تقویت مقوای بازیافتی با استفاده از تیمار سطحی و مواد افزودنی در بخش سایز پرس

غزل حسن‌پور[۱]
امیر خسروانی[۲*]
مهدی تجویدی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران

[۲] نویسنده مسئول، دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران

[۳] دانشیار موسسه محصولات زیستی جنگل، دانشگاه مین، ایالات‌متحده آمریکا

مسئول مکاتبات:
khosravani@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۷

چکیده

در صنعت، تیمار سطحی کاغذ و مقوا به‌ویژه در بخش سایز پرس سابقه طولانی دارد. انواع نشاسته و مواد افزودنی برای بهبود کیفیت سطح و آهاردهی سطحی کاغذ مورداستفاده می‌باشد. اما کاربرد نشاسته و مواد افزودنی در سایز پرس بیشتر با هدف بهبود خواص مقاومتی و بسته‌بندی مقوای لاینر بازیافتی در حال افزایش است. لذا بررسی ارتباط بین فرآیند تیمار سطحی مواد افزودنی و میزان اثرگذاری آن بر تقویت برخی شاخص‌های مقاومتی ضروری است. لذا در این تحقیق، مقادیر مختلف نشاسته (۸-۱ درصد) و همچنین پس از تقویت با پنج درصد لیگنوسلولز نانوفیبریله بر روی سطح مقوای لاینر بازیافتی صنعتی فاقد هرگونه افزودنی اعمال شد. همچنین تغییرات گرانروی به‌عنوان یکی از متغیرهای مهم، بررسی شد. نتایج نشان داد که نسبت به نمونه کاغذ پایه، تیمار سطحی موجب تقویت همه ویژگی‌های مقاومتی بررسی‌شده گردید. اما اثر افزایش غلظت نشاسته و میزان نشاسته جذب‌شده در برخی موارد معنی‌دار نبوده است.

واژگان کلیدی: تیمار سطحی، سایز پرس، مقوای بازیافتی، بهبود مقاومت.

مقدمه

فرآیند آهاردهی کاغذ برحسب نیاز (ممانعت جذب سطحی رطوبت و سیال، بهبود برخی شاخص‌های مقاومتی، افزایش کیفیت سطح و غیره) با مواد مختلفی انجام می‌شود که این مواد شیمیایی را می‌توان در درون کاغذ قبل از فرآیند تشکیل ورق (به‌عنوان‌مثال، در بخش پایانه‌تر) و یا به‌صورت تیمار سطحی کاغذ استفاده کرد [۱]. نشاسته و پلیمرهای مصنوعی ازجمله مواد شیمیایی متداول به‌عنوان افزودنی در آهاردهی درونی و سطحی کاغذ هستند [۲] که بر خواص فیزیکی و شیمیایی عمده کاغذ تأثیر دارند [۵-۳]. برای آهاردهی کاغذ انواع مختلف نشاسته خام، اکسیدشده، نشاسته عامل دار شده کاتیونی و آنیونی و نشاسته آب‌گریز استفاده می‌شوند [۶]. نشاسته اکسیدشده یکی از متداول‌ترین نوع نشاسته‌ها برای استفاده در آهاردهی سطحی می‌باشد. یکی از دلایل این امر، خواص خوب تشکیل فیلم می‌باشد [۶]. اما از سوی دیگر، استفاده از نشاسته کاتیونی نیز به‌شدت در حال افزایش است و از اهداف آن، کاهش مشکلات زیست‌محیطی به سبب اثر نشاسته کاتیونی بر کاهش مواد معلق و اکسیژن خواهی در پساب حاصل از کارخانه‌ها است. نشاسته کاتیونی از طریق برهمکنش‌های الکتروستاتیک با الیاف آنیونی و پرکننده‌ها به‌شدت به شبکه الیاف متصل می‌شود و درنتیجه نشاسته آهاردهی سطحی دارای بار مثبت هنگام استفاده روی الیاف معمولی با بار منفی بهتر نگه‌داشته می‌شوند [۷]. ماندگاری بهتر نشاسته کاتیونی حین خمیر سازی مجدد و گردش مجدد، در مقایسه با سایر درجات نشاسته نیز ازنظر کاهش COD،

تیمار پساب را آسان می‌کند [۶]. از سوی دیگر Maurer (۲۰۰۹) نتایج استفاده روزافزون نشاسته کاتیونی در آهاردهی سطحی را رضایت بخش دانسته که بهبود مقاومت کاغذ، افزایش شفافیت و کاهش مشکلات زیست-محیطی (کاهش مواد معلق و اکسیژن خواهی در پساب حاصل از کارخانه‌ها) را به همراه داشته است [۶]. نتایج تحقیقات انجام‌گرفته در زمینه اهمیت و افزایش کاربرد آهاردهی سطحی در فرایند تولید تست لاینر نشان داده-است که میزان نشاسته جذب‌شده در فرآیند آهاردهی سطحی به مقدار ماده جامد آهار اعمال شده و تخلخل کاغذ پایه بستگی دارد. همچنین ترشوندگی (قابلیت تر شدن) و جذب نشاسته در کاغذ پایه بر قابلیت آهاردهی، تأثیر می‌گذارد.

