تقاضا دانست و این در حالی است که این صنعت به عنوان یکی از آلاینده‌ترین صنایع دنیا در نظر گرفته شده است. صنایع کاغذسازی به عنوان صنایع با سرمایه‌گذاری زیاد محسوب شده که دارای ماشین‌های با سرعت تولید بالا و سیستم‌های پیچیده و پیشرفته کنترل تولید می‌باشند، در نتیجه هزینه‌های تولید به دلیل افزایش تقاضا و قیمت انرژی، زیاد می‌شود. الیاف سلولزی به دلایل ارزانی، قابل تجدید بودن و کاملاً قابل تجزیه بودن توسط عوامل زیستی، به عنوان مهم‌ترین منبع تولید کاغذ در کارخانجات کاغذسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین جهت کاهش هزینه تولید و نیز بهبود خواص چاپپذیری کاغذ، از مواد معدنی به طور گسترده استفاده می‌شود.

2-مواد و روش‌ها:

خمیر شیمیایی- مکانیکی¹ از کارخانه‌ی چوب و کاغذ مازندران تهیه شد. برای تهیه کاغذهای دست‌ساز از ترکیب ثابت مخلوط خمیر شیمیایی - مکانیکی پهن‌برگان و خمیر الیاف بلند سفید کرافت وارداتی و با نسبت اختلاط 80 به 20 درصد استفاده شد. برای تهیه تمامی کاغذهای دست‌ساز، به خمیر حاصل از اختلاط خمیر شیمیایی - مکانیکی و خمیر الیاف بلند سفید کرافت وارداتی، به مقدار 20 درصد وزنی خمیر، ماده پرکننده معدنی کربنات کلسیم رسوبی² اضافه گردید. از آن‌جا که خمیر شیمیایی-مکانیکی با توجه به فرایند تولید آن، اساساً دارای مقادیر وزنی زیادی از زباله‌های آنیونی بوده که می‌تواند بر اثر بخشی موادشیمیایی کمکنگهدارنده تأثیر منفی به جای بگذارد، از سولفات آلومینیوم (آلوم) به عنوان خنثی کننده زباله‌های آنیونی استفاده شد که مقدار بهینه مصرف برای تمامی تیمارها مقدار ثابت 1/5% به خمیر اضافه گردید.

برای تهیه نرمه‌های الیاف کاتیونی شده خمیر الیاف بلند، در ابتدا مقادیری از نرمه‌های الیاف موجود در خمیر الیاف بلند از آن جدا شد. برای دستیابی به نرمه بیشتر به وسیله دستگاه ولی بتر خمیر الیاف بلند پالایش شد، بعد از آن، برای جداسازی نرمه‌های الیاف، خمیر پالایش شده با استفاده از فشار آب، از الک 100 عبور داده شد و نرمه بر روی الک 325، جمع‌آوری شد. برای کاتیونی نمودن نرمه‌های الیاف با استفاده از نمک استر کاتیونی آمینی نوع چهارم، با توجه به عدم وجود روش استاندارد و نیز کم بودن مقادیر مرتبط با این موضوع، از تجارب و روش به کارگرفته شده توسط آقای ژی وی³ و همکاران در مقاله با عنوان " بررسی کاتیونی نمودن الیاف خمیر و تأثیر آن بر مواد افزودنی بخش تر ماشین کاغذ" استفاده شد. (2)

در ابتدا پودر نمک استر کاتیونی آمینی نوع چهارم به محلول با غلظت 1% تبدیل شد. لازم به ذکر است که هم زدن کامل پودر نمک کاتیونی کننده با آب مقطر بسیار ضروری بوده و حداقل 15 دقیقه زمان لازم است که توسط همزن مغناطیسی، نمک پودری شکل و نیز کلوخه‌های لزج تشکیل شده کاملاً محلول شوند.

