



دانشگاه گورنری صنایع چوب و کاغذ

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و سوم، شماره دوم، ۱۳۹۵
<http://jwfst.gau.ac.ir>

تأثیر استفاده از ساکارز بر ویژگی‌های خمیر کاغذ سودای باگاس

* وحید وزیری^۱، احمدرضا سرائیان^۲، الیاس افرا^۳ و فرشید فرجی^۳

^۱دانش‌آموخته دکتری صنایع خمیر کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۲آستادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه گنبد کاووس، ^۳دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۰۷

چکیده

سابقه و هدف: صنعت کاغذسازی در سطح دنیا با محدودیت‌های منابع ماده اولیه سلولزی مواجه است. در بسیاری از کشورها، چوب در مقادیر کافی برای نیازهای صنعت خمیرکاغذ وجود ندارد. رشد سریع مصرف کاغذ، باعث ایجاد کمبود مواد اولیه در صنایع خمیر و کاغذسازی شده است. اهداف کلی صنعت خمیرکاغذ در جهت افزایش کارایی، کاهش هزینه‌ها، تکامل فرآیندهای دوست‌دار محیط‌زیست و بهبود کیفیت محصولات است. سرعت تغییر و تحول در صنایع خمیر و کاغذ در حال افزایش است. گزارش‌ها نشان می‌دهد قندها به دلیل فراوانی، ابعاد کوچک (نانو) و امکان تشکیل پیوند هیدروژنی می‌توانند به‌عنوان ماده‌ای مناسب در صنعت کاغذسازی مطرح باشند. از طرفی افزایش مقاومت کاغذ با نوع قند، مقدار قند در کاغذ و سطح پالایش الیاف متغیر است. این تحقیق با هدف استفاده از ساکارز به‌عنوان یک ماده افزودنی آلی و بررسی تأثیر آن بر ویژگی‌های خمیرکاغذ سودای باگاس انجام شد.

مواد و روش‌ها: برای اینکار، خمیرکاغذ سودای باگاس کارخانه هفت تپه پارس و محلول ساکارز (در غلظت‌های ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد بر اساس وزن خشک الیاف) مورد استفاده قرار گرفت. خمیرها با محلول ساکارز در غلظت‌های مختلف ترکیب و به مدت ۲۰ دقیقه با یکدیگر هم‌زده شدند. سپس مطابق با استاندارد TAPPI کاغذهایی با وزن پایه 60 ± 3 گرم بر مترمربع ساخته شدند. در این تحقیق

*مسئول مکاتبه: vahidvaziri@gmail.com

تأثیر استفاده از ساکارز بر روی ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و نوری کاغذ دست ساخت بررسی و با نمونه شاهد یعنی نمونه فاقد ساکارز مقایسه شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بین نمونه شاهد (نمونه فاقد ساکارز) و نمونه‌های تیمار شده با ساکارز به لحاظ ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و نوری در سطح اعتماد آماری ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. با افزودن ساکارز تا غلظت ۱۵ درصد؛ دانسیته، مقاومت به عبور هوا، مقدار ماندگاری آب، مقاومت به کشش، مقاومت به ترکیدن، افزایش ولی مقاومت به پارگی، درجه ماتی و درجه روشنی کاهش یافت. ساکارز تا غلظت ۱۵ درصد به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی بین گروه‌های هیدروکسیل قند و سلولز دیواره سلولی، باعث بهبود مقاومت‌های کاغذ شد.

نتیجه‌گیری: به طور کلی، زمانی که مقدار ساکارز باقی مانده در کاغذ به حدود ۴ درصد وزن خشک الیاف برسد، پیوندهای هیدروژنی زیادی بین ساختار الیاف اشباع شده با قندهای دی ساکارید تشکیل می‌شود و این منجر به تقویت شبکه لیفی الیاف در خمیر کاغذ و در نتیجه بهبود ویژگی‌های کاغذ خواهد شد. کاغذهای تولید شده در این تحقیق، به علت دارا بودن مقدار ماندگاری آب زیاد می‌توانند برای کاغذهای جاذب مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: خمیر کاغذ سودای باگاس، ساکارز، اتصالات هیدروژنی، مقدار ماندگاری آب، کاغذ جاذب

مقدمه

کاغذ و محصولات کاغذی به‌عنوان یکی از کالاهای مصرفی روزانه، نقش مهمی در زندگی انسان ایفا می‌کند (۷). یکی از روش‌های افزایش مقاومت کاغذ، استفاده از افزودنی‌های مقاومت دهنده خشک در کاغذ می‌باشد (۱). افزودنی‌های سنتی برای افزایش مقاومت درونی کاغذ انواع نشاسته و صمغ است و اثر آن‌ها افزایش مقاومت کاغذ (مقاومت در برابر کشش و ترکیدن)، افزایش مقاومت در برابر سایش، بهسازی کیفیت سطح، جلوگیری از کرکی شدن سطح و کاهش سرعت نفوذ آب در کاغذ است (۱). تولید نیشکر در ایران در حدود ۵۶۴۳۳۶۰ تن است (۱۵). ساکارز از نیشکر و چغندر قند استخراج می‌شود و در بسیاری از گیاهان دیگر با غلظت کمتر نیز یافت می‌شود. مصرف سالانه ساکارز

