

مایع سیاه خمیر کاغذسازی سودای باگاس به عنوان اندود سطحی کاغذ بازیافتی

حسین جلالی ترشیزی^{۱*} و راحیل چالاکه^۲

۱- نویسنده مسئول، استادیار، مهندسی پالایش زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، ایران، پست الکترونیک: H_Jalali@sbu.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی پالایش زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۶

چکیده

در این پژوهش، تأثیر اندودسازی سطحی کاغذ بازیافتی با مایع سیاه خمیر کاغذسازی سودای باگاس (۲/۵ گرم بر متر مربع در هر طرف و در مورد غلظت ۴۴٪ ۵ گرم بر متر مربع در هر طرف در دو عبور) در دو حالت خام و فیلترشده با غلظت‌های مختلف (۳۰، ۳۷، ۴۴ و دوباره ۴۴٪) و ویژگی‌های آن بررسی شد. فیلتر کردن مایع مزبور به دلیل حذف مواد ناخالص و درشت موجب برتری ویژگی‌ها نسبت به حالت فیلتر نشده گردید. افزایش غلظت و میزان اندود اعمال افزایش جرم پایه (تا ۴۴٪) و کاهش جذب آب (به کمتر از ۳۰٪) را پیوسته به همراه داشت، زیرا انباشت مواد عمدتاً غیر آبدوست (لیگنین و مواد معدنی) علاوه بر افزایش جرم و پر کردن منافذ ساختار کاغذ؛ کاهش قابلیت جذب آب بستر لیگنوسولوزی را به همراه دارد. اما تیمار بهینه از منظر مقاومت‌های کشش، ترکیدن و پارگی در پایین‌ترین غلظت اندود بدست آمد که نفوذ سهل‌تر مایع سیاه رقیق به درون ساختار کاغذ و نیز مشارکت در پیوندیابی را می‌توان استدلال کرد. کاربرد کاغذهای بازیافتی در بسته‌بندی، مقاومت‌های فشاری و خمشی کاغذ را طلب کرده که افزایش غلظت مایع سیاه اندودساز، سفتی خمشی (تا بیش از ۲۰۰ درصد) و فشاری لهیدگی (تا بیش از ۱۵۰ درصد) را افزایش داد. علاوه بر تقویت پیوندیابی، تشکیل فیلم، افزایش ضخامت کاغذ و نیز سهم به‌سزای لیگنین در این راستا قابل ذکر است. اعمال دو بار مایع سیاه پخت نه‌تنها بهبود چشمگیری را در بیشتر ویژگی‌ها به وجود نیاورد، بلکه منجر به کاهش نیز گردید.

واژه‌های کلیدی: پالایش زیستی، مایع سیاه سودای باگاس، اندودسازی کاغذ.

مقدمه

(Paulapuro 2000) و عدم امکان تعمیم سامانه‌های بازیابی مواد شیمیایی پخت-که امروزه تقریباً به‌طور انحصاری به طریق سودا است- بر آنها از طرفی دیگر؛ نقیصه‌ای در به‌کارگیری منابع گیاهان غیرچوبی برای تولید فراورده‌های کاغذی به‌شمار می‌آیند. تنها راه‌حل فعلی تعامل با مایع سیاه پخت باگاس، به‌عنوان برترین منبع غیرلیفی کشور، سوزاندن آن به‌بهای تولید ناچیز انرژی حرارتی و البته آلودگی

استفاده بهینه و مطلوب منابع لیفی به‌ویژه در کشورهای با فقر پوشش جنگلی، الزام‌آور بوده و افزایش مطلوبیت کاربرد منابع غیرچوبی برای تأمین نیازهای بشری نیز حائز اهمیت است. مواردی همانند میزان بالاتر مواد استخراجی و معدنی و کم‌تر بودن میزان سلولز در قالب بازدهی پائین‌تر مواد غیرچوبی نسبت به چوب از یک طرف (Gullichsen &

زیست محیطی است که الزاماً باید در ابتدا با صرف انرژی در دیگ بخار تغلیظ گردد. البته بهای ارزان گاز طبیعی به ویژه در ایران، موضوع تولید انرژی و بخار از سوزاندن لیکور را نیز تقریباً غیرمنطقی کرده و تبدیل آن به زیست مواد شیمیایی را برجسته نموده است. در مفهوم روبه گسترش پالایش زیستی، همانند پالایشگاه نفت استفاده حداکثری از ظرفیت زیست توده، مدنظر است که در صنایع فراورده های جنگلی؛ این تبدیل اجزای سازنده قبل و بعد از فراوری اصلی میسر است؛ بنابراین مایع سیاه پخت مواد لیگنوسولزی از جذابیت بالایی برای تبدیل به زیست مواد و زیست انرژی برخوردار بوده و به عنوان پسماندی مستعد ایجاد ارزش افزوده بالا مورد پژوهش قرار می گیرد. وجود بیوپلیمرهای تخریب شده ای مانند لیگنین، همی سلولزها و سلولز و نیز دیگر مواد آلی در این پسماند سیال، دامنه وسیعی از کاربردها را فراوری آن قرار داده است. استخراج بیوپلیمرهای مزبور پیش از پخت و تبدیل آنها به بیومواد و بیوانرژی گزارش شده که به عنوان نمونه، استخراج لیگنین از مایع سیاه پخت و تبدیل به چسب در تخته خرده چوب (El Mansouri *et al.*, 2011; Behrooz *et al.*, 2011) و ماده اولیه برای تهیه الیاف کربن (Kubo *et al.*, 2003) و کربن فعال (Carrott, P., & Carrott, R., 2007) و نیز استخراج و تبدیل پلی ساکاریدها به بیواتانول (Moosavi-Nasab, & Majdi-Nasab, 2010) و سوخت های زیستی (Naik, *et al.*, 2010) قابل ذکر است. لیکور سودا برخلاف لیکورهای کرافت و سولفیت از انحلال پذیری پائینی در آب برخوردار بوده؛ فاقد سولفور و در نتیجه غیرسمی است و حتی در فراورده های تغذیه ای و سلامتی دام نیز استفاده می شود (Huanzhen, *et al.*, 2001). در مقایسه با لیگنین کرافت، لیگنین سودای باگاس به دلیل دارا بودن گروه های عاملی بیشتر و خالی بودن کربن های شماره ۳ و ۵ حلقه فنولی، دارای قابلیت خوبی برای تهیه چسب گزارش شده است و تفسیر قرار گرفت.