در همین ارتباط Biricik و همکاران (۲۰۱۱) به اهمیت نشاسته در آهاردهی سطحی پرداختند و بیان کردند که آهاردهی سطحی با نشاسته سبب افزایش ممانعت سطح در برابر آب، روغن و حلال‌ها، بهبود برخی ویژگی‌های مکانیکی کاغذ گردید [۸]. Tutuş و همکاران (۲۰۱۷) به اثرات و کاربرد نشاسته در سایز پرس پرداختند و به این نتیجه رسیدند که برخی خواص مقاومتی کاغذ تست لاینر تیمار شده مانند CCT[1]،CMT[2]،RCT[3] و ترکیدگی بهبود پیداکرده است [۹]. اما همان‌طور که پیش‌ازاین اشاره گردید، کاربرد نشاسته در آهاردهی سطحی با هدف افزایش برخی شاخص‌های مقاومتی به‌ویژه برای تولید مقوای تست لاینر حاصل از خمیرکاغذ بازیافتی در حال افزایش است و لذا پژوهش و بررسی ارتباط بین فرآیند تیمار سطحی نشاسته و میزان تأثیر آن بر تقویت برخی شاخص‌های مقاومتی ضروری است. به‌عبارت‌دیگر، شناخت نسبت به این موضوع که به‌صورت عملی کدام‌یک از شاخص‌های مقاومتی مقوا و به چه میزان از طریق تیمار سطحی با مواد افزودنی قابل‌بهبود هستند باید موردبررسی قرار گیرد. از طرف دیگر، استفاده موفقیت‌آمیز از فیلم‌های نشاسته به ویژگی‌های مکانیکی و نفوذپذیری آن‌ها بستگی دارد. مشکل عمده نشاسته پلاستی‌سایز شده به‌صورت لایه انعطاف‌پذیر، افزایش نفوذپذیری آن در برابر بخارآب/ اکسیژن و کم بودن مقاومت آن است [۱۰]. اما در مقایسه، برای برخی از فیلم‌های مبتنی بر نانو سلولز، عملکرد بسیار مناسب مقاومت در برابر نفوذ اکسیژن گزارش‌شده است [۱۳-۱۱] و در بین نانو مواد سلولزی، اخیراً پژوهش‌های زیادی به تولید و برخی کاربردهای لیگنوسلولز نانوفیبریله (نانو الیاف لیگنوسلولزی) پرداخته‌اند [۱۶-۱۴].

در این تحقیق، اثر تیمار سطحی مقوای بازیافتی با غلظت‌های مختلف نشاسته کاتیونی با هدف تقویت مقوا از طریق تیمار سطحی در سایز پرس[4] با مواد افزودنی موردبررسی قرار گرفت تا کیفیت و میزان تأثیر آن‌ها بر ویژگی‌های مختلف به‌ویژه شاخص‌های مقاومتی مقوای حاصل از بازیافت کارتن‌های کنگره‌ای کهنه ارزیابی گردد. همچنین، به‌منظور بررسی امکان بهبود اثر تیمار سطحی با نشاسته، اختلاط نشاسته با مقدار جزئی از لیگنوسلولز نانوفیبریله حاصل از لاینر بازیافتی (که نسبت به سایر انواع نانو الیاف مقرون‌به‌صرفه تر می‌باشد) نیز مورد ارزیابی اولیه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد

در این تحقیق از مقوای لاینر حاصل از بازیافت کارتن-های کنگره‌ای کهنه تولید کارخانه افرنگ نور (تا حد ممکن مربوط به یک قسمت معین از رول کاغذ) استفاده گردید. در این مقوا، آهاردهی سطحی و داخلی، اتو زنی و هیچ‌گونه ماده افزودنی استفاده‌نشده و مقوای مناسبی به-عنوان کاغذ پایه بود. همچنین نشاسته کاتیونی مورداستفاده، نشاسته کاتیونی تاپیوکا حاوی گروه کاتیونی آمین نوع چهارم با درجه استخلاف ۰/۰۱۸ (mol/mol)، تولید شرکت Modified Starch Siam تایلند بوده است. همچنین برای مقایسه، مقدار مشخصی لیگنوسلولز نانوفیبریله تهیه‌شده به روش مکانیکی سوپر آسیاب دیسکی (بدون پیش تیمار شیمیایی) از شرکت دانش‌بنیان نانو نوین پلیمر (پارک علم و فناوری مازندران) به‌صورت ژل تهیه و به مقدار معین (پنج درصد وزنی مواد جامد موجود در محلول) مورداستفاده قرار گرفت.

