نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم و دوم، شماره دوم، ۱۳۹٤
http://jwfst.gau.ac.ir

اثر استفاده از آنتراکینون بر ویژگی‌های خمیرکاغذ سولفیت خنثی از گونه ممرز

مریم روستایی[۱]، *ربیع بهروز[۲] و سعید مهدوی[۳]

[۱]کارشناس‌ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تربیت مدرس، [۲]دانشیار دانشگاه تربیت مدرس،
[۳]دانشیار بخش تحقیقات علوم چوب و کاغذ، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۰۸

چکیده

سابقه و هدف: هدف از این تحقیق بررسی اثر استفاده از کاتالیزور آنتراکینون بر ویژگی خمیرکاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی (NSSC) گونه ممرز می‌باشد. تحقیقات مختلفی که در مورد اثر افزودن آنتراکینون به خمیرهای کاغذ شیمیایی مثل سودا و کرافت انجام شده است، بهبود لیگنین‌زدایی، کاهش عدد کاپا و میزان وازده خمیرکاغذ و بهبود بازده خمیرکاغذ را مورد تأیید قرار داده است.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق، خمیرکاغذسازی از گونه ممرز با روش سولفیت سدیم خنثی و با هدف دستیابی به سه سطح بازده ۵۵، ٦۰ و ٦۵ درصد انجام شد. برای رسیدن به بازده موردنظر پخت از شرایط: درجه حرارت ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، مدت زمان (متغیر)، درصد مواد شیمیایی ۱٤ درصد و آنتراکینون ۰/۱ درصد (برمبنای وزن خشک خرده چوب) استفاده شد. در تمام پخت‌ها نسبت وزنی سولفیت سدیم به بی‌کربنات سدیم ٤/۵ به ۱ و نسبت مایع پخت به خرده‌چوب ٤ به ۱ به‌طور ثابت در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل نشان داد که در بازده‌های مشابه، استفاده از آنتراکینون به‌دلیل گزینش‌پذیری بهتر، سبب کاهش زمان پخت (۵ تا ۱۰ دقیقه)، وازده (۱/۸ تا ۰/۳ درصد) و عدد کاپا (۳ تا ٤ واحد) شده است. خمیرکاغذهای تهیه شده با آنتراکینون به انرژی پالایش کمتری در مقایسه با خمیرکاغذهای بدون آنتراکینون نیاز داشتند. با افزودن آنتراکینون، میانگین شاخص‌های مقاومتی کاغذ شامل مقاومت به

*مسئول مکاتبه:

Archive of SID
www.SID.ir

ترکیدن ۲۲/۲ درصد، پاره شدن ۷/۱ درصد، کشش ۲۰/٤ درصد، له شدگی حلقوی ۱٦/۲ درصد و له شدگی کنگره‌ای ۸/۳ درصد، افزایش یافت که این افزایش در سطح اعتماد آماری ۹۵ درصد معنی‌دار بود. در مورد خواص نوری کاغذهای دست‌ساز، نتایج حاکی از آن است که افزودن آنتراکینون باعث تغییر معنی‌دار درجه روشنی کاغذ شده است؛ به طوری‌که میزان آن در بازده‌های ٦۵، ٦۰ و ۵۵ درصد به‌ترتیب ۷٦/۵، ٤۷/۵ و ۱٦/٤ درصد ایزو افزایش داشته است. همچنین درجه ماتی کاغذها به‌میزان کمی افزایش یافته (۰/٤ درصد) که به لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است.

نتیجه‌گیری: در مجموع می‌توان گفت که استفاده از ۰/۱ درصد آنتراکینون باعث بهبود لیگنین‌زدایی، مصرف کمتر انرژی پالایش و همه مقاومت‌ها و ویژگی‌های نوری خمیرکاغذ سولفیت سدیم خنثی تهیه شده از چوب ممرز شده است. علاوه‌بر این آنتراکینون توانسته است در شرایط قلیایی ضعیف‌تر (pH کمتر) نیز قابلیت گزینش‌پذیری خود را حفظ کند. نتایج مثبت مذکور برای تولید کاغذ کنگره‌ای که موارد مصرف فراوانی در صنعت بسته‌بندی دارد، خیلی دارای اهمیت است.

واژه‌های کلیدی: ممرز، فرآیند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی، آنتراکینون، ویژگی‌های مقاومتی، ویژگی‌های نوری

مقدمه

استفاده روزافزون از منابع جنگلی به‌منظور تولید فرآورده‌های چوب و کاغذ، این منابع را با خطر کمبود مواجه کرده است. همچنین، با افزایش جمعیت کشور و پیشرفت علم و فن‌آوری، نیاز به فرآورده‌های کاغذی در حال افزایش است، این در حالی است که سطح جنگل‌های کشور به‌دلیل بهره‌برداری بی‌رویه و برخی عوامل از جمله آلودگی محیطزیست و عدم مدیریت صحیح و غیر تخصصی، کاهش یافته است. برای حل این معضل، علاوه‌بر توسعه جنگل‌های دست کاشت با استفاده از درختان سریع‌الرشد و نیز گونه‌های با قابلیت تکثیر و سازگاری بالا و در عین حال دارای ویژگی‌های مناسب تکنولوژیکی برای ساخت کاغذ، به‌کار بردن فرآیندهای خمیرکاغذسازی اصلاح شده جهت کاهش استفاده از منابع چوبی از طریق افزایش بازده خمیرکاغذسازی و نیز کاهش خروجی آلاینده‌ها از راهکارهای مؤثر می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

گونه چوبی ممرز در بین پهن‌برگان ایران به‌علت دارا بودن طول الیاف قابل قبول (بیش از یک میلی‌متر)، قابلیت اشباع مناسب در جهات شعاعی و طولی با وجود دانسیته نسبتاً زیاد، یکی از مهم‌ترین مواد اولیه تولید خمیرکاغذ شیمیایی، شیمیایی- مکانیکی و نیمه شیمیایی سولفیت خنثی در کارخانه‌های شمال کشور است.