¹CMP

²PCC

³-Xie.wei

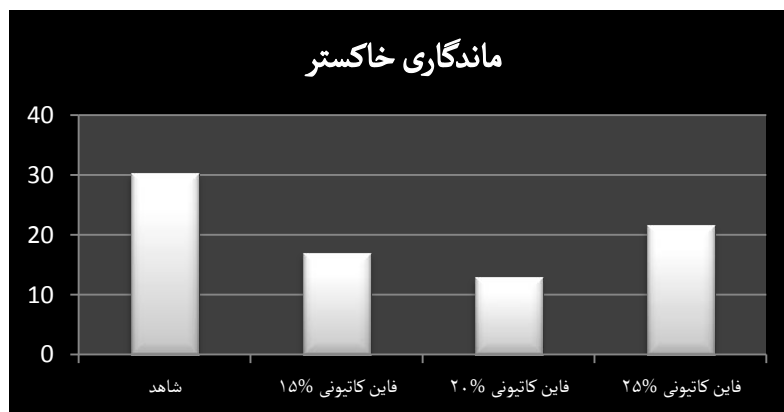
در مرحله بعدی، معادل یک گرم نرمه‌های الیاف کاملاً خشک، از محلول با درصد خشکی 0/4 درصد نرمه‌های الیاف تهیه و به بشر 1000 میلی لیتری انتقال داده شد. بشر مذکور در داخل حمام آبی قرار گرفته و دمای آن به 80 درجه سانتی-گراد افزایش یافت. بعد از رسیدن دمای محلول محتوی نرمه‌های الیاف به 80 درجه سانتی-گراد، محلول 1% عامل کاتیونی کننده و با درصدهای مختلف وزنی (نسبت به وزن کاملاً خشک نرمه‌های الیاف) به بشر اضافه شد و به مدت 30 دقیقه واکنش ادامه یافت. در این مدت، به آرامی، مخلوط حاوی نرمه‌های الیاف و عامل کاتیونی کننده هم زده شدند. در پایان آزمایش، مخلوط موجود در بشر با استفاده از قیف بوخنر و نیز کاغذ صافی با وزن مشخص، کاملاً صاف و چندین بار شستشو شد.

نرمه‌های کاتیونی در سه سطح 15%، 20%، 25% به وسیله نمک استر کاتیونی آمینی نوع چهارم کاتیونی شد و با مقدار ثابت 0/9% به سوسپانسیون در حال چرخش اضافه شد. اثر نرمه‌های کاتیونی بر روی ماندگاری خاکستر، ویژگی‌های مقاومتی و نوری با تیمار شاهد 0/2% پلی‌اکریل‌آمید مقایسه شد. همچنین نتایج استفاده هم‌زمان نرمه کاتیونی و پلی‌اکریل‌آمید نیز بررسی شد.

3-نتایج و بحث:

در این بخش، تأثیر استفاده نرمه‌های فیبری کاتیونی شده به تنهایی در مقایسه با تیمار شاهد بر خواص مقاومتی و نوری کاغذ بررسی شده است.