[1] Concora Crush Test
[2] Corrugating Medium Test
[3] Ring Crush Test
[4] Size press

روش آماده‌سازی مواد و کاربرد

به‌منظور تیمار سطحی مقوا با نشاسته و مواد افزودنی، محلول نشاسته کاتیونی با درصد غلظت‌های متفاوت ۸-۱ درصد به مدت ۳۰ دقیقه بر روی اجاق الکتریکی قرار داده و تا رسیدن به دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد، به‌آرامی حرارت داده شد؛ سپس به مدت ۳۰ دقیقه در این دما نگهداری گردید. در انتها، محلول را تا رسیدن به دمای محیط خنک نموده و برای انجام آزمایش‌ها از آن استفاده شد.

در یک تیمار، با هدف آماده‌سازی و اختلاط نشاسته با لیگنوسلولز نانوفیبریله، سوسپانسیون با غلظت ٪۴ (درصد وزنی مواد جامد نسبت به آب)، تهیه شد که مواد جامد آن شامل نشاسته آماده‌شده با درصد وزنی ٪۹۵ با نانو الیاف با درصد وزنی ٪۵ بوده است. مخلوط حاصله پس از آماده‌سازی، توسط دستگاه همگن‌ساز[1] به مدت یک دقیقه با دور معین همگن شد.

تمامی مواد آماده‌سازی شده، توسط کاردک سیلیکونی به‌طور یکنواخت بر روی سطح مقوا پخش شد و تحت‌فشار ثابت بین دو سطح فلزی یک‌بار رول کاغذسازی با وزن ۱۰ کیلوگرم روی مقوا اعمال گردید. سپس مقوای مزبور به‌منظور خشک شدن در داخل حلقه و صفحه فلزی مخصوص خشک‌کردن کاغذ به مدت ۲۴ ساعت با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و تثبیت شد.

ویژگی‌ها و پارامترهای موردبررسی

به‌منظور ارزیابی اثر تیمار سطحی، پس از خشک شدن کاغذهای تیمارشده، ویژگی‌ها و پارامترهای ذیل موردبررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است با توجه به اینکه کاغذ مورداستفاده، کاغذ صنعتی ساخت ماشین بوده و خواص وابسته به راستا داشته است در ویژگی‌های وابسته به جهت، جهت در راستای ماشین کاغذ موردراندازه‌گیری قرار گرفت.

شاخص مقاومت به کشش کاغذهای پایه و تیمار شده بر اساس روش آزمونی آیین‌نامه TAPPI T 494 om-01 (با حداکثر طول نوار ۱۵۹ میلی‌متر و فاصله ۱۲۰ میلی‌متر بین فک‌ها)، مقاومت به پاره شدن بر اساس دستورالعمل آزمونی TAPPI T 414 om-02، مقاومت به خمش کاغذ بر اساس دستورالعمل SCAN-P 29:95، شاخص مقاومت به ترکیدگی بر اساس آیین‌نامه TAPPI T 403 om-97، شاخص مقاومت لهیدگی حلقوی بر اساس دستورالعمل TAPPI 822 om-02 ارزیابی گردید.

آنالیز آماری

انجام این تحقیق و آنالیز واریانس داده‌های به‌دست‌آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی متعادل در سطح اعتماد آماری ٪۹۵ به کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از روش مقایسه میانگین‌های چند دامنه دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

خلاصه نتایج تحلیل آماری داده‌ها در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که مشخص است، در همه ویژگی-های مقاومتی ذکرشده در جدول مذکور تفاوت معنی‌داری آماری (٪۹۵) بین تیمارها وجود داشته است. از سوی دیگر، نتایج مقایسه میانگین دانکن برای هر ویژگی به‌صورت جداگانه در شکل مربوطه ارائه‌شده است.

