

مقایسه عملکرد ترکیب عامل فعال سطحی و صابون بر جوهرزدایی کاغذ باطله

احمد جهان لیبیاری^{۱*}، رضا جمالی^۲ و مهران روح‌نیا^۳

*۱- استادیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، پست الکترونیک: latibari.aj@gmail.com

۲- کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۳- دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۳

چکیده

در این تحقیق تأثیر ترکیب مقدار عامل فعال سطحی (سورفکتانت) و صابون بر جوهرزدایی کاغذهای باطله مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از ۰/۲۵٪ صابون بیشترین درجه روشنی و کمترین میزان ماتی را ایجاد کرده است. ولی مقدار مصرف ۰/۷۵٪ صابون، بیشترین مقاومت به کشش و مقاومت به ترکیدن را در کاغذ جوهرزدایی بوجود آورده است. مصرف ۰/۵٪ صابون کمترین شاخص لکه را دارد. نتایج همچنین نشان داد که استفاده از ۰/۷۵٪ عامل فعال سطحی بیشترین درجه روشنی و ۰/۲۵٪ عامل فعال سطحی کمترین میزان ماتی را ایجاد می‌کند. مقاومت به کشش و ترکیدن کاغذهای جوهرزدایی شده با ۰/۵٪ عامل فعال سطحی بالاترین مقدار را دارد. به طوری که کمترین مقدار لکه در سطح مصرف ۰/۵٪ عامل فعال سطحی بود. اثر متقابل دو عامل مورد بررسی نیز نشان داد که با استفاده از ۰/۷۵٪ عامل فعال سطحی و ۰/۲۵٪ صابون کمترین روشنی در کاغذهای بازیافتی بوجود آمده است. کمترین میزان ماتی مربوط به مصرف ۰/۲۵٪ عامل فعال سطحی و بدون صابون بوده است. به نحوی که بیشترین شاخص مقاومت به کشش و شاخص مقاومت به ترکیدن در سطح مصرف ۰/۵٪ عامل فعال سطحی و ۰/۷۵٪ صابون بدست آمده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب ۰/۷۵٪ عامل فعال سطحی و ۰/۲۵٪ صابون بیشترین مقدار روشنی که یکی از مهمترین ویژگی‌های نوری در کاغذهای چاپ و تحریر است را ایجاد می‌کند. البته زیاده‌ترین مقاومت به کشش و شاخص مقاومت به ترکیدن در اثر استفاده از ۰/۵٪ عامل فعال سطحی و ۰/۷۵٪ صابون بدست آمده است.

واژه‌های کلیدی: جوهرزدایی، شناورسازی، کاغذ باطله، صابون، عامل فعال سطحی، مقاومت

مقدمه

استفاده می‌کند ولی امروزه استفاده از الیاف دسته دوم از اهمیت زیادی برخوردار است. توسعه استفاده از الیاف بازیافتی در صنعت کاغذ به نیمه دوم قرن ۲۰ برمی‌گردد و طی سالیان طولانی از الیاف بازیافتی به دو شکل جوهرزدایی شده و بدون جوهرزدایی استفاده شده است. از این رو با توجه به اهمیت استفاده از الیاف بازیافتی در تأمین

باتوجه به اهمیت کاغذ در توسعه فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی، همواره توجه ویژه‌ای به فرایند کاغذسازی شده است. در این زمینه آماده سازی ماده اولیه و تأمین ماده اولیه سلولزی از موارد مهم در توسعه فرایندهای کاغذسازی است. با وجودی که صنایع کاغذ از خمیر کاغذبکر برای تولید کاغذ

درک و بینش کلی نسبت به چگونگی پیشرفت فرایند آنزیمی و نقش عامل فعال سطحی در جوهرزدایی در صنایع مدرن کاغذ سازی پرداخته شده است. Oh و همکاران (۱۹۹۶)، در بررسی اثرات عامل فعال سطحی غیر یونی در پایداری فعالیت سلولاز و جوهرزدایی به روش شناورسازی عنوان می‌کنند که عامل فعال سطحی با موازنه آبدوستی و چربی دوستی (HLB)^۱ زیاد برای پایداری سلولاز مناسب هستند. عواملی مانند زمان خمیرسازی، میزان HLB و حجم کف می‌تواند در کارایی حذف جوهر اثر داشته باشد. میزان HLB کم عامل فعال سطحی برای حذف جوهر در فرایند شناورسازی مطلوب است. از این رو عنوان شده است که میزان HLB هنگامی که ذرات جوهر با استفاده از روش شناورسازی حذف شده بود، یکی از عوامل مهم در نظر گرفته می‌شود. در این مطالعه، میزان HLB مناسب عامل فعال سطحی - های غیر یونی معادل ۱۰/۴ گزارش شد.

Hache و همکاران (۱۹۹۳) جوهرزدایی کاغذ باطله اداری را با هیدروسولفیت سدیم مورد بررسی قرار دادند، نتیجه به دست آمده نشان داد که هیدروسولفیت ماده‌ای بسیار مؤثر است و توالی پروکسید هیدروژن و هیدروسولفیت سدیم قادر خواهد بود اغلب کاغذهای باطله اداری را رنگبری کند.

Borchardt و همکاران (۱۹۹۷) دو روش را برای جوهرزدایی کاغذهای باطله اداری مورد آزمایش قرار دادند. در یک روش از ماده شیمیایی پراکنده کننده و در روش دیگر از ماده شیمیایی متراکم کننده استفاده کردند. آنها نشان دادند که کاغذهای باطله اداری که با این دو روش جوهرزدایی شده‌اند مناسب برای تولید کاغذهای بهداشتی می‌باشند، همچنین نتیجه گرفتند که مرحله شستشو کاهش زیادی را در محتوای خاکستر موجود در کاغذهای بازیافتی ایجاد کرده و درجه روانی خمیر کاغذ را در هر دو روش یاد شده افزایش می‌دهد.