در آمریکا، در حدود ۴۵ کیلوگرم برای هر نفر است (۳). تولید جهانی ساکارز در حدود ۷۰ تریلیون کیلوگرم در سال است (۴). دی ساکارید ساکارز پتانسیل زیادی جهت قرار گرفتن در بین دیوار سلولی را دارد و ساکارز حل شده به طور یکنواخت در دیواره سلولی الیاف توزیع می‌شود (۲). مونوساکاریدهایی مانند گلوکز و فروکتوز دارای ۵ گروه هیدروکسیل و یک اتم اکسیژن اتری و دی ساکاریدها نیز دارای ۸ گروه هیدروکسیل و ۳ اتم اکسیژن اتری در ساختار خود می‌باشند که همگی قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی هستند. مونوساکاریدها و دی ساکاریدها با توجه به این که دارای بار منفی در سطح خود می‌باشند ولی به دلیل دارا بودن ابعاد کوچک (درحد نانو) می‌توانند به ترتیب در ۸۸ و ۸۶/۵ درصد حجم منافذ دیواره سلولی نفوذ کنند (۴ و ۱۰). همچنین مولکول‌های ساکارز قادر هستند که در منافذ کوچکتر از ۰/۸ نانومتر نفوذ کنند (۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۴). اگر مونوساکارید یا دی ساکارید در کاغذسازی مورد استفاده قرار گیرد مقاومت به کشش و مقاومت به پارگی کاغذ بهبود می‌یابد که بهبود ویژگی‌های مکانیکی به واسطه تشکیل پیوند هیدروژنی بین گروه‌های هیدروکسیل قند و لایه دیواره سلولی سلولز است که البته این پیوند در الیاف در طی مرحله خشک کردن کاغذ روی می‌دهد (۵ و ۹ و ۱۱). این تحقیق با هدف استفاده از ساکارز به عنوان یک ماده افزودنی آلی و بررسی تأثیر آن بر ویژگی‌های خمیرکاغذ سودای باگاس انجام شد.

مواد و روش‌ها

عوامل ثابت: در این تحقیق خمیرکاغذ باگاس از کارخانه هفت تپه پارس تهیه و سپس توسط دستگاه لیفی کننده^۱، الیاف آن کاملاً از یکدیگر جدا شدند. شرایط پخت باگاس در واحد تهیه خمیرکاغذ کارخانه هفت تپه پارس در هنگام نمونه برداری به شرح ذیل بوده است: دمای پخت: ۱۷۰-۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، فشار دیگ پخت: $9-8 \text{ kg/cm}^2$ ، زمان پخت: ۱۵-۱۲ دقیقه، مقدار هیدروکسید سدیم مصرفی: ۱۰ درصد وزنی، رنگبری با: ۴ درصد هیپوکلریت سدیم، درجه روانی اولیه خمیرکاغذ: ۴۸۰ میلی‌لیتر (CSF).

عوامل متغیر: ساکارز استفاده شده در این تحقیق با فرمول $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (نام تجاری سروا) و با وزن مولکولی ۳۴۲/۳ از شرکت هیدلبرگ آمریکا تهیه شد. خمیرکاغذ سودای باگاس با محلول ساکارز در غلظت‌های ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد ترکیب و سپس به مدت ۲۰ دقیقه با یکدیگر هم‌زده شدند سپس

کاغذهایی با وزن پایه 60 ± 3 گرم بر مترمربع طبق استاندارد ۲۰۵ sp-۰۲ T آیین‌نامه تاپی^۱ ساخته شدند. کاغذهای ساخته شده به مدت ۲۴ ساعت در شرایط مشروط‌سازی (دمای 23 ± 1 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 50 ± 2 درصد) قرار داده شدند تا برای انجام آزمون‌های فیزیکی، مکانیکی و نوری آماده شوند. مقاومت به کشش بر اساس استاندارد ۰۱- ۴۹۴ om- T، مقاومت به ترک‌شدن بر اساس استاندارد شماره ۰۲- ۴۰۳ om- T، مقاومت به پارگی بر اساس استاندارد ۰۴- ۴۱۴ om- T، ضخامت بر اساس استاندارد ۹۷- ۴۱۱ om- T، ماتی بر اساس استاندارد ۰۱- ۴۵۲ om- T، درجه روشنی بر اساس استاندارد ۰۲- ۴۵۲ om- T آیین‌نامه تاپی، مقدار نگهداری آب^۲ بر اساس استاندارد ۲۵۶- um T آیین‌نامه تاپی و مقدار ساکارز باقی‌مانده بر اساس روش وزن‌سنجی اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری مقدار نگهداری آب، الیاف خمیرکاغذ در یک همزن با تعداد دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه جداسازی شدند و سپس با آب یون زدایی شده شسته شده و به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر ماندند. پس از این مدت، سوسپانسیون خمیرکاغذ با اعمال مکش ملایمی آبیگری شد تا خشکی آن به ۲۵ درصد برسد. سپس نمونه‌ها در گرانش (g) ۹۰۰ به مدت ۳۰ دقیقه سانتی‌فیوژ شدند. بعد از سانتی‌فیوژ، وزن نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (وزن تر نمونه‌ها). نمونه‌های وزن شده به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند و سپس در دسیکاتور حاوی جاذبه الرطوبه به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شدند پس از آن جرم خشک نمونه‌ها تعیین گردید. محاسبه میزان نگهداری آب مطابق با رابطه ۱ انجام شد (۱۳):

$$WRV = \frac{(Ww - Wd)}{Wd} \times 100 \quad \text{رابطه (۱)}$$

Ww: وزن نمونه تر بعد از سانتی‌فیوژ

Wd: وزن خشک نمونه

برای اندازه‌گیری مقدار ساکارز باقی‌مانده بر اساس روش وزن‌سنجی، کاغذ خرد کرده را در کارتوش ریخته و سپس ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در داخل بالن ریخته شد. سوکسوله بر روی بالن مستقر گردید و آب موجود در بالن به مدت ۲۴ ساعت جوشید. در طی این مدت ساکارز موجود در

