استفاده از سورفکتانت‌ها برای بهبود خمیرکاغذسازی از باگاس به روش سودا

یحیی همزه*+، علی ابیض، مهسا السادات میرفتاحی، علی عبدالخانی
کرج، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، صندوق پستی ۴۳۱۴ ـ ۳۱۵۸۵

چکیده: *در راستای کاهش عدد کاپای خمیرکاغذ حاصل از فرایند سودای باگاس و در نتیجه کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از رنگبری خمیرکاغذ شیمیایی حاصل از باگاس، در این پژوهش اثر استفاده از چند نوع سورفکتانت بر لیگنین‌زدایی و قابلیت رنگبری خمیرکاغذهای حاصل از باگاس مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه‌ها نشان داد که کاربرد ۱٪ وزنی بعضی از سورفکتانت‌های مورد استفاده، عدد کاپای خمیرکاغذ را بدون کاهش بازده به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد. سورفکتانت‌ها موجب مصرف کمتر قلیا در جریان خمیرسازی، افزایش درجهٔ روشنی خمیرکاغذ رنگبری نشده و درجهٔ روانی و همچنین کاهش وازده در خمیرکاغذهای تولید شده می‌شوند. رنگبری خمیرکاغذهای حاصل از کاربرد سورفکتانت‌ها در مراحل رنگبری D_oED_1 و $D_oE_pD_1$ منجر به تولید خمیرکاغذهایی با روشنی بیشتر در مقایسه با خمیرکاغذ سودای معمولی در مصرف یکسان دی اکسید کلر می‌شوند. مقاومت مکانیکی کاغذهای حاصل از کاربرد این مواد بهتر از مقاومت‌های مکانیکی حاصل از خمیرکاغذ سودای معمولی است.*

واژه‌های کلیدی: *خمیرسازی، سودا، باگاس، سورفکتانت، رنگبری، دی اکسید کلر.*

KEY WORDS: *Pulping, Soda, Bagasse, Surfactant, Bleaching, Chlorine dioxide.*

مقدمه

صنایع خمیرکاغذ و کاغذسازی پس از صنایعی مانند صنایع نساجی، صنایع فولاد و صنایع نفتی جزء پنج صنعت عمدهٔ آلوده کننده محیط زیست می‌باشند. البته با توجه به افزایش آگاهی‌های عمومی، محدودیت‌های انجام شده توسط قانون‌گزاران و توسعهٔ فناوری‌های نوین بخش زیادی از آلودگی‌های ناشی از این صنایع کاهش یافته است. یکی از بخش‌های مهم آلوده کنندهٔ محیط زیست در صنایع خمیرکاغذ و کاغذ، صنعت تولید خمیرکاغذهای شیمیایی رنگبری شده است. آلودگی پساب ناشی از تولید این نوع خمیرکاغذها عمدتا ناشی از پساب سیستم رنگبری است. در مرحلهٔ رنگبری این خمیرکاغذها، ترکیب‌های کلردار استفاده می‌شود و پساب حاصل از آن به دلیل تشکیل ترکیب‌های آلی کلردار سمی بوده و از نظر زیست محیطی نامطلوب هستند. مقدار کاربرد مواد شیمیایی مورد استفاده در مرحله رنگبری و در نتیجه میزان آلودگی ناشی از آن به طور مستقیم تابع مقدار لیگنین باقیمانده در خمیرکاغذ است که با شاخص عدد کاپا مشخص می‌شود. بنابراین، تلاش‌های زیادی برای کاهش عدد کاپای این خمیرکاغذها در مرحله خمیرکاغذسازی صورت گرفته است. توسعهٔ فناوری‌هایی مانند پخت تغییر یافته، لیگنین‌زدایی با اکسیژن، استفاده از فناوری‌های زیستی مانند آنزیم‌ها و قارچ‌ها [۱]، توسعهٔ مرحله‌های رنگبری

*عهده دار مکاتبات
+E-mail: hamzeh@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

بدون عنصر کلر (ECF)[۱] و بدون ترکیب‌های کلر (TCF)[۲] [۳، ۲]، از جملهٔ این تلاش‌ها می‌باشند. استفاده از افزودنی‌هایی مانند آنتراکینون و سورفکتانت‌ها در مرحلهٔ خمیرکاغذسازی از دیگر تلاش‌های انجام شده در این راستا می‌باشد. همهٔ این فناوری‌ها برای کاهش مقدار لیگنین باقیمانده در خمیرکاغذ قبل از مرحلهٔ رنگبری است.