ماده اولیه سلولزی و حفاظت از محیط زیست، بررسی‌های نسبتاً قابل توجهی در توسعه فرایندها و فناوری‌های بازیافت کاغذ انجام شده است. Spence و همکاران (۲۰۰۹)، در مرور بررسی‌های انجام شده در زمینه بکارگیری عامل فعال سطحی‌های بر پایه قندها در جوهرزدایی و تولید خمیر کاغذ سفید از کاغذ باطله عنوان کردند که می‌توان از عامل فعال سطحی بر پایه مواد تجدیدپذیر (قندها و پروتئین‌ها) برای حذف جوهر در فرایند جوهرزدایی به روش شناورسازی استفاده کرد.

Kim و همکاران (۲۰۰۷)، اثر عامل فعال سطحی در پیش فراوری و هیدرولیز آنزیمی کاغذ روزنامه بازیافت شده را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج آنان نشان داد که تأثیر آنزیم NP-۲۰ به عنوان عامل فعال سطحی بین ۱۰ تا ۲۰٪ بیشتر از آنزیم Tween-۲۰ و Tween-80 بود. به علاوه اینکه برای ارزیابی اثرات عامل فعال سطحی در مرحله هیدرولیز آنزیمی متعاقب آن، کاغذ روزنامه باطله ابتدا با TW۲۰ پیش فراوری شد و پس از آن در حضور TW۲۰ یا TW۸۰ هیدرولیز گردید. البته اثر عامل فعال سطحی بر روی هیدرولیز کاغذ روزنامه پیش فراوری شده قابل ملاحظه بود. Zhenying و همکاران (۲۰۰۹)، فناوری جوهرزدایی ترکیبی با استفاده از اشعه مافوق صوت، تابش UV و روش‌های آنزیمی در فرایند جوهرزدایی کاغذ چاپ لیزری HP را با هدف تحقیق، کم کردن مصرف قلیایی و یا حتی پیش فرایند بدون قلیایی به منظور حفاظت از محیط زیست را بکار برده‌اند. اثرات جوهرزدایی با استفاده از آنزیم سلولاز، آمیلاز، لیپاز و مخلوط آنها مقایسه شد و نتایج نشان داد که آنزیم‌های ترکیبی سلولاز و آمیلاز بهترین عملکرد جوهرزدایی را دارد و ۱۲٪ افزایش در روشنی را ایجاد کرده است. Sameer و Vivek (۲۰۱۱)، مروری از مقالات علمی در رابطه با فرایندهای جوهرزدایی را با هدف توسعه یک روش شاخص برای جوهرزدایی مؤثر انجام داده‌اند. در این بررسی توجه ویژه‌ای به نقش آنزیم‌ها و عامل فعال سطحی‌ها در فرایند جوهرزدایی شده است. همچنین به

1 - Hydrophilicity Lipophilicity Balance (HLB)

۲- روش‌ها

- خمیر کاغذسازی:

ابتدا ۴۰ گرم کاغذ باطله خشک را در آب با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه خیس کرده و بعد پراکنده‌سازی با همزن آزمایشگاهی به مدت ۲۰ دقیقه انجام شده است. درصد خشکی خمیر کاغذسازی معادل ۳/۵٪ انتخاب شده است.

- شرایط ثابت جوهرزدایی شامل: DTPA ۰/۲٪، H_2O_2 ۱/۵٪، Na_2SO_3 ۱/۵٪، NaOH ۱٪، زمان ۲۰ دقیقه، دما ۴۰-۴۵ درجه سانتی‌گراد و درصد خشکی ۱٪ - شرایط متغیر جوهرزدایی شامل:

صابون: ۰٪ - ۲۵٪ - ۵٪ - ۷۵٪ وزن خشک کاغذ باطله

عامل فعال سطحی: ۰٪ - ۲۵٪ - ۵٪ - ۷۵٪ وزن خشک کاغذ باطله

- جوهرزدایی:

سوسپانسیون خمیرکاغذ پس از افزودن مواد شیمیایی به درون یک بشر انتقال یافته و برای واکنش مواد شیمیایی با مواد سلولزی به مدت ۲۰ دقیقه در محیط آزمایشگاه و در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از آن عملیات جوهرزدایی انجام شده است. برای جوهرزدایی از یک سلول شناورسازی آزمایشگاهی با حجم سلول حدوداً ۸ لیتر استفاده شده است. سوسپانسیون خمیرکاغذ به داخل سلول شناورسازی انتقال یافته و درصد خشکی آن را به ۱٪ کاهش داد. سپس در داخل سلول شناورسازی به مدت ۲۰ دقیقه در معرض هوادهی قرار گرفت. در این مدت حباب‌های هوا توسط یک پمپ به داخل سلول وارد شده و یک حرکت تلاطمی ملایم در داخل محلول ایجاد شده است. حباب‌های هوا همراه با جوهر در سطح سوسپانسیون به صورت کف جمع شده و کف بوسیله یک پمپ خلأ جدا شده است.

پس از مرحله جوهرزدایی، یک مرحله کوتاه به مدت حدود ۱۰ ثانیه شستشو بر روی غربال با اندازه سوراخ‌های ۲۰۰ مش و با آب ملایم بر روی خمیر

Pala و همکاران (۲۰۰۶)، به بررسی فاکتورهای مؤثر بر جوهرزدایی کاغذ باطله مخلوط اداری (MOW) پرداخته‌اند. آنها تأثیر مواد کمک کننده به جوهرزدایی، پیش شستشو و مخلوط کردن را بر جوهرزدایی کاغذ MOW مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که شرایط فرایند در طی خمیر سازی بر کیفیت خمیرکاغذ و در نتیجه در سازوکار جوهرزدایی تأثیر خواهد گذاشت و پیش شستشوی خمیر کاغذ فرایند جوهرزدایی را تسهیل می‌کند. البته آنزیم‌های سلولیتیک و مواد شیمیایی جوهرزدایی در جداسازی جوهر قابل مقایسه هستند.

با توجه به این که در فرایند جوهرزدایی شناورسازی از دو ماده عامل فعال سطحی و صابون به طور همزمان یا به طور جداگانه استفاده می‌شود، از این رو این بررسی با هدف شناخت تأثیر توأم دو ماده فوق و رسیدن به ترکیب مناسبی از این دو ماده انجام شده است.

