جنگل و فرآورده‌های چوب، مجلهٔ منابع طبیعی ایران
دورهٔ ۷۰، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۶
ص ۳۴۳-۳۵۱

دانشکده منابع طبیعی
دانشگاه تهران

تعیین سطح مناسب افزودن کربنات کلسیم به خمیر کرافت تیمارشده با نانوسیلیکا

جعفر ابراهیم پور کاسمانی[۱]، محمدرضا امیری مرگاوی[۲]، حمیدرضا رودی[۳*]

۱. گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه
۲. کارشناس ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ
۳. استادیار گروه مهندسی پالایش زیستی، دانشکدهٔ مهندسی انرژی و فناوریهای نوین، دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۲۶

چکیده

در این تحقیق، سطح افزودن پرکنندهٔ کربنات کلسیم رسوبی به الیاف کرافت تیمارشده با روش لایه‌به‌لایه بررسی شد. برای این‌منظور، در گام اول آزمایش، الیاف کرافت با سه لایه نشاستهٔ کاتیونی–نانوسیلیکای آنیونی– نشاستهٔ کاتیونی تیمار شد. از الیاف تیمارنشده و تیمارشده، کاغذ دست‌ساز استاندارد با وزن پایهٔ ۳±۶۰ گرم بر متر مربع تهیه شد. ارزیابی مقاومت‌ها نشان داد که با جذب سه لایهٔ یادشده توسط الیاف کرافت، شاخص کششی کاغذ از ۲۳/۹۶ N.m/g به ۳۸/۴۸ N.m/g، شاخص ترکیدن از ۱/۴۶ $kPa.m^2/g$ به ۳/۵۸ $kPa.m^2/g$ و شاخص پارگی کاغذ از ۹/۱۴ $mN.m^2/g$ به ۱۵/۹۹ $mN.m^2/g$ افزایش یافت. تصاویر SEM نیز ژلاتینی شدن سطح الیاف در اثر جذب نشاستهٔ کاتیونی و توسعهٔ سطح پیوندیافته بین الیاف را در شبکهٔ الیاف تأیید می‌کند. در گام دوم، پرکنندهٔ کربنات کلسیم رسوبی در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به خمیر سه‌لایهٔ تیمارشدهٔ کرافت اضافه شد و افت مقاومت‌ها با سطح مقاومت‌های خمیر تیمارنشده مقایسه و ارزیابی شد. شاخص کششی، شاخص ترکیدن و شاخص پارگی کاغذ با افزودن ۱۰ درصد پرکننده به‌ترتیب ۲۴/۰۱ N.m/g، ۱/۲۰ $kPa.m^2/g$ و ۹/۴۹ $mN.m^2/g$ اندازه‌گیری شد. براساس آزمون تجزیهٔ واریانس، نتایج این بخش نشان داد که می‌توان تا حدود ۱۰ درصد پرکنندهٔ کربنات کلسیم رسوبی به خمیر کرافت تیمارشده با روش لایه‌به‌لایه افزود. همچنین تصاویر SEM تهیه‌شده بیانگر ماندگاری پرکنندهٔ کربنات کلسیم و توزیع به‌نسبت یکنواخت آن در شبکهٔ الیاف به‌خصوص در مناطق آغشته به نشاستهٔ کاتیونی است.

واژه‌های کلیدی: خمیر کرافت، شاخص کششی، کربنات کلسیم رسوبی، نانوسیلیکا، نشاستهٔ کاتیونی.

مقدمه

به‌دلیل صرفهٔ اقتصادی، پرکننده‌ها پس از الیاف سلولزی دومین مادهٔ مهم ساختار کاغذ به‌شمار می‌روند و در همهٔ انواع کاغذ و مقوا استفاده می‌شوند [۱]. به‌کارگیری این مواد، مصرف انرژی در این صنعت انرژی بر[1] را نیز کاهش می‌دهد [۲]؛ به‌علاوه، به‌علت ضریب شکست بیشتر نور نسبت به الیاف سلولزی، موجب بهبود ویژگی‌های ماتی و روشنی کاغذ می‌شوند [۳]. بهبود شکل‌گیری ورقه، افزایش کیفیت چاپ [۴]، صافی سطح بیشتر و ثبات ابعادی بیشتر نیز از اثرهای مثبت استفاده از پرکننده‌های معدنی در کاغذ است [۵]. از مهم‌ترین این معایب، عدم امکان اتصال بین ذرات پرکننده با الیاف سلولزی و و ممانعت از پیوندهای بین فیبری و در نتیجه افت مقاومت‌های مکانیکی کاغذ است [۶]. از این‌رو به‌عنوان یکی از راهکارهای مهم، اصلاح هر یک از این دو جزء کاغذسازی یعنی اصلاح پرکننده‌ها یا اصلاح الیاف سلولزی برای افزایش تعامل آنها در بافت کاغذ از زمینه‌های جذاب تحقیقات امروزی است [۷].