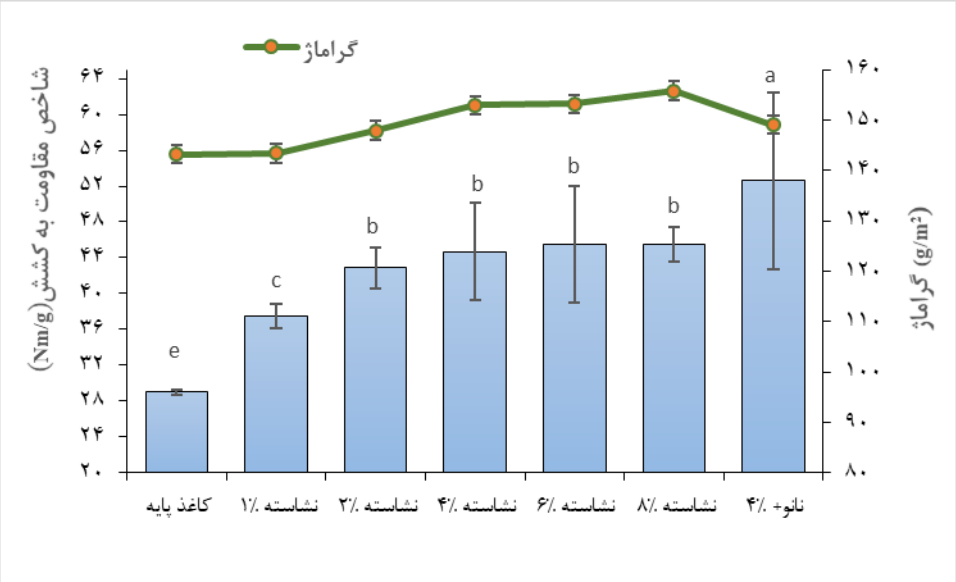
[1] Homogenizer

جدول ۱. خلاصه نتایج تحلیل آماری ویژگی‌های موردبررسی

		درجه آزادی (df)	مجموع مربعات	میانگین مربعات	حداکثر خطای مجاز (F)	سطح معنی‌داری (sig)
مقاومت به پاره شدن	بین گروه	۶	۳/۰۷	۰/۵۱	۵/۶۳	۰/۰۰
	درون گروه	۲۱	۱/۹۰	۰/۹۱		
	کل	۲۷	۱/۹۸			
مقاومت به خمش	بین گروه	۴	۵۸/۳۱	۱۴/۵۷	۱۳/۴۸	۰/۰۰
	درون گروه	۱۵	۱۶/۲۱	۱/۰۸		
	کل	۱۹	۷۴/۵۲			
مقاومت به کشش	بین گروه	۶	۱۳۳۱/۵۷	۲۲۱/۹۲	۵۵/۹۰	۰/۰۰
	درون گروه	۲۱	۸۳/۳۶	۳/۹۷		
	کل	۲۷	۱۴۱۴/۹۴			
لهیدگی حلقوی کاغذ	بین گروه	۴	۱۷/۱۹	۴/۲۹	۱۰/۵۱	۰/۰۰
	درون گروه	۱۵	۶/۱۳	۰/۴۰		
	کل	۱۹	۲۳/۳۳			

شاخص مقاومت به کشش کاغذ

کاغذهای تیمار شده با درصدهای مختلف نشاسته و مقدار ثابت لیگنوسلولز نانوفیبریله و نشاسته و کاغذ خام تیمار نشده تحت عنوان کاغذ پایه برای مقایسه اثر تیمار سطحی بر مقاومت به کشش ارزیابی گردیدند. با توجه به شکل۱ در اثر تیمار سطحی مقوا، شاخص مقاومت به کشش از عدد ۲۹ نیوتن متر برگرم در کاغذ پایه پس از تیمار با نشاسته کاتیونی با غلظت یک درصد به ۳۷/۵ نیوتن متر بر گرم رسید که اختلاف معنی‌داری را نشان داد (شکل ۱). شواهد مشابه نتایج به‌دست‌آمده از Heermenn و همکاران (۲۰۰۶) و Ekhtera و همکاران (۲۰۰۸) نشان می‌دهد، همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، اثر افزایش غلظت محلول نشاسته تا ۲ درصد (غلظت‌های کم نشاسته) بر مقاومت به کشش، معنی‌دار بوده است؛ در حالی‌که استفاده از غلظت‌های بیشتر اثر معنی‌داری بر این ویژگی نداشته‌اند [۱۷،۱۸].



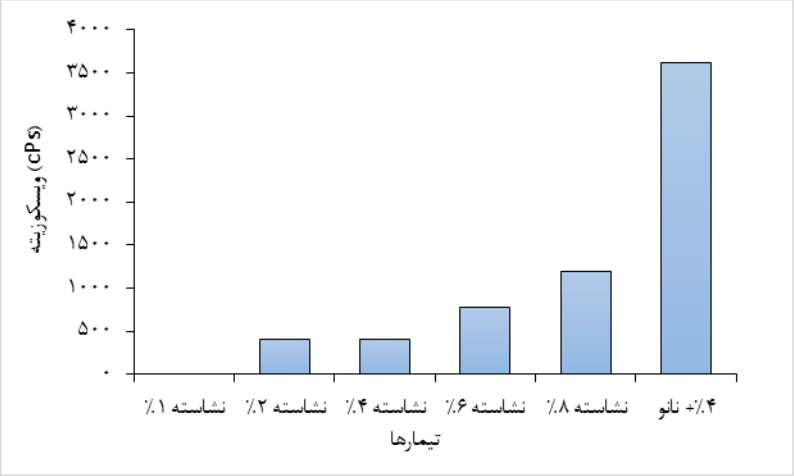
شکل ۱. تأثیر تیمار سطحی مواد افزودنی بر شاخص مقاومت به کشش (محور افقی غلظت نشاسته در تیمار سطحی و تیمار نانو +۴٪، محلول نشاسته با غلظت ۴٪ و حاوی لیگنوسلولز نانوفیبریله می‌باشد).

همچنین در شکل ۱ تغییرات گراماژ که نشان‌دهنده میزان جذب ماده جامد در تیمار سطحی می‌باشد، نشان داده‌شده است. اما بر اساس داده‌های اولیه با ادامه روند افزایش غلظت نشاسته، میانگین مقاومت به کشش افزایش معنی‌داری نداشته است، که با توجه به افزایش ویسکوزیته محلول در اثر افزایش غلظت نشاسته، احتمالاً این موضوع را می‌توان به کاهش امکان نفوذ محلول نشاسته در ساختار کاغذ نسبت داد، لذا تغییرات ویسکوزیته در ادامه موردبررسی قرار گرفت (شکل ۲).