مواد و روش‌ها

۱- مواد

- کاغذ باطله:

کاغذ باطله اداری به صورت ترکیبی از انواع کاغذهای چاپ شده توسط دستگاه کپی برداری Toshiba مدل ۶۰۰ E-estudio انتخاب شده است. نوع جوهر مورد استفاده در این دستگاه TOSHIBA Toner می‌باشد.

- صابون:

صابون تولید شرکت پاکسان حاوی روغن پالم، روغن کرنل، پارافین، پدرافدیک و ATTA.

- عامل فعال سطحی:

نونیل فنل اتوکسیلات با فرمول $\text{C}_{15}\text{H}_{23}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OH}$ به عنوان عامل فعال سطحی استفاده شده است. مشخصات این ماده بدین شرح می‌باشد: نقطه ذوب 1°C ، pH ۶/۳، گرانیروی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۲۴۰ و قابل حل در آب.

لکه با کنتراست ۱۰۰ شمارش گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی انجام شده و در صورت معنی دار شدن میانگین‌ها، گروه‌بندی دانکن انجام شده است.

نتایج

اثر چند ترکیب صابون و عامل فعال سطحی در ترکیب ماده شیمیایی جوهرزدایی استفاده شده و تأثیر آن بر ویژگی‌های مقاومتی و نوری و همچنین بازده خمیر کاغذهای جوهرزدایی شده تعیین شده است (شکل‌های ۱ تا ۷). به منظور ارزیابی تأثیر مقدار صابون و عامل فعال سطحی بر ویژگی‌های مورد بررسی، تجزیه و تحلیل آماری نتایج انجام شده و سطح معنی‌داری تأثیر مستقل و متقابل دو عامل مورد بررسی در جدول یک خلاصه شده است.

جوهرزدایی انجام شده است. پس از آن آبگیری از الیاف انجام شده و الیاف داخل یک کیسه پلاستیکی در بسته و بدون تبادل رطوبتی با محیط نگهداری شده‌اند. آزمایش‌های جوهرزدایی در دو تکرار انجام شده است.

- اندازه‌گیری ویژگی‌های خمیر کاغذ

ساخت کاغذ دست‌ساز و اندازه‌گیری ویژگی‌های خمیر کاغذ طبق دستورالعمل‌های مرتبط با آیین‌نامه تایپی انجام شده است: ساخت کاغذ دست‌ساز؛ T205sp-06، وزن پایه کاغذ؛ T410om-88، مقاومت به پاره شدن؛ T414om-88، مقاومت به ترک‌شدن؛ T403om-91، مقاومت به کشش؛ T494om-96، ضخامت کاغذ؛ T551om-98، میزان روشنی خمیر کاغذ؛ T452om-08 و میزان ماتی کاغذ؛ T425om-06. تخمین لکه:

با استفاده از شابلن مخصوص اندازه‌گیری و تخمین لکه انجام شده است. به منظور اندازه‌گیری میزان لکه ابتدا بر روی کاغذهای ساخته شده ۳ مربع با ابعاد ۲×۲ ترسیم شده و با استفاده از شابلون شمارش تعداد لکه و مقدار

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر مستقل و متقابل مقدار صابون و عامل فعال سطحی بر ویژگی‌های خمیر کاغذ بازیافتی

(مقدار F و سطح معنی‌داری)

صابون* ماده فعال سطحی	ماده فعال سطحی	صابون	عامل متغیر	
			ویژگی	
۳/۴۷۰*	۱/۳۱۷ ^{ns}	۲/۸۴۸ ^{ns}	بازده	
۱/۱۲۳ ^{ns}	۴/۶۵۳**	۲/۷۷۶ ^{ns}	شاخص مقاومت به ترک‌شدن	
۰/۷۷۶ ^{ns}	۱/۳۵۳ ^{ns}	۰/۹۲۱ ^{ns}	شاخص مقاومت به پاره شدن	
۲/۴۶۱*	۱۰/۲۷۴**	۱۱/۸۲۲**	شاخص مقاومت به کشش	
۱۸۱/۰۵**	۱۰۲/۵۰۱**	۸۰/۱۸۶**	روشنی	
۱۲/۱۶۹**	۸/۴۹۱**	۱۱/۴۶۷**	ماتی	
۱۳/۵۳۴**	۳/۱۴۴*	۳/۱۴۶*	لکه با اندازه ۰/۰۴	
۷/۹۳۸**	۰۳/۰۹۴*	۹/۰۹۴**	لکه با اندازه ۰/۱۵	
۸/۵۷۱**	۰/۸۰۰ ^{ns}	۴/۱۱۴*	لکه با اندازه ۰/۰۴	

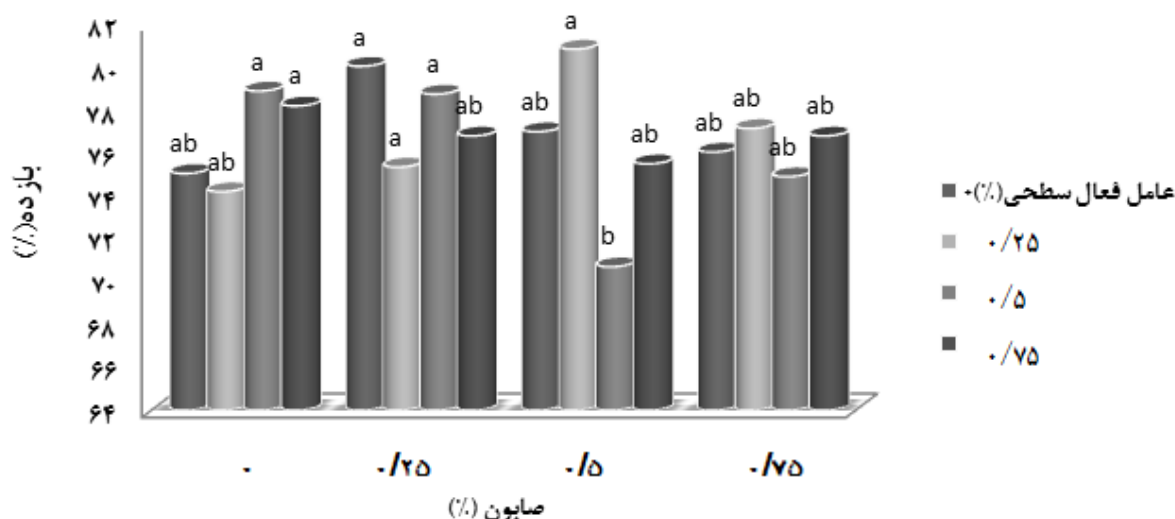
** سطح معنی‌داری ۰/۰۱، * سطح معنی‌داری ۰/۰۵، ns: معنی‌دار نیست.