1- TAPPI

2- Water retention value (WRV)

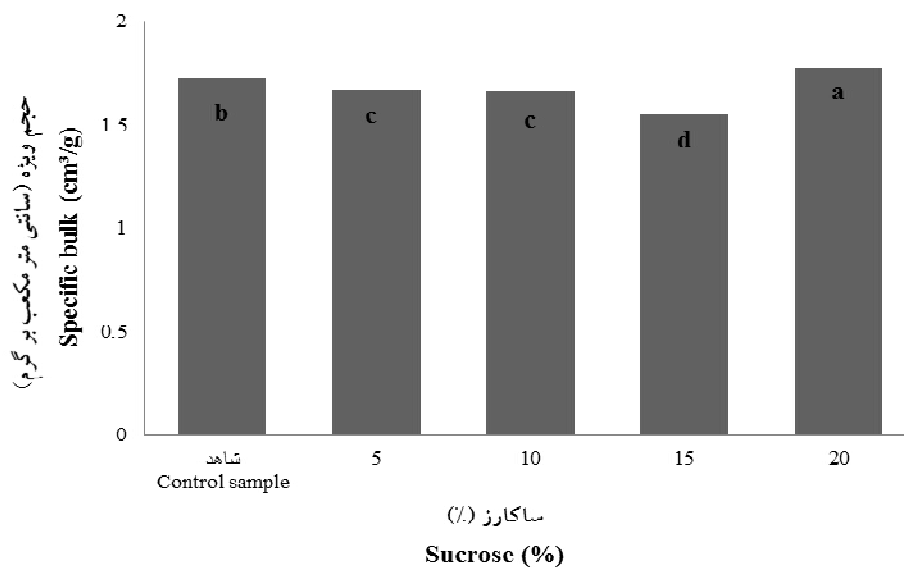
کاغذ خارج شده و با هر مرتبه سیفون کردن به داخل بالن ریخته شد. پس از مدت مذکور محتویات داخل بالن را به مدت ۲۴ ساعت درون آن با درجه حرارت 103 ± 2 درجه سانتی‌گراد قرار داده تا خشک گردد. سپس از آن خارج کرده و به دقت وزن گردید که از نسبت مقدار ساکارز باقیمانده به وزن خشک کاغذ، مقدار ساکارز باقیمانده در کاغذ محاسبه گردید (۲). جهت مقایسه نتایج به دست آمده از ارزیابی نمونه شاهد (نمونه فاقد ساکارز) با کاغذهای ساخته شده دارای ساکارز از آزمون تجزیه واریانس استفاده شد و سپس گروه‌بندی میانگین‌ها با کمک آزمون دانکن صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

حجم ویژه و مقاومت به عبور هوا (تخلخل): حجم ویژه^۱ نشان دهنده حجمی است که توسط یک گرم کاغذ اشغال شده و واحد آن بر حسب سانتی‌متر مکعب بر گرم می‌باشد (۱). ویژگی مقاومت به عبور هوا نشان دهنده مقدار تخلخل کاغذ می‌باشد که با روش‌های مختلف قابل اندازه‌گیری می‌باشد. در این تحقیق از روش گرلی^۲ و با واحد اندازه‌گیری ثانیه استفاده شد (۱). با توجه به شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود که کاغذهای شامل ۲۰ و ۱۵ درصد ساکارز به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار حجم ویژه و مقاومت به عبور هوا را به خود اختصاص داده‌اند. زیرا احتمالاً ساکارز تا مقدار ۱۵ درصد، فضاهای خالی بین الیاف را پر می‌کند و باعث کاهش میزان تخلخل و ضخامت کاغذ شده و در نتیجه حجم ویژه کاغذ کاهش یافته و مقاومت به عبور هوای کاغذ افزایش یافته است (۸). در مقادیر زیاد ساکارز (۲۰ درصد)، ساکارز احتمالاً با قرار گرفتن بین دو میکروفیبریل الیاف، باعث حجیمی بیشتر کاغذ و کاهش مقاومت به عبور هوای کاغذ شده است (۱۱).

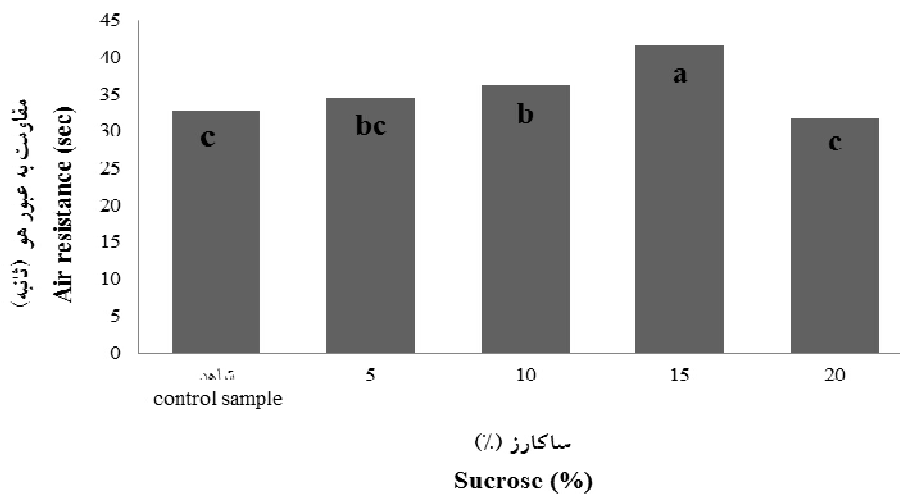
1- Specific bulk

2- Gurley test



شکل ۱- تأثیر افزودن ساکارز بر حجم ویژه کاغذ.

