Archive of SID

تأثیر سامانه آلوم-روزین پراکنده بر ویژگی‌های جذب آب، مقاومتی و نوری کاغذ تهیه شده از الیاف بازیافتی

حمیدرضا رودی[۱*]
زهره طاهری[۲]
حسین جلالی ترشیزی[۳]

[۱] استادیار گروه مهندسی پالایش زیستی، دانشکده مهندسی انرژی و فناوری های نوین، دانشگاه شهید بهشتی

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی پالایش زیستی، دانشکده مهندسی انرژی و فناوری های نوین، دانشگاه شهید بهشتی

[۳] استادیار گروه مهندسی پالایش زیستی ، دانشکده مهندسی انرژی و فناوری های نوین، دانشگاه شهید بهشتی

مسئول مکاتبات:
h_rudi@sbu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۵

چکیده

در این تحقیق، اثر بکارگیری توالی آلوم-روزین پراکنده بر ویژگی‌های مختلف کاغذ تهیه‌شده از الیاف بازیافتی بررسی شد. بدین منظور، آهاردهی معکوس الیاف بازیافتی با خشکی ۰/۵ درصد در pH≈۶/۵ با سطوح ۱ و ۱/۵ درصد آلوم، و ۱، ۱/۵ و ۲ درصد روزین پراکنده برمبنای وزن خشک الیاف انجام شد. سپس ویژگی‌های جذب آب، نوری و مقاومتی کاغذهای با گراماژ (۳ ۶۰±g/m^2) ارزیابی شد. براساس نتایج، برای کاهش جذب آب، مصرف تا ۱ درصد از دو ماده آلوم و روزین پراکنده سطح مناسب آهاردهی می‌باشد. در نتیجه، جذب آب کاغذها از 174±۷/۴g/m^2 به ۳۶ ±۰/۴g/m^2 کاهش، و زاویه تماس قطره آب با سطح کاغذ از ۳۱/۲ به ۱۱۸/۱ درجه افزایش یافت. بعلاوه، همزمان با اثر ممانعتی مولکول‌های روزین در پیوند بین الیاف، آلوم با خنثی‌سازی بار آنیونی و ماندگاری نرمه‌های سلولزی باعث توسعه قابلیت پیوندیابی الیاف شده است. ماتی کاغذ تهیه‌شده نیز بعلت افزایش ماندگاری پرکننده در بستر فیبری الیاف افزایش یافت.

واژگان کلیدی: آلوم، روزین پراکنده، الیاف بازیافتی، ویژگی‌های کاغذ، زاویه تماس.

مقدمه

ماهیت آبدوستی ذاتی سلولز که ناشی از گروه‌های آبدوست موجود در ساختار آن می‌باشد، تمایل به جذب آب را در فرآورده های کاغذی به شدت افزایش می‌دهد [1]. اگرچه این ویژگی در برخی از درجات کاغذ همچون کاغذهای تیشو[۱] و کاغذهای بهداشتی[۲] مهم و ضروری می‌باشد، ولی در بسیاری از موارد؛ کاغذها باید در مقابل جذب یا نفوذ ملکول های آب مقاوم باشند [۲]. برای مثال؛ کاغذ و مقواهای بسته‌بندی که معمولاً از الیاف بازیافتی تهیه می‌شوند، ممکن است به هنگام مصرف در شرایطی قرار گیرند که بایستی در مقابل نفوذ سریع آب و مایعات مقاومت نمایند [۳]. و یا اینکه جهت بهبود کیفیت چاپ در کاغذهای چاپ و تحریر ویژگی جذب و تثبیت ملکول-های جوهر باید کنترل شود. در چنین شرایطی، بکارگیری عامل‌های مختلف آهاردهی می‌تواند رویکرد مؤثری برای ایجاد و توسعه این ویژگی‌ها باشد. فرآیند آهاردهی به طور معمول به دوصورت آهاردهی داخلی و آهاردهی خارجی[۳] (سطحی) انجام می‌شود. فرآیند آهاردهی سطحی (خارجی) در پایانه خشک ماشین کاغذ و بلافاصله پس از

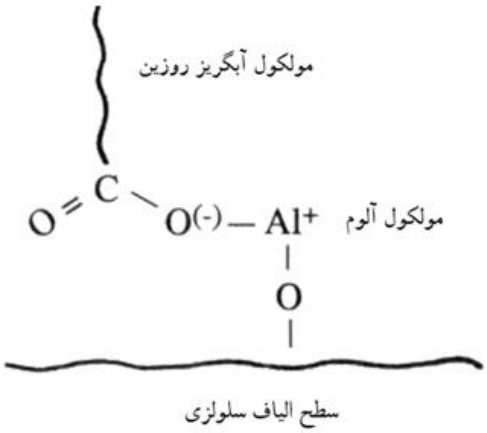
[1] Tissue papers
[2] Hygienic papers
[3] External (surface) sizing

www.SID.ir

Archive of SID

واحد خشک کن اول در پرس آهاردهی انجام می‌شود. درنتیجه آن منافذ و خلل و فرج سطح کاغذ با استفاده از موادی از قبیل نشاسته اکسیدشده به صورت یک لایه نازک پوشانیده می‌شود. در آهاردهی داخلی، مواد آبگریز همچون روزین، AKD[1] و ASA[2] بسته به شرایط اسیدی و یا قلیایی سوسپانسیون خمیرکاغذ در پایانه تر ماشین کاغذ به آن اضافه می‌شوند و با ماندگارشدن این مواد و تثبیت آنها بر روی الیاف، خاصیت ممانعتی جذب آب در کاغذ ایجاد می‌شود [۳,۴,۵]. در سیستم‌های خمیروکاغذسازی قلیایی عمدتاً از عوامل آهار AKD و ASA برای آهارزنی داخلی استفاده می‌گردد [۶,۷,۸,۹]. در صورتی‌که در آهاردهی کاغذ در سیستم‌های کاغذسازی اسیدی از روزین و مشتقات آن به عنوان ماده آبگریز و آلوم به عنوان ماده تثبیت‌کننده استفاده می‌شود [۱۰]. بطور کلی، آهاردهی داخلی علاوه بر سطح مانع جذب مایعات از لبه‌های کاغذ نیز می‌شوند [۱۱].