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۱۱۴۲۴۵۱۰۹۴
Email: h_rudi@sbu.ac.ir
1. Energy intensive industry

Archive of SID

www.SID.ir

تکنیک لایه‌به‌لایه[1] از روش‌های نوینی است که برای اصلاح ویژگی‌های سطح مواد جامد باردار استفاده می‌شود. با به‌کارگیری آن، می‌توان مقدار بیشتری از این ماده را بر روی سطح جامد نشاند [۸]. لایه‌نشانی چندلایه‌های پلیمری روی الیاف خمیر کرافت با این روش سبب بهبود ویژگی‌های مکانیکی شده است. همچنین امکان افزایش مقاومت‌های کاغذ از انواع خمیرهای دیگر نیز با استفاده از این روش گزارش شده است [۹]. از این‌رو با توسعهٔ مقاومت‌های شبکهٔ کاغذ با این روش، می‌توان با جایگزینی الیاف سلولزی با پرکننده‌های معدنی، بر سهم استفاده از پرکننده در خمیرکاغذ افزود. از طرفی، نانوسیلیکای آنیونی جزء اولین مواد نانویی است که در ترکیب با پلی‌کاتیون‌های مختلف به‌خصوص در پایانهٔ تر ماشین کاغذ استفاده داشته است. از اثرهای مثبت به‌کارگیری نانوذرهٔ سیلیکا، کمک به ماندگاری نرمه‌های الیاف از طریق ایجاد لخته است [۱۰]. لایه‌نشانی متوالی نانوسیلیکا و کایتوزان موجب افزایش چشمگیر مقاومت‌های کاغذ تهیه‌شده از الیاف لینتر پنبه شده است [۱۱]. این تحقیق با هدف بررسی سطح افزودن پرکنندهٔ کربنات کلسیم رسوبی[2] به الیاف خمیر کرافت اصلاح و تقویت‌شده با لایه‌نشانی نانوسیلیکا (NS) و نشاستهٔ کاتیونی (CS) انجام گرفت.

مواد و روش ها

خمیرکاغذ

خمیر کرافت پالایش و رنگبری‌نشده به‌کاررفته در این تحقیق از کارخانهٔ چوب وکاغذ ایران (چوکا) تهیه شده است. پس از انتقال خمیر به آزمایشگاه خمیر و کاغذ پردیس علمی- تحقیقاتی زیراب، جداسازی الیاف با دستگاه الیاف بازکن[3] انجام گرفت. برای حذف دسته‌های الیاف، دوغاب الیاف با الک آزمایشگاهی ۳۰ و ۴۰۰ مش شست‌وشو داده شده و غربال شد. الیاف مانده بر روی غربال ۳۰ به‌عنوان الیاف ردشده و الیاف مانده بر روی الک ۴۰۰ مش جمع‌آوری شد. الیاف جمع‌آوری‌شده در کیسه‌های نایلونی و در دمای حدود ۵ درجهٔ سانتی‌گراد برای ادامهٔ آزمایش‌ها نگهداری شد.

مواد شیمیایی

نشاستهٔ کاتیونی مورد استفاده نوع چهار تهیه‌شده از گیاه تاپیوکا[4] با درجهٔ استخلاف ۲/۷ درصد بود. آماده‌سازی نشاستهٔ کاتیونی براساس دستورالعمل شرکت عرضه‌کنندهٔ این ماده انجام گرفت. نانوذرات سیلیکا آنیونی (اندازهٔ ذرات ۳-۲ نانومتر، سطح ویژه تقریبی ۸۵۰ مترمربع بر گرم)، از شرکت EKA تهیه شد. پرکنندهٔ PCC به‌شکل پودر سفید (با درجهٔ خلوص ۹۸/۵ درصد) از شرکت چوب و کاغذ مازندران تهیه شد. دوغاب PCC با افزودن پودر آن به آب تهیه، و در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد برمبنای وزن کاغذ نهایی به خمیر کرافت اصلاح‌شده با تیمار لایه‌به‌لایه اضافه شد.

روش‌ها

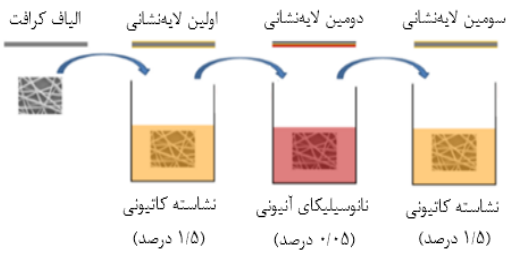
لایه‌نشانی لایه‌به‌لایه

برای تیمار الیاف خمیر کرافت با نشاستهٔ کاتیونی و نانوسیلیکای آنیونی از همزن آزمایشگاهی استفاده شد. سوسپانسیون خمیر با خشکی حدود ۰/۵۳ درصد توسط همزن با دور ثابت ۷۵۰ در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه با نشاستهٔ کاتیونی به هم زده شد [۹]. پس از تیمار کاتیونی، الیاف بر روی الک ۴۰۰ مش آبگیری، شست‌وشو و رقیق‌سازی شد. در مرحلهٔ دوم، نانوسیلیکا به آن افزوده و طبق مرحلهٔ اول تیمار شد. تیمار کاتیونی مرحلهٔ سوم نیز عیناً براساس مراحل یادشده تکرار شد (شکل ۱). خمیرها پس از هر لایه‌نشانی، به‌طور مستقیم برای ساخت کاغذ دست‌ساز با وزن پایهٔ ۳±۶۰ گرم بر متر مربع براساس استاندارد TAPPI آیین‌نامهٔ شمارهٔ T۲۰۵ om استفاده شد.

1. Layer-by-Layer (LbL) nanotechnology
2. Precipitated Calcium Carbonate (PCC)
3. Fiber disintegrator
4. Tapioca

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. طرح شماتیک روش لایه‌به‌لایهٔ استفاده‌شده در این تحقیق

آزمون کاغذهای دست‌ساز

کاغذهای دست‌ساز براساس آیین‌نامهٔ شمارهٔ T۴۰۲ om–۸۸ در شرایط مشروط‌سازی[1] (RH ≈۵۰±۲٪) و (T≈۲۳±۱°C) قرار گرفت و سپس ارزیابی خواص مختلف آن براساس استانداردهای مندرج در جدول ۱ انجام پذیرفت.