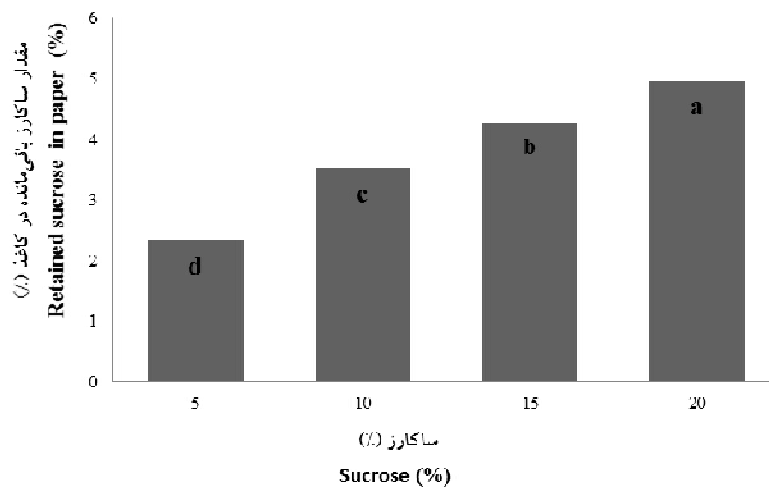
Figure 1. The effect of sucrose addition on paper specific Bulk.



شکل ۲- تأثیر افزودن ساکارز بر مقاومت به عبور هوای کاغذ.

Figure 2. The effect of sucrose addition on paper air resistance.

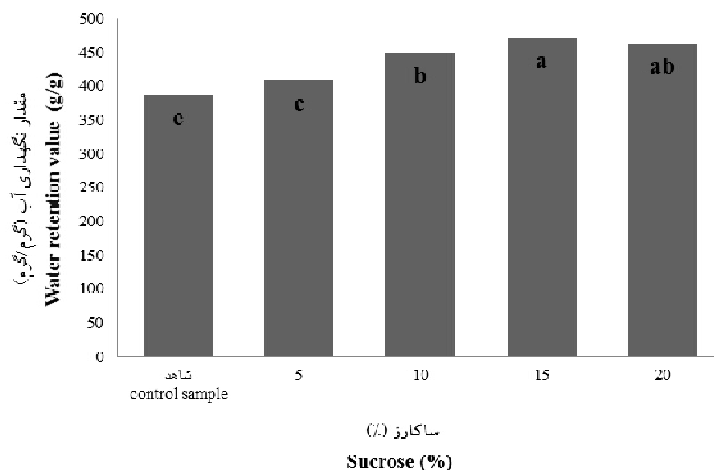
مقدار ساکارز باقی مانده در کاغذ: با توجه به شکل ۳ مشاهده می شود که با افزایش غلظت محلول ساکارز، مقدار ساکارز باقی مانده در کاغذ افزایش یافت. کاغذهای شامل غلظت محلول ساکارز ۲۰ و ۵ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار ماندگاری ساکارز را دارا بودند. بررسی های فهمی و مبارک (۲۰۰۹) نیز ثابت کرده بودند که با افزایش غلظت ملاس، مقدار ملاس باقی مانده در کاغذ افزایش می یابد که با روند داده های این تحقیق مطابقت دارد (۱۲).



شکل ۳- تأثیر افزودن ساکارز بر مقدار ساکارز باقیمانده در کاغذ.

Figure 3. The effect of sucrose addition on retained sucrose in paper.

مقدار نگهداری آب: با توجه به شکل ۴ مشاهده می شود که کاغذهای شامل ۱۵ درصد ساکارز و شاهد به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار نگهداری آب را به خود اختصاص داده اند. تا غلظت محلول ۱۵ درصد ساکارز، مقدار نگهداری آب افزایش یافته است. زیرا ساکارز به دلیل دارا بودن گروه های هیدروکسیل، با برقراری پیوند هیدروژنی با یکدیگر و با میکروفیبریل های خمیرکاغذ سودای باگاس و با ایجاد شبکه لیفی فشرده تر در خمیرکاغذ موجب افزایش مقدار نگهداری آب شده است (۱۴).