در زمینهٔ کاربرد سورفکتانت‌ها در مرحلهٔ تهیهٔ خمیرکاغذ شیمیایی پژوهش‌های محدودی انجام شده است. *Duggiralla* در سال ۲۰۰۰ میلادی اثر افزودن انواع مختلفی از سورفکتانت‌ها را به میزان ۱ درصد وزن چوب به لیکور سفید پخت کرافت سوزنی‌برگان و پهن‌برگان را بررسی کرد [۴]. نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که سورفکتانت‌ها موجب تولید خمیرکاغذ یکنواخت‌تری می‌شوند و وازده را کاهش می‌دهند. در یک عدد کاپای یکسان، افزودن سورفکتانت‌ها موجب افزایش ۱ ـ ۰٫۵ درصدی بازده خمیرکاغذ در مقایسه با خمیرکاغذ کرافت بدون سورفکتانت می‌شود.

Chen و *همکاران* (۲۰۰۲ میلادی) اثر کاربرد سورفکتانت بر لیگنین‌زدایی خمیرکاغذ کرافت سوزنی‌برگان را بررسی کردند. نتیجه‌ها نشان داد که سورفکتانت‌ها بدون هیچ اثر منفی بر گزینشی بودن لیگنین‌زدایی با اکسیژن، موجب تسریع لیگنین‌زدایی می‌شوند. این پژوهش نشان داد که سورفکتانت‌های با وزن ملکولی پایین اثر بهتری بر لیگنین‌زدایی دارند [۵]. *Baptista* و *همکاران* (۲۰۰۴ میلادی) اثر کاربرد چند نوع سورفکتانت را در پخت کرافت کاج پین استر[۳] بررسی کردند. نتیجه‌ها نشان داد که سورفکتانت‌های غیر یونی موجب افزایش روشنی خمیرکاغذ رنگبری نشده می‌شوند و همچنین موجب کاهش درصد وازده و عدد کاپای خمیرکاغذ کرافت تولید شده می‌شوند. به‌علاوه کاربرد این مواد اثرات منفی بر رنگبری خمیرکاغذ تولید شده ندارد، بلکه باعث کاهش مقدار مصرف کلر دی اکسید برای رسیدن به یک درجهٔ روشنی معین در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد می‌شوند [۶]. *Santiago* و *همکاران* (۲۰۰۷ میلادی) نشان دادند که کاربرد یک نوع سورفکتانت از نوع مشتقات الکل در پخت کرافت اکالیپتوس موجب افزایش ویسکوزیتهٔ خمیرکاغذ در یک عددکاپای معین در مقایسه با خمیرکاغذ کرافت معمولی می‌شود، ولی افزودن سورفکتانت اثری بر بازده خمیرکاغذ ندارد [۷]. *Mishra* و *همکاران* (۲۰۰۷ میلادی) کاربرد چند نوع سورفکتانت غیر یونی در تهیه خمیرکاغذ قلیایی از بامبو و مخلوط پهن‌برگان را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که سورفکتانت‌ها موجب کاهش مواد استخراجی محلول در دی‌کلرومتان خمیرکاغذ تولید شده و عدد کاپا، درصد وازده و بهبود خواص نوری خمیرکاغذ سفید نشده را کاهش می‌دهند. به‌علاوه، کاربرد این مواد موجب کاهش COD، مواد جامد معلق، مواد جامد محلول در پساب حاصل از رنگبری با مراحل CEpHD می‌شود [۸]. این پژوهش‌گران معتقدند که کاربرد سورفکتانت‌ها رسوب مجدد ترکیب‌های تخریب شده در جریان پخت بر روی الیاف را کاهش می‌دهند و از این طریق سبب تولید خمیر با خواص کیفی بهتری می‌شوند. *Greer* و *همکاران* (۲۰۰۴ میلادی) معتقدند که سورفکتانت‌ها موجب بهبود نفوذ و انتشار مواد شیمیایی به داخل تودهٔ لیگنوسلولزی می‌شوند [۹]. این پدیده منجر به بهبود ویژگی‌های کیفی خمیر و کاهش نیاز به مواد رنگبری در مرحلهٔ رنگبری می‌شود.