(Van der Klashorst, *et al.*, 1985). تولید سوخت های زیستی مانند دی متیل اتر، گاز سنتزی، متانول، هیدروژن و یا دیزل بجای سوختن مایع سیاه در کوره بازیابی برای تولید برق (Naqvi, *et al.*, 2010) و نیز گازی کردن مایع سیاه پخت حاصل از فرایندهای کاغذسازی به عنوان سوخت احتراق در توربین گازی تولید برق (Eriksson, & Harvey, 2004) اشاره شده است. لیگنین به دلیل دارا بودن مواد فنلی، واکنش هایی مشابه فنل انجام داده و توانایی استفاده در چسب های مقاوم به شرایط آب و هوایی را دارد. از این رو با ترکیب لیکور که حاوی مقدار زیادی لیگنین بوده با رزین های فنولیک، می توان رزینی با کیفیت اتصال مناسب و هزینه کم تولید کرد (Santoso, 2004). کاربرد لیگنین اسیدی کلاسون به عنوان سازگارکننده در کامپوزیت الیاف نارگیل-پلی پروپیلن، ویژگی های خمشی بالاتری را نسبت به نمونه های شاهد نشان داد (Rozman, *et al.*, 2001). البته به کارگیری دوباره کاغذهای باطله از طریق بازیافت، دیگر روش برجسته تأمین الیاف مورد نیاز کاغذسازی است که مزایای زیست محیطی و اقتصادی چشمگیری را به همراه دارد. اما نقصان مقاومتی کاغذهای تولیدی در مقایسه با خمیر کاغذهای بکر، همیشه مورد اعتراض مصرف کنندگان است. اندودسازی سطحی کاغذ با مواد مقاوم تر با عنوان راهکاری روبه رشد مطرح بوده و غلظت مواد اندود شونده بر سطح کاغذ از تأثیر زیادی بر ویژگی های نهایی فراورده کاغذی برخوردار بوده که متناسب با هر کاغذی از لحاظ ترکیب ساختاری و شیمیایی، متفاوت می باشد (Larotonda, *et al.*, 2003; Elyasi, & Jalali, 2017); بنابراین در این پژوهش، مایع سیاه فرایند پخت سودا بر سطح کاغذ بازیافتی اندود شده و تأثیر آن در غلظت های مختلف بر ویژگی های کاغذ، مورد بررسی

مواد و روش‌ها

مایع سیاه پخت سودای باگاس با غلظت ۴۴٪ و با ترکیبات ارائه شده در جدول ۱ از کارخانه کاغذسازی پارس خوزستان تهیه شده و به دو صورت تصفیه شده به وسیله مش ۱۰۰ و تصفیه نشده استفاده گردید. کاغذ قهوه‌ای با گراماژ ۱۳۰ (g/m^2) مورد استفاده نیز از تولیدات کارخانه مزبور و ترکیبی از الیاف بازیافتی از کاغذهای باطله بسته‌بندی (۷۰٪) و خمیر کاغذ رنگبری نشده سودای باگاس بود. پس از انجام پیش‌آزمون، مایع مزبور با جرم ثابت ۲/۵ گرم در سطوح غلظتی ۴۴ (غلظت دریافتی از کارخانه)، ۳۷، ۳۰٪ و نیز اعمال دو بار حجم ۴۴٪ با دمای $55-50^\circ\text{C}$ ، توسط دستگاه اندودساز آزمایشگاهی ساخت

ایران با غلطک صیقلی بر مساحت یک سطح کاغذ (513cm^2) اعمال و بعد در خشک‌کن آزمایشگاهی کاغذ (60°C) تا رسیدن به رطوبت اولیه (5 ± 2) خشک شد. پس‌از آن نیز تا رسیدن به شرایط تعادل محیط و به منظور اجتناب از هم‌کشیدگی در درون حلقه و صفحات متداول، مقید گردید. تمامی مراحل آماده‌سازی آزمون‌ها و انجام آزمون‌ها بر اساس استانداردهای آئین‌نامه TAPPI و به شرح ذیل انجام شد: شاخص کشش (om-۰۱) $T494$ ، شاخص ترکیدن (om-۰۲) $T403$ ، شاخص پاره شدن (om-۰۴) $T414$ ، گراماژ (om-۰۲) $T410$ ، شاخص لهیدگی^۱ (om-۹۹) $T809$ ، سفتی خمشی (om-۰۵) $T556$ ، جذب آب (om-۰۴) $T441$.