سطحی را بر شاخص مقاومت به کشش نشان می‌دهد. میانگین‌های شاخص مقاومت به کشش خمیر کاغذهای جوهرزدایی شده در ۵ گروه قرار گرفتند. به طوری که بیشترین میانگین شاخص مقاومت به کشش مربوط به مقدار مصرف ۰/۷۵٪ صابون با ۰/۵٪ عامل فعال سطحی می‌باشد و کمترین میانگین مربوط به خمیرکاغذ جوهرزدایی شده با استفاده از ۰/۵٪ صابون و بدون استفاده از عامل فعال سطحی می‌باشد.

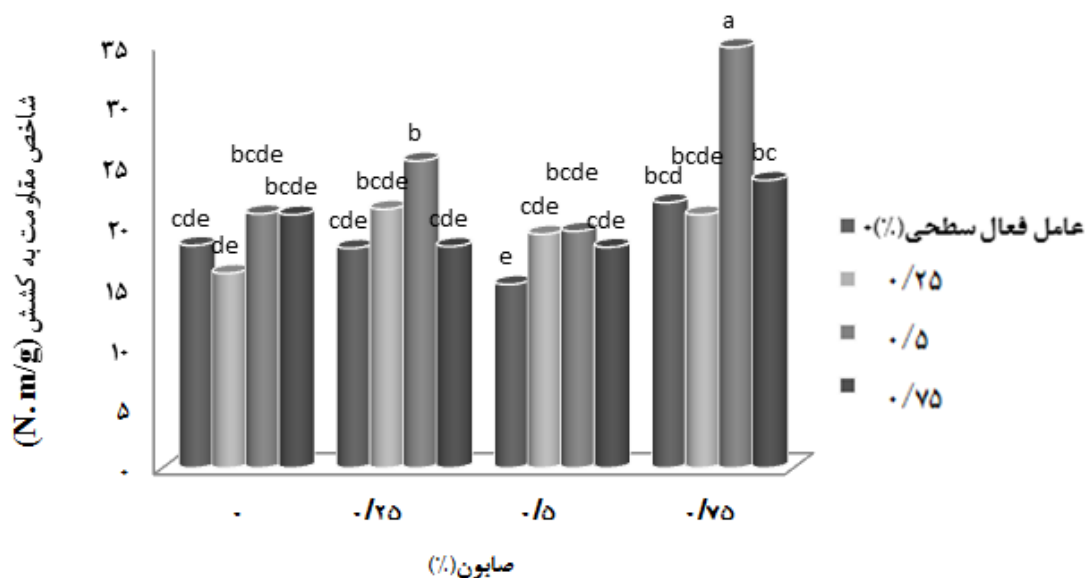
اثر متقابل دو متغیر صابون و عامل فعال سطحی بر درجه روشنی معنی‌دار شده و گروه‌بندی دانکن تأثیر متقابل دو عامل مورد بررسی بر درجه روشنی خمیر کاغذ، میانگین‌ها را در ۸ گروه قرار داده است. زیادترین میانگین روشنی در سطح مصرف ۰/۲۵٪ صابون و بدون عامل فعال سطحی و همچنین در سطح صابون ۰/۲۵٪ و ۰/۷۵٪ عامل فعال سطحی دیده می‌شود که هر دو آنها در یک گروه قرار دارند. کمترین مقدار میانگین به نمونه شاهد بدون مصرف صابون و عامل فعال سطحی مربوط می‌شود (شکل ۳).

تجزیه و تحلیل آماری اثر متقابل مقدار صابون و عامل فعال سطحی بر ویژگی‌های خمیر کاغذ جوهرزدایی شده نشان می‌دهد که تأثیر متقابل دو عامل مورد بررسی بر بازده و شاخص مقاومت به کشش خمیر کاغذ جوهرزدایی شده در سطح اعتماد آماری ۹۵٪ معنی‌دار شده و تأثیر آن بر دو ویژگی شاخص مقاومت به ترکیدن و شاخص مقاومت به پاره شدن معنی‌دار نشده است. تأثیر متقابل دو عامل مورد بررسی بر روشنی، ماتی و مقدار لکه با سطح ۰/۰۴، ۰/۱۵ و ۰/۴ میلی‌متر مربع در سطح اعتماد آماری ۹۹٪ معنی‌دار شده است.

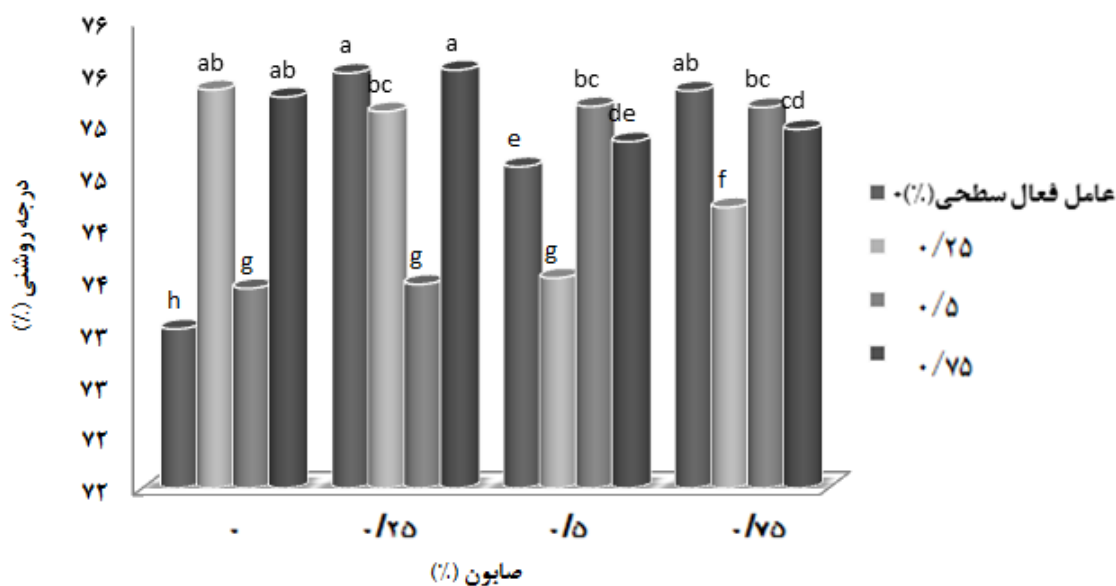
گروه‌بندی دانکن تأثیر متقابل دو عامل صابون و عامل فعال سطحی را بر بازده خمیر کاغذ جوهرزدایی شده شکل ۱ نشان داده شده است. مقادیر میانگین بازده خمیر کاغذ جوهرزدایی شده در سه گروه قرار گرفتند. زیادترین بازده خمیرکاغذ جوهرزدایی به مقدار ۸۰/۸٪ با استفاده از ۰/۵٪ صابون و ۰/۲۵٪ عامل فعال سطحی بدست آمده است و کمترین مقدار بازده معادل ۷۰/۷٪ با استفاده از ۰/۵٪ صابون و ۰/۵٪ عامل فعال سطحی بوده است (شکل ۱).
شکل ۲، تأثیر متقابل دو متغیر صابون و عامل فعال