بلین (۱۹۹۳) استفاده از آنتراکینون (AQ) را به‌عنوان کاتالیزور، در فرآیند لیگنین‌زدایی از جمله پیشرفت‌های با ارزش در زمینه شیمی خمیرکاغذسازی می‌داند (۲). آنتراکینون به‌دلیل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاصی که دارد و نیز مقدار بسیار اندک مصرف، کاتالیزور مؤثری در خمیرکاغذسازی شیمیایی قلیایی می‌باشد. این ماده یک ترکیب آلی افزودنی است و می‌تواند از طریق اکسید کردن کربوهیدرات‌ها و کاهش لیگنین باعث افزایش گزینش‌پذیری[1] واکنش‌های خمیرکاغذسازی شود. افزودن مقدار بسیار کمی از این ماده می‌تواند در فرآیندهای قلیایی سبب تثبیت گروه‌های انتهایی زنجیره سلولزی و جلوگیری از واکنش تخریبی[2] آن‌ها و در نتیجه سبب افزایش بازده خمیرکاغذسازی شود (٦ و ۱۸).

در مورد استفاده از ماده افزودنی آنتراکینون در فرآیندهای خمیرکاغذسازی قلیایی مطالعات زیادی انجام شده است. جایگزینی آنتراکینون به جای سولفید سدیم در فرآیند کرافت برای جلوگیری از آلودگی هوا و نیز افزایش سرعت لیگنین‌زدایی، به‌عنوان یک روش مناسب معرفی شده است (١٤).

مک‌لود و کینگزلند (۱۹۹۰)، گزارش کردند که افزودن آنتراکینون در فرآیند کرافت –AQ به‌طور قابل ملاحظه‌ای سرعت لیگنین‌زدایی و درصد بازده را در مقایسه با فرآیند خمیرکاغذسازی کرافت افزایش داده است. شفیع‌نیا (۱۹۹٦)، استفاده از AQ را در فرآیند خمیرکاغذسازی قلیایی سودا مورد بررسی قرار داد. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از این ماده سبب افزایش بازده و ویژگی‌های مقاومتی و نیز کاهش عدد کاپای خمیرکاغذ حاصل می‌شود (۱۱). همچنین کمینی و گوها (۱۹۸۷) در مورد خمیرکاغذسازی به روش سودا –AQ از اکالیپتوس بیان کردند که استفاده از AQ سبب افزایش بازده خمیرکاغذ، کاهش عدد کاپا و درصد وازده می‌شود (۹). استورگف و وتی (۱۹۹٤) نیز بیان کرده‌اند که با استفاده از AQ می‌توان خمیرکاغذی با عدد کاپای کم تولید کرد. در تحقیق آن‌ها میزان AQ مورد استفاده برای سوزنی‌برگان ۰/۱ درصد و برای پهن‌برگان ۰/۰۵ درصد بود و میزان کاهش

1- Selectivity
2- Peeling

Archive of SID

www.SID.ir

عدد کاپا از ٦ تا ۲۳ درصد هم اندازه‌گیری شد (۲۱). در مورد پخت سولفیت قلیایی، پات و کورداچیا (۱۹۹۷)، گزارش کردند که افزودن آنتراکینون توانسته در پخت سولفیت قلیایی در محیط متانول پس از ۱۵۰ دقیقه عدد کاپای خمیرکاغذ را به ٤۰ برساند، در حالی‌که در شرایط مشابه و بدون استفاده از این ماده، لیگنین‌زدایی در عدد کاپای ۱۰۰ متوقف شده بود (۱۷).

تحقیقات بسیار زیادی تأثیر آنتراکینون را در شرایط قلیایی تأیید می‌کنند، اما در مورد این سؤال که آیا این ماده در شرایط خنثی یا قلیای ضعیف نیز می‌تواند اثرگذار باشد، همچنان ابهام وجود دارد. ابروسه و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که لیگنین‌زدایی با افزودن ۲۰ درصد سولفیت سدیم و کربنات سدیم به‌نسبت ۳ به ۱ و ۰/۱ درصد AQ سبب تولید خمیرکاغذ با بازده بین ۵۰ تا ۷۰ درصد از چوب صنوبر می‌شود. با افزایش دمای پخت در محدوده ۱٦۵–۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، سرعت لیگنین‌زدایی بدون تأثیر بر گزینش‌پذیری خمیرکاغذ افزایش یافت (۱۵). کتونن و همکاران (۱۹۷۹) در بررسی تأثیر افزودن ۰/۱ درصد آنتراکینون بر پخت سولفیت خنثی کاج به‌این نتیجه دست یافتند که بازده خمیرکاغذ سولفیت خنثی- آنتراکینون در حدود ۸ تا ۱۰ درصد نسبت به خمیرکاغذ بدون آنتراکینون بیشتر می‌باشد. آن‌ها دلیل این تفاوت را پایدار شدن همی‌سلولزها در اثر استفاده از آنتراکینون در شرایط پخت ملایم‌تر بیان نمودند (۱۰).

دات و تایاگی (۲۰۱۰) با بررسی مقادیر مختلف مصرف آنتراکینون (۳ سطح مصرف) در فرآیند سودا دریافتند که اثر افزایش مقدار آنتراکینون بر کاهش عدد کاپا و میزان وازده خمیرکاغذ نسبت به بهبود بازده خمیرکاغذ کمتر است. در این تحقیق استفاده از ۰/۱ درصد آنتراکینون توصیه شد (٤).

دات و همکاران (۲۰۱۰) تولید خمیرکاغذ NSSC از ساقه سه گیاه یک‌ساله را بررسی کردند. ایشان مزیت‌های این فرآیند نسبت به فرآیند متداول کرافت را امکان دسترسی به بازده بیشتر با قابلیت‌های بهتر رنگ‌بری خمیرکاغذ و مقاومت‌های متوسط گزارش نموده‌اند (۵).

از آنجایی که آنتراکینون علاوه‌بر جلوگیری از تخریب قلیایی کربوهیدرات‌ها باعث تسهیل لیگنین‌زدایی نیز می‌شود، این تحقیق جهت بررسی میزان تأثیر آن بر ویژگی‌های خمیرکاغذ تولید شده از چوب ممرز به روش نیمه شیمیایی سولفیت خنثی انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

تهیه ماده اولیه: خرده‌چوب‌های مورد استفاده در این تحقیق، از گونه ممرز بوده که دارای متوسط طول الیاف ۱۳۰۰ میلی‌متر و جرم مخصوص ۰/۷۹g/cm^3 بود. میانگین ابعاد خرده چوب‌ها شامل ۲/۵۳ سانتی‌متر طول، ۱/۹۸ سانتی‌متر عرض و ۰/٤۰ سانتی‌متر ضخامت بود.