در ایران نیز پژوهش‌های گوناگونی درمورد افزودنی‌های موثر بر خمیرسازی انجام شده است تا میزان لیگنین‌زدایی خمیر را بدون تخریب پلی ساکاریدهای آن افزایش دهند. *صادقی و همکاران* (۲۰۰۸ میلادی) در تحقیقی تحت عنوان پتانسیل بازهای آلی در تهیه خمیر کاغذ از باگاس عنوان کردند که استفاده از تترامتیل آمونیم هیدروکسید و اتلین دی آمین سبب کاهش عدد کاپا و بهبود خواص نوری خمیرکاغذ تهیه شده با روش سودا و سودا انتراکینون در شرایط مشابه می‌شود. آنها این اثرات مثبت را ناشی از افزایش سرعت تخریب لیگنین، افزایش انحلال لیگنین و کاهش واکنش‌های تراکمی آن بیان کردند [۱۰].

بنابراین، پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهند که افزودن سورفکتانت‌ها اثرات مثبتی بر خمیرکاغذسازی از مواد لیگنوسلولزی مختلف دارند. از طرف دیگر به دلیل محدودیت‌های ناشی از کمبود منابع چوبی، خمیرکاغذسازی از منابع غیرچوبی اهیمت زیادی را در ایران و جهان پیدا کرده است [۱۲، ۱۱]. در این پژوهش اثر افزودن چند نوع سورفکتانت غیر یونی بر خمیرکاغذسازی سودای حاصل از باگاس مورد مطالعه قرار گرفته و ویژگی‌های خمیرکاغذهای تولید شده با استفاده از سورفکتانت‌های مختلف با خواص خمیرکاغذ سودای باگاس تهیه شده در شرایط بدون سورفکتانت مقایسه شده است. در نهایت قابلیت رنگبری و خواص مقاومتی خمیرکاغذهای حاصل نیز با یکدیگر مقایسه شده است.

(۱) Elementary chlorine free

(۲) Totally chlorine free

(۳) Pinus pinaster

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱ـ شرایط رنگبری خمیرکاغذها با مراحل D_oED_1 و D_oEpD_1.

توالی رنگبری	درصد ClO_2 در D_o	pH نهایی در D_o	درصد NaOH در مرحله استخراج قلیایی	درصد H_2O_2 در مرحله استخراج قلیایی	درصد ClO_2 در D_1	pH نهایی D_1
DED	۱/۱	۲/۳	۱/۲	۰	۰/۸	۲/۵
DEpD	۱	۳/۵-۴/۵	۱	۰/۲	۰/۶۵	۳/۵

بخش تجربی

باگاس مورد استفاده در این تحقیق از کارخانهٔ کاغذسازی پارس (هفت‌تپه) تهیه شد. باگاس پس از شستشو و خشک شدن در محیط، برای مغز زدایی الک شد و پس از آن درون کیسه پلاستیکی تا رسیدن به رطوبت تعادل نگه‌داری شد. پخت باگاس به روش سودا با استفاده از دیگ پخت آزمایشگاهی که شامل ۶ سیلندر غوطه‌ور در گلیسرین است، انجام شد.

در این پژوهش چندین نوع سورفکتانت غیر یونی شامل پلی‌اتیلن گلیکول ۴۰۰، پلی‌اتیلن گلیکول ۱۰۰۰، لوریل الکل اتوکسیلات دارای دو مول اتیلن اکسید بر هر مول الکل با نام تجاری P-2، لوریل الکل اتوکسیلات دارای هفت مول اتیلن اکسید بر هر مول الکل با نام تجاری P-7 و آمین چرب اتوکسیلات شده دارای بیست مول اتیلن اکسید بر هر مول آمین چرب با نام تجاری PC-2 دارای وزن ملکولی (g/mol) ۶۰۰ ـ ۲۷۴ بودند، استفاده شد. این مواد به میزان ۱ درصد وزن باگاس خشک به عنوان افزودنی پخت استفاده شدند. شرایط پخت باگاس برای تهیه خمیرکاغذ قابل رنگبری به شرح زیر بود:

وزن باگاس خشک در هر سیلندر ۱۰۰ گرم؛ مقدار NaOH بر حسب درصد باگاس خشک برابر ۱۵ درصد؛ نسبت لیکور به باگاس ۵ به ۱؛ دمای بیشینهٔ پخت ^oC ۱۶۵؛ مدت زمان پخت در دمای بیشینه ۶۰ دقیقه و زمان رسیدن به دمای بیشینه ۸۰ دقیقه.