شکل ۱- اثر متقابل صابون و عامل فعال سطحی بر بازده خمیر کاغذ جوهرزدایی شده



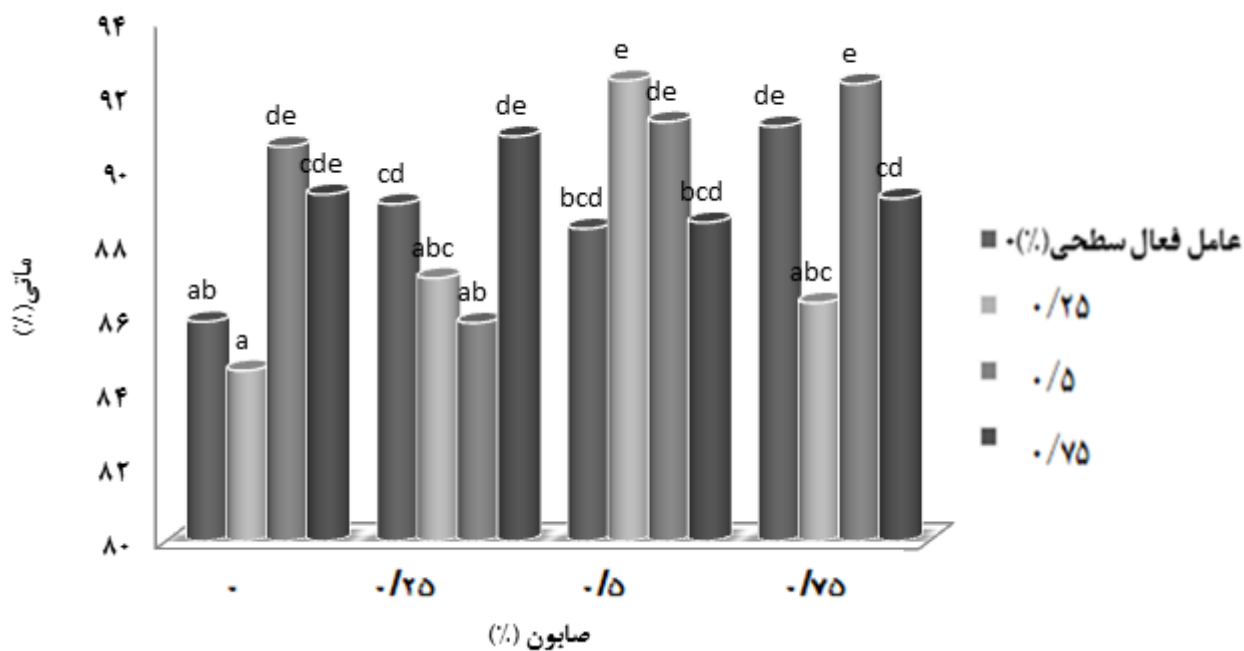
شکل ۲- اثر متقابل صابون و عامل فعال سطحی بر شاخص مقاومت به کشش خمیر کاغذ جوهرزدایی شده



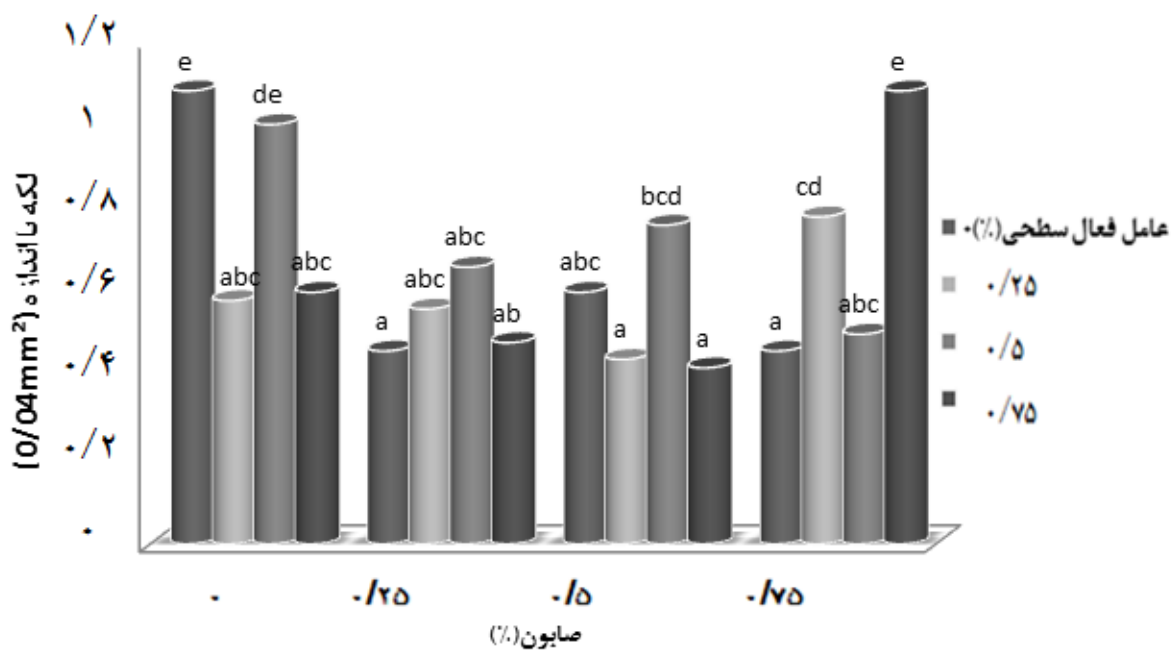
شکل ۳- اثر متقابل صابون و عامل فعال سطحی بر درجه روشنی خمیر کاغذ جوهرزدایی شده