همچنین، مطابق شکل ۱ با اضافه نمودن ۵٪ لیگنوسلولز نانوفیبریله، شاخص مقاومت به کشش به ۵۲/۶ نیوتن متر بر گرم رسید که افزایش قابل‌توجهی نسبت به کاغذ پایه و کاغذهایی که به‌تنهایی با نشاسته کاتیونی تیمار شده بودند، داشت. این مشاهده را می‌توان به اثر تقویت‌کنندگی لیگنوسلولز نانوفیبریله در لایه نشاسته و کمک به مقاومت کششی کاغذ نسبت داد.

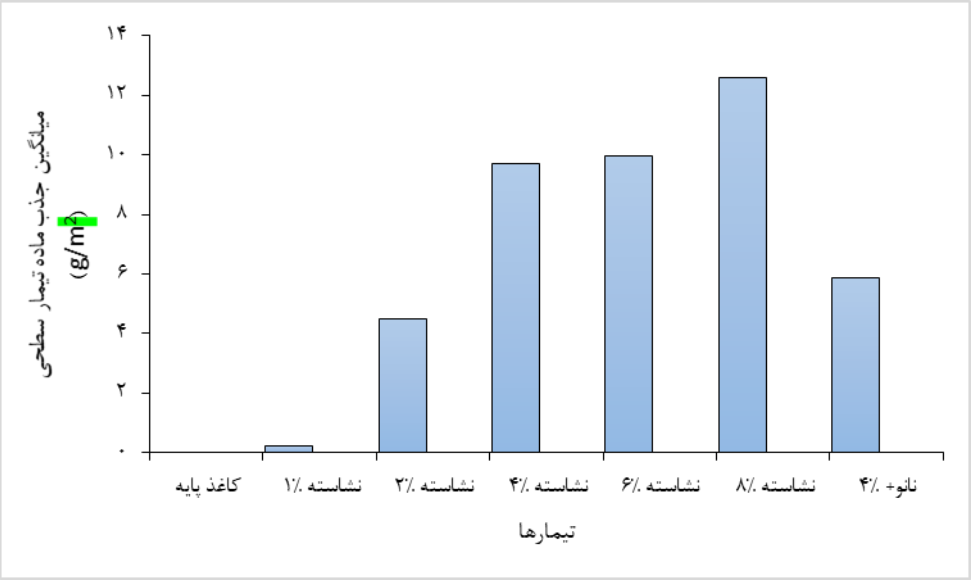
ویسکوزیته

در کنار سایر موارد ذکرشده، ویسکوزیته و تغییرات آن می‌تواند بر فرآیند جذب و نفوذ نشاسته در کاغذ حین تیمار سطحی تأثیرگذار باشد، لذا این شاخص نیز مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفت. معمولاً به‌طورکلی عقیده بر این است که در مقادیر ویسکوزیته کم نشاسته، امکان نفوذ در ساختار کاغذ بیشتر خواهد بود، درحالی‌که در مقادیر ویسکوزیته زیادتر امکان تشکیل فیلم نشاسته بر روی ساختار کاغذ بیشتر می‌گردد. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، با افزایش مقدار ماده جامد نشاسته، ویسکوزیته با روندهای متفاوتی افزایش پیدا کرد. نکته قابل‌ذکر اینکه با افزودن لیگنوسلولز نانوفیبریله به نشاسته، ویسکوزیته نسبت به نشاسته ٪۴، با افزایش ۹ برابری مواجه گردید.



شکل ۲. ویسکوزیته تیمارها

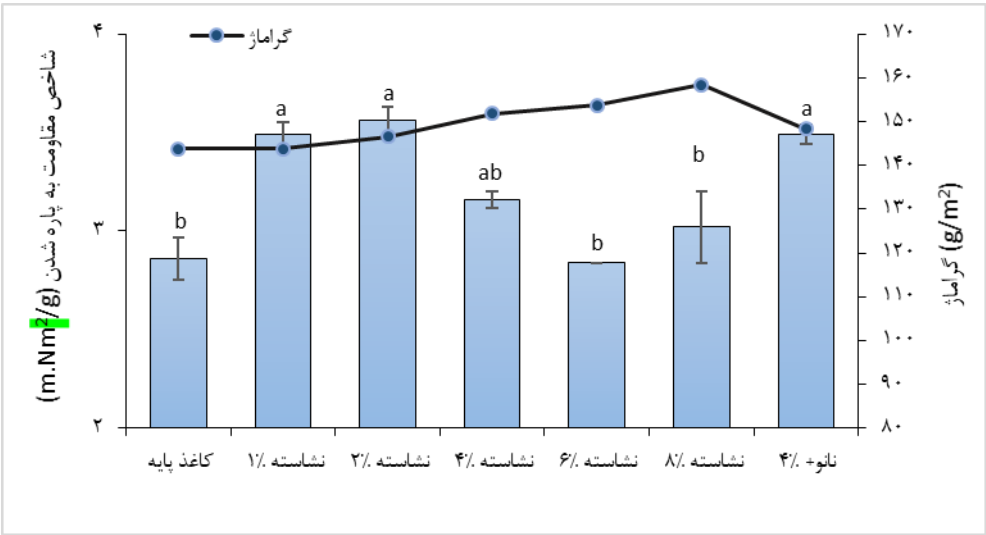
نتیجه جالب‌توجه دیگر، ارتباط غلظت نشاسته با میزان جذب ماده تیمار سطحی بر روی ورقه مقوا بوده که برحسب گرم بر مترمربع در شکل۳ نمایش داده‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، با افزایش غلظت نشاسته، میزان جذب ماده تیمار سطحی افزایش‌یافته است.