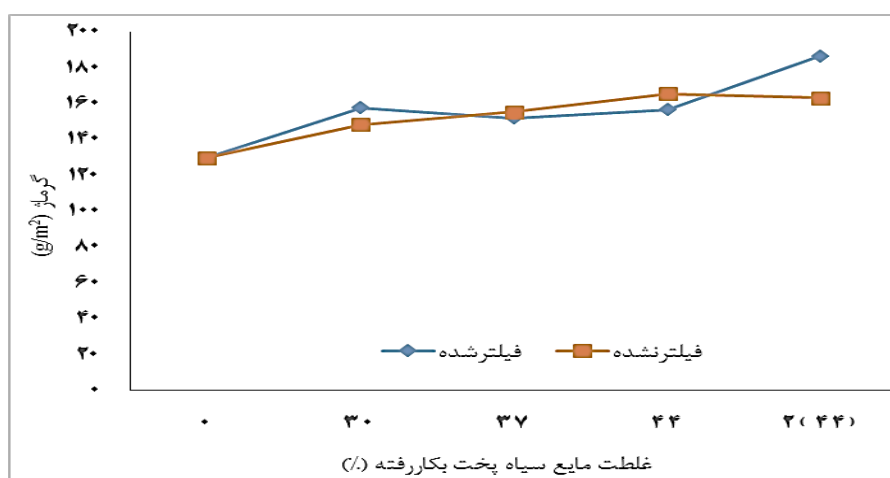
جدول ۱- مواد تشکیل‌دهنده مایع سیاه پخت سودای باگاس

Na	C	H	S	O	دیگر یون‌ها	لیگنین	هولوسلولز	خاکستر
۱۴/۸	۴۴/۸	۴/۵	۰/۳	۳۴	۱/۶	۲۵/۶	۳۲/۴	۴۲

نتایج

نتایج حاصل از پالایش زیستی مایع سیاه حاصل از پخت باگاس به شکل اندود سطحی در دو حالت فیلتر شده و فیلتر نشده در شکل‌های ۷-۱ آمده و همگی بر تأثیرگذاری

نوع پالایش و نیز غلظت زیست پسماند اعمالی دلالت دارند. لازم به یادآوری است که محاسبه شاخص‌های مقاومتی بر مبنای گراماژ اولیه کاغذ و پیش از اندودسازی بوده است.



شکل ۱- تأثیر مایعات پخت فیلتر شده و فیلتر نشده بر گراماژ کاغذ بازیافتی OCC

تغییرات گراماژ

به منظور اطمینان از توفیق ایده و روش پالایش در جذب لیکورهای سیاه تصفیه شده و نشده بر سطح کاغذ و نیز تعیین میزان آن، تأثیرات بروز یافته بر جرم واحد سطح کاغذهای اندود شده اندازه گیری شد. روند افزایشی میزان جذب لیکورهای مزبور، امکان کاربرد و جذب بر سطوح سلولزی کاغذ را تایید کرده که بیشترین تغییرات در میزان جذب، عمدتاً بلافاصله پس از کاربرد لیکور و در کمترین غلظت اعمالی بروز یافته که تا ۲۲٪ منجر به افزایش گراماژ شده است. سیالیت بیشتر که منجر به نفوذ سهل تر، عمیق تر و بیشتر لیکورها می گردد، در تفسیر افزایش چشمگیر مزبور قابل ذکر است. نکته جالب توجه، قابلیت جذب بالاتر لیکور تصفیه شده و عاری از مواد جامد است که به دلیل نفوذ مواد محلول به درون ساختار کاغذ، خروج مواد جامد با حرکت غلطک دستگاه اندود ساز و نیز انبارش سهل تر مواد محلول بر سطح، قابل توجه است.

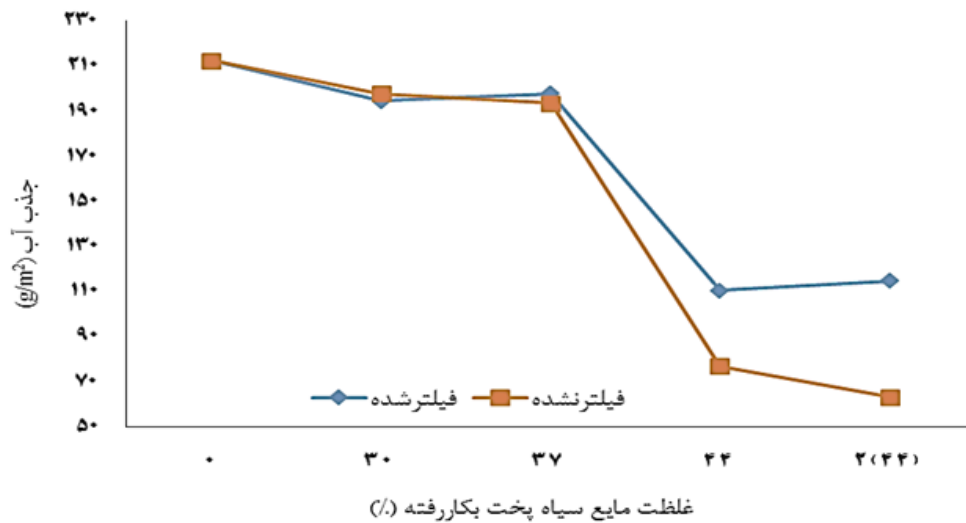
درصد جذب آب

پوشش دهی مایع سیاه پخت بر سطح کاغذ، به طور چشمگیر و معنی داری میزان جذب آب کاغذ بازیافتی را کاهش و در بالاترین غلظت کاربرد مایع فیلتر نشده، به کمتر از یک سوم کاهش داده است. زیرا مایع سیاه با قرار گرفتن بر سطح، خلل و فرج و منافذ را پر کرده که خود موجب کاهش تعداد منافذ و نیز ابعاد منافذ برای جذب آب می گردد. این پدیده به ویژه در غلظت بالای لیکور به دلیل عدم نفوذ به عمق و ماندن در سطح کاملاً چشمگیر بوده و در هر دو حالت پالایش لیکور، افت شدید جذب آب را به همراه داشته است. به طور کلی سهم بالایی از مایع سیاه، علاوه بر مواد معدنی متشکل از لیگنین به عنوان موادی با آبدوستی بسیار کمتر نسبت به هولو سلولز بوده که از تمایل و توانایی شبکه لیاف به جذب و نگهداری آب می کاهد. البته کاربرد لیگنین منجر به کاهش جذب آب (Adcock, et al., 2003)، سبکی و نیز اتصال دهنده گی مطلوب بلوک های سیمانی (Pourhooshyar, et