جدول ۱. استانداردهای استفاده‌شده از آیین‌نامهٔ TAPPI [۱۲] برای اجرای آزمایش‌ها

ویژگی‌ها	استاندارد
شاخص مقاومت کششی	T۴۹۴ om-۸۸
شاخص مقاومت ترکیدن	T۴۰۳ om-۹۱
شاخص مقاومت پارگی	T۴۱۴ om-۸۸
ضخامت	SCAN P-۷
دانسیتهٔ ظاهری	T۴۱۱ om-۹۷
حجیمی کاغذ	T۴۲۶ wd-۷۰

با استفاده از تصاویر الکترونی تهیه‌شده با میکروسکوپ الکترونی Hitachi SU ۳۵۰۰، از کاغذ تیمارنشده، تیمارشده و نیز نمونه‌های کاغذ تیمارشدهٔ حاوی پرکننده؛ تغییرات در ساختار ظاهری الیاف و شبکه کاغذ بررسی شد. از نرم‌افزار SPSS و از روش تجزیهٔ واریانس[2] برای تحلیل آماری داده‌ها در سطح معنی‌داری[3] ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های کاغذ با تیمار لایه‌به‌لایه

با افزایش آب‌دوستی، تورم و انعطاف‌پذیری الیاف که در اثر پالایش یا جذب پلی‌الکترولیت‌های آبدوست روی می‌دهد، ضخامت کاغذ کاهش و دانسیتهٔ آن در گراماژ ثابت افزایش می‌یابد [۱۳]. همان‌طور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، با تیمار الیاف کرافت، با لایه‌نشانی نشاستهٔ کاتیونی، ضخامت و حجیمی کاغذ کاهش و دانسیتهٔ آن افزایش یافت. علت اصلی آن جذب نشاسته و توسعهٔ پیوندهای بین فیبری [۱۴] و نیز جایگزینی پیوندهای با انرژی پیوند قوی‌تر همچون پیوندهای الکترواستاتیک (۳۰-۱۰ kcal/mol) با پیوندهای هیدروژنی (۶-۴ kcal/mol) است [۱۵، ۱۶]. در نتیجه کاغذ متراکم‌تر شده است.

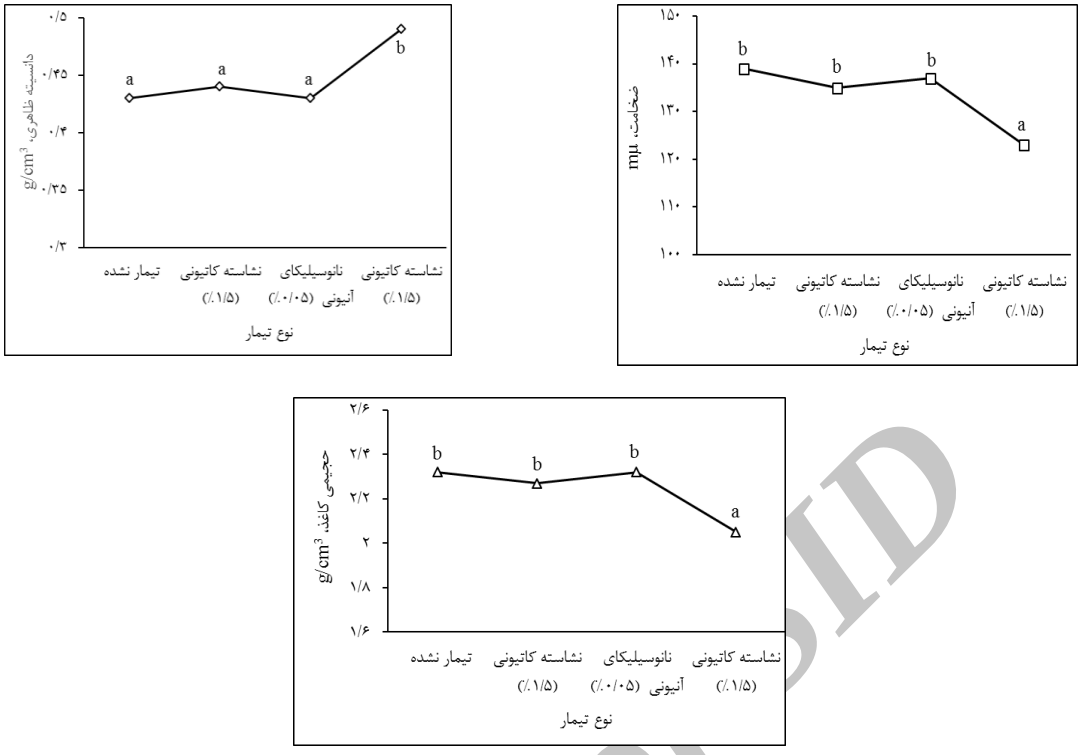
در مقابل، با لایه‌نشانی لایهٔ دوم، ضخامت و حجیمی بیشتر و دانسیتهٔ کمتری نسبت به لایهٔ قبلی اندازه‌گیری شد. با جذب نشاستهٔ کاتیونی در لایهٔ سوم، سطح الیاف ژلاتینی‌تر شد؛ این امر موجب تشکیل پیوند بیشتر و محکم‌تری بین الیاف شد و مجدداً ضخامت و حجیمی کاغذ در لایهٔ سوم کاهش و دانسیته افزایش معنی‌داری یافت.