روزین و مشتقات آن به عنوان عوامل آهار داخلی سابقه بسیار موفقیت‌آمیزی در صنعت کاغذسازی دارند. مشتقات روزین عموماً ارزان، سازگار با انسان و محیط زیست می‌باشند. این مواد قابلیت تحمل بالایی نسبت به افزودنی‌های مختلف پایانه تر ماشین کاغذ دارند. همچنین عمرمفید آنها نسبت به عامل های دیگر آهار همچون AKD بسیار بیشتر است [۲,۱۲]. مواد برپایه روزین معمولاً به‌همراه آلوم به‌عنوان تثبیت‌کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۱). گرچه این مواد در شرایط اسیدی و در pH کمتر از ۶/۵ کارآیی مؤثرتری دارند، امّا فشار زیادی بر صنعت کاغذسازی جهت تغییر فرآیند به سمت شرایط خنثی تا قلیایی وجود دارد. ضمن اینکه در بسیاری از موارد همانند خطوط تولید خمیرکاغذ بازیافتی اترک که نمونه‌های آن مورد بررسی قرار گرفت، مقادیرpH در محدوده اسیدی ملایم (۶/۵ ≈) قرار می‌گیرد [۱,۱۳].



شکل 1- طرح‌واره‌ای از واکنش بین مولکول آلوم با الیاف سلولزی برای تثبیت مولکول روزین و ایجاد آبگریزی در کاغذ [۱۴]

[1]Alkyl ketone dimer
[2]Alkyl succinic acid

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به برنامه‌های توسعه‌ای کشور در جهت بازیافت انواع کاغذهای باطله و نیز افزایش نرخ نسبت مصرف الیاف بازیافتی در مقایسه با الیاف بکر در صنعت کاغذسازی، ضروری است تا کارآیی افزودنی‌های مختلف پایانه تر کاغذسازی از جمله عوامل آهاردهی داخلی مورد بررسی قرار گیرد. از طرفی نیازهای بازار کاغذ در ایران، این امر از اولویت‌های بسیاری از کاغذسازانی است که بخصوص از منابع بازیافتی در تولید انواع کاغذ بسته‌بندی استفاده می‌کنند. لذا در این تحقیق، تأثیر افزودن توالی آلوم-روزین پراکنده بعنوان عامل آهاردهی داخلی بر ویژگی‌های جذب آب، مقاومتی و نوری کاغذ تهیه‌شده از الیاف بازیافتی مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

خمیرکاغذ

نمونه‌های خمیرکاغذ مورد استفاده در این تحقیق از بخش قبل از پالایش صنایع خمیرکاغذ و کاغذ اترک اصفهان تهیه گردید. این خمیرکاغذ بدون هرگونه افزودنی بوده، پس از آبگیری، خمیرکاغذ داخل پلاستیک زیپ کیپ نگهداری و به آزمایشگاه منتقل شد. جهت آماده‌سازی مجدد خمیرکاغذ، براساس استاندارد T200-sp 01، ورقه‌های بازیافتی در آب شهری به‌مدت ۲۴ ساعت خیسانده شد. سپس برای جداسازی الیاف و پالایش تا درجه روانی ml.CSF ۳۰۰±۲۵ (مطابق استاندارد T227 om-04) به دستگاه کوبنده والی منتقل شد. برای حذف اجزاء غیرسلولزی و الیاف بهم چسبیده، سوسپانسیون خمیرکاغذ از غربال‌های ۲۰ و ۴۰۰ مش عبور داده، الیاف مانده بر روی غربال ۴۰۰ مش پس از آبگیری به پلاستیک‌های زیپ‌کیپ منتقل و در یخچال آزمایشگاهی (در دمای حدود ۴ °C) تا ادامه آزمایش‌ها نگهداری شد.

مواد شیمیایی

مواد موردنیاز برای آهاردهی خمیرکاغذ الیاف بازیافتی مورد استفاده در این تحقیق از صنایع خمیرکاغذ و کاغذ اترک تهیه شد که خلاصه مشخصات آن در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات آلوم و روزین پراکنده مورد استفاده در این تحقیق

نوع ماده	ساخت	حالت فیزیکی	pH	وزن مولکولی، g/mol	گرانروی، mPa.s	چگالی ظاهری، g/m^3	غلظت، %	جزء فعال، %
روزین پراکنده	هند	مایع شیری رنگ	≈۲/۴-۵	-	≈۱۴	≈۰/۹۹	≈۳۵	-
آلوم	ایران	پودر سفید رنگ	-	≈۴/۵۹	-	-	-	≈۱۷