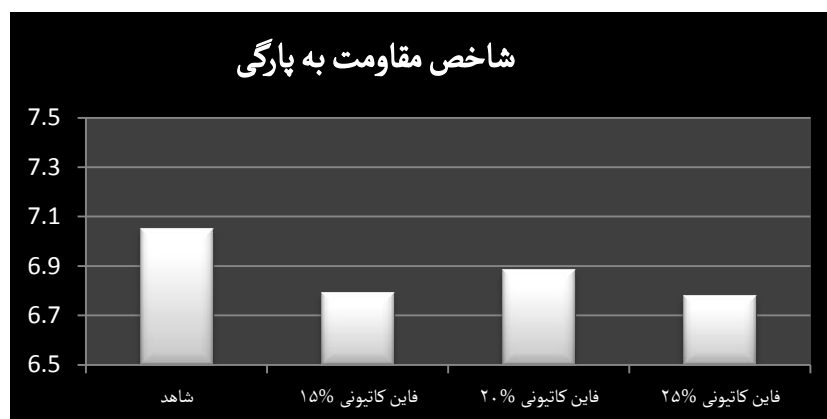
3-1-الف: ماندگاری خاکستر



نمودار 3-1-الف-مقایسه ماندگاری خاکستر در سطوح مختلف نرمه کاتیونی

همان‌طور که در نمودار نشان می‌دهد نمونه شاهد پلی‌اکریل‌آمید نسبت به نرمه کاتیونی، عملکرد بهتری به عنوان ماده کمکنگه دارنده دارد. چون ساختار رشته‌ای و شاخه‌دار پلی‌اکریل‌آمید باعث می‌شود آزادانه در محیط سوسپانسیون بتواند با مکانیسم پل‌زنی منجر به بهبود ماندگاری پرکننده شود. ولی نرمه کاتیونی چون فقط سطح کاتیونی دارد با مکانیسم خنثی سازی بار باعث کاهش زباله‌های آنیونی می‌شود که در سطح 25% بیشترین خنثی سازی بار و ماندگاری خاکستر را دارد. در سطح 20% کمترین مقدار خنثی سازی بار را داشته است.

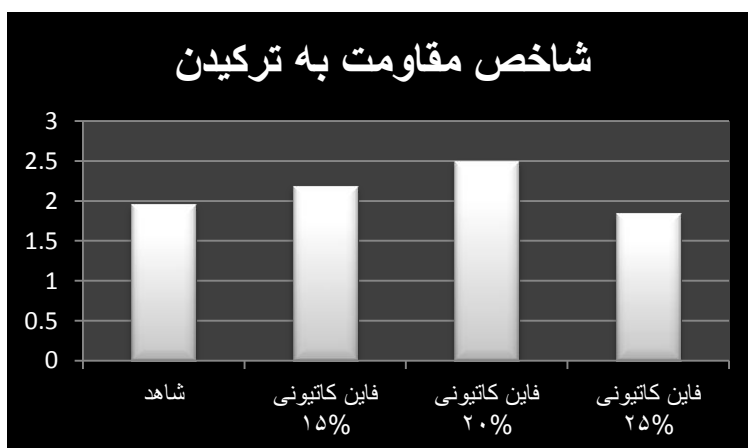
3-1-ب: شاخص مقاومت به پارگی



نمودار 3-1-ب-مقایسه شاخص مقاومت به پارگی در سطوح مختلف نرمه کاتیونی

همانطور که در نمودار بالا مشاهده می‌شود نمونه شاهد مقاومت به پارگی بیشتری را نسبت به سایر تیمارها دارد و نرمه کاتیونی در سطح 20% بیشترین و در سطح 15 و 25% نسبت به 20% از مقاومت کمتری برخوردار است. لازم به ذکر است که مقاومت به پارگی شاخصی از مقاومت ذاتی الیاف است، بنابراین در نمونه شاهد مقاومت ذاتی الیاف بیشتر است.