2013, al.)، کاهش جذب آب کامپوزیت و جذب آب و واکنشیدگی ضخامت کمتر ماده مرکب در مقایسه با نمونه شاهد نیز شده است (Rozman, et al., 2001). افزایش میزان اتصالات بین اجزا و لیاف کاغذ به کمک بیوپلیمرهای موجود در لیکور (همی-سلولز، لیگنین و سلولز تخریب شده)، نیز می تواند منجر به کاهش فضاهای خالی در دسترس برای جذب آب گردد. همچنین میزان کاهش بوجود آمده توسط حالت فیلتر نشده بیشتر از فیلتر شده بوده که این پدیده در غلظت بالای اعمال لیکور به طور چشمگیری بارز است. دلیل این رفتار را می توان به سهم کمتر مواد آب دوست و سهم بالاتر مواد جامد و معدنی در لیکور تصفیه نشده نسبت به لیکور تصفیه شده منتسب کرد که در تمامی سطوح مورد مطالعه در این پژوهش نیز مصداق داشته و میزان جذب آب کمتری را سبب شده است.

شاخص مقاومت به کشش

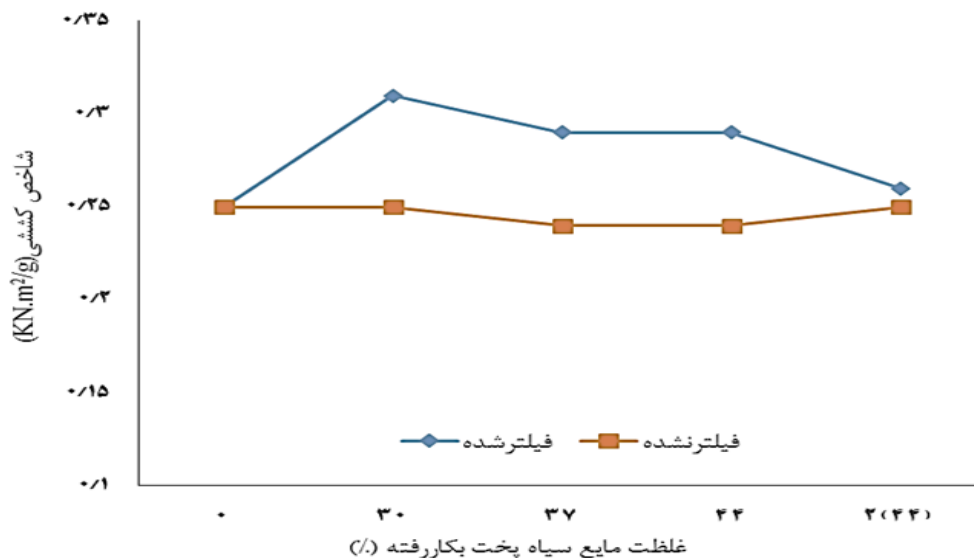
تحمل فراورده های کاغذی در برابر تنش های کششی، عمدتاً به پیوندیابی بین اجزا و نیز در صورت حضور، پوشش اعمال شده بر سطح کاغذ بستگی دارد؛ زیرا پوشش سطح کاغذ همانند فیلمی به تحمل تنش وارده کمک می کند (Larotonda, et al., 2003). باین حال ضخیم شدن فیلم مزبور موجب بروز شکنندگی در ساختار فیلم و در نتیجه کاهش مقاومت کششی کاغذ شده که در کاغذ اندود شده با لیکور تصفیه شده مشاهده گردید؛ و در همبستگی کامل با نتایج تغییرات گراماژ است. زیرا تغییرات گراماژ به همان شدت به طور معکوسی بر شاخص کشش مؤثر بوده است. به عبارتی بیشترین مقاومت کششی کاغذ پوشش یافته با لیکور تصفیه شده، در پائین ترین غلظت اعمالی (۳۰٪) بروز یافت که بیش از ۲۰٪ ارتقای شاخص کشش را به همراه داشته است. نفوذ لیکور به داخل ساختار شبکه لیفی و افزایش پیوندیابی و نیز پر کردن فضاهای خالی از اتصالات که در کاغذهای بازیافتی به دلیل ماهیت لیاف قابل انتظار است، نیز به ارتقای مقاومت های وابسته به پیوندیابی می انجامد.



شکل ۲- تأثیر پوشش دهی با مایعات پخت سیاه فیلترشده و فیلترنشده بر جذب آب کاغذ بازیافتی OCC

جامد و معدنی همراه آن، منتسب کرد. همچنین با در نظر گرفتن گراماژ عمدتاً کمتر تیمارهای مزبور (شکل ۱) و جذب آب کمتر (شکل ۲)، جذب و ماندگاری پائین تر لیکور بر کاغذ تأیید شده که به مفهوم مقاومت پائین تر می باشد.