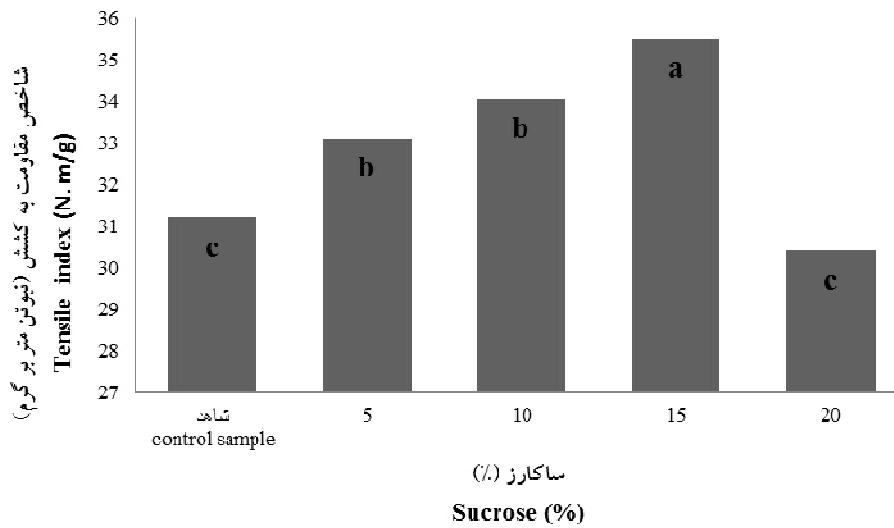


شکل ۴- تأثیر افزودن ساکارز بر مقدار نگهداری آب الیاف.

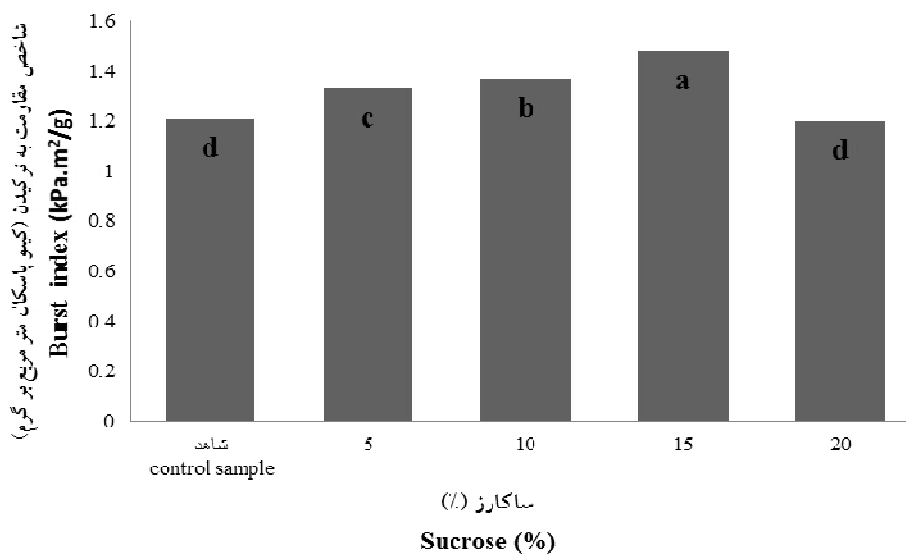
Figure 4. The effect of sucrose addition on fibers water retention value.

شاخص‌های مقاومت به کشش و مقاومت به ترکیدن: مقاومت به کشش در کاغذهایی چاپ برای کمک به مقاومت شبکه الیاف که تحت پرس تر قرار می‌گیرند، بسیار مهم است. هر عاملی که بتواند موجب افزایش سطح پیوند بین الیاف شود می‌تواند منجر به افزایش مقاومت به کشش شود (۱). از طرف دیگر مقاومت به ترکیدن از جمله مقاومت‌هایی است که به طول الیاف و میزان پیوند بین الیاف بستگی دارد ولی بیشتر متأثر از اتصال بین الیاف است (۱). هر چه الیاف نازک‌تر و یا انعطاف‌پذیرتر باشند به دلیل تشکیل اتصالات هیدروژنی بیشتر، پیوند بین الیاف توسعه یافته و در نتیجه مقاومت کاغذ در برابر ترکیدن افزایش می‌یابد (۱).

با توجه به شکل‌های ۵ و ۶ مشاهده می‌شود که بیشترین و کمترین مقدار مقاومت به کشش و ترکیدن به ترتیب مربوط به کاغذهای شامل ۱۵ و ۲۰ درصد ساکارز است، یعنی در مقایسه با تیمار شاهد، با افزایش ساکارز تا سطح ۱۵ درصد، مقاومت به کشش و ترکیدن کاغذ افزایش یافته است. در خصوص علت این ویژگی مثبت، می‌توان به عملکرد ذرات ساکارز در بهبود ویژگی‌های کاغذ اشاره کرد که ذرات ساکارز قادر به نفوذ در منافذ بزرگتر از ۰/۸ نانومتر بوده (۱۴) و قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های سلولز و افزایش سطح پیوند بین الیاف می‌باشند که در نتیجه مقاومت‌های به کشش و ترکیدن افزایش یافته است. فهمی و مبارک (۲۰۰۹)، افزایش مقاومت‌های کاغذ را پس از افزودن ملاس به این صورت گزارش کرده که در مقادیر بیشتر ساکارز (۲۰ درصد)، احتمالاً به دلیل قرار گرفتن ساکارز در بین دو میکروفیبریل، توزیع تنش ضعیف‌تر انجام شده و به همین دلیل موجب تمرکز تنش و افت مقاومت‌ها شده است (۱۲).