پس از اندازه‌گیری درصد رطوبت، خرده‌چوب‌ها جهت جلوگیری از تبادل رطوبتی داخل کیسه‌های پلاستیکی نگهداری شدند. آماده‌سازی مایع پخت توسط ١٤ درصد سولفیت سدیم و بی‌کربنات سدیم به نسبت وزنی ٤/٥ به ١ انجام شد. پخت در دو حالت با آنتراکینون و بدون آن در شرایط: دمای ثابت ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، L/W: ٤/١ و درصد آنتراکینون ۰/۱ (برمبنای وزن خشک خرده چوب) انجام شد.

براساس شرایط یاد شده، پخت‌های آزمایشی متعددی در زمان‌های مختلف جهت دست‌یابی به بازده‌های موردنظر (بازده قابل قبول ٥٥، ٦٠ و ٦٥ درصد) انجام شد. تمامی پخت‌ها در دیگ پخت از نوع ناپیوسته چرخشی و ۳۰ دقیقه آغشته سازی اولیه تا رسیدن به دمای موردنظر انجام شد. پس از اتمام هر پخت و تخلیه فشار و مایع پخت سیاه (مصرف شده) از دیگ‌ها، خرده‌چوب‌های پخته شده به‌طور کامل شسته شده و عمل جداسازی الیاف آن‌ها توسط دستگاه جداکننده الیاف[1] آزمایشگاهی از نوع تک دیسک چرخشی انجام شد. خمیرکاغذ تهیه شده بر روی الک‌های ۱۸ مش (در بالا) و ۲۰۰ مش (در پایین) شستشو و پس از جداسازی الیاف قابل قبول و وازده، درصد خشکی و بازده آن محاسبه شد. در نهایت ٦ نوع خمیر کاغذ جهت تهیه کاغذ دست‌ساز آزمایشگاهی و برای مقایسه نمونه‌های با بازده مختلف به‌دست آمده (جدول ۱) انتخاب شدند. عدد کاپا و درجه روانی خمیر کاغذها به‌ترتیب براساس دستورالعمل شماره T236 om–06 آئین‌نامه تاپی[2] و دستورالعمل شماره M–365 آئین‌نامه SCAN اندازه‌گیری شد.

به‌منظور مقایسه و بررسی ویژگی‌های خمیرکاغذهای حاصل (پس از یکنواخت‌سازی درجه روانی آن‌ها با استفاده از پالایشگر آزمایشگاهی[3])، کاغذ دست‌ساز آزمایشگاهی با جرم پایه ٦٠ گرم بر سانتی‌متر مربع براساس دستورالعمل شماره M5:67 آئین‌نامه SCAN ساخته شد. ویژگی‌های مقاومتی

1- Defibrator
2- TAPPI
3- PFI mill beater

Archive of SID

www.SID.ir

شامل شاخص مقاومت به کشش طبق دستورالعمل T 404 om-92، شاخص مقاومت به ترکیدن طبق دستورالعمل T 403 om- 10، شاخص مقاومت به پارگی طبق دستورالعمل T 414 om-04، مقاومت به له شدگی حلقه‌ای[1] طبق دستورالعمل T 818 cm-07 و مقاومت به له شدگی کنگره‌ای[2] طبق دستورالعمل T 809 om-11 آئین‌نامه تاپی اندازه‌گیری شدند. ویژگی‌های نوری کاغذهای دست‌ساز شامل درجه روشنی طبق دستورالعمل T 1216 sp-12 و درجه ماتی طبق دستورالعمل T 425 om-11 اندازه‌گیری شدند.

به‌منظور بررسی اختلاف آماری بین میانگین‌های مقادیر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خمیرکاغذ و کاغذ، در شرایط استفاده و عدم استفاده از آنتراکینون، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد.

نتایج و بحث

گزینش‌پذیری خمیرکاغذسازی: همان‌گونه که جدول شماره (۱) ملاحظه می‌شود، استفاده از آنتراکینون باعث افزایش بازده قابل قبول و کاهش میزان وازده با توجه به زمان صرف شده در مقایسه با حالت بدون آنتراکینون شده است. دلیل این امر را می‌توان به انحلال بیشتر لیگنین و نیز پایدار شدن همی‌سلولزها توسط آنتراکینون در طی زمان پخت دانست که با نتایج دیگر مطابقت دارد (۱۰).

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که به لحاظ آماری فقط تغییرات وازده‌ی خمیرکاغذ با افزودن آنتراکینون معنی‌دار (در سطح اعتماد ۹۵ درصد) می‌باشد. در شرایط استفاده از آنتراکینون به زمان پخت طولانی‌تری جهت دست‌یابی به یک کاپای معین نیاز می‌باشد. به‌نظر می‌رسد این نتیجه گویای ممانعت از تخریب بسیار سریع دیواره سلولی توسط آنتراکینون باشد. بنابراین، بدیهی است که اگر زمان پخت یکسان در نظر گرفته شود بازده در شرایط استفاده از آنتراکینون بیشتر خواهد بود. دلیل این امر را می‌توان به انحلال بیشتر لیگنین و افزایش گزینش‌پذیری (حفظ کربوهیدرات‌ها) توسط آنتراکینون طی زمان پخت دانست. این موضوع با توجه شکل ۱ که کاهش عدد کاپا را هم در شرایط استفاده از آنتراکینون نشان می‌دهد، تأیید می‌شود. کائو و لی (۱۹۹٦) در بررسی‌های خود دریافتند که افزودن ۰/۱ درصد آنتراکینون به مایع پخت سودا، عدد کاپا را تا ۲۰ واحد کاهش می‌دهد (۳).