بعد از اتمام پخت و سرد شدن سیلندرها، از لیکور سیاه پخت نمونه‌گیری شد و قلیاییت باقیمانده با استفاده از HCl ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH= ۱۱ به روش تیتراسیون اسید ـ باز سنجش شد. خمیرکاغذهای تولید شده تا خروج کامل مایع پخت با آب شسته شدند. درصد وازده[1] (بخشی ذره‌های موجود در خمیرکاغذ است که از الیاف منفرد و مجزا بزرگتر می‌باشند و منافذ غربال با منافذی به ابعاد ۰/۱۵ میلی‌متر یا مش ۱۰۰ عبور نمی‌کنند و روی آن باقی می‌مانند) و خمیرکاغذ قابل قبول به ترتیب با شستشوی خمیرکاغذ بر روی الک ۱۰۰ مش و ۲۰۰ مش تعیین شد. عدد کاپا و درجهٔ روانی خمیرکاغذها به ترتیب طبق روش‌های استاندارد T 236 om-06 و T 221 cm-99 آیین‌نامه TAPPI اندازه‌گیری شد. هر پخت با شرایط یکسان ۳ بار تکرار شد.

خمیرکاغذ شاهد و خمیرکاغذ حاصل از سورفکتانت‌هایی که از نظر ویژگی‌های خمیرکاغذ (از نظر بازده بیشتر و عدد کاپای کمتر) در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد شرایط بهتری داشتند، با استفاده از مراحل رنگبری D_oED_1 و D_oEpD_1 رنگبری شدند و قابلیت رنگبری آنها با یکدیگر و با خمیر شاهد مقایسه شد. رنگبری با استفاده از کیسهٔ پلاستیکی و درون حمام آب گرم انجام شد. مرحلهٔ D_o در دمای ^oC ۶۰ و زمان ۴۵ دقیقه انجام شد. مرحلهٔ استخراج قلیایی در دمای ^oC ۷۰ و زمان ۶۰ دقیقه انجام شد. مرحلهٔ D_1 در دمای ^oC ۸۰ و به مدت ۹۰ دقیقه انجام شد. مقدار مصرف مواد شیمیایی در توالی رنگبری و شرایط آن از نظر pH نهایی در هر مرحله در جدول ۱ ارایه شده است.

بعد از هر مرحله رنگبری، بخشی از لیکور رنگبری برای اندازه‌گیری pH نمونه‌گیری شد. خمیرکاغذها بعد از هر مرحله رنگبری با آب شستشو داده شدند. پس از ساخت کاغذ دست‌ساز با جرم پایه (g/m^2) ۶۰، مقدار روشنی، مقاومت کششی و مقاومت به پارگی کاغذها به ترتیب با روش‌های استاندارد T 452 om-98، T 494 om-96، T 414 om-98، آیین‌نامه TAPPI اندازه‌گیری شد.

نتیجه‌ها و بحث

نتیجه‌های خمیرسازی

نتیجه‌های حاصل از پخت سودای باگاس با استفاده از انواع سورفکتانت‌های مورد استفاده در جدول ۲ ارایه شده است. برای مقایسه نتیجه‌های حاصل از پخت سودای باگاس بدون سورفکتانت‌ها نیز ارایه شده است. مشاهده می‌شود که در شرایط پخت یکسان، عدد کاپا و درصد وازدهٔ خمیرکاغذهای تولید شده با استفاده از سورفکتانت‌های مختلف کمتر از عدد کاپا و درصد وازدهٔ خمیرکاغذ شاهد است. ترکیباتی مانند پلی‌اتیلن‌گلیکول ۴۰۰،

(۱) Reject

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲ـ نتیجه‌های حاصل از خمیرکاغذسازی به روش سودا از باگاس با و بدون استفاده از انواع مختلف سورفکتانت.