شکل۳. میانگین میزان جذب ماده تیمار سطحی

شاخص مقاومت به پاره شدن

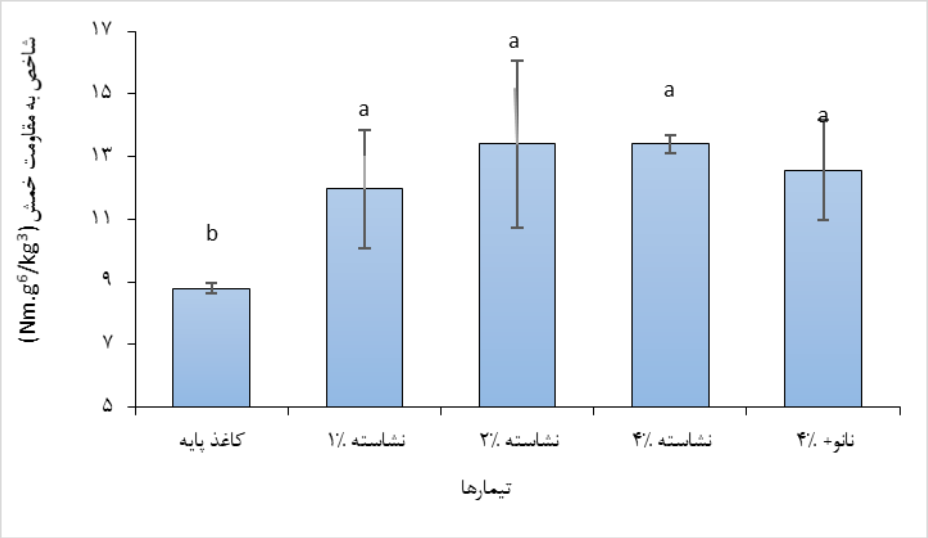
با توجه به شکل ۴، در اثر تیمار سطحی کاغذ با نشاسته با غلظت‌های ٪۱ و ٪۲، شاخص مقاومت به پاره شدن افزایش معنی‌داری نسبت به مقوای پایه داشت. نتیجه مشابهی توسط Kassam و همکاران (۲۰۰۹) گزارش گردیده است [۱۹]. اما در این زمینه، الیاسی بختیاری و جلالی ترشیزی (۱۳۹۴) تشکیل یک فیلم سخت نشاسته بر سطح کاغذ را عامل این نتیجه دانسته‌اند [۲۰]. اما افزایش بیشتر (بیش از ٪۲) غلظت نشاسته، باعث افزایش این شاخص مقاومتی نشد. این مشاهده را می‌توان به دلیل افزایش گراماژ (مطابق شکل ۱) و در مقابل بی‌تأثیری نشاسته برافزایش مقاومت به پاره شدن دانست که درنتیجه محاسبه شاخص مقاومتی که حاصل تقسیم مقاومت بر گراماژ بوده است، روند کاهشی را نتیجه داده است (شکل۴).