1- Ring Crush Test (RCT)
2- Corrugating Medium Test (CMT)

Archive of SID

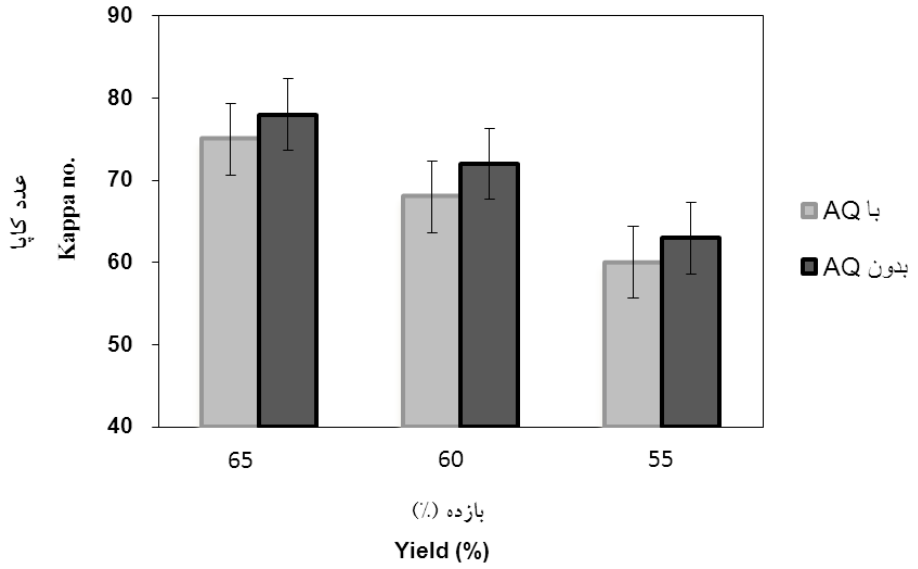
www.SID.ir

جدول ۱- بازده و عدد کاپا در شرایط مختلف پخت.

Table 1- Yield and kappa no. of pulp in different cooking conditions.

F	عدد کاپا Kappa no.	F	وازده (درصد) Reject (%)	بازده قابل قبول Ac دوازده (درصد) Accepted yield	زمان پخت برای رسیدن به بازده موردنظر (دقیقه) Max. cooking temperature	کد گونه Code	شرایط Condition
4.23 n.s.	75	3.27 *	1.8	65	20	M_1	با آنتراکینون With anthraquinone
	68		0.9	60	40	M_2	
	60		0.3	55	80	M_3	
	78		3.2	65	15	M_4	بدون آنتراکینون Without anthraquinone
	72		1.2	60	35	M_5	
	63		0.5	55	70	M_6	

n.s. تغییرات معنی‌دار نیست– No significant * تغییرات در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار است Significant at $\alpha \leq 0.05$.

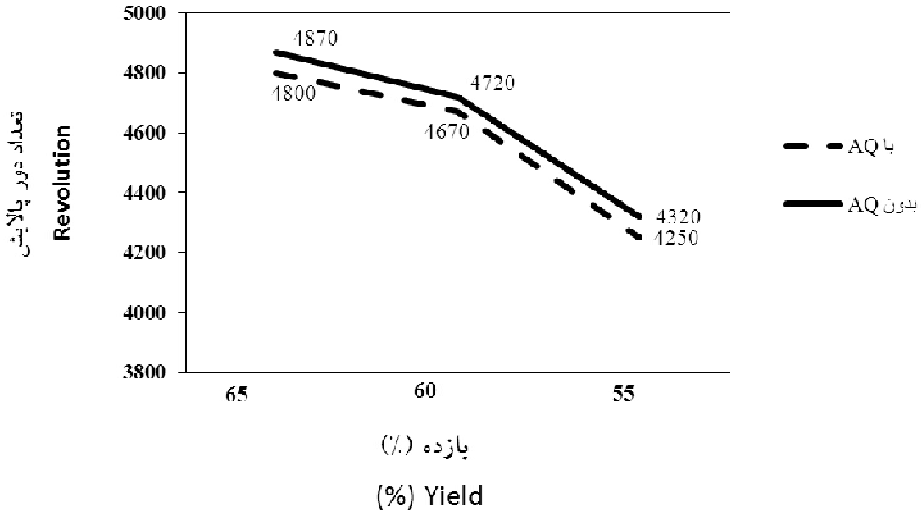


شکل ۱- اثر افزودن آنتراکینون بر عدد کاپای خمیرکاغذ NSSC در بازده‌های مختلف.

Fig. 1- Effect of anthraquinone on kappa no. of NSSC pulp at the different yield.

www.SID.ir

پالایش: همان‌طور که در شکل ۲ دیده می‌شود در تیمارهایی که از آنتراکینون استفاده شده است، تعداد دور پالایش کمتری نسبت به حالت بدون استفاده از آنتراکینون مشاهده شد. در این ارتباط می‌توان گفت که با افزودن آنتراکینون، به‌دلیل خروج بیشتر لیگنین، امکان تراکم و تجمع الیاف افزایش یافته و در نتیجه میزان آب‌گیری از خمیرکاغذ تا حدی کاهش می‌یابد. به‌عبارت دیگر برای رسیدن به یک درجه‌روانی مشخص (٤۰۰ میلی‌لیتر)، نیاز به پالایش کمتر بوده است. با درنظر گرفتن تعداد دور کوبنده که نشان‌دهنده انرژی مصرفی پالایش است، مشاهده می‌شود که با استفاده از AQ، تعداد دور لازم برای پالایش و در نتیجه انرژی مصرفی در پالایش کاهش می‌یابد (شکل ۲).



شکل ۲- اثر افزودن آنتراکینون بر درجه‌روانی خمیرکاغذ NSSC در بازده‌های مختلف.

Fig 2- Effect of anthraquinone on freeness of NSSC pulp at the different yield.

مقایسه مقاومت‌ها و ویژگی‌های نوری کاغذهای دست‌ساز: در جدول ۲ تجزیه و تحلیل آماری بین میانگین ویژگی‌های کاغذهای دست‌ساز آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود اثر افزودن آنتراکینون (به غیر از ماتی)، بر روی سایر ویژگی‌های کاغذ معنی‌دار بوده است.

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر آنتراکینون بر روی ویژگی‌های کاغذهای ساخته شده.

Table 2- Analysis variance of anthraquinone effect on handsheet properties.