نوع سورفکتانت	بازده بعد از الک (٪)	قلیاییت باقیمانده (٪)	مقدار وازده (٪)	عدد کاپا	درجهٔ روانی CSF (ml)	روشنی خمیرکاغذ قهوه‌ای (٪)
شاهد (بدون سورفکتانت)	۵۲٫۵	۳٫۹	۱٫۰۴	۱۷٫۱	۶۹۰	۳۶
پلی‌اتیلن‌گلیکول ۴۰۰	۵۰٫۳	۶٫۸	۰٫۴۳	۱۴٫۹	۷۳۰	۳۸
پلی‌اتیلن‌گلیکول ۱۰۰۰	۵۱٫۹	۷٫۹	۰٫۴۲	۱۳٫۷	۷۲۰	۳۷
P-2	۵۳٫۳	۸٫۳	۰٫۵۵	۱۵٫۹	۶۹۰	۴۱
P-7	۵۱٫۲	۶٫۴	۰٫۴۳	۱۴٫۵	۶۸۰	۴۰
PC-2	۵۲٫۸	۵٫۵	۰٫۵۵	۱۲٫۳	۷۲۰	۴۱

پلی‌اتیلن‌گلیکول ۱۰۰۰ و P-7 همزمان با کاهش عدد کاپا سبب کاهش بازده نیز شده‌اند. این سورفکتانت‌ها با کاهش واکنش‌های کندانس لیگنین تخریب شده [۱۳] و افزایش انحلال لیگنین حل شده در یک محیط دو فازی باعث عدد کاپای کمتر خمیرکاغذ تولید شده شده‌اند. از طرف دیگر، دو نوع سورفکتانت P-2 و PC-2 علاوه بر کاهش عدد کاپا و وازده، موجب افزایش بازده قابل قبول شده‌اند. در نتیجه‌های اثر سورفکتانت بر خمیرسازی کرافت اکالیپتوس گزارش شده است که استفاده از سورفکتانت موجب افزایش ویسکوزیتهٔ خمیرکاغذ تولید شده می‌گردد [۷]. بنابراین، افزایش بازده توسط این دو سورفکتانت P-2 و PC-2 را می‌توان به اثر حفاظتی این مواد و جلوگیری از تخریب پلی‌ساکاریدهای باگاس نسبت داد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این دو نوع سورفکتانت از یک طرف با گزینشی‌تر کردن لیگنین‌زدایی موجب تولید خمیرکاغذهایی با عدد کاپای کمتر و از طرف دیگر با جلوگیری از تخریب پلی‌ساکاریدهای باگاس موجب تولید خمیری با بازده بیشتر می‌شوند. به‌علاوه نتایج نشان می‌دهند که افزودن سورفکتانت‌ها موجب کاهش مصرف قلیایی فعال (هیدروکسید سدیم) و افزایش روشنی خمیرکاغذهای قهوه‌ای شده‌اند. گزینشی‌تر بودن لیگنین‌زدایی از باگاس در اثر افزودن سورفکتانت‌ها را می‌توان به بهبود جداسازی لیگنین از تودهٔ کربوهیدراتی خمیر (سلولز و همی‌سلولزها) و یا افزایش واکنش مواد قلیایی در حضور سورفکتانت‌ها نسبت داد. استفاده از سورفکتانت‌ها در دمای بالا منجر به تشکیل یک محیط دو فازی شامل فاز آلی (سورفکتانت) و فاز آبی (محلول سود) می‌شود. از آنجا که لیگنین به فاز آلی و کربوهیدرات‌ها به فاز آبی تمایل دارند، این تمایل متضاد باعث جداشدن کارآمدتر این مواد از یکدیگر می‌شود که نتیجهٔ آن تولید خمیری با کاپای کمتر است [۱۵ و ۱۴].