شکل ۵ تأثیر متقابل دو متغیر صابون و عامل فعال سطحی را بر لکه با اندازه ۰/۰۴ میلی متر مربع نشان می دهد. گروه بندی دانکن میانگین ها را در ۷ گروه قرار داده است. بیشترین میانگین لکه در نمونه های جوهرزدایی شده با مصرف ۰/۷۵ صابون و ۰/۷۵ عامل فعال و نمونه شاهد ایجاد شده است و کمترین میانگین نمونه جوهرزدایی شده اندازه گیری شده است.

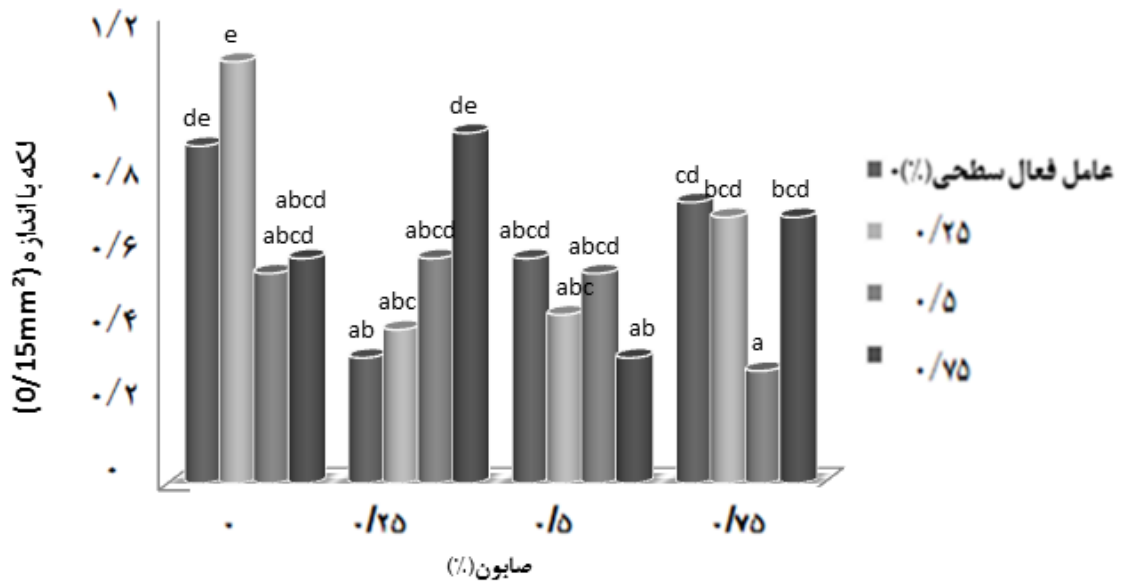
گروه بندی میانگین های ماتی خمیر کاغذ جوهرزدایی در اثر تغییر دو عامل صابون و عامل فعال سطحی، میانگین ها را در ۵ گروه قرار داده است (شکل ۴). بیشترین میانگین با مصرف ۰/۷۵ صابون و ۰/۵ عامل فعال سطحی و کمترین مقدار در سطح مصرف ۰/۲۵ عامل فعال سطحی و بدون صابون می باشد.



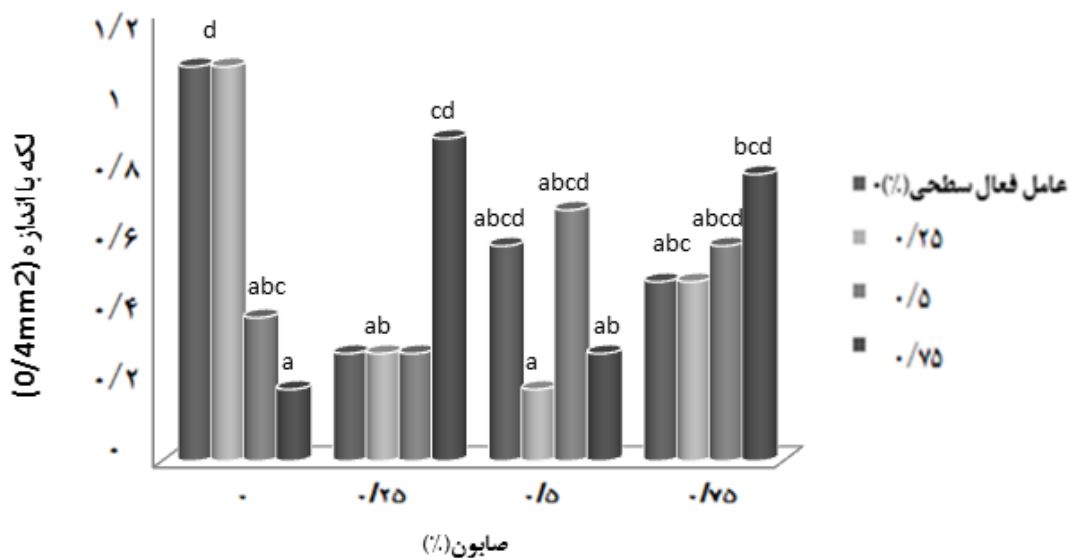
شکل ۴- اثر متقابل صابون و عامل فعال سطحی بر ماتی خمیر کاغذ جوهرزدایی شده



شکل ۵- اثر متقابل صابون و عامل فعال سطحی بر لکه با اندازه $0/04\text{mm}^2$ خمیر کاغذ جوهرزدایی شده



شکل ۶- اثر متقابل صابون و عامل فعال سطحی بر لکه با اندازه 15mm²/0 خمیر کاغذ جوهرزدایی شده



شکل ۷- اثر متقابل صابون و عامل فعال سطحی بر لکه با اندازه 4mm²/0 خمیر کاغذ جوهرزدایی شده

جوهرزدایی به روش شناورسازی دارند و اسیدهای چرب فعال شده با یون‌های کلسیم می‌توانند به‌عنوان جمع‌آوری کننده ذرات جوهر در فرایندهای شناورسازی مورد استفاده قرار گیرند (Drelich, *et al.*, 2001).