سطح معنی‌داری Significant level	F	مجموع مربعات Sum of square	درجه آزادی Freedom degree	منبع تغییرات Variation source
0.001 **	9.82	457.32	1	له شدگی حلقه‌ای RCT
0.048 *	7.94	88.27	1	له شدگی کنگره‌ای CMT
0.000 **	9.57	739.84	1	شاخص کشش Tensile index
0.038 *	11.44	1.88	1	شاخص پارگی Tear index
0.022 **	7.86	3.50	1	شاخص ترکیدن Burst index
0.000 **	4.93	436.18	1	روشنی Brightness
3.2 n.s.	0.10	1.78	1	ماتی Opacity

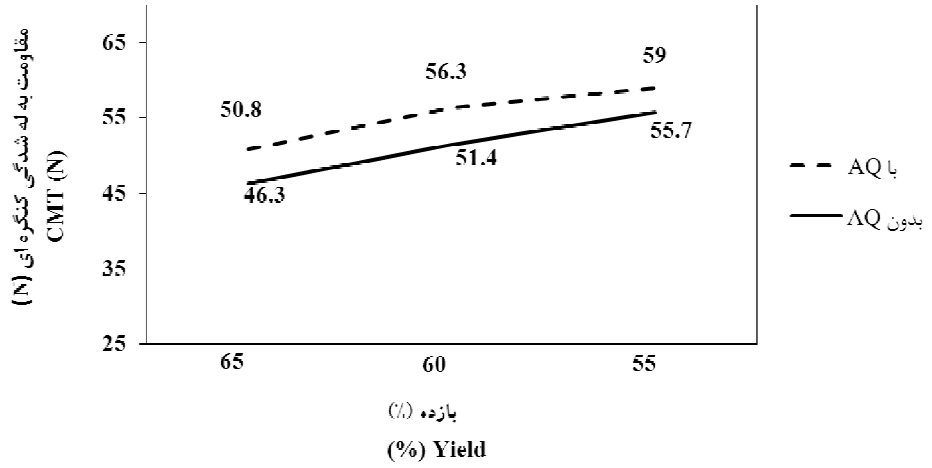
n.s. تغییرات معنی‌دار نیست– No significant * و ** تغییرات در سطح اعتماد ۹۵ درصد و ۹۹ درصد معنی‌دار است
Significant at $\alpha \leq 0.05, 0.01$

اندازه‌گیری ویژگی‌های مقاومتی کاغذ دست‌ساز نشان داد که مقاومت به له‌شدگی حلقه‌ای و کنگره‌ای، شاخص مقاومت به کشش، ترکیدن و پاره‌شدن در شرایط استفاده از آنتراکینون نسبت به شرایط بدون استفاده از آن بیشتر بوده به طوری‌که این افزایش در سطح اعتماد آماری ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد (شکل‌های ۳ تا ۷). همچنین با کاهش میزان بازده از ٦٥ به ٦٠ و ٥٥ درصد، همه مقاومت‌ها هم در شرایط استفاده از آنتراکینون و هم بدون آن، افزایش یافتند که البته کمترین میزان افزایش مربوط به شاخص مقاومت به پارگی بوده است. استفاده از آنتراکینون درجه روشنی کاغذهای دست‌ساز را در حد معنی‌داری (با اعتماد ۹۹ درصد) تغییر داد به طوری‌که میزان آن در بازده‌های ٦٥، ٦٠ و ٥٥ به‌ترتیب ٧٦/٥، ٤٧/٥ و ١٦/٤ درصد افزایش داشته است. در واقع تأثیر آنتراکینون (کمک به لیگنین‌زدایی و کنترل حفظ کربوهیدرات‌ها) با افزایش زمان واکنش (پخت) کاهش یافته است که به نظر می‌رسد به واسطه کم شدن میزان لیگنین و حذف عمده گروه‌های رنگی موجود در ساختار آن در ابتدای پخت باشد. ولی میزان ماتی افزایش قابل توجهی نشان نداده است (شکل‌های ۸ و ۹). در واقع، با کاهش بازده، درجه ماتی نیز کاهش یافته است که دلیل آن کاهش میزان لیگنین و عدد کاپا، افزایش انعطاف‌پذیری الیاف و تراکم بیشتر آن‌ها (افزایش دانسیته کاغذ در خمیرکاغذهای تهیه شده با

Archive of SID

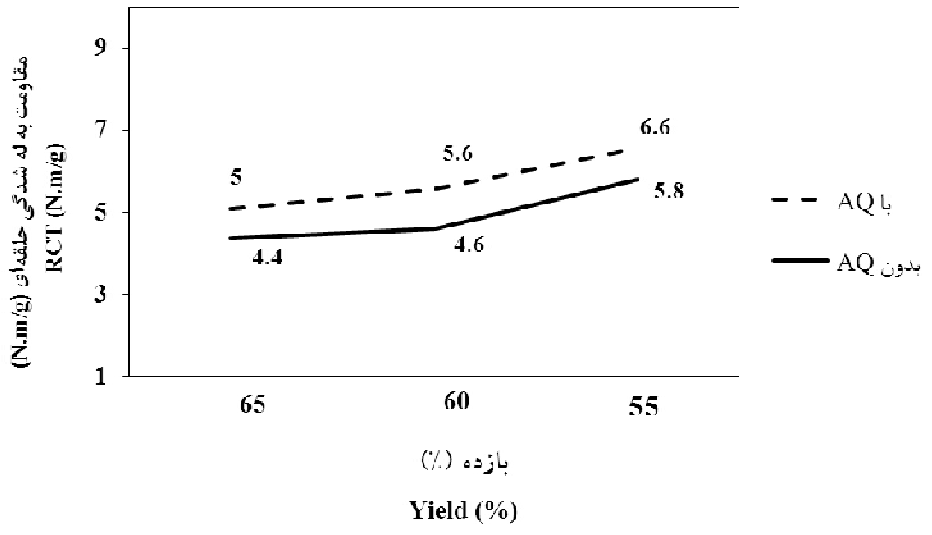
www.SID.ir

آنتراکینون) در ورقه کاغذ بوده که قابلیت پخش نور در ساختار ورقه کاغذ را کاهش، در نتیجه ماتی کاهش می‌یابد (۱۹).