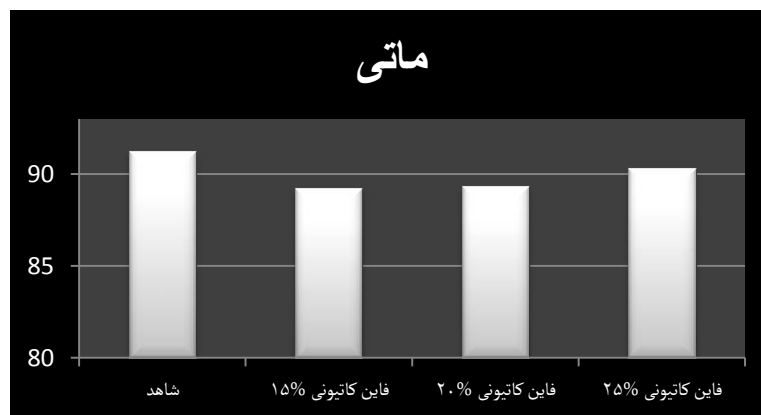
3-1-پ-شاخص مقاومت به ترک‌دین



نمودار 3-1-پ-مقایسه شاخص مقاومت به ترک‌دین در سطوح مختلف نرمه کاتیونی

همانطور که در نمودار بالا قابل مشاهده است نمونه شاهد تقریباً از مقاومت به ترکیدن کمتری برخوردار است. در بین سطوح مختلف نرمه کاتیونی، بیشترین مقاومت در سطح 20% و کمترین سطح 25% می‌باشد. در تمامی تیمارهایی که به تنهایی از نرمه های فیبری کاتیونی شده به عنوان ماده کمک نگهدارنده استفاده شد، با توجه به پائین بودن مقادیر ماندگاری و درصد مواد پرکننده موجود در کاغذ، تمامی مقاومت‌های مکانیکی در مقایسه با تیمار شاهد افزایش نشان داده‌اند. افزایش مقادیر مواد پرکننده معدنی موجود در کاغذ باعث کاهش سطح اتصال پیوندهای بین الیاف و در نتیجه کاهش مقاومت‌های مکانیکی کاغذ می‌شود. به همین دلیل در نمونه شاهد مقاومت به ترکیدن که مربوط به مقاومت پیوند بین الیاف هست کمترین هست. با توجه به اینکه در هنگام مصرف به تنهایی نرمه‌های فیبری کاتیونی شده به عنوان ماده کمک نگهدارنده، مقدار ماندگاری مواد پرکننده در کمترین مقدار خود قرار دارد.

3-1-ت: ماتی

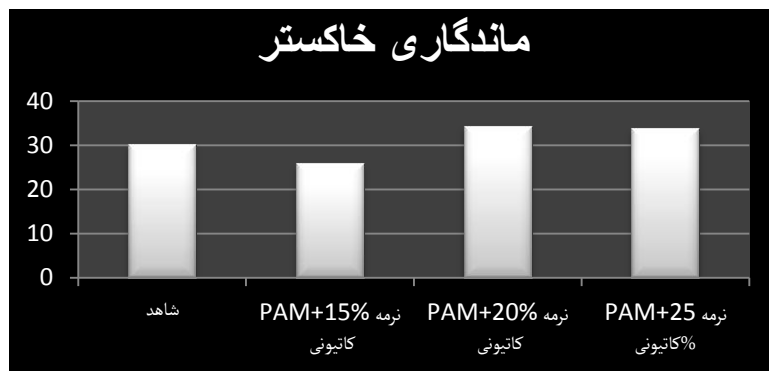


نمودار 3-1-ت- مقایسه ماتی در سطوح مختلف نرمه کاتیونی

نمودار بالا نشان می‌دهد ماتی در نمونه شاهد بیشتر از تیمارهای نرمه کاتیونی است. چون درصد پرکننده کاغذ در تیمار شاهد بیشتر از سایر تیمارها است. در بین تیمار نرمه کاتیونی از 15% تا 25% نرمه کاتیونی روند تغییرات ماتی افزایش است که متأثر از افزایش ماندگاری پرکننده در کاغذ است.

نتایج بررسی‌ها نشان داد در مقایسه با تیمارهای شاهد پلی‌اکریل‌آمید، به کارگیری و مصرف 9/0% نرمه های فیبری کاتیونی شده به تنهایی، تأثیر معنی‌دار و قابل ملاحظه ای در بهبود مقاومت‌های مکانیکی کاغذ نداشته است، بنابراین طی آزمایشاتی کاربرد هم‌زمان پلی‌اکریل‌آمید و نرمه کاتیونی بررسی شد.