روش‌ها

تیمار خمیرکاغذ و ارزیابی خواص کاغذ

برای تیمار خمیرکاغذ با عامل‌های آهار از سوسپانسیون الیاف با خشکی حدود ۰/۵ درصد و با توالی افزودن ابتدا آلوم و سپس روزین پراکنده با زمان ماند هر تیمار ۲۰ ثانیه در شرایط pH≈۶/۵، اختلاط ۷۵۰ RPM استفاده شد. شرایط تحقیق در این pH بدین علت انتخاب شد که تثبیت همزمان هر دو ماده در این محدوده (۶/۵-pH≈۶) اعلام شده است [۱۵]. پس از آهاردهی، دوغاب الیاف به دستگاه ساخت کاغذ دست‌ساز منتقل و از هریک از تیمارها براساس استاندارد T205 sp-02، کاغذ دست‌ساز استاندارد با وزن پایه ۳±۶۰ گرم بر مترمربع تهیه شد. ورقه‌های کاغذ تهیه‌شده پس از پرس تر (تحت فشار psi 50 در دو زمان ۲ و ۵ دقیقه‌ای) و خشک‌کنی (به مدت ۳ ساعت تحت دمای 70 °C)، در شرایط استاندارد دمایی (T=23±1 °C) و رطوبتی (RH=50±2 %) مشروط‌سازی شدند. در نهایت خواص کاغذهای تهیه‌شده با استفاده از تجهیزات و روش‌های استاندارد مندرج در جدول ۲ تعیین‌گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- استانداردهای و تجهیزات تعیین ویژگی‌های کاغذ

ویژگی‌های کاغذ	آیین‌نامه	تجهیزات و نرم افزار مورداستفاده
گراماژ کاغذ	T410 om-02	-
برش نمونه‌های آزمونی	T220 sp-01	MARACO PAPER CUTTER
آزمون کاب	T441 om-04	Cobb Tester
حجیمی کاغذ	T220sp-01	-
شاخص مقاومت به کشش	T494 om-06	GOTECH Tensile strength Tester
شاخص مقاومت به ترکیدن	T403 om-02	DRK 109 Bursting Tester
شاخص مقاومت به پاره‌شدن	T414 om-04	DRK 108E Tearing Tester
ماتی	T452 om-08	DRK 103B Brightness and Color Tester
زاویه تماس قطره آب	دستورالعمل دستگاه	PG-X Goniometer, ImageJ software

همچنین از دستگاه TESCAN مدل MIRA3 موجود در شرکت آریان الکترون اپتیک جهت تهیه تصاویر FESEM از نمونه‌های کاغذ استفاده گردید. تحلیل آماری این پژوهش در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با تیمار حاصل از ۲ سطح آلوم و ۳ سطح رزین و یک نمونه شاهد بدون آهار و با ۶-۴ تکرار برای هر آزمون بوده، بررسی‌های آماری آزمون تجزیه واریانس[1] و گروه‌بندی میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن[2] و در سطح اعتماد ۹۵ درصد با استفاده از نرم افزار SPSS 21 انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج تأثیر استفاده از آلوم با سطوح افزودن ۱، ۱/۵ درصد به‌همراه روزین پراکنده با سطوح ۱، ۱/۵ و ۲ درصد بر مبنای وزن خشک الیاف بر ویژگی‌های کاغذ تهیه‌شده از الیاف بازیافتی بررسی شد که نتایج آن به‌شرح زیر است:

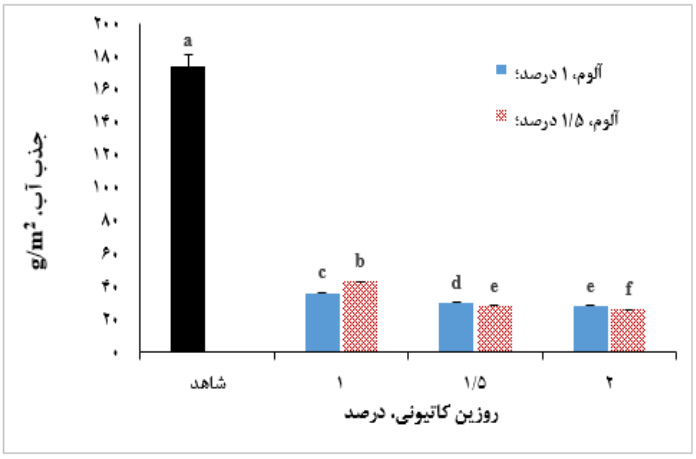
جذب آب

بررسی میزان جذب آب نمونه‌های کاغذ بازیافتی آهارنشده و آهارشده با آلوم-روزین حاکی از کاهش قابل ملاحظه میزان جذب آب در تیمارهای آهارشده نسبت به نمونه بدون آهار می‌باشد. در نتیجه میزان مقاومت کاغذ آهارشده نسبت به نفوذ ملکول‌های آب کاهش می‌یابد. تغییرات آزمون جذب آب در کاغذهای آهارشده با عامل آلوم-روزین در شکل ۲ ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود با افزودن مقدار آلوم و روزین پراکنده، جذب آب در نمونه‌های کاغذ تیمارشده کاهش یافته است. طوری که بین میانگین جذب آب در همه تیمارهای آهارشده نسبت به نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p\leq0/05$). آزمون جذب آب در نمونه کاغذ تیمارنشده (بدون ماده آهار) حدود $174\pm۷/۴$ g/m^2 اندازه‌گیری شده است؛ در حالی‌که مقدار این آزمون در کاغذ آهارشده تا سطح ۱ درصد آلوم و ۱ درصد روزین پراکنده، به حدود $36\pm۰/۴g/m^2$ کاهش یافته است. در ادامه هنگامی‌که نمونه‌های کاغذ با سطوح بیشتر آلوم و رزین آهار شده‌اند؛ مقدار جذب کاغذ نیز کاهش یافته است. در مورد دلیل تغییرات جذب آب می‌توان گفت که بعلت نقش جمع-کنندگی و خنثی‌سازی آشغال‌های آنیونی توسط آلوم و در ادامه تشکیل رزینات آلومینیم با اضافه‌شدن روزین پراکنده و تثبیت آن بر روی سطح الیاف [۱۶] و با عنایت به ماهیت گروه‌های آبگریز در ساختار روزین پراکنده [۱۰]، جذب آب نمونه‌های آهارشده کاهش یافته است.