ویژگی‌های مقاومتی کاغذ با تیمار لایه‌به‌لایه

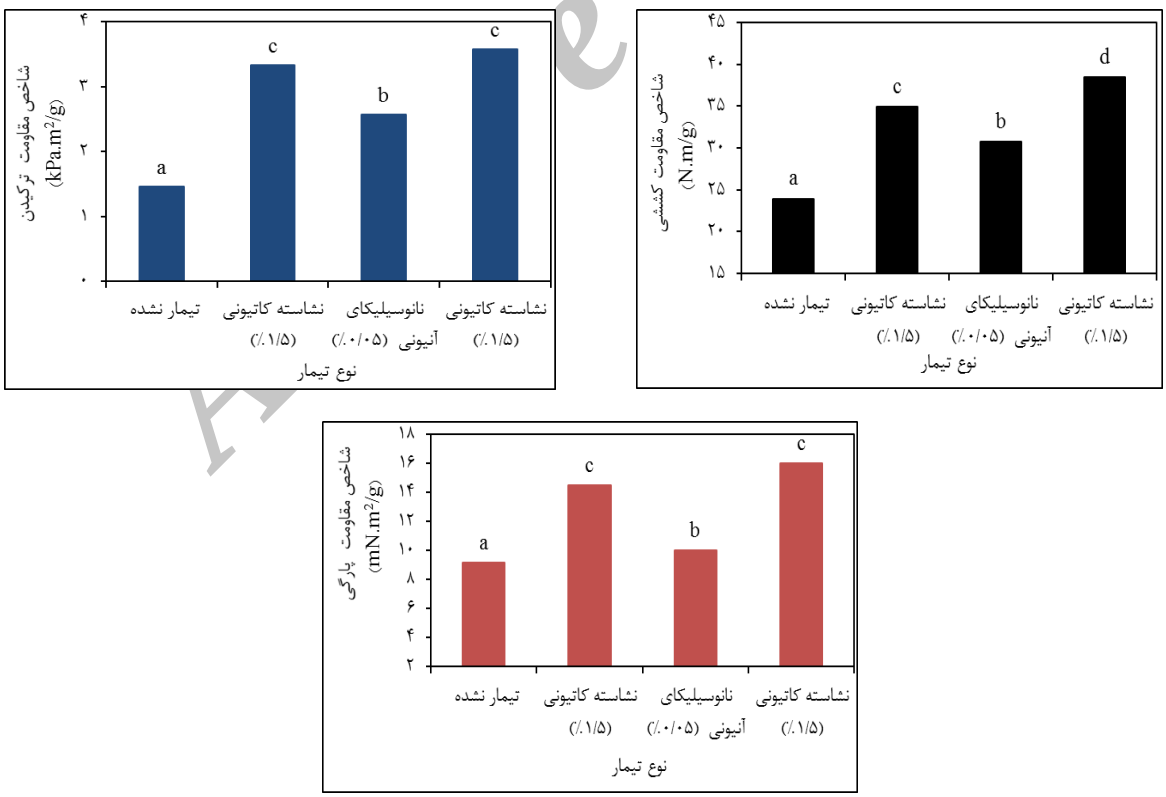
افزودن نشاستهٔ کاتیونی از طریق توسعهٔ سطح پیوند و تشکیل پیوندهای با انرژی بیشتر، سبب تقویت بافت شبکهٔ الیاف می‌شود. از طرف دیگر، درصورتی که نشاستهٔ کاتیونی بیشتری جذب شود، سطح الیاف بیشتر ژلاتینی می‌شود و انعطاف‌پذیری آن افزایش می‌یابد. این امر موجب تشکیل پیوند بیشتر و محکم‌تر بین الیاف می‌شود [۱۴].

1. Conditioning
2. Analysis of variance (ANOVA)
3. Significance level

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۲ . تغییرات خواص فیزیکی کاغذ با تیمار لایه‌به‌لایه. حروف متفاوت روی نمودار، بیانگر تفاوت در سطح اعتماد ۹۵ درصد است.



شکل ۳. تغییرات شاخص‌های مقاومتی کاغذ با تیمار لایه‌به‌لایه. حروف متفاوت بالای ستون‌ها بیانگر تفاوت در سطح اعتماد ۹۵ درصد است.