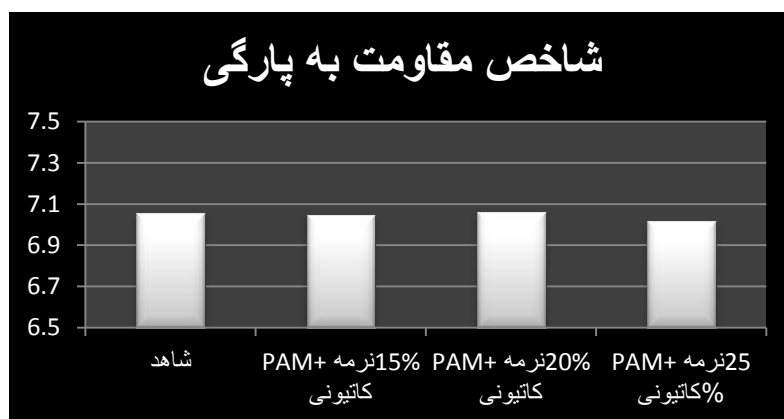
3-2-الف: درصد ماندگاری خاکستر



نمودار 3-2-الف - مقایسه درصد ماندگاری خاکستر در سطوح مختلف نرمه کاتیونی و پلی‌اکریل‌آمید

همانطور که در نمودار قابل مشاهده است، کاربرد همزمان پلی‌اکریل‌آمید و نرمه کاتیونی نسبت به نمونه شاهد عملکرد بهتری دارد و ماندگاری خاکستر را حدود 5% افزایش داده است. دلیل افزایش ماندگاری خاکستر این است که زباله‌های آنیونی در سوسپانسیون الیاف به وسیله نرمه کاتیونی تا حدودی خنثی - سازی می‌شود و عملکرد پلی‌اکریل‌آمید بهبود می‌یابد. در واقع نرمه‌های فیبری کاتیونی شده خمیر الیاف بلند نقش سینرژیک (هم افزایی) در بهبود عملکرد پلیمر پلی‌اکریل‌آمید کاتیونی داشته اند.

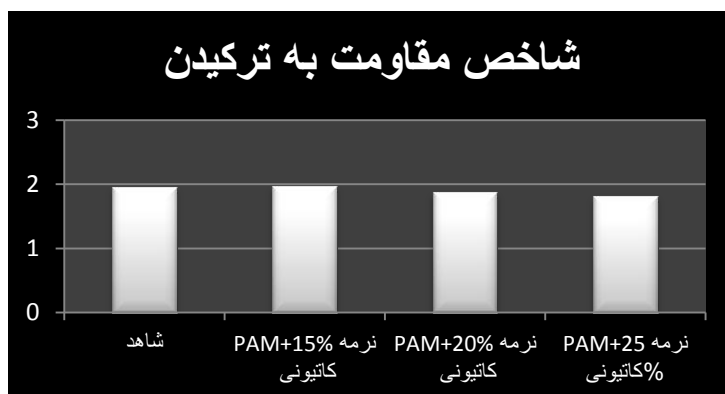
3-2-ب: شاخص مقاومت به پارگی



نمودار 3-2-ب- مقایسه شاخص مقاومت به پارگی نمونه سطوح مختلف نرمه کاتیونی + پلی‌اکریل‌آمید

در مقایسه با تیمارهای شاهد، به کارگیری و مصرف نرمه‌های فیبری کاتیونی شده به همراه پلی‌اکریل‌آمید کاتیونی، برخلاف استفاده به تنهایی نرمه کاتیونی، بتواند مقاومت به پارگی را افزایش دهد. لازم به ذکر است استفاده همزمان نرمه کاتیونی و پلی‌اکریل‌آمید در درصد پركننده بیشتر، توانسته است مقاومت به پارگی را افزایش دهد.