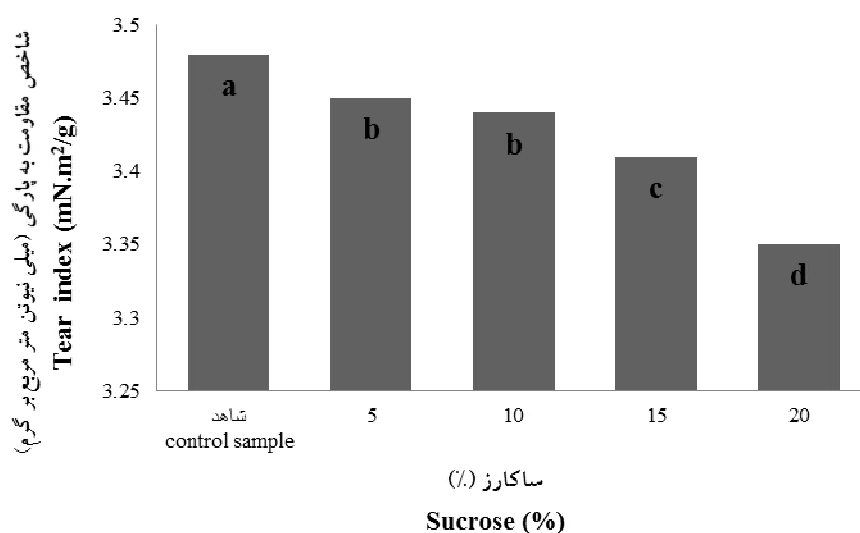


شکل ۵- تأثیر افزودن ساکارز بر شاخص مقاومت به کشش کاغذ.
Figure 5. The effect of sucrose addition on paper tensile index.



شکل ۶- تأثیر افزودن ساکارز بر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ.
Figure 6. The effect of sucrose addition on paper burst index.

شاخص مقاومت به پارگی: مقاومت به پارگی به فاکتورهایی همچون طول الیاف، استحکام تک تک الیاف، میزان اتصالات داخلی الیاف و مقاومت اتصالات بستگی دارد (۱). در کاغذهای با پیوندهای محکم بین الیاف، انرژی پارگی بیشتر صرف پاره شدن الیاف شده ولی در کاغذهای با پیوندهای ضعیف بین الیاف، انرژی پارگی بیشتر صرف جدا شدن الیاف می‌شود (۷). به همین دلیل با افزایش سطوح پیوند بین الیاف، وزنه تنش پارگی بر روی مقاومت ذاتی الیاف بیشتر شده و در نتیجه مقاومت به پارگی کاهش یافته است (۸). با توجه به شکل ۷ مشاهده می‌شود که تیمار شاهد و کاغذ شامل ۲۰ درصد ساکارز به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص مقاومت به پارگی را به خود اختصاص داده‌اند.

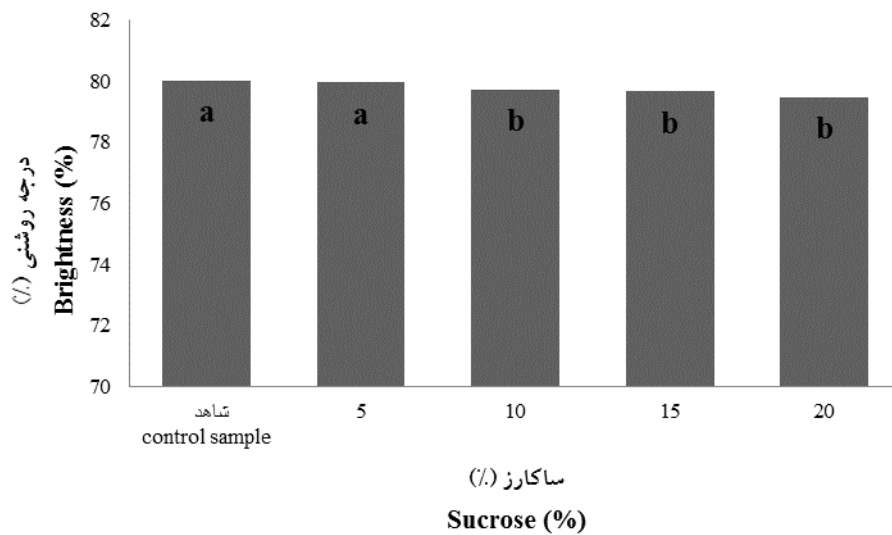


شکل ۷- تأثیر افزودن ساکارز بر شاخص مقاومت به پارگی کاغذ.

Figure 7. The effect of sucrose addition on paper tear index.

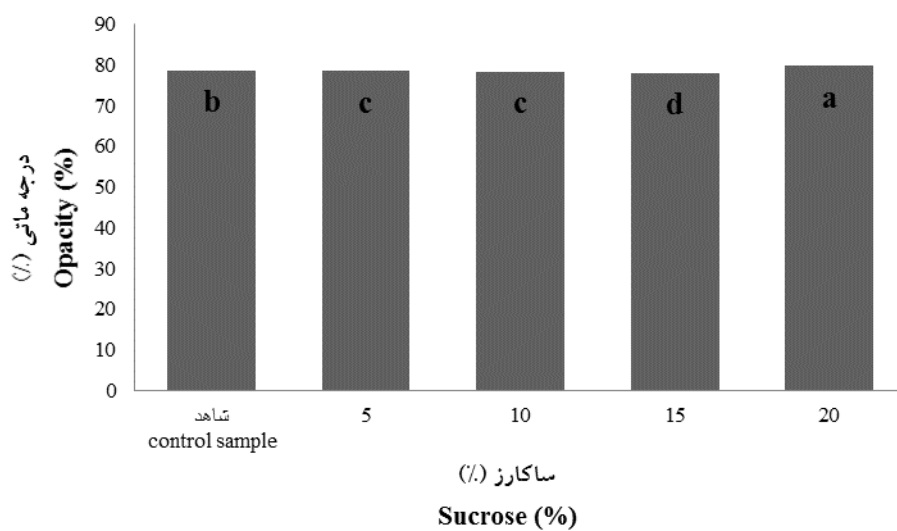
درجه روشنی و درجه ماتمی: با توجه به شکل ۸ مشاهده می‌شود، که تیمار شاهد و کاغذ شامل ۲۰ درصد ساکارز به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار درجه روشنی را به خود اختصاص داده‌اند و کاغذ شامل ۲۰ درصد و ۱۵ درصد ساکارز به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار درجه ماتمی را دارا بودند. شکل ۸ نشان می‌دهد که افزودن ساکارز به خمیر کاغذ منجر به کاهش نسبی درجه روشنی کاغذ (کاهش ۰/۶۸ درصدی نسبت به نمونه شاهد) شده است زیرا احتمالاً با افزودن ساکارز، میزان انعکاس نور در