نتیجه‌های رنگبری

نتیجه‌های رنگبری خمیرکاغذهای منتخب در جدول ۳ مشخص شده‌است. نتیجه‌ها نشان می‌دهند، خمیرکاغذهای حاصل از کاربرد سورفکتانت در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد در هر دو توالی رنگبری DED یا DEpD، با مصرف مقدار یکسانی از مواد شیمیایی رنگبری، روشنی نهایی بیشتری دارند. بنابراین، در مقایسه با خمیر کاغذ شاهد، کاربرد این سورفکتانت‌ها علاوه بر افزایش بازده موجب کاهش مصرف ترکیبات رنگبری برای رسیدن به یک درجهٔ روشنی بهتر می‌شوند. به علاوه، نتایج نشان می‌دهد که درجهٔ روشنی خمیرکاغذ در توالی $D_oE_pD_1$ بیشتر از توالی D_oED_1 است. با توجه به اینکه در رنگبری با توالی D_oED_1 در مجموع ۱٫۹ درصد دی اکسید کلر و در رنگبری با توالی $D_oE_pD_1$ در مجموع ۱٫۶۵ درصد دی اکسید کلر مصرف شده است، می‌توان گفت که توالی $D_oE_pD_1$ به علت مصرف دی اکسید کلر کمتر از نظر زیست‌محیطی نسبت به D_oED_1 مطلوب‌تر است.

نتیجه‌های خواص مقاومتی کاغذها

نتیجه‌های حاصل از بررسی خواص مقاومتی کاغذهای دست‌ساز حاصل از خمیرکاغذهای رنگبری شده با توالی $D_oE_pD_1$ در جدول ۴ مقایسه شده است. نتیجه‌های ارایه شده مربوط به خمیرکاغذهای پالایش نشده می‌باشد. نتیجه‌ها نشان می‌دهند که کاربرد این سورفکتانت‌ها موجب افزایش مقاومت ترکیدگی و طول پارگی کاغذهای حاصل از خمیرهای تولید شده می‌شوند. این موضوع ممکن است در اثر کاهش تخریب پلی ساکاریدهای باگاس بویژه همی‌سلولزهای باگاس در جریان خمیرسازی باشد که از یک طرف موجب افزایش بازدهٔ خمیرها و از طرف دیگر موجب

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳ـ نتیجه‌های حاصل از رنگبری خمیرکاغذها با مراحل D_oED_1 و $D_oE_pD_1$ با شرایط مندرج در جدول ۱.

نوع خمیرکاغذ	عددکاپای اولیه	روشنی اولیه (٪)	مراحل رنگبری	عددکاپا بعد از E یا Ep	روشنی بعد از E یا Ep (٪)	روشنی نهایی (٪)
شاهد (بدون سورفکتانت)	۱۷٫۱	۳۶	D_oED_1	۳٫۹	۴۹	۶۷
P-2	۱۵٫۹	۴۱	D_oED_1	۴٫۱	۵۰	۶۸٫۳
PC-2	۱۲٫۳	۴۱	D_oED_1	۳٫۰	۵۲	۷۰٫۶
شاهد (بدون سورفکتانت)	۱۷٫۱	۳۶	$D_oE_pD_1$	۳٫۲	۵۳	۶۷
P-2	۱۵٫۹	۴۱	$D_oE_pD_1$	۳٫۷	۵۹	۶۹٫۵
PC-2	۱۲٫۳	۴۱	$D_oE_pD_1$	۲٫۰۵	۶۱	۷۲٫۵

جدول ٤ـ ویژگی‌های مقاومتی کاغذ دست‌ساز حاصل از خمیرکاغذهای مختلف.

نوع خمیرکاغذ	درجهٔ روانی (CSF ml)	شاخص ترکیدگی ($kPa.m^2/g$)	شاخص پارگی ($mN.m^2/g$)	طول پارگی (m)
شاهد	۶۹۰	۱٫۰۰	۱٫۲۲	۲۱۰۰
P-2	۶۷۰	۱٫۳۴	۱٫۲۲	۲۶۰۰
PC-2	۶۸۰	۱٫۶۷	۱٫۲۲	۲۸۰۰