شکل ۳- اثر افزودن آنتراکینون بر مقاومت به له شدگی کنگره‌ای کاغذ در بازده‌های مختلف

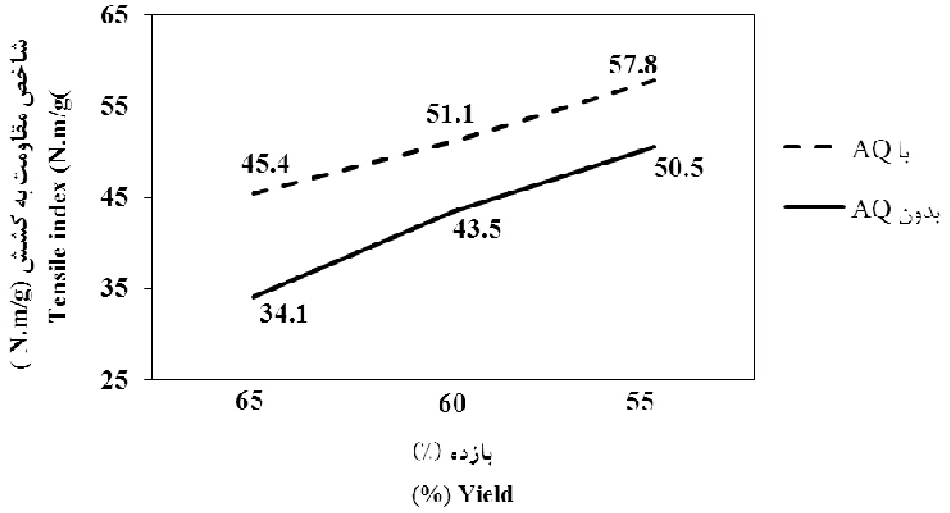
Fig 3- Effect of anthraquinone on CMT of NSSC pulp at the different yield



شکل ٤- اثر افزودن آنتراکینون بر مقاومت به له شدگی حلقه‌ای کاغذ در بازده‌های مختلف

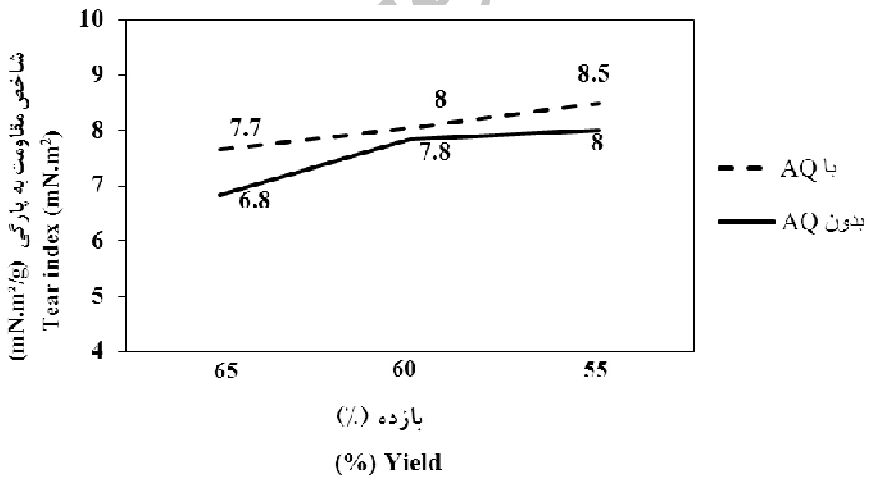
Fig 4- Effect of anthraquinone on RCT of NSSC pulp at the different yield

www.SID.ir



شکل ٥- اثر افزودن آنتراکینون بر شاخص مقاومت به کشش کاغذ در بازده‌های مختلف.

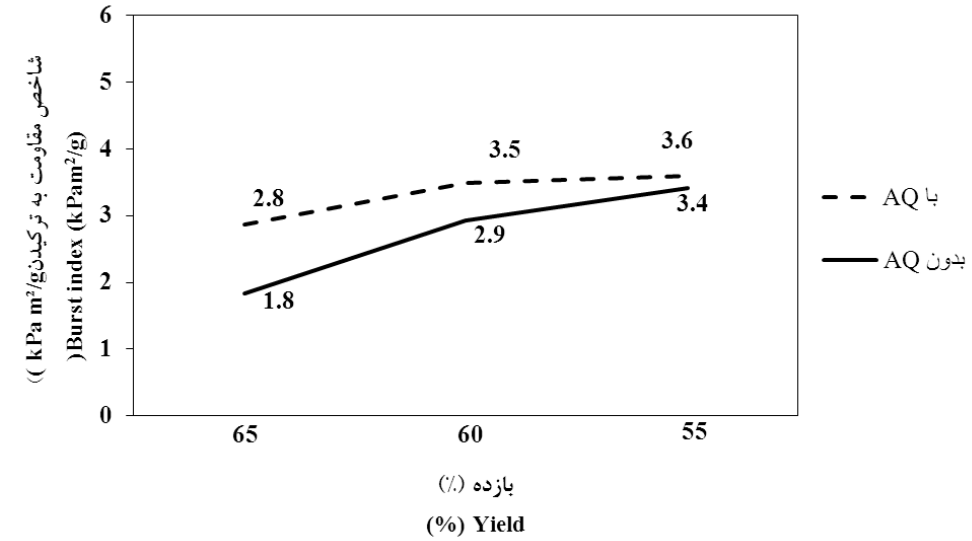
Fig 5- Effect of anthraquinone on tensile index of NSSC pulp at the different yield.



شکل ٦- اثر افزودن آنتراکینون بر شاخص مقاومت به پارگی کاغذ در بازده‌های مختلف.

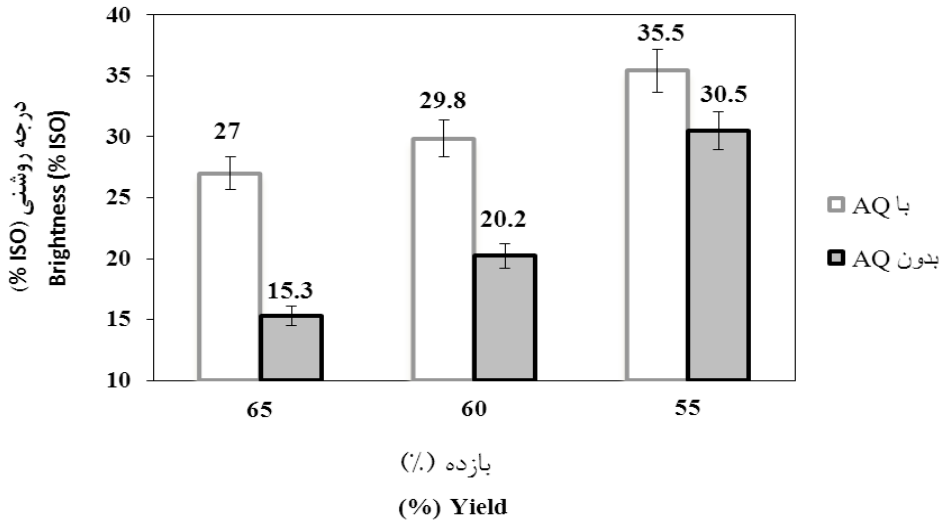
Fig 6- Effect of anthraquinone on tear index of NSSC pulp at the different yield.

www.SID.ir



شکل ۷- اثر افزودن آنتراکینون بر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ در بازده‌های مختلف.