افزایش غلظت سوسپانسیون اندودسازی، به دلیل رقت و سیالیت کمتر و نیز ویسکوزیته بالاتر منجر به عمق نفوذ کمتر در ضخامت کاغذ، برجای ماندن بر سطح و تشکیل فیلم ضخیم شکننده می گردد. عدم ایجاد افزایش در حالت تصفیه نشده را می توان به سهم پائین تر بیوپلیمرها و عدم امکان نفوذ به دلیل مواد

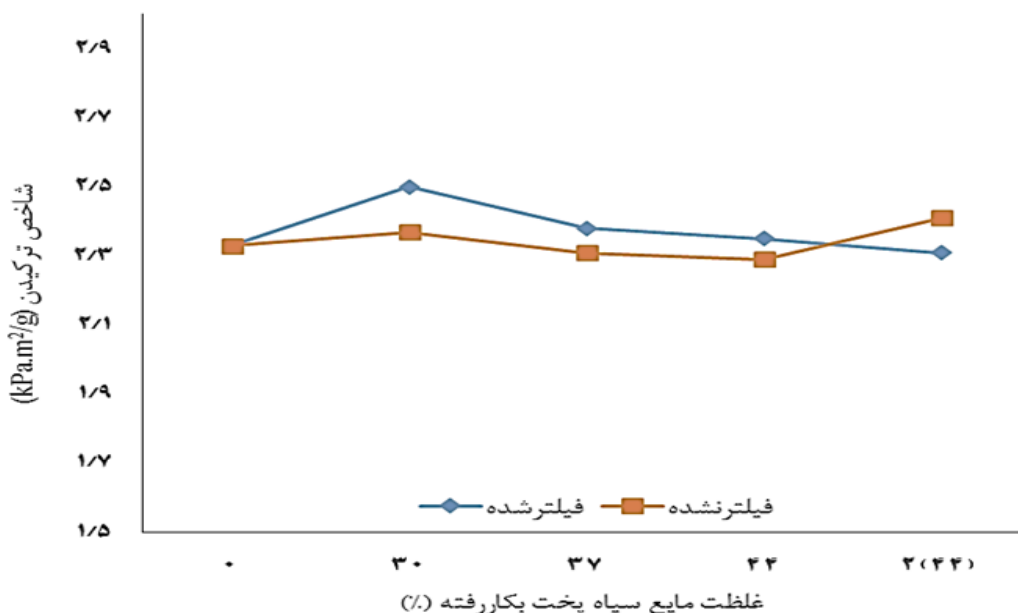


شکل ۳- تأثیر پوشش دهی با مایعات پخت سیاه فیلترشده و فیلترنشده بر شاخص کششی کاغذ بازیافتی OCC

شاخص مقاومت به ترکیدن

شاخص ترکیدن کاغذ که به عنوان مثال در کاغذهای کیسه سیمان بسیار حائز اهمیت است، در اثر اندود با لیکور تصفیه شده در ابتدا افزایش یافته، اما همانند شاخص کشش، با افزایش غلظت محلول پوشش دهی؛ به طور پیوسته‌ای با کاهش مواجه شده است. با توجه به سازوکارهای مشابه در گیر در شاخص‌های کشش و ترکیدن، استدلال‌های ارائه شده برای شاخص کشش در اینجا نیز مصداق دارد. در مقایسه نوع پالایش اعمالی، روند تغییرات همانند شاخص کشش بوده و اغلب اندودسازی با لیکور تصفیه شده منجر به بهبود مقاومت ترکیدن شده، اما مواد جامد و معدنی موجود در لیکور تصفیه نشده، عمدتاً مانع از ایجاد تغییرات بارز در این شاخص شده است. به طور کلی و علاوه بر همی سلولزها که در منبع باگاس سهم بالایی داشته و به دلیل فراوانی

گروه‌های کربوکسیلی (ناشی از زایلان‌ها) و هیدروکسیلی، واجد برقراری اتصالات هیدروژنی و نیز الکترواستاتیکی فراوانی می‌باشند؛ لیگنین نیز دارای گروه‌های سرشار هیدروکسیلی فنولیک و آلیفاتیک به عنوان پایانه‌های قطبی و نیز زنجیره هیدروکربنی به عنوان پایانه‌های غیرقطبی بوده که از طریق بخش قطبی امکان پیوندیابی با گروه‌های هیدروکسیلی الیاف و از طریق بخش غیرقطبی با بخش متناظر لیگنینی الیاف قهوه‌ای را دارد. همچنین از لیگنین سودای منابع غیرچوبی، به عنوان ماده‌ای پلی کربوکسیلاتی یاد شده که می‌تواند نقشی همانند همی سلولزها را در پیوندیابی ایفا نماید (Notley, et al., 2005). در توجیه دلایل کاهش مقاومت‌های پیوندی با افزایش غلظت اندود پس از یک نقطه بیشینه، علاوه بر موارد پیشین می‌توان به تشکیل شبکه اتصالات درون اندود بجای اندود-الیاف نیز اشاره کرد.

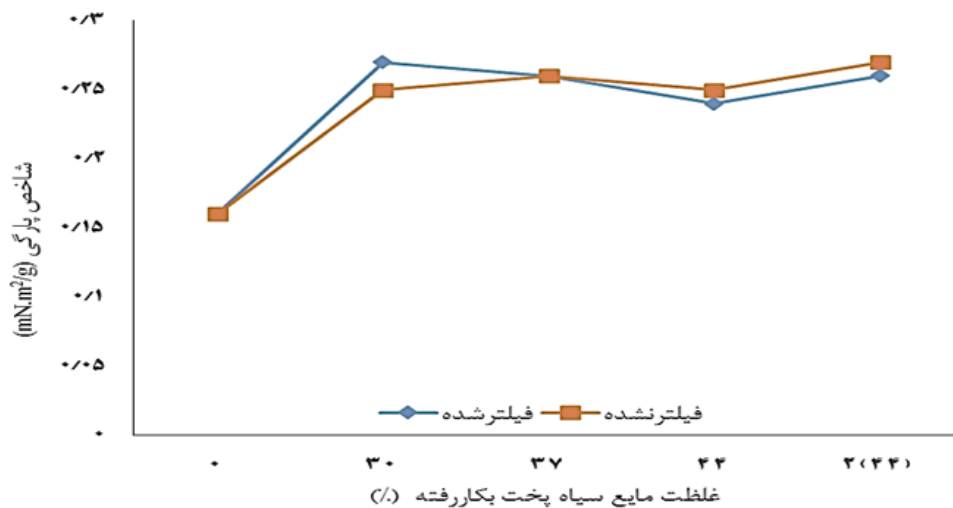


شکل ۴- تأثیر پوشش دهی با مایعات پخت سیاه فیلترشده و فیلترنشده بر شاخص ترکیدن کاغذ بازیافتی OCC