[1] Analysis of variance (ANOVA)
[2] Duncan multiple range test (DMRT)

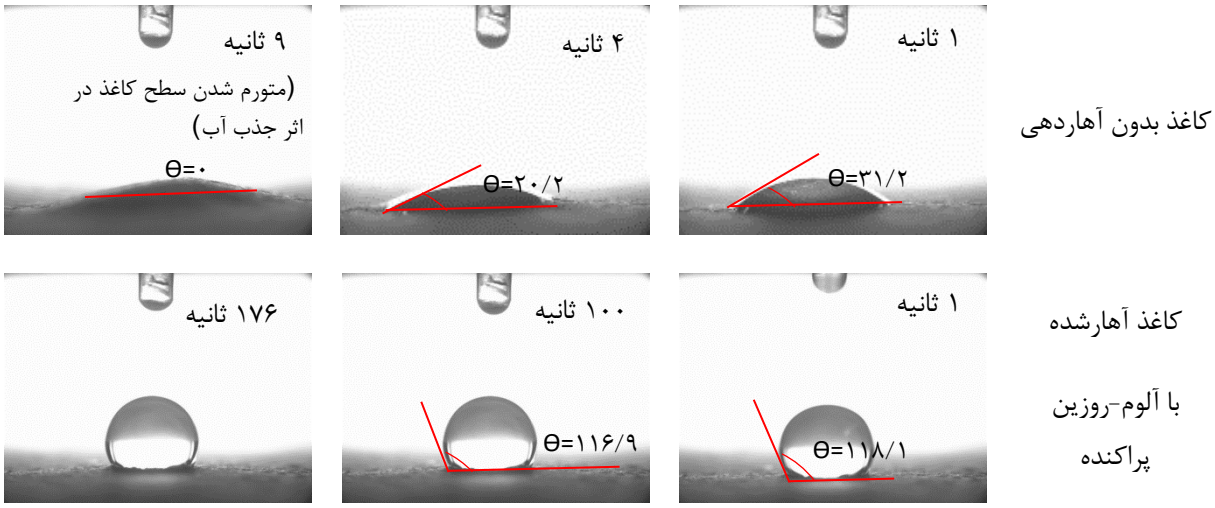
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- جذب آب کاغذهای تهیه‌شده از آهاردهی سوسپانسیون خمیرکاغذ الیاف بازیافتی با سطوح مختلف آلوم-روزین پراکنده (میله خطا یا Error bar روی ستون‌ها نشان دهنده میزان انحراف استاندارد می‌باشد)

همچنین می‌توان با انجام آزمون زاویه تماس قطره آب با سطح کاغذ، نتایج جذب آب توسط کاغذ را مورد ارزیابی بیشتر قرار داد. تعیینِ میزان آب‌گریزی یا آب‌دوستی، خود تمیز شوندگی، تغییرات انرژی سطح و سایر خواص سطح از کاربردهای اصلی اندازه‌گیریِ زاویه تماس می‌باشد [۱۷,۱۸,۱۹]. از این‌رو پس از اعمال آهاردهی کاغذ، زاویه تماس دینامیک[1] قطره آب با سطح نمونه‌های کاغذ تیمارنشده و آهاردهی‌شده اندازه‌گیری شد تا مقدار آن و زمان مورد نیاز برای محوشدن قطره آب از سطح نمونه-های کاغذ مورد ارزیابی قرار گیرد. همانطورکه در شکل ۳ ملاحظه می‌شود میانگین زاویه تماس در کاغذهای بدون آهار در ثانیه اول تماس با سطح کاغذ در حدود ۳۱/۲ درجه می‌باشد که بطور قابل ملاحظه‌ای کمتر از نمونه آهارشده (۱ درصد آلوم و ۱ درصد روزین پراکنده) با زاویه تماس ۱۱۸/۱ درجه بوده است. همچنین زمان محوشدن قطره آب در سطح کاغذ که بعنوان معیاری از برگشت آهاردهی مطرح می‌باشد، در نمونه بدون آهار حدود ۹ ثانیه می‌باشد. در صورتی‌که در کاغذ آهارشده با آلوم-روزین پراکنده، پس از گذشت ۱۷۶ ثانیه، مقدار زاویه تماس قطره آب با سطح کاغذ تقریباً ثابت مانده است.



شکل ۳- زاویه تماس قطره آب با سطح کاغذ و اختلاف در زمان محوشدن قطره آب از سطح کاغذ تهیه‌شده از الیاف بازیافتی: نمونه تیمارنشده (ردیف بالا) و کاغذ آهارشده با آلوم-روزین پراکنده (ردیف پایین)

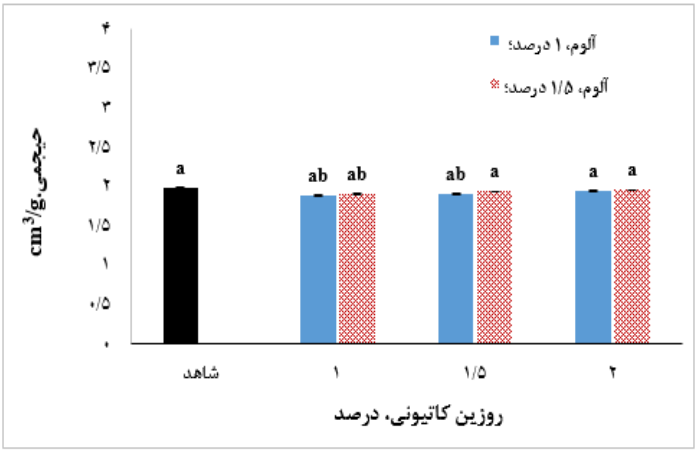
[1] Dynamic contact angle (DCA)