طول موج ۴۵۷ نانومتر کاهش یافته است که می‌تواند به دلیل کمتر بودن درجه روشنی ساکارز و افزایش درجه زردی کاغذ باشد (۱۴). زیرا درجه زردی کاغذ در نمونه شاهد ۱۹/۷۶ درصد بود که با افزودن ساکارز، درجه زردی کاغذ افزایش و به ۲۰/۸۸ درصد رسید (شکل ۱۰). در ارتباط با درجه ماتی، با استفاده از ساکارز تا غلظت ۱۵ درصد به دلیل افزایش پیوند بین الیاف، سطح تماس نوری افزایش یافته و به همین دلیل درجه ماتی کاهش یافته است (۲) که با نتایج به دست آمده در بخش ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی مطابقت دارد (شکل ۹).



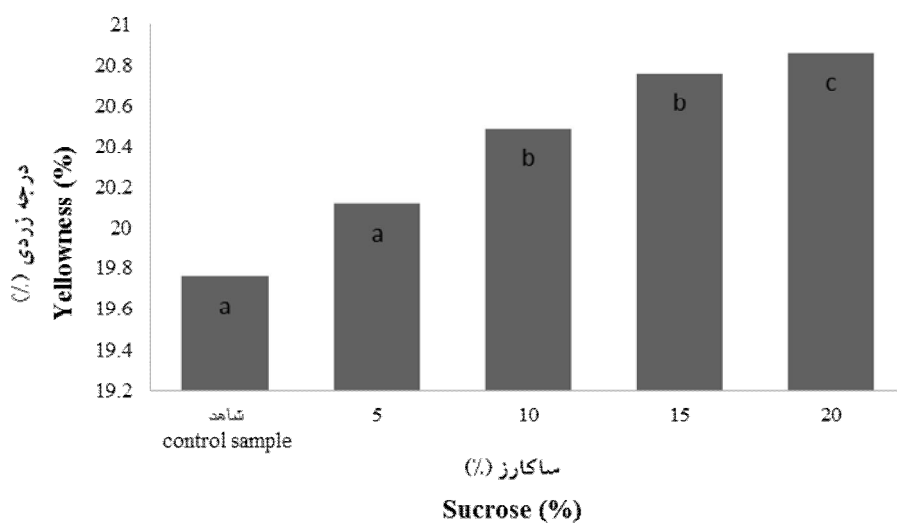
شکل ۸- تأثیر افزودن ساکارز بر درجه روشنی کاغذ.

Figure 8. The effect of sucrose addition on paper brightness.



شکل ۹- تأثیر افزودن ساکارز بر درجه ماتی کاغذ.

Figure 9. The effect of sucrose addition on paper opacity.



شکل ۱۰- تأثیر افزودن ساکارز بر درجه زردی کاغذ.

Figure 10. The effect of sucrose addition on paper yellowness.

نتیجه گیری

در بررسی اثر مقدار ساکارز بر ویژگی‌های خمیر کاغذ سودای باگاس مشاهده گردید که با افزایش مقدار ذرات ساکارز تا ۱۵ درصد ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی کاغذ افزایش یافته، سپس با افزودن ۲۰ درصد ساکارز، ویژگی‌های مورد نظر به دلیل پر کردن منافذ خالی بین میکروفیبریل‌ها توسط ساکارز کاهش یافتند. تا زمانی که ساکارز (حدود ۴ درصد وزنی) این نقش را ایفاء کند، پیوندهای هیدروژنی بین ساختار الیاف اشباع شده با قندهای دی ساکارید تشکیل خواهد شد و این منجر به تقویت شبکه لیفی الیاف در خمیر کاغذ و در نتیجه بهبود ویژگی‌های کاغذ خواهد شد. اما در صورت استفاده از مقادیر وزنی بیشتر (۵ درصد یا بیشتر)، احتمالاً ساکارز صرف نظر از پر کردن فواصل، در بین دو میکروفیبریل قرار می‌گیرد و این امر موجب کاهش سطح پیوند نسبی و شبکه لیفی در نقاط اتصال، در نتیجه موجب سهولت شکست شبکه لیفی کاغذ خواهد شد.