Archive of SID

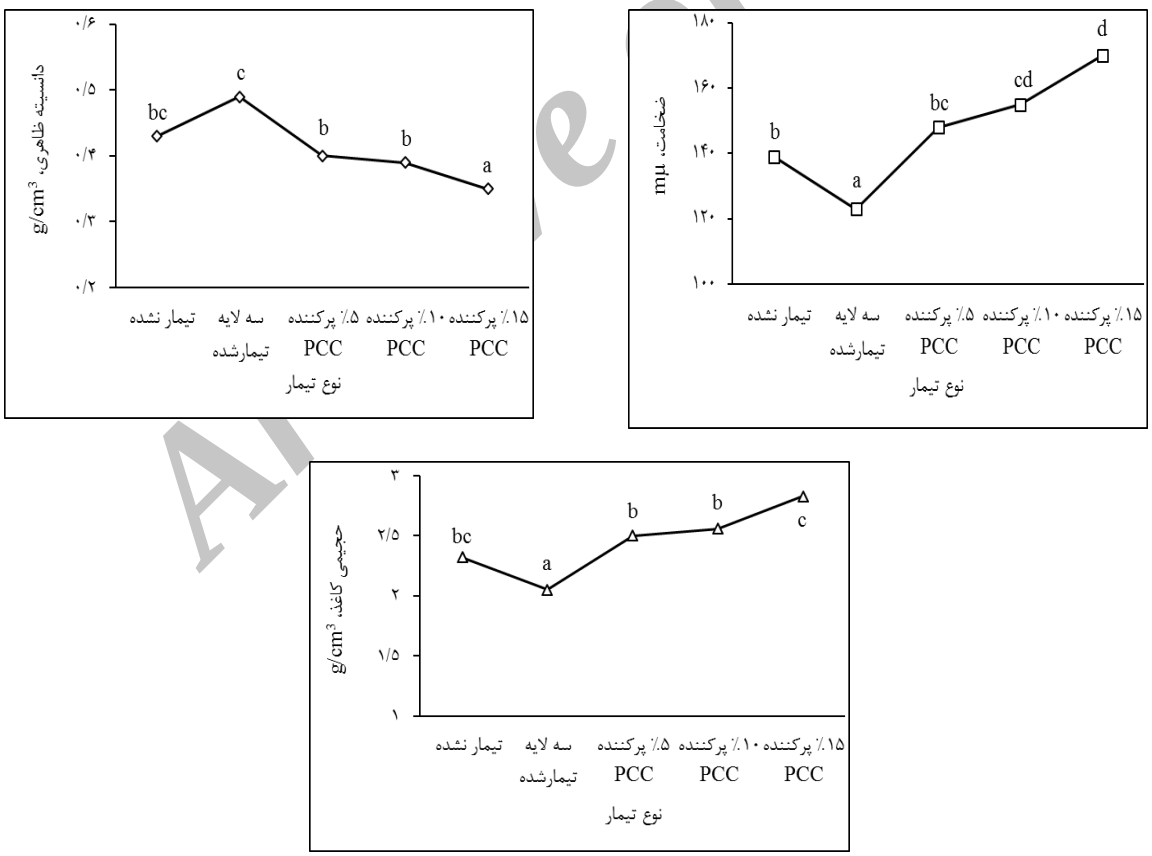
www.SID.ir

همان‌طور که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود، با تیمار الیاف کرافت با سه لایه‌نشانی، شاخص کششی از ۲۳/۹۶ N.m/g به ۳۸/۴۸ N.m/g، شاخص ترکیدن از ۱/۴۶ $kPa.m^2/g$ به ۳/۵۸ $kPa.m^2/g$ و شاخص پارگی کاغذ از $mN.m^2/g$ ۹/۱۴ به ۱۵/۹۹ $mN.m^2/g$ افزایش داشت. تجزیهٔ واریانس نتایج نیز بر معنی‌دار بودن تفاوت‌های میانگین‌ها تأکید دارد. در بیشتر سیستم‌های لایه‌به‌لایه، افزایش مقاومت‌ها با لایه‌نشانی لایهٔ کاتیونی و کاهش مجدد آن با لایه‌نشانی لایهٔ آنیونی، گزارش شد [۱۷].

ویژگی‌های فیزیکی کاغذ با افزودن پرکنندهٔ PCC

به‌طور کلی ضخامت و حجیمی کاغذها با افزایش درصد پرکننده‌ها در کاغذ افزایش و دانسیتهٔ آن کاهش می‌یابد؛ زیرا پرکننده ها قابلیت پیوند با الیاف سلولزی را ندارند و بنابراین بدیهی است که در صورت قرار گرفتن ذرات پرکننده در بین الیاف، سطح پیوند بین الیاف کاهش می‌یابد و در نتیجه کاغذ حجیم‌تری تشکیل می‌شود [۱۸].

از این‌رو همان‌طور که در شکل ۴ ملاحظه می‌شود، اضافه شدن پرکنندهٔ PCC به خمیر تیمارشدهٔ کرافت موجب حجیمی کاغذ و دانسیتهٔ کمتر آن شده است. با افزایش سطح پرکننده، روند تغییرات ضخامت، حجیمی و دانسیتهٔ کاغذ شدت می‌گیرد. تجزیهٔ واریانس نتایج این ویژگی‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد بیانگر این واقعیت است که بین خمیرکاغذ تیمارنشده و خمیرکاغذ تیمارشده حاوی ۵ و حتی ۱۰ درصد پرکنندهٔ PCC تفاوت معنی-داری مشاهده نمی‌شود.



شکل ۴. تغییرات خواص فیزیکی کاغذ با افزودن پرکنندهٔ PCC به خمیر تیمارشده با روش لایه‌به‌لایه. حروف متفاوت روی نمودار بیانگر تفاوت در سطح اعتماد ۹۵ درصد است.