www.SID.ir

Archive of SID

حجیمی و دانسیته ظاهری کاغذ

حجم ویژه یا حجیمی کاغذ حجم واحد وزن آن است و کاغذهای حجیم‌تر معمولاً دارای مقاومت مکانیکی کمتری می‌باشند. حجیمی به نوعی نشان‌دهنده ساختار داخلی کاغذ می‌باشد که تحت تأثیر کیفیت شکل‌گیری کاغذ و چگونگی توزیع الیاف، نرمه‌ها و پرکننده‌ها است [۲۰]. تغییرات حجیمی کاغذ در کاغذهای آهارشده با عامل آلوم-روزین پراکنده در شکل ۴ ارائه شده است، که حاکی از تغییرات کمی در میزان حجیمی در تیمارهای آهارشده نسبت به نمونه بدون آهار می‌باشد ($p\geq0/05$). هرچند نتایج آزمون دانکن حاکی از آن است که با افزودن مقادیر حدود یک درصد از هر دو ماده آلوم و روزین میانگین‌های حجیمی کاغذ کاهش یافته و از این رو می‌توانند در دو گروه نیز قرار گیرند. بنظر می‌رسد کاهش حجیمی کاغذ به‌علت نقش آلوم در ماندگاری نرمه‌های سلولزی، خرده‌های الیاف سلولزی و ذرات کلوئیدی در بستر فیبری الیاف باشد که منجر به کاهش حجیمی کاغذ شده است [۱۵,۲۱].



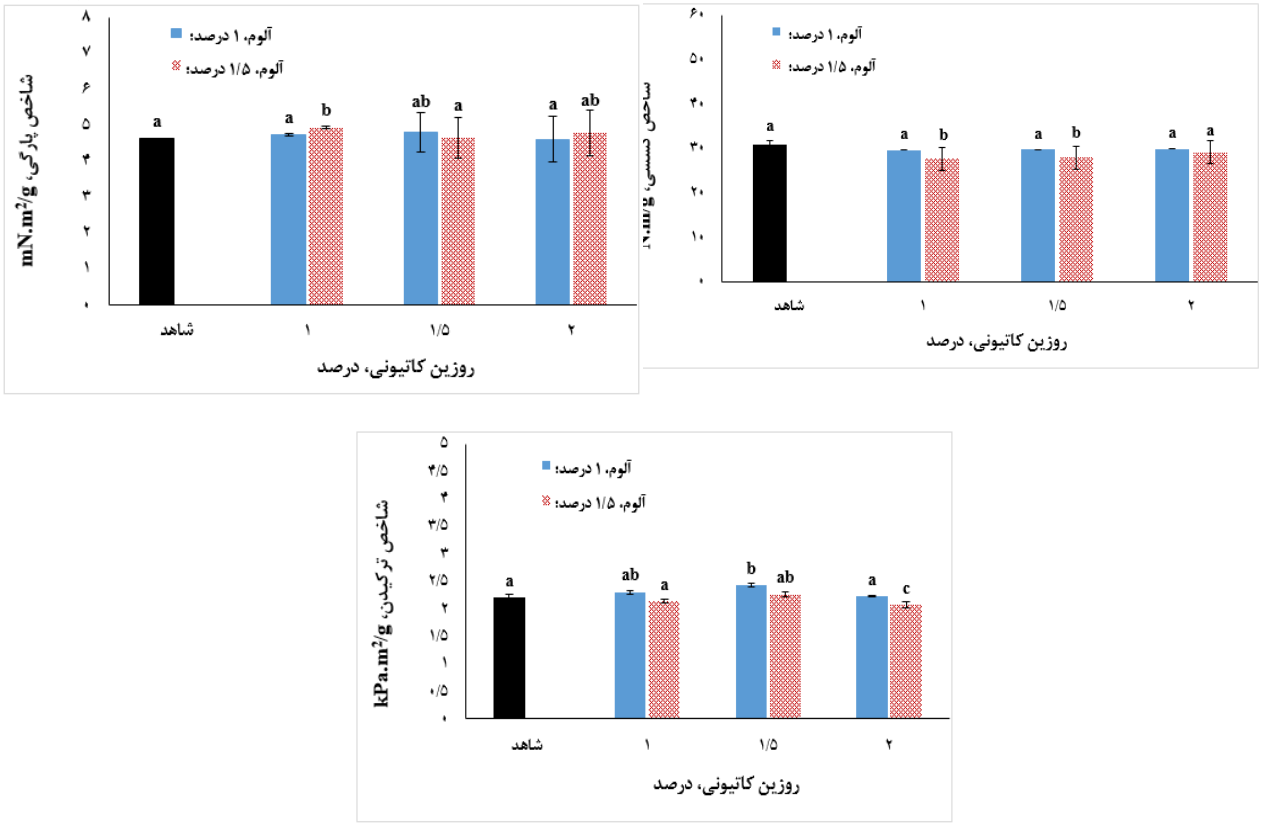
شکل ۴- حجیمی کاغذهای تهیه‌شده از آهاردهی سوسپانسیون خمیرکاغذ الیاف بازیافتی با سطوح مختلف آلوم-روزین پراکنده (میله خطا یا Error bar روی ستون‌ها نشان دهنده میزان انحراف استاندارد می‌باشد)