شکل ۴. تأثیر تیمار سطحی مواد افزودنی بر شاخص مقاومت به پاره شدن

شاخص مقاومت به خمش

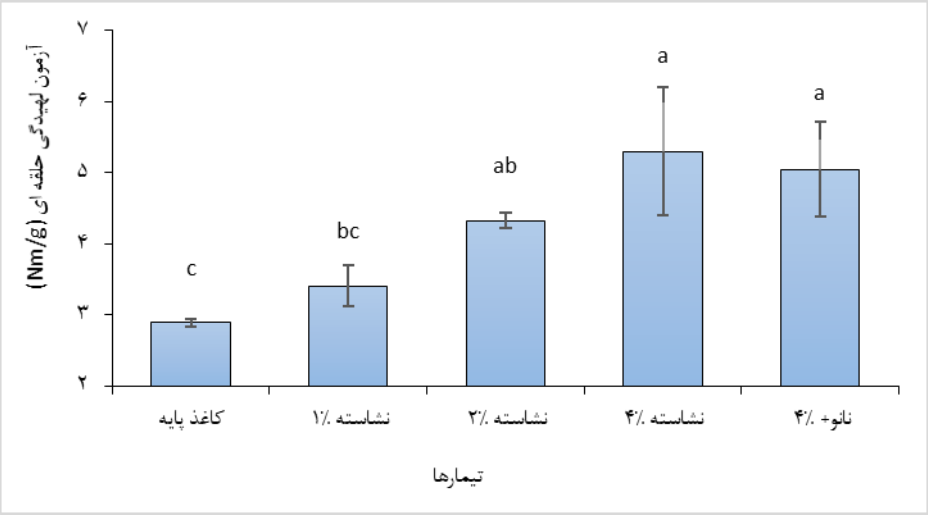
یکی دیگر از مقاومت‌های اندازه‌گیری شده مقاومت به خمش مقوا بود که به دلیل اهمیت در کاغذ و مقوای بسته‌بندی، تغییرات آن مورد تحلیل قرار گرفت [۱۴]. همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌گردد، در اثر تیمار سطحی مقوای پایه با نشاسته کاتیونی، مقاومت به خمش افزایش معنی‌داری نشان داد؛ اما بین تیمار سطحی با نشاسته در غلظت‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. از سوی دیگر، هرچند این افزایش شاخص مقاومت به خمش، در اثر افزودن نشاسته حاوی لیگنوسلولز نانوفیبریله نیز در مقایسه با پایه مشاهده شد، اما تفاوت خاصی در اثر مقدار لیگنوسلولز نانوفیبریله اضافه‌شده به‌جای نشاسته در مورد این شاخص دیده نشد و لذا اثر مقادیر بیشتر نانو الیاف در این ویژگی باید موردبررسی قرار گیرد.



شکل ۵. تأثیر تیمار سطحی مواد افزودنی بر شاخص مقاومت به خمش

مقاومت به لهیدگی حلقه‌ای مقوا

با توجه به شکل ۶ تیمار سطحی نشاسته تا مقدار سطح بهینه منجر به افزایش مقاومت به لهیدگی حلقه‌ای شده است. کاغذ تیمار شده با لیگنوسلولز نانوفیبریله، به نسبت کاغذ پایه افزایش ۲/۵ برابری داشت اما باید در نظر داشت این مقدار با نمونه تیمار شده با ۴٪ نشاسته کاتیونی اختلاف چندانی ندارد.



شکل ۶. تأثیر تیمار سطحی مواد افزودنی بر مقاومت به لهیدگی حلقه‌ای مقوا

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، استفاده از نشاسته و لیگنوسلولز نانوفیبریله در سایز پرس، اغلب با هدف بهبود خواص مقاومتی مقوای لاینر بازیافتی و بررسی ارتباط بین فرآیند تیمار سطحی نشاسته و میزان تأثیر آن بر تقویت برخی شاخص‌های مقاومتی انجام گردید. برای این منظور مقادیر مختلف نشاسته (۸-۱ درصد) و همچنین محلول نشاسته آهاردهی پس از تقویت با ۵٪ لیگنوسلولز نانوفیبریله بر روی سطح مقوای لاینر بازیافتی صنعتی فاقد هرگونه افزودنی اعمال شد. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد که هرگونه تیمار سطحی مقوا با نشاسته کاتیونی موجب تقویت همه ویژگی‌های مقاومتی ازجمله شاخص مقاومت به کشش، شاخص مقاومت به پاره شدن، شاخص مقاومت به خمش و لهیدگی حلقه‌ای گردید. اما افزایش غلظت نشاسته و میزان نشاسته جذب‌شده در همه موارد موجب افزایش معنی‌دار مقاومت‌ها نشده است. جذب و نفوذ نشاسته در ساختار کاغذ باعث افزایش شاخص مقاومت به کشش گردید که ویسکوزیته نشاسته دراین‌ارتباط مهم و تأثیرگذار می‌تواند باشد. افزودن مقدار کمی لیگنوسلولز نانوفیبریله (۵٪)، در افزایش شاخص مقاومت به کشش مقوای لاینر بازیافتی مؤثر بوده است. اما برای تکمیل این تحقیق و کاربردی شدن آن نیاز به تحقیقات بیشتر می‌باشد.

سپاسگزاری

از شرکت تولید کاغذ افرنگ نور، شرکت نانو نوین پلیمر و شرکت کاغذ کاوه به دلیل تأمین مواد مصرفی و نیز پشتیبانی از این تحقیق قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

[1] Shen, J., Song, Z., Qian, X., and Ni, Y., 2011. A review on use of fillers in cellulosic paper for functional applications. Industrial & Engineering Chemistry Research, 50(2), 661-666.

[2] Moutinho, I., Kleen, A., Figueiredo, M., and Ferreira, P., 2009. Effect of surface sizing on the surface chemistry of paper containing eucalyptus pulp. Holzforschung, 63(3): 282-289.

[3] Khosravani, A., and Rahmaninia, M., 2013. The potential of Nanosilica- Cationic Starch Wet End System for Applying Higher Filler Content in Fine Paper. BioResources, 8(2): 2234-2245.

[4] Lertsutthiwong, P., Nazhad, M., Chandrkrachang, S., and Stevens, W., 2004. Chitosan as a surface sizing agent for offset printing paper. APITTA J, 57:274–280.