Archive of SID
www.SID.ir

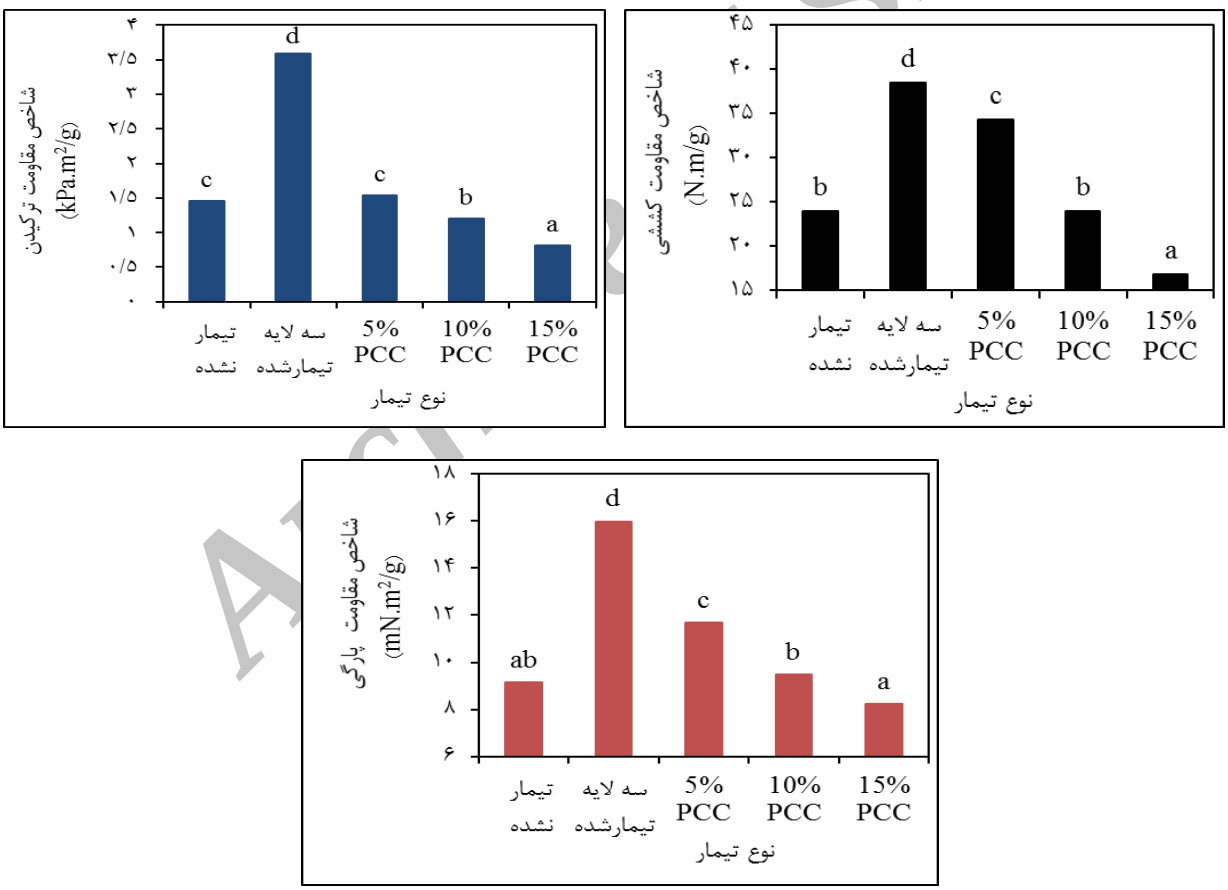
ویژگی‌های مقاومتی کاغذ با افزودن پرکنندهٔ PCC

همان‌طور که در شکل ۵ ملاحظه می‌شود، شاخص‌های مقاومتی کاغذ در کاغذهای حاوی پرکنندهٔ PCC با افزایش سطح پرکننده در کاغذ، روند نزولی داشت که ناشی از قرار گرفتن ذرات کربنات کلسیم بین الیاف سلولزی است؛ این وضعیت، کاهش سطح پیوند بین الیاف را در پی دارد. پرکننده‌های معدنی کربنات کلسیم رسوبی به‌علت ناتوانی در تشکیل پیوند با الیاف سلولزی و محدود کردن پیوند بین الیاف، مقاومت‌های کاغذ را کاهش می‌دهند [۱۸].

شاخص کششی، شاخص ترکیدن و شاخص پارگی کاغذ با افزودن ۱۰ درصد پرکننده به‌ترتیب N.m/g ۲۴/۰۱، ۱/۲۰ $kPa.m^2/g$ و ۹/۴۹ $mN.m^2/g$ اندازه‌گیری شد. آنالیز واریانس نتایج نشان داد که بین مقادیر شاخص‌های مقاومتی (به‌جز شاخص ترکیدن) نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد وجود ندارد.