شاخص‌های مقاومتی کاغذ

تغییرات خواص مقاومتی کاغذ تهیه‌شده از الیاف بازیافتی آهارشده با آلوم-روزین پراکنده در شکل ۵ ارائه شده است. همانطورکه ملاحظه می‌شود با بکارگیری سامانه آلوم-روزین پراکنده و با مصرف ۱ درصد از آلوم مقاومت‌های کاغذ در تمامی سطوح روزین پراکنده حفظ شده‌است و بعبارتی تغییرات معنی‌داری در مقاومت‌های کاغذ تیمارشده با عامل‌های آلوم و روزین پراکنده حدود ۱ درصد مشاهده نمی‌شود ($P\geq۰/۰۵$). برای مثال؛ با تیمار الیاف بازیافتی با توالی آلوم و روزین پراکنده (حدود ۱ درصد از هر دو ماده)، شاخص کششی نمونه‌های کاغذ از ۳۰/۸۰±۱/۰۱N.m/g به ۲۹/۶۳ ±۱/۰۱N.m/g، شاخص ترکیدن از $kPa.m^2/g$ ۲/۳۰±۰/۰۴ به حدود $kPa.m^2/g$ ۲/۴۳±۰/۰۳ و شاخص پارگی کاغذ از $mN.m^2/g$ ±۰/۰۲ ۴/۶۲ به $mN.m^2/g$ ۴/۷۳±۰/۰۵ تغییر کرده داشته است. در تفسیر این نتیجه می‌توان اظهار داشت که بعلت نقش آلوم در توسعه پیوند بین الیاف از طریق افزایش ماندگاری نرمه‌های سلولزی [۱۰] و نیز افت پیوند الیاف بعلت آبگریزبودن روزین پراکنده و خاصیت ممانعتی آن در پیوندیابی بین الیاف [۳]، اثر دوگانه افزایشی –کاهشی سامانه آلوم-روزین در سطوح کمتر در نهایت منجر به حفظ مقاومت‌ها شده‌است. امّا با افزایش میزان مصرف آلوم کاهش محسوسی در مقاومت‌ها (بخصوص شاخص‌های کششی و ترکیدن) مشاهده شده‌است. با توجه به اینکه آهاردهی در این پژوهش در pH حدود خنثی (pH≈6/5) انجام گرفت و در این pH، آلوم به صورت هیدروکسید آلومینیوم در می‌آید. از این‌رو با افزایش درصد آلوم مصرفی رسوباتی در سیستم کاغذسازی ایجاد می‌کند که به طور واضح قابل رؤیت می‌باشند [۲۲,۲۳]. بنظر می‌رسد این رسوبات با خاصیت تداخلی در پیوندیابی الیاف باعث کاهش شاخص‌های مقاومتی شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



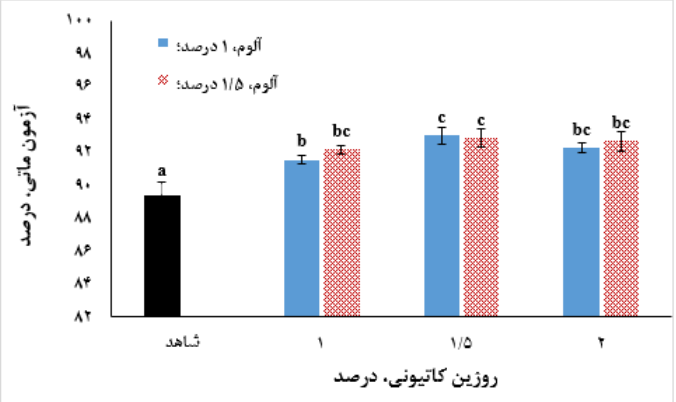
شکل ۵- شاخص‌های مقاومتی کاغذهای تهیه‌شده از آهاردهی سوسپانسیون خمیرکاغذ الیاف بازیافتی با سطوح مختلف آلوم-روزین پراکنده (میله خطا یا Error bar روی ستون‌ها نشان دهنده میزان انحراف استاندارد می‌باشد)

ماتی کاغذ

تغییرات ماتی کاغذ تهیه‌شده از الیاف بازیافتی تیمارشده با آلوم-روزین پراکنده در شکل ۶ ارائه شده است. ماتی کاغذ ازجمله خواص نوری آن می‌باشد که متأثر از ضریب جذب و یا پراکنش نور توسط اجزاء تشکیل‌دهنده آن و نیز سطح ویژه آنها می‌باشد [۲۴]. بطورکلی، هر عاملی که ممانعت بیشتری در مقابل عبور نور ایجاد کند و یا به جذب بیشتر نور توسط شبکه کاغذ کمک کند، باعث افزایش ماتی کاغذ می‌شود. همانطورکه در شکل ملاحظه می‌شود با افزودن عامل‌های آهار آلوم-روزین پراکنده و نیز افزایش مقدار آنها، ماتی نمونه‌های کاغذ تیمارشده افزایش یافته است. طوری که بین میانگین جذب آب در همه تیمارهای آهارشده نسبت به نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p\leq ۰/۰۵$). ماتی کاغذ در نمونه کاغذ تیمارنشده (بدون ماده آهار) حدود ۳۸/۸۰ ± ۰/۸۹ درصد اندازه‌گیری شده است. در حالی‌که مقدار این آزمون در کاغذ آهارشده تا سطح ۱ درصد آلوم و ۱ درصد روزین پراکنده، ۹۱/۵۳±۰/۲۲ درصد اندازه-گیری شده است. در ادامه هنگامی‌که نمونه‌های کاغذ با سطوح بیشتر آلوم و روزین (تا ۱/۵ درصد برمبنای وزن خشک الیاف) آهار شده‌اند؛ مقدار ماتی کاغذ نیز تا حدود ۹۹/۵۱ ± ۰/۹۲ افزایش یافته است.