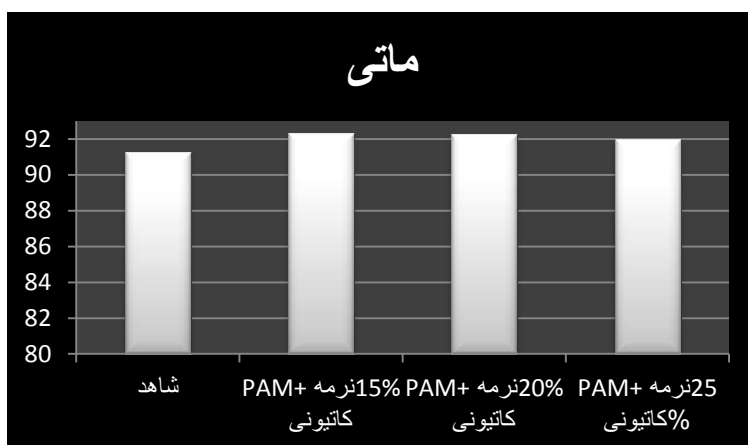
3-2-پ- شاخص مقاومت به ترکیدن:



نمودار 3-2-پ- مقایسه شاخص مقاومت به ترکیدن سطوح مختلف نرمه کاتیونی + پلی-اکریل آمید

در نمودار بالا است که استفاده همزمان نرمه کاتیونی و پلی-اکریل آمید تغییر چندانی در مقاومت به ترکیدن ایجاد نکرده است. لازم به ذکر است که در درصد پرکننده بیشتر تغییر در مقاومت ایجاد نشده است. چون در استفاده هم-زمان درصد پرکننده بیشتر است، افزایش مقادیر مواد پرکننده معدنی موجود در کاغذ باعث کاهش سطح اتصال پیوندهای بین الیاف و در نتیجه کاهش مقاومت‌های مکانیکی کاغذ می‌شود. ولی در اینجا مقاومت به ترکیدن که شاخصی از پیوند بین الیاف است تغییر نکرده است.

3-2-ت: ماتی



نمودار 3-2-ب- مقایسه ماتی نمونه شاهد و نرمه کاتیونی + پلی-اکریل آمید

نمودار بالا نشان می‌دهد ماتی نمونه شاهد کمتر از تیمارهای نرمه کاتیونی است. دلیل این روند افزایشی، ماندگاری پرکننده در تیمارهای نرمه کاتیونی است. که با نتایج اسدپور (1389) مشابهنه دارد. (1)

4- نتیجه گیری

استفاده به تنهایی نرمه کاتیونی تأثیر معنی‌دار و قابل ملاحظه‌ای در بهبود مقاومت‌های مکانیکی و کیفی کاغذ نداشته ولی در استفاده نرمه‌های فیبری کاتیونی شده به همراه پلی‌اکریل‌آمید کاتیونی، ماتی و ماندگاری خاکستر در مقایسه با تیمار شاهد حدود 5 درصد افزایش نشان می‌دهند. این افزایش مقاومت را می‌توان در عملکرد نرمه‌های فیبری کاتیونی در افزایش پیوند و اتصال بین الیاف، مرتبط دانست. در واقع نرمه‌های فیبری کاتیونی شده خمیر هم افزایی در بهبود عملکرد پلیمر پلی‌اکریل‌آمید کاتیونی داشته‌اند. در تمامی سطوح مصرف مواد، در مقایسه با تیمار شاهد، مصرف نرمه‌های فیبری کاتیونی شده به همراه پلی‌اکریل‌آمید کاتیونی، تأثیری در مقادیر مقاومت به پارگی و ترکیدن ورقه‌های دست‌ساز نداشته است.

5- منابع :

- [1] اسدپور اتویی، قاسم؛ بررسی تأثیر نانوذرات سیلیکا و نرمه‌های کاتیونی شده بر قابلیت آبگیری، رساله‌ی دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، 1389

[2] Wei, X. Hai-li, F. and Xue-ren, Q. Preparation and application of cationized pulp fiber as a papermaking wet-end additive, *Jornal of foresty research* , Volume 19(3). 2008