تصاویر SEM

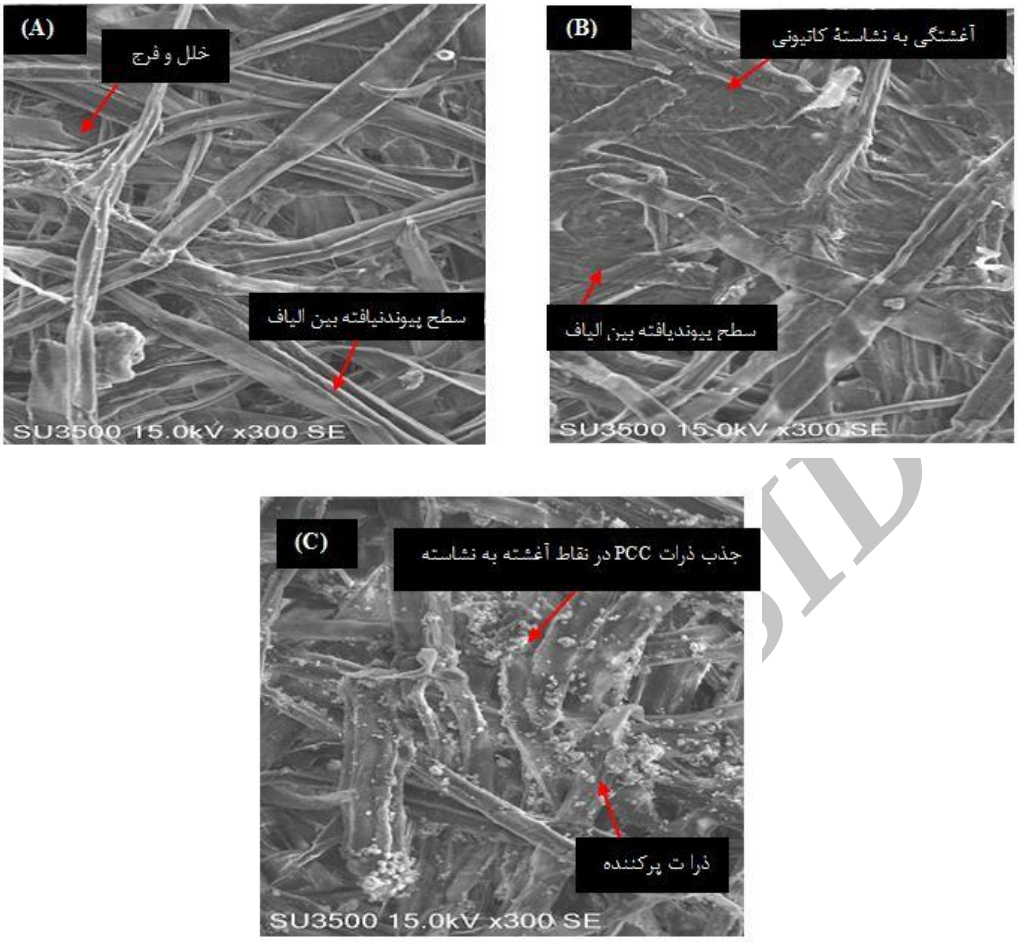
به‌منظور بررسی ساختار سطح و شبکه الیاف خمیرکرافت، ریزنگارهای الکترونی تهیه‌شده از کاغذهای تیمارنشده، تیمارشده با روش لایه‌به‌لایه و خمیر تیمارشده حاوی ۱۰ درصد پرکنندهٔ PCC ارزیابی شد.



شکل ۵. تغییرات شاخص‌های مقاومتی کاغذ با افزودن پرکنندهٔ PCC به خمیر تیمارشده با روش لایه‌به‌لایه. حروف متفاوت بالای ستون‌ها بیانگر تفاوت در سطح اعتماد ۹۵ درصد است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶. ریزنگارهای الکترونی SEM با بزرگنمایی ۳۰۰ X، (A): تهیه‌شده از الیاف کرافت؛ تیمارنشده، (B): الیاف کرافت تیمارشده با نشاستهٔ کاتیونی-نانوسیلیکای آنیونی- نشاستهٔ کاتیونی، (C): الیاف کرافت تیمارشده با نشاستهٔ کاتیونی-نانوسیلیکای آنیونی-نشاستهٔ کاتیونی + ۱۰ درصد پرکنندهٔ PCC

همان‌طور که در شکل ۶ ملاحظه می‌شود بین الیاف تیمارنشده (تصویر A) و تیمارشده (تصویر B) اختلاف واضحی وجود دارد. این تصاویر، ژلاتینی شدن سطح الیاف در اثر جذب و آغشتگی نشاستهٔ کاتیونی و توسعهٔ سطح پیوندیافته بین الیاف را در شبکهٔ الیاف نشان می‌دهد. این ساختار در الیاف تیمارشده به‌علت انرژی پیوند بیشتر فیبر-نشاستهٔ-فیبر نسبت به پیوند فیبر-فیبر [۱۵]، همزمان موجب تشکیل پیوندهای مقاوم‌تر در شبکهٔ الیاف شده که بهبود مقاومت‌های آن را در پی دارد. همچنین تصاویر SEM تهیه‌شده از الیاف تیمارشده حاوی پرکننده (تصویر C) بیانگر ماندگاری پرکنندهٔ کربنات کلسیم رسوبی در بافت الیاف و توزیع به‌نسبت یکنواخت آن در شبکهٔ الیاف به‌خصوص در سطوح نواحی آغشته به نشاستهٔ کاتیونی است.

نتیجه‌گیری

لایه‌نشانی نشاستهٔ کاتیونی-نانوسیلیکای آنیونی-نشاستهٔ کاتیونی روی الیاف خمیر کرافت موجب افزایش چشمگیر مقاومت‌های آن می‌شود. تصاویر SEM بر تغییر ساختار سطح و شبکه الیاف به‌علت جذب نشاستهٔ کاتیونی برای توسعهٔ مقاومت‌های کاغذ تأکید دارد. با افزودن پرکنندهٔ معدنی PCC به خمیرکاغذ کرافت تیمارشده با سه لایه نشاستهٔ کاتیونی-نانوسیلیکای آنیونی- نشاستهٔ کاتیونی، شاخص‌های مقاومتی کاغذ تهیه‌شده به‌علت کاهش سطح

Archive of SID
www.SID.ir

پیوند بین الیاف روند نزولی می‌یابد؛ اما تحلیل آماری نتایج این بخش نشان داد که در صورت اصلاح خمیر کرافت با روش لایه‌به‌لایهٔ فوق، می‌توان تا ۱۰ درصد پرکنندهٔ کربنات کلسیم رسوبی به آن افزود. تصاویر SEM نیز جذب و ماندگاری پرکنندهٔ PCC در بافت الیاف کرافت تیمارشده و پراکندگی مناسب آن را اثبات می‌کند.

References

[1]. Lourenco, A.F., Gamelas, J.A.F., and Ferreira, P.J. (2015). Precipitated calcium carbonate modified by the layer-by-layer deposition method-Its potential as papermaking filler. Chemical engineering research and design, 104: 807-813.

[2]. Chauhan, V.S., Sharma, A., Chakrabarti, S.K., and Varadhan, R. (2011). Energy savings through increased filler loading in paper. Journal of Indian pulp and paper technical association, 23(3): 171-176.