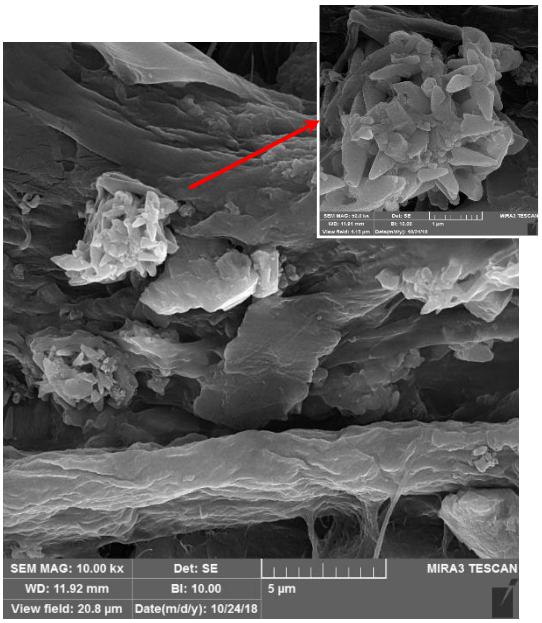
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- ماتی کاغذهای تهیه‌شده از آهاردهی سوسپانسیون خمیرکاغذ الیاف بازیافتی با سطوح مختلف آلوم-روزین پراکنده (میله خطا یا Error bar روی ستون‌ها نشان دهنده میزان انحراف استاندارد می‌باشد)

بنظر می‌رسد افزایش میزان ماتی کاغذ را می‌توان به ذرات پرکننده‌های ماندگارشده در بستر فیبری الیاف نسبت داد. بعلت بار آلودگی و نیاز کاتیون‌خواهی بالای سوسپانسیون الیاف بازیافتی و نیز ماهیت آلوم در خنثی-سازی بارها، این ماده می‌تواند همانند یک افزودنی کمک ماندگاری عمل کرده که موجب می‌شود ذرات کلوئیدی از جمله پرکننده‌های موجود در سوسپانسیون خمیرکاغذ بهم نزدیک شوند و در نهایت در شبکه الیاف تثبیت شوند [۱۰]. از این‌رو با اضافه‌شدن آلوم و افزایش میزان مصرف آن، ماتی کاغذ حاصله افزایش یافته است. شکل ۷ تصاویر مربوط به تثبیت ذرات پرکننده کربنات کلسیم (PCC) را در شبکه کاغذ نشان می‌دهد.



شکل ۷- تصاویر FESEM تهیه‌شده از ذرات پرکننده (PCC) موجود در نمونه کاغذ بازیافتی تیمارشده با آلوم-روزین پراکنده

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، اثر بکارگیری سامانه آهاردهی با توالی آلوم-روزین پراکنده بر ویژگی‌های جذب آب، مقاومتی و نوری کاغذ تهیه‌شده از الیاف بازیافتی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزودن آلوم قبل از روزین پراکنده موجب بهبود مقاومت کاغذ به نفوذ مولکول‌های آب شده است. زاویه تماس قطره آب با سطح کاغذ و زمان موردنیاز برای جذب کامل قطره آب در شبکه الیاف

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش یافت که بیانگر کاهش انرژی آزاد سطحی (کاهش کشش سطحی) در سطح کاغذ می باشد. این امر مانع از جذب سیال به درون الیاف و نیز نفوذ و عبور مولکول‌های مایعات از منافذ ریز شبکه الیاف می‌شود. از آنجاییکه آلوم به تنهایی نقش آهاردهندگی ندارد و به عنوان عامل کمک آهاردهی و به عبارتی تثبیت آهار روزین پراکنده بکار می-رود در سطح مصرف بیش از ۱ درصد تغییرات قابل ملاحظه ای در کاهش جذب آب و سایر ویژگی‌های کاغذ نهایی مشاهده نشده است. از سوی دیگر افزایش مقدار مصرف آلوم بطور واضحی موجب افزایش رسوبات هیدروکسید آلومینیوم در شبکه کاغذ می‌شود که بعنوان اجزاء نامطلوب شناخته شده و باعث افت مقاومت‌های کاغذ می‌شود. با آهاردهی الیاف بازیافتی با این سامانه، ماتی کاغذهای تهیه‌شده نیز افزایش یافته‌است. در نتیجه با توجه به ویژگی‌های بدست‌آمده برای کاغذهای تیمارشده، میزان مصرف ۱ درصد از دو ماده با توالی آلوم-روزین پراکنده بعنوان سطح بهینه آهاردهی الیاف بازیافتی موردمطالعه معرفی می‌گردد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از همکاری ارزشمند و صمیمانه مدیریت و کارکنان شرکت صنایع خمیر و کاغذ اترک اصفهان که مقدمات اجرای این پژوهش را فراهم آوردند، نهایت تقدیر و تشکر را ابراز می‌دارند.

منابع

[1] Zou, Y., Hsieh, J.S., Wang, T.S., Mehnert, E. and Kokoszka, J., 2004. The mechanism of premixing rosin sizes for neutral-alkaline papermaking. Tappi Journal, 3(9):16-18.

[2] Hubbe, M.A., 2006. Paper's resistance to wetting – A review of internal sizing chemicals and their effects. BioResources, 2(1):106–145.

[3] Elyasi-Bakhtyari, S., Jalali-Torshizi, H. and Resalati, H., 2016. Alkyl ketene dimer (AKD) sizing of recycled-virgin cardboard with engineered heterogeneous layers under neutral and alkaline condition. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 23:1-20.

[4] Ahmad, S., Sharma, R., Raj, K., Mediratta, R., Prasad, K. and Ashok, K., 2007. Alkaline sizing (AKD) with gcc filler: our experience. TAPPI Journal, 19(4):123-127.

[5] Lindstrom, T. and Eklund, D., 1991. Water Penetration and Internal Sizing. Chapter VIII in Paper Chemistry: an Introduction. DT Paper Science Publication, 305:192-222.