منابع

1. Afra, E. 2006. Properties of paper: an introduction. Aeezh Press, 338p. (In Persian)
2. Allan, G.G., Stoyanov, A.P., and Ueda, M. 1999. Sugar cellulose composites I. Tappi Journal, 82: 3.167-173.
3. Allan, G.G., Stoyanov, A.P., Ueda, M., and Yahiaou, A. 2001. Sugar cellulose composites. The Mechanism of fiber strengthening by cell wall incorporation of sugars. Tappi Journal, 8: 127-138.
4. Allan, G.G., Stoyanov, A.P., and Ueda, M. 2003. Sugar cellulose composites. Cellulose Chemistry and Technology, 35(5): 559-569.
5. Allan, G.G., Rattanaviwatpong, P., Guyette, E.B., Ho, T.C.S., Mallari, J.C., and Pfeif, A. 2005. Sugar-cellulose composites: A comparative assessment of corn syrup as a fiber substitute in paper. Tappi Journal, 11: 3.135-140.
6. Ashori, A., Marashi, M., Ghasemian, A., and Afra, E. 2013. Utilization of sugarcane molasses as a dry-strength additive for old corrugated container recycled paper. Composites: Part B, 45: 10.1595-1600.
7. Caulfield, D.F., and Gunderson, D.E. 1988. Paper testing and strength characteristics. P 31-40. In: Tappi processings of the 1988 paper preservation symposium.
8. Fahmy, T.Y.A., Mobarak, F., Fahmy, Y., Fadl, M.H., and El-sakhawy, M. 2006. Nanocomposites from natural cellulose fiber incorporated with sucrose. Wood Science and Technology, 40: 1.77-86.

9. Fahmy, T.Y.A. 2007. Introducing molasses as a new additive in papermaking. *Tappi Journal*, 6: 8. 23-25.
10. Fahmy, T.Y.A. 2007. Molasses as a new additive in papermaking: for high alpha-cellulose wood pulp. *Tappi Journal*, 4: 1.42-45.
11. Fahmy, T.Y.A., and Mobarak, F. 2008. Nanocomposites from natural cellulose fibers filled with kaolin in presence of sucrose. *Carbohydrate Polymers*, 72: 7.751-755.
12. Fahmy, T.Y.A., and Mobarak, F. 2009. Advanced nano-based manipulations of molasses in the cellulose and paper discipline: Introducing a master cheap environmentally safe retention aid and strength promoter in papermaking. *Carbohydrate Polymer*. 77: 4. 316-319.
13. Silvy, J., Romatier, G., and Chiodi, R. 1968. Méthodes pratiques de contrôle du raffinage. *Revue ATIP*, 22: 31-53.
14. Stone, J.E., and Scallan, A.M. 1968. Structural model for the cell wall of water-swollen wood pulp fiber based on their accessibility to macromolecules. *Cellulose Chemistry and Technology*, 2: 3. 343-358.
15. Tabatabaei, M., Tohidfar, M., Salehi Jouzani, G., Safarnejad, M., and Pazouki, M. 2011. Biodiesel production from genetically engineered microalgae: Future of bioenergy in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4): 1918-1927.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (2), 2016
<http://jwfst.gau.ac.ir>

The effect of using sucrose on bagasse soda pulp properties

*V. Vaziri¹, A.R. Saraeyan², E. Afra² and F. Faraji³

¹Graduated Ph.D., Pulp and Paper Industries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ^{1,3}Assistant Prof., Dept., of Wood and Paper Science and Technology, Gonbad Kavous University, ²Associate Prof., Dept., of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural

Received: 08/06/2014; Accepted: 01/28/2016

Abstract

Background and objective: The paper industry in the world is encountered with raw cellulose material constraints. In many countries, wood in sufficient quantities does not exist on the pulp and paper industry needs. The rapid growth of paper consumption, causes raw materials shortages in the pulp and paper industry. The overall objectives of the pulp industry is to increase efficiency, reduce costs, development of environmentally friendly processes and improve the quality of products. The pulp and paper industries are increasingly growing and developing. The reports showed that sugars due to their abundance, small sizes (nanometer size) and substantial hydrogen bonding capacity can be considered appropriate substance in the paper industry. On the other hand, the paper strength varied with sugar type, sugar content in the final papers and the level of refining of the constituent fibers. This research was carried out to investigate the effect of using sucrose as an organic additive on bagasse soda pulp properties.

Materials and methods: Bagasse soda pulp of pars haft Tapeh factory and sucrose solution (different concentrations of 5, 10, 15, 20 % based on dry weight of fibers) were used. Bagasse soda pulp was incorporated with sucrose solution in different concentrations, and were stirred in the mixer for 20 min. The hand sheets with base weight of 60 ± 3 g/m² were prepared according to TAPPI standard. The effect of using sucrose on optical, mechanical and physical properties of hand sheets were examined and compared to control sample, which was without sucrose.

Results: The results showed a significant difference between control sample (sample without sucrose) and papers containing sucrose in terms of optical, mechanical and physical properties ($p \leq 0.01$). With increasing of sucrose up to 15% by weight in the paper, density, air resistance, water retention value, tensile index,

*Corresponding author: vahidvaziri@gmail.com

burst index increased while tear index, opacity and brightness decreased. The enhancement of paper strength with adding sucrose up to 15 % is due to bonding hydrogen between hydroxyl groups of the sugar and those of the cellulosic lamellae of the cell wall.

Conclusion: Overall, when the retained sucrose content in the paper reached a maximum of approximately 4% of the dry weight of paper, many hydrogen bonds formed between saturated fibers with disaccharide sugars and, this led to the strengthening fibers network in pulp and paper and improving the paper properties. Paper composites produced in this work can be used as absorbent paper, due to their high water retention.

Keywords: Bagasse soda pulp, Sucrose, Hydrogen bonds, Water retention value, Absorbent paper