[3]. Bown, R. (1985). Review of methods for increasing filler loadings. Paper Technology and Industry 26(6): 289-292.

[4]. Fairchild, G.H. (1992). Papermakers Conference Proceedings, TAPPI PRESS, Atlanta, Georgia, USA.

[5]. Shen, J., Song, Z., Qian, X., and Liu, W. (2009). Modification of papermaking grade fillers: A brief review. BioResources, 4(3): 1190-1209.

[6]. Zhao, Y., Hu, Z., Ragauskas, A.J., and Deng, Y. (2005). Improvement of paper properties using starch-modified precipitated calcium carbonate filler. Tappi Journal, 4(2): 3-7.

[7]. Pettersson, G., Hoglund, H., and Wagberg, L. (2006). The use of polyelectrolyte multilayers of cationic starch and CMC to enhance strength properties of papers formed from mixtures of unbleached chemical pulp and CTMP. Part II Influence of addition strategy, fiber treatment and fiber type. Nordic Pulp and Paper Research Journal, 21(1): 122-128.

[8]. Eriksson, M, Pettersson, G., and Wagberg, L. (2005). Application of polymeric multilayers of starch onto wood fibres to enhance strength properties of paper. Nordic Pulp and Paper Research Journal, 20(3): 270-276.

[9]. Rudi, H., Hamzeh, Y., Ebrahimi, G., Behrooz, R., and Nazhad, M.M. (2012). Influence of pH and Conductivity on Properties of Paper Made of Polyelectrolyte Multilayered Recycled Fibers. Industrial & Engineering Chemistry Research, 51(34): 11054-11058.

[10]. Wagberg, L., and Winter, L. (1999). Application of wet end chemistry, Chapter 1, Papermaking Chemicals and their Functions, Springer, Netherland.

[11]. Mohseni Tavakkoli, S., Resalati, H., Afra, E., Imani, R., and Liimatainen, H. (2014). Effect of chitosan-nanosilica self-assembly layers chitosan- on cotton linter fibers and the paper properties. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 5(2): 81-91.

[12]. TAPPI Test methods, (2013). TAPPI Press, Atlanta, GA.

[13]. Hubbe, M.A. (2006). Bonding between cellulosic fibers in the absence and presence of dry-strength agent-A review. Bioresources, 1(2): 281-318.

[14]. Maurer, H.W., and Kearney, R.L. (1998). Opportunities and challenges for Starch in the Paper industry. Starch/Stärke, 50(9): 396-402.

[15]. Ashori, A. (2006). Pulp and paper from Kenaf bast fibers. Fibers and Polymers, 7(1): 26-29.

[16]. Liu, X.A., Whiting, P., Pande, H., and Roy, D.N. (2001). The contribution of different fractions of fines to pulp drainage in mechanical pulps. Journal of pulp and paper Science, 27(4): 139-143.

[17]. Gong, H., Garcia-Turiel, J., Vasilev, K., and Vinogradova, O.I. (2005). Interaction and Adhesion Properties of Polyelectrolyte Multilayers. Langmuir, 21(16): 7545-7550.

[18]. Bown, R. (1997). Particle Size, Shape and Structure: Effects of Fillers on Paper. Proceedings of Pira International conference on use of minerals in pa-permaking, Pira publications, Manchester, UK.

Archive of SID

www.SID.ir

Determination of suitable level of calcium carbonate to the kraft pulp treated by nanosilica

J. Ebrahimpour Kasmani; Department of Wood and Paper Science, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, I.R. Iran

M.R. Amiri-Margavi; M.Sc. of Wood and Paper Science and Technology, I.R. Iran

H. R. Rudi*; Assistant Professor, Department of Biorefinery Engineering, Faculty of New Technologies and Energy Engineering, Shahid Beheshti University, Zirab, Mazandaran, I.R. Iran

(Received: 3 January 2016, Accepted: 15 June 2016)

ABSTRACT

The main goal of this study was to explore the level of adding precipitated calcium carbonate (PCC) filler to the kraft fibers which treated by Layer-by-Layer (LbL) method. The kraft fibers treated by three layers of cationic starch-nanosilica-cationic. Then, the standard handsheets (60±3 g/m^2) were made from untreated and treated fibers. The results showed that by using 3-layers treating of kraft fibers, tensile index was improved from 23.96 N.m/g to 38.50 N.m/g. In addition, the burst and tear index was increased from 1.46 kPa.m^2/g to 3.58 kPa.m^2/g and 9.14 mN.m^2/g to 15.99 mN.m^2/g respectively. Also, the SEM images illustrated the fibers surface gelation due to the cationic starch absorption and an improvement of bonded area in fibers network. Furthermore, the three levels of PCC filler (5, 10, and 15%) were added to the 3-layer treated kraft pulp and strengths loss was evaluated and compared to the untreated pulp. Tensile, burst, and tear index were measured and they were 24.01 N.m/g, 1.20 kPa.m^2/g and 9.49 mN.m^2/g respectively by adding 10% of filler. According to the ANOVA test, the results revealed that it is possible to add 10% of PCC filler to the kraft pulp which treated with LbL method. Furthermore, SEM images indicated the retention as well as relatively uniform distribution of the PCC filler in the fibers network particularly in the area which impregnated with cationic starch.

Keywords: Kraft pulp, PCC, Cationic starch, Nanosilica, Tensile index.

Archive of SID

* Corresponding Author, Email: h_rudi@sbu.ac.ir, Tel: +981142451094

www.SID.ir