[5] Mesic, B., Jarnstrom, L., Hjarthag, C., and Lestelius, M., 2004. Effects of application temperature in paper surface sizing with temperature-responsive starch on water repellency and flexographic printability. APITTA J, 57:281–285, 298.

[6] Maurer, H., 2009. Starch in the Paper Industry in Starch, 3rd ed., eds. J. BeMiller, & R. Whistler, Academic Press, San Diego, 657-713 p.

[7] Bergh, N. -O – Starches, In Brander, J., and Thorn, I., 1997. Surface application of paper chemicals, Blackie Academic & Professional, London, UK, 69 p.

[8] Bricik, Y., Sonmez, S., and Ozden, O., 2011. Effects of Surface Sizing with Starch on Physical Strength Properties of Paper, Asian Journal of Chemistry, 23(7): 3151-3154.

[9] Tutuş, A., Gultekin, S., and Cicekler, M., 2017. Effects of different starch applications on the properties of test liner paper, International Symposium on New Horizons in Forestry, 318- 321.

[10] French, D., 1984. Organization of starch granules. In: Whistler RL, BeMiller JN, Paschall EF (eds) Starch: chemistry and technology, Academic Press Inc, London, 183–247.

[11] Chinga-Carrasco, G., and Syverud, K., 2012. On the structure and oxygen transmission rate of biodegradable cellulose nanobarriers. Nanoscale Research Letters, 7(1): 192.

[12] Shimizu, M., Saito, T., and Isogai, A., 2016. Water-resistant and high oxygen-barrier nanocellulose films with interfibrillar cross-linkages formed through multivalent metal ions, J. Membrane Sci, 500, 1-7.

[13] Plackett, D., Anturi, H., Hedenqvist, M., Ankerfors, M., Gallstedt, M., Lindstrom, T., and Siro, I., 2010. Physical properties and morphology of films prepared from microfibrillated cellulose and microfibrillated cellulose in combination with amylopectin, J. Appl. Polymer Sci, 117(6): 3601-3609.

[14] Yousefhashemi, S.M., Khosravani, A., and Yousefi, H., 2019. Isolation of lignocellulose nanofiber from recycled old corrugated container and its interaction with cationic starch–nanosilica combination to make paperboard, Cellulose, 26:7207–7221.

[15] Amini, E., Hafez, I., Tajvidi, M., and Bousfield, D., 2020. Cellulose and lignocellulose nanofibril suspensions and films: A comparison, Carbohydrate Polymers, 250(117011): 1-10.

[16] Tayeb, A., Tajvidi, M., and Bousfield, D., 2020. Paper-Based Oil Barrier Packaging using Lignin-Containing Cellulose Nanofibrils, Molecules, 25(6): 1-15.

[17] Heermann, M., Welter, S., and Hubbe, M., 2006. Effect of high treatment levels in a dry strength additive: program based on deposition of polyelectrolyte complexes How much glue is too much? Tappi journal, 5: 9-14.

[18] Ekhtera, M. H., Rezayati charani, P., Ramezani, O., and Azadfallah, M., 2008. Effects of poly-aluminum chloride, starch, alum, and rosin on the rosin sizing, strength, and microscopic appearance of paper prepared from old corrugated container(occ) pulp. Bioresources, 4:291-318.

[19] Kassam, N., 2009. Mechanical Properties of Paper Sheets Treated with Different Polymers, Pigment and Resin Technology, 38 (2): 91-95.

[20] Elyasi, Sh., and Jalali Torshizi, H., 2016. The effect of concentration of anionic starch solution in paper surface sizing on physical and strength properties off recycled paper. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 7(4): 487-497. (In Persian).

Enhancement of recycled board strength by surface treatment and additives on size-press

Abstract

Surface treatment of paper and paperboard especially in size press has long history in the industry. Various starches and additives are used to improve the surface quality and surface sizing of the paper. But, application of starch and additives in size press is increasing with the purpose of improving the strength and packaging properties of recycled liner board. Therefore, it is necessary to study the relationship between surface treatment process with additives and its impact rate on enhancement of certain resistance indices. So, in this research, starch with various concentrations (1-8%) and also following reinforcement with 5% nano-fibrillated lignocellulose were applied on the surface of industrially produced recycled liner board containing no additive. Also, viscosity variation was studied as one of the important variables. The results showed the surface treatment enhanced all investigated strength properties in comparison to base paper sample. But the effect of increase in starch concentration and the amount of absorbed starch were not significant in some cases.

Keywords: Surface treatment, Size-press, Recycled board, Strength enhancement.

G. Hasanpour[1]
A. Khosravani[2*]
M. Tajvidi[3]

[1] MSc student, Wood and Paper Science and Technology Department, Natural Resources Faculty, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran

[2] Associate Professor, Wood and Paper Science and Technology Department, Natural Resources Faculty, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran

[3] Associate Professor, Forest Bioproducts Institute, University of Maine, USA

Corresponding author:
khosravani@modares.ac.ir

Received: 2022/04/29
Accepted: 2022/06/17