در این بررسی تأثیر توأم عامل فعال سطحی و صابون در جداسازی جوهر از کاغذ چاپ شده مورد بررسی قرار گرفته است. در اثر استفاده از ۰/۲۵٪ و ۰/۵٪ صابون همراه با عامل فعال سطحی بازده جوهرزدایی افزایش یافته است. به علاوه اینکه در اثر زیاد شدن میزان مصرف عامل فعال سطحی نیز بازده افزایش یافته است. اما در حالتی که از ۰/۵٪ صابون و ۵٪ عامل فعال سطحی استفاده شده است، مواجه با کم شدن بازده شده‌ایم. زیرا وقتی از صابون و عامل فعال سطحی استفاده می‌شود، ذرات جوهر از روی الیاف آزاد شده و به کمک عامل فعال سطحی پایدار شده و به طرف بالای سلول شناورسازی حرکت می‌کند. بدین ترتیب بدون این که نرمة‌های الیاف حذف شوند، جوهر جدا می‌گردد (Drelich *et al.*, 2001; Beneventi, *et al.*, 2009). ولی در مقادیر زیادتر صابون و عامل فعال سطحی، توانایی مجتمع‌سازی این مواد در سلول شناورسازی افزایش یافته و نرمة‌های الیاف را نیز به ذرات جوهر متصل می‌کند و این نرمة‌ها از محیط واکنش خارج می‌شوند و به افت بازده می‌انجامد (Drelich *et al.*, 2001).

اگر صابون حاوی اسیدهای چوب قادر به فعالیت هیدرولیتیکی باشد، باعث کم شدن مقاومت‌های مکانیکی کاغذ جوهرزدایی شده، می‌شود (Pala *et al.*, 2006). ولی در این بررسی افت مقاومت‌های مکانیکی کاغذ جوهرزدایی شده مشاهده نشد. بلکه افزایش کمی نیز در مقاومت‌ها به وجود آمده است. چنین پدیده‌ای را می‌توان به دلیل تأثیر توأم دو عامل مورد بررسی و نقش عامل فعال سطحی در جداسازی بدون تأثیر هیدرولیتیکی در نظر گرفت.

حذف جوهر و افزایش روشنی کاغذ از جمله اهداف جوهرزدایی است. در این بررسی روشنی کاغذ با زیاد شدن مقدار دو ماده عامل فعال سطحی و صابون افزایش یافته

تأثیر متقابل دو متغیر صابون و عامل فعال سطحی بر لکه با اندازه ۰/۱۵ میلی‌متر مربع در شکل ۶ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۶، میانگین‌ها در ۸ گروه قرار گرفتند. بیشترین میزان لکه با سطح ۰/۱۵ میلی‌متر در نمونه جوهرزدایی شده بدون صابون و ۲۵٪ عامل فعال سطحی و کمترین آنها در نمونه‌های جوهرزدایی شده با ۰/۷۵٪ صابون و ۵٪ عامل فعال سطحی تعیین شده است.

تأثیر متقابل دو متغیر صابون و عامل فعال سطحی بر لکه با اندازه ۰/۴ میلی‌متر مربع در شکل ۷ نشان داده شده است. بیشترین میانگین به اثر متقابل بدون صابون و عامل فعال سطحی با سطح ۰/۲۵٪ و همچنین بدون صابون و عامل فعال سطحی (شاهد) می‌باشد که این دو در یک گروه قرار گرفته‌اند و تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. کمترین میانگین مربوط به نمونه بدون استفاده از صابون و ۰/۷۵٪ عامل فعال سطحی و همچنین ۰/۵٪ صابون و ۰/۲۵٪ عامل فعال سطحی است.

بحث

جوهرزدایی به روش شناورسازی یک فراینده پیچیده است و عوامل زیادی بر کارایی آن تأثیرگذار هستند. نوع الیاف و جوهر مورد استفاده در چاپ کاغذ و همچنین شیمی جوهرزدایی قادر است اثر مثبت و منفی بر حذف جوهر داشته باشد (Sameer and Virvek, 2011). بنابراین عنوان شده است که یک فرایند جوهرزدایی از سه زیر فرایند شامل: ۱- جداسازی ذرات جوهر از الیاف، ۲- اتصال مؤثر ذرات جوهر بر سطح حباب‌های هوا و ۳- جداسازی کف و ذرات جوهر از سلول شناورسازی تشکیل شده، که عوامل فعال سطحی اثر مثبت و منفی بر هر سه زیرفرایند دارند. وظیفه سیستم‌های عامل فعال سطحی آزاد کردن ذرات جوهر از الیاف و پایدار کردن آنها و در نهایت مجتمع کردن ذرات پراکنده و تغییر ویژگی‌های سطح این ذرات است (Zhao, *et al.*, 2004).

مطالعات انجام شده نشان داده است که الکل‌های اتوکسیلاتی کارایی خوبی به‌عنوان عامل کفزا در فرایندهای

می‌باشد.