شاخص مقاومت به پارگی

لیکورهای تصفیه شده و نشده و پیوند مطلوب آن با سطح کاغذ به دلیل اتصالات در پیش گفته شده، همانند لایه‌ای مضاعف منجر به صرف انرژی بیشتر برای تمدید پارگی تا انتهای نمونه می‌شود که همانند شاخص‌های کشش و ترکیدن، میزان غلظت بهینه اندودسازی و غلظت ۳۰٪ لیکورها بوده است. فراتر از غلظت موصوف و علاوه بر دلایل پیشین، احتمالاً ضخامت بالای فیلم پوششی منجر به شکنندگی و حتی بروز ریزشکاف‌هایی بر اثر خشک شدن شده که گسترش تنش و کرنش ناشی از اعمال نیرو را آسان‌تر و شاخص پارگی را تنزل داده است.

در کاغذهای مورد استفاده در بسته‌بندی، شاخص پارگی از منظر توانایی جذب تکانش‌ها و ضربات وارده در هنگام حمل و نقل کارتن حائز اهمیت بوده که علاوه بر کمیت و کیفیت پیوندیابی بین الیاف؛ تا حد زیادی تابع ویژگی‌های ذاتی الیاف و شبکه لیفی است. این شاخص مقاومتی که به صورت نیروی موردنیاز برای ادامه پارگی اولیه ایجاد شده ارزیابی می‌گردد، با اعمال لیکور سیاه به عنوان پوشش سطحی شاخص پارگی افزایش چشمگیر و محسوسی یافته و بهبود حدود ۷۰٪ این مقاومت مهم را موجب شده است. تشکیل فیلم بیوپلیمری



شکل ۵- تأثیر پوشش‌دهی با مایعات پخت سیاه فیلتر شده و فیلتر نشده بر شاخص پارگی کاغذ بازیافتی OCC

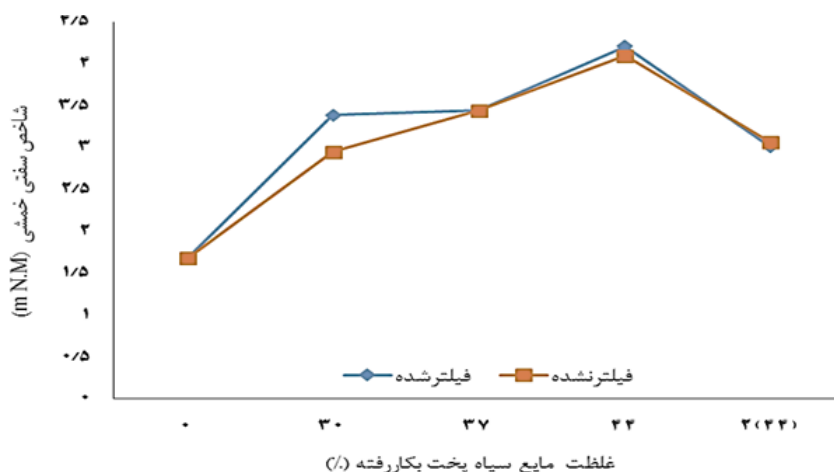
مقاومت سفتی خمشی

پیشین، مایع فیلتر شده عمدتاً منجر به بهبود مقاومتی بیشتری شده است. تشکیل فیلم و افزایش ضخامت کاغذ به دلیل رسوب مواد جامد، به ویژه به محض اعمال لیکور در کنار بهبود پیوندیابی درونی و نیز سطحی ساختار کاغذ را از جمله دلایل بهبود شدید مقاومت کاغذ در برابر خم شدن می‌توان برشمرد. حضور بیش از ۲۰ درصدی لیگنین در ترکیب لیکور سیاه (جدول ۱) نیز می‌تواند به مقاومت سفتی خمشی کمک کند؛ که توسط نتایج دیگران در

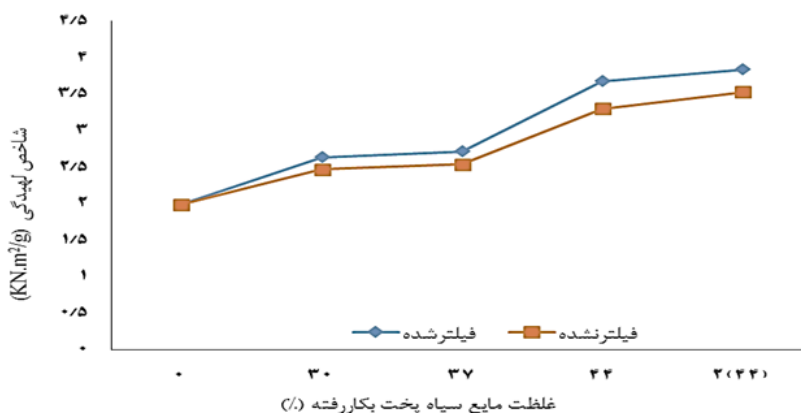
این ویژگی که به صورت مقاومت کاغذ یا مقوا در مقابل خم شدن تعریف می‌شود، برای حفظ حالت ایستادگی و شقی کاغذهای بسته‌بندی مثلاً به هنگام انبارش جعبه‌ها و حرکت‌پذیری در دستگاه چاپ حائز اهمیت است. اندود کردن سطحی مایعات پخت بر سطح کاغذ بسته‌بندی، افزایش چشمگیر سفتی خمشی حتی تا دو برابر را نیز موجب شده که همانند ویژگی‌های مقاومتی