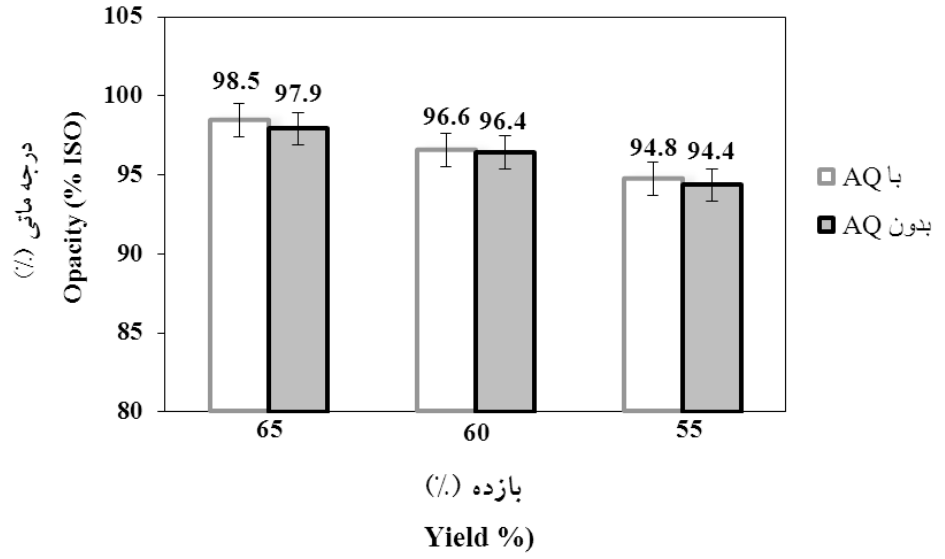
Fig 7- Effect of anthraquinone on burst index of NSSC pulp at the different yield.



شکل ۸- اثر افزودن آنتراکینون بر درجه روشنی کاغذ در بازده‌های مختلف.

Fig 8- Effect of anthraquinone on brightness of NSSC pulp at the different yield.

www.SID.ir



شکل ۹- اثر افزودن آنتراکینون بر درجه ماتی کاغذ در بازده‌های مختلف.

Fig 9- Effect of anthraquinone on opacity of NSSC pulp at the different yield.

نتیجه‌گیری

نتایج خمیرکاغذسازی نشان داد که در حالت استفاده از آنتراکینون، عدد کاپا کمتر و بازده بیشتر از حالت بدون استفاده از آنتراکینون می‌باشد. در این زمینه سایر محققین به نتایج مشابهی دست یافتند (۱، ۱۱، ۱٦). ویژگی‌های مقاومتی کاغذهای دست‌ساز نیز در حالت استفاده از آنتراکینون نسبت به حالت بدون استفاده از آنتراکینون (به غیر از شاخص مقاومت به پاره‌شدن که نسبت به سایر مقاومت‌ها افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان نداد که با نتایج سایر تحقیقات مرتبط مطابقت دارد (۷ و ۲۲). همچنین، درجه روشنی کاغذ حاصل از خمیرکاغذ رنگ‌بری نشده نیز در حالت استفاده از آنتراکینون نسبت به حالت بدون استفاده از آنتراکینون افزایش یافت، ولی درجه ماتی نسبت به روشنی افزایش قابل توجهی نیافت چون به‌طور کلی، ماتی علاوه‌بر ساختار شیمیایی الیاف به‌شدت تحت تأثیر ساختار فیزیکی و دانسیته کاغذ است که در این زمینه محققان دیگر نیز به نتایج مشابهی دست یافتند (۸). نتایج نشان داد که افزودن آنتراکینون در پخت NSSC چوب گونه ممرز، ویژگی‌های مقاومتی و نوری کاغذهای حاصل را بهبود بخشیده و می‌تواند در شرایط قلیایی ضعیف‌تر (pH کمتر) نیز قابلیت گزینش‌پذیری

Archive of SID

www.SID.ir

خود را حفظ کند. به‌علاوه، در مقادیر بازده مختلف، انرژی موردنیاز برای پالایش (برای رسیدن به درجه روانی مشخص) خمیرکاغذهای تهیه شده با استفاده از AQ، کمتر از خمیرکاغذهای تهیه شده بدون استفاده از آن می‌باشد. در این ارتباط چنین گزارش شده که خمیرکاغذ تولید شده با استفاده از آنتراکینون، نیاز به انرژی پالایش کم‌تری برای رسیدن به درجه‌روانی موردنیاز نسبت به خمیرکاغذ کرافت متداول دارد (۱۲).