[6] Avitsland, G.A., Sterner, M., Wagberg, L. and Odberg, L., 2006. AKD sizing of TCF and ECF bleached Birch pulp characterized by peroxide edge wicking index. Nordic Pulp and Paper Research Journal, 21(2):237-244.

[7] Bildik, A.E., Hubbe, M.A. and Gurboy, K.B., 2016. Alkyl ketene dimer (AKD) sizing treatment and charge interactions in recycled paper. Appita Journal, 69(4):331-338.

[8] Isogai, A., Kitaoka, C. and Onabe, F., 1997. Effects of carboxyl groups in pulp on retention of alkyl ketene dimer. Journal of Pulp and Paper Science, 23(5):215-219.

[9] Karademur, A., 2002. Quantitative determination of AKD retention in paper made on a pilot paper machine. Turkish Journal of Agriculture and forestry, 26:253-260.

[10] Hamzeh, Y., Ekhtera, M.H., Abdolkhani, A., Izadyar, S. and Pourtahmasi, K., 2008. Sizing mechanism of recycled test liner using poly aluminum chloride and rosin under neutral condition. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 23(1):40-49.

www.SID.ir

Archive of SID

[11] Avitsland, G.A. and Wagberg, L., 2005. Flow resistance of wet and dry sheets used for preparation of liquid packaging board. Nordic Pulp and Paper Research Journal, 20(3):345-353.

[12] Hamzeh, Y. and Rostampour Haftkhani, A., 2008. Principales of Pepermaking Chemistry. University of Tehran press, 424p. (In Persian).

[13] Varshoei, A., Javid, E., Rahmaninia, M. and Rahmany, F., 2013. The performance of alkylketene dimer (AKD) for the internal sizing of recycled OCC pulp. Lignocellulose Journal, 2(1):316-326.

[14] Gess, J. M., 1989. Rosin Sizing of Papermaking Fibers. Tappi Journal, 72(7):77-80.

[15] Strazdins, E., 1989. Chemistry and Application of Rosin Size, in W.F. Reynolds, ed., The Sizing of Paper, 2nd ed., TAPPI Press.

[16] Mataniborkhili, M., Nazarnezhad, N. and Asadpour-Atoei, G., 2016. The effect of chitosan and alum on dewatering and sludge qualitative. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 23(1):91-112.

[17] Si, Y. and Guo, Z. 2016. Eco-friendly functionalized superhydrophobic recycled paper with enhanced flame-retardancy. Journal of Colloid and Interface Science, 477:74-82.

[18] Wen, Q., Guo, F., Yang, F. and Guo, Z., 2017. Green fabrication of coloured superhydrophobic paper from native cotton cellulose. Journal of Colloid and Interface Science, 497:284-289.

[19] Yang, H. and Jiang, P., 2010. Large-scale colloidal self-assembly by doctor blade coating. Langmuir, 26:12598-12604.

[20] Mohamadzadeh-Saghavaz, K. and Resalati, H., 2013. Investigating the effect of using ground calcium carbonate (GCC) and clay fillers on the paper properties. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 20(3):111-124.

[21] Li, Y.H., Li X.L. and Li, W.H., 2002. Study on Polyaluminium ferric chloride for treating papermaking wastewater and regeneration. North Environment, 4:67-69.

[22] Elyasi-Bakhtyari, S., Jalali-Torshizi, H. and Resalati, H., 2016. Effect of alum consumption levels in alum-rosin sizing on multilayered paperboard properties. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 69(2):375-385.

[23] Ito, K., Isogai, A.and Onabe, F.,1999. Rosin-ester sizing of alkaline papermaking. Journal of Pulp and Paper Science, 25(6): 222-226.

[24] Zhang, M., Hao, N., Song, S., Wang, J., Wu, Y. and Li, L., 2014. Investigation of the mixed refining of a novel fly ash-based calcium Silicate filler with fiber. BioResources, 9(3):5175-5183.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of alum-dispersed rosin system on water absorption, strength and optical properties of papers made from recycled fibers

Abstract

In this study, the effect of alum- dispersed rosin sequence has been examined on different properties of papers made from recycled fibers. Therefore, reverse sizing recycled fibers with 0.5 consistency at pH≈6.5 was carried out by using 1 and 1.5 % alum, and 1, 1.5 and 2 % dispersed rosin, based on dry weight of pulp. Then, water absorption, optical and strength properties of papers with grammage (60±3 g/m^2) were evaluated. Based on the results, to reduce the water absorption of papers, 1 % of both alum and dispersed rosin is required to achieve appropriate level of sizing. As a result, the water absorption of papers declined from 174±7.4 g/m^2 to 36±0.4 g/m^2, and the contact angle of water droplet with paper surface increased from 31.2 degree to 118.1 degree. Moreover, concurrent to the hydrophobicity of fibers surface formed by rosin molecules and its repellency impact of inter-fiber bonding, alum imparts an improvement of bonds in paper network owing to the neutralization of anionic trash and retention of cellulose fines. Paper opacity has been increased due to the development of filler retaining in fibrous web of paper.

Keywords: alum, dispersed rosin, recycled fibers, paper properties, contact angle.

H. Rudi[1*]
Z. Taheri[2]
H. Jalali Torshizi[3]

[1] Assistant prof., Department of biorefinery engineering, Faculty of new technologies and energy engineering, Shahid Beheshti university, Iran

[2] M.Sc. Student, Department of biorefinery engineering, Faculty of new technologies and energy engineering, Shahid Beheshti university, Iran

[3] Assistant prof., Department of biorefinery engineering, Faculty of new technologies and energy engineering, Shahid Beheshti university, Iran

Corresponding author:
h_rudi@sbu.ac.ir

Received: 2019/03/01
Accepted: 2019/05/05

www.SID.ir