مقرون به صرفه باشد؛ بنابراین سفتی و شقی بالاتر در کاغذهای بسته بندی، احتمال تغییر شکل کارتن و نیز آسیب به محتویات آن را کاهش می دهد. البته افزایش دو برابری حجم لیکور اعمال شده، منجر به عدم پیوستگی در فیلم و نیز کاهش اتصال قوی با بستر لیفی کاغذ شده که کاهش بیش از ۲۵٪ سفتی کاغذ را به همراه داشته است.

کامپوزیت های لیگنوسلولزی (Behrooz, et al., 2011; Toriz, et al., 2002) قابل تعمیم است. قابلیت افزایش انبارش کارتن ها که البته موجب وارد شدن فشار مضاعف بر کارتن های زیرین و افت حالت اولیه می گردد، به ویژه در کارتن های حاوی مواد فله ای و نسبتاً سنگین مانند پودرها، غلات و چای، همیشه مورد تقاضای شدید است. زیرا از منظر حمل و نقل و انبارداری می تواند بسیار



شکل ۶- تأثیر پوشش دهی با مایعات پخت سیاه فیلترشده و فیلترنشده بر سفتی خمشی کاغذ بازیافتی OCC



شکل ۷- تأثیر پوشش دهی با مایعات پخت سیاه فیلترشده و فیلترنشده بر شخص لهدگی کاغذ بازیافتی OCC

لایه میانی کارتن (لایه مواج)، استقامت در برابر لهدیه و مسطح شدن آن تحت اعمال بار است. همچنین دوام کاغذ در دستگاه

شخص مقاومت به لهدگی
مهمترین ویژگی در کاغذهای کنگره شونده مورد استفاده در

موضوعی که در رویکردی دیگر به پالایش زیستی منابع جنگلی از طریق پیش استخراج بیوپلیمرهای قابل انحلال و اضمحلال در فرایندهای پخت مواد لیگنوسولوزی و کاربرد آنها به عنوان بیومواد (Zahed, et al., 2015; Shahbazi, et al., 2015) با قدرت در حال پیگیری است.

منابع مورد استفاده:

- Adcock, T., Shah, V., Chen, M. j., and Meister, J. J., 2003. Graft copolymers of lignin as hydrophobic agents for plastic (wood-filled) composites. *Journal of applied polymer science*, 89: 1266-1276.
- Behrooz, R., Younesi, K. H., and Kazemi, N. S., 2011. Use of kraft lignin as compatibilizer in wood flour-polypropylene composites. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 26(3): 454-465.
- Carrott, P., and Carrott, M. R., 2007. Lignin—from natural adsorbent to activated carbon: a review. *Bioresource Technology*, 98: 2301-2312.
- El Mansouri, N. E., Yuan, Q., and Huang, F., 2011. Synthesis and characterization of kraft lignin-based epoxy resins. *BioResources*, 6: 2492-2503.
- Elyasi, Sh., and Jalali Torshizi, H., 2017. Concentration of Anionic starch Solution in Paper Surface Sizing on Physical and Strength Properties of Recycled Paper. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*, 7(4): 487-497.
- Eriksson, H., and Harvey, S., 2004. Black liquor gasification—consequences for both industry and society. *Energy*, 29: 581-612.
- Huanzhen, M., Wenbo, Y. and Yanchu H., 2001. Research progress in application of papermaking black liquor and lignin. *Techniques and Equipment for Environmental pollution Control*, 3.
- Kubo, S., Uraki, Y., and Sano, Y., 2003. Catalytic graphitization of hardwood acetic acid lignin with nickel acetate. *Journal of Wood Science*, 49: 188-192.
- Larotonda, F. D., Matsui, K. S., Paes, S. S., and Laurindo, J. B., 2003. Impregnation of Kraft Paper with Cassava-Starch Acetate—Analysis of the Tensile Strength, Water Absorption and Water Vapor Permeability. *Starch*, 55: 504-510.
- Moosavi-Nasab, M., and Majdi-Nasab, M., 2010. Utilization of sugar beet pulp as a substrate for the fungal production of cellulase and bioethanol. *African Journal of Microbiology Research*, 4: 2556-2561.
- Naik, S. N., Goud, V. V., Rout, P. K., and Dalai, A. K., 2010. Production of first and second generation

کنگره ساز نیز تابع این ویژگی بوده که بشدت بر روی بازدهی واحدهای کارتن سازی مؤثر است. کمبود منابع لیفی بکر مناسب تولید خمیر کاغذ NSSC در کشور، صنایع بسته بندی کاغذی را به سمت ارتقای کیفیت کاغذهای بازیافتی OCC برای تأمین ویژگی های مورد نظر سوق داده است. مطابق شکل ۷، اندود سطحی لیکورهای سیاه و با حفظ برتری لیکور تصفیه شده، به طور پیوسته و چشمگیری منجر به بهبود استقامت کاغذ بازیافتی در برابر نیروی لکننده شده که افزایش گراماژ کاغذ (شکل ۱) و تجمع لیگنین، به عنوان مهمترین عوامل افزایش مقاومت در برابر فشار لهیدگی قابل ذکر است.