منابع

1.Akhtaruzzaman, A.F.M., Das, P., and Bose, S.K. 1987. Effect of Anthraquinone in alkaline pulping of *Acacia auriculiformis*. Bono Biggyan Patrica, 16: 3-9.
2.Blain, T.J. 1993. Anthraquinone pulping. Tappi J. 7: 63. 137-139.
3.Cao, B. and Lee, Z.Z. 1996. The effects of hydrogen peroxide and anthraquinone on soda ash pulping of wheat straw. Hozforschung, 50: 62-68.
4.Dutt, D. and Tyagi, C.H. 2010. Studies on Ipomea Carnea and Cannabis Sativa as an alternative pulp blend for softwood: Optimization of soda pulping process, Journal of Scientific and Industrial Research, 69: 460-467.
5.Dutt, D., Upadhyaya, J.S. and Tyagi, C.H. 2010. Studies on Hibiscus Cannabinus, Hibiscus Sabdariffa, and Cannabinus Sativa pulp to be a substitute for softwood pulp- part 2: SAS-AQ and NSSC-AQ delignification processes, BioResources, 5: 4. 2137-2152.
6.Fleming, B.I. Barbe, M.C., Miles K., Page D.H. and Seth, R.S. 1984. "High-yield softwood pulps by neutral sulphite-anthraquinone pulping". J. Pulp Paper Sci., 10: 5. 113-118.
7.Hart, P.W., Brogdon, B.N., and Hsieh, J.S. 1993. Anthraquinone pulping of non-wood species, In: TAPPI pulping conference, Book 2, P: 585-593, Nov. 1-3, Atlanta, GA, USA.
8.Ingruber, O.V., Stradal, M., and Histed, J.A. 1982. Alkaline sulfite anthraquinone pulping of eastern Canadian wood, Pulp and Paper Canada, 83: 12. 79-88.
9.Kamini, K. and Guha, S. 1987. Soda-AQ pulping of eucalyptus hybrid journal of the timber development association of India, 322: 36-43.
10.Kettunen, J., Virkola, N.E. and Yrjala, I. 1979. The effect of anthraquinone on neutral sulphite and alkaline sulphite cooking of Pine, Paperi ja Puu, 11: 685-698.
11.Macleod, J.M. and Kingsland, K.A. 1990. Kraft AQ pulping of sawdust, Tappi J. 73: 1. 191-193.
12.Manji, H.A. 1996. Kraft pulping of coastal softwood from British Colombia using AQ as a digester additive. Tappi J. 79: 10. 147-152.

Archive of SID

www.SID.ir

13. Minja, R.J.A., Karlsen, T. and Kleppe, P.J. 1997. Modified polysulfide (AQ)-pulping of softwood. Pp: 104-109, 21 Aug., In: Proceedings of Tappi Pulping Conference, Norway.
14. Mirshokraee, S.A. 1995. Pulp and paper technology, PayamNoor University, Tehran, Volume I, First Printing, 271p. (Translated in Persian)
15. Obrocea, P.P., Teodoresu, G.N., and Obrocea, P. 2005. Studies on NSSC-AQ pulping of aspen wood. I. Kinetic aspects. Cellulose Chemistry and Technology, 39: 3-4. 247-252.
16. Ojanen, E., Tulppala, J., and Virkola, N.E. 1982. Neutral sulphite anthraquinone (NS-AQ) cooking of pine and birch wood chips, Paperi ja Puu, 23: 453-462.
17. Patt, R., and Kordsachia, O. 1997. Herstellung von Zellstoffen unter Verwendung von alkalischen Sulfitlsungen mit Zusatz von Anthraquinon und Methanol, Pp: 456-467, In: Sixta H., Hand book of pulp, Wiley-Vch, Germany.
18. Phaneuf, D., Brownlee, D., Simard, L. and Sharıff, A.J. 1998. Interaction between AQ and sulfidity on yield and pulp strength in kraft cooking of mixed northern hardwoods, 25 Apr., Pp: 123–132, In: Proceedings of Breaking the Pulp Yield Barrier Symposium, Atlanta, TAPPI, USA.
19. Runge, T., Ragauskas, A., Froass, P. 1997. Advances in Understanding the Basics of the First Alkaline Extraction Stage in Bleaching. TAPPI Pulping Conference, San Francisco, CA, 603.
20. Shafieenia, A. 1996. Investigation of anthraquinone effect on soda pulp and paper properties prepared by bagasse, Thesis presented for the Degree of Master Science, Faculty of Natural Resources, Tehran University, 82p. (In Persian)
21. Sturgeoff, L.G. and Yvette, P. 1994. Low kappa pulping without capital investment: using anthraquinone for low kappa pulping. Tappi J. 77: 7. 95-100.
22. Tejada Arana, M. and Gonzales, Mora, E. 1989. Production of pulp from Eucalyptus glabulus using sulfate and soda with anthraquinone, Revista Forestal del Peru 16: 1. 47-54.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 22 (2), 2015
http://jwfst.gau.ac.ir

The Effect of Using Anthraquinone on Hornbeam Neutral Sulfite Pulp Properties

M. Roostaee[1], *R. Behrooz[2] and S. Mahdavi[3]
[1]M.Sc. Graduate, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, [2]Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, [3]Associate Prof., Dept., of Wood and Paper Science, Research Institute of Forest and Rangeland
Received: 12/29/2013 ; Accepted: 02/27/2015

Abstract
Background and objectives: This research was performed with the aim of using anthraquinone (AQ) as catalyst in order to improve the properties of the pulp from hornbeam, neutral sulfite semi chemical (NSSC) pulping. Various studies about the effect of AQ on the chemical pulps such as soda and kraft has been approved an improving of delignification and yield, and reducing of kappa no. and reject content.
Materials and methods: The NSSC pulping of Hornbeam was carried out to approach three screen yield levels of 55, 60 and 65%. The cooking conditions were chosen as: temperature (175˚C), time (variable), total chemicals 14% and anthraquinone 0.1% (based on o.d. wood chips) to achieve the mentioned screen yields. In all cooking trials, sodium sulfite to sodium bicarbonate weight ratio was constant equal to 4.5:1, and cooking liquor to wood ratio was 4 to1, respectively.
Results: The results indicated that anthraquinone decreased the cooking time (5 to 10 min.), pulp reject (1.8 to 0.3%), and kappa number (3 to 4 units) due to its better selectivity. NSSC- AQ pulps showed less energy needed for refining compared to the control pulp. Also, all the strength indices average of the hand sheets including burst: 22.4%, tear: 7.1%, and tensile: 20.4%; ring crush test (RCT): 16.2%, and corrugated medium test (CMT): 8.3% were increased significantly ($P \leq 0.05$) by using anthraquinone in pulping. Regarding optical properties, the brightness of hand sheets with screen yield of 65, 60, and 55% were increased significantly 76.5, 47.5, and 16.4%, respectively by adding AQ in the cooking stage. Also, average of paper opacity increased slightly at 0.4%, but the change was not significant.
Conclusion: It could be said that the utilization of 0.1% AQ brought to improvement of delignification, less refining energy consumption, and strength and

*corresponding author:

Archive of SID
www.SID.ir

optical properties of NSSC pulp made from hornbeam. In addition, AQ could be able to maintain its selectivity in weak alkaline conditions (lower pH) of NSSC process. These positive results are very important for the production of corrugated board which is used frequently in npackaging idustry.

Keywords: Hornbeam, NSSC, Anthraquinone, Yield, Strength properties, Optical properties

Archive of SID

www.SID.ir