فهرست منابع

- Beneventi, D., Manera, L., Carre, B., Gandini, A., 2003. Dynamic surface tension of flotation deinking system: from model surfactant mixtures to process water, *Colloids and Surfaces J, A, Physicochem. Eng. Aspects*, Vol: 219, 201-213
- Borchardt J.K., Matalamaki, D.W., Loti, V.G., Grimes, D. B., 1997. Two methods for deinking sorted office paper, *TAPPI J*, Vol80, 269-274
- Drelich, J., Pletka, J., Boyd, P., Raber, E., Herran, D., Luhta, E., Walgui, H., Tervo, N., Boston, S., Wieland, J., Morgan, J. and Sabo, N., 2001. Interfacial chemistry aspects of deinking flotation of mixed office waste. SME annual meeting proceeding, Feb. 26-28, Denver, Colorado, pp: 1-9.
- Hache, M. j, A, Brungardt, J. R, Teodorescu, Munroe, D.C., 1993. The color stripping of office waste paper with sodium Hydrosulphite, 2nd Research froum on Recycling, Canada, 111-116
- Kim, H. J., Kim, S. B., Kim, C. J., 2007. The Effects of Nonionic Surfactants on the Pretreatment and Enzymatic Hydrolysis of Recycled Newspaper, *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 12, 147-151.
- Oh, J. K., Park, K. N., Park, J. W., and Kim, J. H., 1997. Effect of HLB value of surfactant on enzymatic deinking process. *J. of Industrial and Engineering Chemistry*. 3(1): 7-12.
- Pala, H., Mota, M. and Gama. , F. M., 2006. Factors influencing MOW deinking: Laboratory scale studies, *Enzyme and Microbial Technology*, Vol38, 81-87
- Sameer, R., Vivek, V., 2011. De-inking of waste paper, Novel techniques and methodologies, *IPPTA J*. 23, 149-152.
- Spence, K., Venditti, R. and Rojas, O. J., 2009. Sugar surfactants in paper recycling, *Nordic Pulp and Paper Research Journal*, 24(1):107-111
- Technical Associatim of Pulp and paper Industry, 2010. *Tappi Test methods*, Tappi press, Atlanta, GA. USA.
- Zhao, Y., Deng, Y. and Zhu, J.Y., 2004. Roles of surfactant in flotation deinking. *Progress in paper recycling*, 14(1): 41-45.
- Zhenying, S., Shijin, D., Xuejun, C., Yan, G. Junfeng, L., Hongyan, W., X. Zhang, S., 2009. Combined de-inking technology applied on laser printed paper, *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 48, 587-591.

است که متأثر از حذف کارآمد ذرات جوهر از الیاف است. ماتی کاغذ نیز افزایش یافته است که می‌تواند به دلیل باقی ماندن ذرات خیلی ریز جوهر بر روی الیاف و داخل الیاف بوده که در نتیجه آن سایه تیره‌ای را در کاغذ جوهرزدایی شده ایجاد می‌کند. اصولاً در فرایندهای جوهرزدایی از یک مرحله رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن بعد از مرحله حذف جوهر استفاده می‌شود که در این مطالعه انجام نشده است. البته اگر فرایند رنگ‌بری در جوهرزدایی استفاده شود، روشنی کاغذ جوهرزدایی شده افزایش یافته و ماتی کاهش پیدا می‌کند.

بنابراین در اثر مصرف زیادتر ماده عامل فعال سطحی و صابون، لکه‌های جوهر با اندازه‌های مختلف کاهش یافته است که نشان‌دهنده کارآمدی این سیستم در حذف ذرات جوهر با اندازه‌های مختلف است.

نتیجه گیری

این تحقیق با هدف تعیین مقدار مصرف مناسب صابون و ماده عامل فعال سطحی در جوهرزدایی کاغذ باطله و همچنین مقایسه عملکرد دو ماده انجام شده است. نتایج نشان داده‌اند که در اثر مصرف توأم صابون و عامل فعال سطحی جداسازی ذرات جوهر از روی الیاف و حذف این ذرات به خوبی انجام شده و نرمه‌های الیاف کمتری حذف می‌شوند. به طوری که با مصرف توأم ۰/۲۵٪ یا ۰/۵٪ از هر کدام از دو ماده مورد بررسی بازده جوهرزدایی افزایش یافته است، ولی با زیاد شدن بیشتر مقدار مصرف دو ماده بازده کاهش یافته است.

استفاده توأم دو ماده مورد بررسی تأثیر منفی بر ویژگی‌های مقاومتی کاغذ جوهرزدایی شده نداشته و حتی مقاومت‌ها به طور جزئی افزایش یافته‌اند که نشان‌دهنده کارایی دو ماده می‌باشد.

روشنی و ماتی کاغذ جوهرزدایی شده افزایش یافته و مقدار لکه‌های با اندازه ۰/۰۴، ۰/۱۵ و ۰/۴۰ میلی‌متر کاهش یافته است که مؤید حذف کارآمد ذرات جوهر

Comparing the Performance of the Combination of Surfactant and Soap in Wastepaper Deinking

A. Jahan Latibari^{1*}, R. Jamali² and M. Roohnia³

- 1*- Corresponding author, Professor, Department of Wood and Paper Sciences and Technology, College of Agriculture and Natural Resources, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, Email: latibari.aj@gmail.com
2- M.Sc., Department of Wood and Paper Sciences and Technology, College of Agriculture and Natural Resources, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
3- Associate Prof., Department of Wood and Paper Sciences and Technology, College of Agriculture and Natural Resources, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

Received: April, 2013 Accepted: Nov., 2014

Abstract

The influence of different dosages of surfactant and soap in the deinking of wastepaper is investigated. The results showed that the dosage of 0.25% soap generated highest brightness and lowest opacity. However, the dosage of 0.75% soap produced highest tensile and burst strength and 0.5% soap produced the lowest spec (dirt) index. In the case of surfactant application, the dosage of 0.75% surfactant produced highest brightness and 0.5% surfactant generated lowest opacity. Application of 0.5% surfactant showed highest tensile and burst strength and lowest dirt index. The combined effect of both chemicals showed that the combined dosage of 0.75% surfactant and 0.25% soap produces highest brightness but the dosage of 0.25% surfactant without soap produced lowest opacity. Highest tensile and burst strength was related to pulp deinked using 0.5% surfactant and 0.75% soap. The results indicated that the combination of 0.75% surfactant and 0.25% soap generated highest brightness which the important property of the writing and printing paper. The highest tensile and burst strength was measured in deinked pulp produced using 0.5% surfactant and 0.75% soap.

Keywords: Flootation, wastepaper, soap, surfactant, strength.