بحث

بهره وری بیشینه و به حداقل رسانیدن هزینه ها در صنایع و به ویژه در برخی صنایع قدیمی کاغذسازی کشور، بشدت مورد توجه و نیاز بوده که الزامات و قوانین زیست محیطی نیز بر آن افزوده شده است. سوزاندن مایعات پخت علاوه بر ایجاد معضلات زیست محیطی و هزینه زایی روزافزون، به نوعی اتلاف منابع بوده که اعمال پالایش زیستی از این معضلات می کاهد. استفاده از مایعات پخت در دو حالت تصفیه شده و تصفیه نشده در اندودسازی سطحی کاغذهای بازیافتی عمدتاً منجر به بهبود ویژگی های کاغذ شده و هیچ گونه تأثیر نامطلوبی را موجب نشده است. کاهش شدید جذب آب و افزایش مقاومت های لهیدگی و سفتی خمشی به عنوان ویژگی های برجسته مورد نیاز کاغذهای بسته بندی از مهمترین مزایای اعمال لیکور سیاه فرایند پخت سودای باگاس بر کاغذ بازیافتی قابل ذکر است. همچنین پالایش زیستی لیکور سیاه به عنوان افزودنی زیستی و استفاده حداکثری از آن در به کارگیری دوباره و عدم تحمیل هزینه های اقتصادی و زیست محیطی، مزایای دیگر این ارزش آفرینی می باشد. قابلیت کاهش گراماژ از طریق جایگزین کردن تأمین ویژگی ها با بیوپلیمرهای موجود در لیکور سیاه را می توان مزیتی دیگر در راستای حفظ منابع لیفی نگر است؛

- Formaldehida sebagai Perekat Kayu Lamina, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 22: 143-153.
- Shahbazi, S., Askari, H., Ebrahimi, A., Safaeie, M., and Karimi, M., 2015. Increasing the efficiency of sugar beet pulp saccharification by *Trichoderma reesei* superior mutants for bioethanol production. *Journal of Sugar Beet*, 31: 76-61.
- Toriz, G., Denes, F., and Young, R., 2002. Lignin-polypropylene composites. Part 1: Composites from unmodified lignin and polypropylene. *Polymer Composites*, 23: 806-813.
- Van der Klashorst, G., Cameron, F., and Pizzi, A., 1985. Lignin-based cold setting wood adhesives structural fingerjoints and glulam. *European Journal of Wood and Wood Products*, 43: 477-481.
- Zahed, O., Salehi, J. G. R., and Khodaiyan, F., 2015. Optimization of nitrogen source and dissolved oxygen concentration to enhance co-production of ethanol and xylitol in a co-culture system of two *Saccharomyces cerevisiae* and *Candida tropicalis* strains. *Journal of molecular and cellular research (Iranian journal of biology)*, 28(2): 2371-249.
- biofuels: a comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14: 578-597.
- Naqvi, M., Yan, J., and Dahlquist, E., 2010. Black liquor gasification integrated in pulp and paper mills: A critical review. *Bioresource Technology*, 101: 8001-8015.
- Notley, S. M., Eriksson, M., and Wågberg, L., 2005. Visco-elastic and adhesive properties of adsorbed polyelectrolyte multilayers determined in situ with QCM-D and AFM measurements. *Journal of colloid and interface science*, 292: 29-37.
- Pourhooshyar, Z. K., Torkaman, J., Ashori, A., and Hamzeh, Y., 2013. Fabrication of cement blocks sing rice husk ash and lignocellulosic fibers. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 28(3): 393-404.
- Rozman, H., Tay, G., Kumar, R., Abusamah, A., Ismail, H., and Ishak, Z. M., 2001. Polypropylene-oil palm empty fruit bunch-glass fibre hybrid composites: a preliminary study on the flexural and tensile properties. *European Polymer Journal*, 37: 1283-1291.
- Santoso, A., 2004. Pemanfaatan Lignin dari Lindi Hitam untuk Pembuatan Kopolimer Lignin Resorsinol

Bagasse soda pulping black liquor as surface coating on recycled based paper

H. Jalali Torshizi^{1*} and R. Chaalaakeh²

1*-Corresponding author, Assist. Prof., Biorefinery Eng. Dept., Shahid Beheshti University, Iran, Email: H_Jalali@sbu.ac.ir

2-M.Sc., student, Biorefinery Eng. Dept., Shahid Beheshti University, Iran

Received: April, 2017

Accepted: Aug., 2017

Abstract

In this study, the effects of using filtrated black liquor from bagasse soda pulping (BLBSP) for surface coating of recycled paper was studied. Filtrated black liquor with different concentration (30, 37, 44) at the rate of 2.5 gr./m²/side (5 gr./m²/side in two passes in case of 44% concentration) was applied on recycled based paper and the properties of the product were determined. The BLBSP filtration improved the paper properties compared to unfiltered, due to separation of impurity and coarse material. Higher concentration and content (in case of 44% concentration) of the applied coatings increased the paper basis weight (up to 44%) and reduced water absorption (to <30%), because of the hydrophobic nature of material in liquor (lignin and minerals). But the optimum treatment with respect to the tensile, burst and tear strength was related to the lowest applied concentration, which are attributed to the easier BLBSP penetration into the paper structure and contribution in fiber bonding. Compression and bending strengths that were increased by the liquor concentration (bending stiffness up to >200% and compressive crush resistance up to >150%). In this regard, film formation, thickening the paper and also the effective role of lignin could be noted in addition to bonding enhancement. Repeated application (in case of 44% concentration) of the BLBSP did not impart any significant improvement of the all properties, and decreased these properties.

Keywords: Bagasse, soda black liquor, paper coating.