بهبود خواص مقاومتی کاغذهای حاصل از آنها می‌شود. البته مقاومت پارگی کاغذها تغییری نکرده است.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق امکان استفاده از چند نوع سورفکتانت بر لیگنین‌زدایی و رنگبری خمیر کاغذ سودای حاصل از باگاس بررسی شد. غربال‌گری و شناسایی سورفکتانت‌های موثرتر نشان داد که دو نوع سورفکتانت P-2 و PC-2 اثر مطلوبی بر کارایی خمیرسازی از نظر کاهش عدد کاپا در بازده یکسان داشتند (جدول ۲). نتیجه‌های مشابهی با استفاده از سورفکتانت‌ها بر خواص خمیرسازی از پهن‌برگان و بامبو توسط *Mishra* و *همکاران* گزارش شده است [۸]. به‌علاوه، کاربرد سورفکتانت‌ها موجب افزایش روشنی خمیرکاغذهای تولید شده در مقایسه با خمیر کاغذ تولید شده بدون سورفکتانت شده است. تصور می‌شود که سورفکتانت‌های مورد استفاده به عنوان افزودنی در مرحله خمیرسازی موجب بهبود نفوذپذیری و پخش مواد شیمیایی در ماده لیگنوسلولزی می‌شوند. این موضوع به نوبهٔ خود سبب کاهش مصرف مقدار قلیای فعال، بهبود شستشوی خمیرکاغذ، کاهش وازده، لگنین‌زدایی یکنواختر و به طور کلی تولید خمیرکاغذی با خواص کیفی بهتر و یکنواختر می‌شوند که منجر به بهبود قابلیت رنگبری خمیرکاغذهای حاصله و افزایش مقاومت‌های کاغذ می‌شود.

تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۶ ، تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۰/۲۸

تشکر و قدردانی

از مدیران محترم کارخانه کاغذ پارس به‌ویژه مدیر و کارشناسان آزمایشگاه این کارخانه به دلیل و همکاری در انجام این تحقیق تقدیر و تشکر می‌گردد.

مراجع

[۱] پازوکی، محمد؛ شفیعی، شکوه؛ کاربرد آنزیم‌ها در صنعت خمیر و کاغذ، *دو ماهنامهٔ مهندسی شیمی ایران*، **۳**(۱۳)، (۱۳۸۳).

[۲] بهین، جمشید؛ دلماس، میشل؛ اثر pH بر سینتیک واکنش ازن – لیگنین در مرحله رنگبری خمیر کاغذ با درصد خشکی بالا، *نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران*، (۲) **۲۲**، (۱۳۸۲).

Archive of SID
www.SID.ir

[۳] حجازی، سحاب؛ جهان لتیباری، احمد؛ پات، رودلف؛ کردزاخیا، اتار؛ پارساپژوه، داود؛ چیرنر، اولریکه؛ بررسی رنگبری خمیر کاغذ سودا از کاه گندم با روش کاملا بدون کلر (TCF)، *فصلنامهٔ منابع طبیعی ایران*، (۴)**۵۹** (۱۳۸۵).

[4] Duggiralla Y., Surfactant Based Digester Additive Technology for Kraft Softwood and Hardwood Pulping, *Appita J.*, **53** (1), p. 41 (2000).

[5] Chen S-L., Lucia Lucian A., Fundamental Insight into the Mechanism of Oxygen Delignification of Kraft Pulps. II. Application of Surfactants, *Cellulose Chemistry and Technology*, **36** (5-6), p. 495 (2002).

[6] Baptista C., Belgacem N., Duarte A.P., The Effect of Surfactants on Kraft Pulping of *Pinus pinaster* , *Appita J.*, **57** (1), p. 35 (2004).

[7] Santiago A.S., Pascoal Neto C., Assessment of Potential Approaches to Improve Eucalyptus Globulus Kraft Pulping Yield, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, **82**, p. 424 (2007).

[8] Mishra R.P., Maheshwari G.D., Bhargava G.G., Gupta T.K.D., Thusu N.K., Effect of Surfactant Application on Pulping Characteristics of Mill Chips and Reduction in Pollution Load, *IPPTA*, **19**(1), p. 61 (2007).

[9] Greer C., Duggirala P., Duffy B., Digester Additives Maximize Pulping Efficiency, Reduce Bleaching Demand, *Pulp & Paper*, **78**(9), p. 60 (2004).

[10] Sadeghi A., Abdulkhani A., Hamzeh Y., Mirshokraie A., Karimi A., Study of Organic Bases Potential in Bagasse Pulping, *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, **22** (2), p. 73 (2008).

[۱۱] قضاتلو، احمد؛ محمدی روشنده، جمشید؛ مدل‌سازی رفتارخمیر تولیدی کاه برنج با دی متیل فرم آمید، *نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران*، (۴)**۲۷**، (۱۳۸۷).

[۱۲] صاحب، فریدون؛ مروری بر صنعت کاغذ در ایران، *نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران* (۱)**۱۱**، (۱۳۶۱).

[13] Guo Z., April G.C., PEG-Based Aqueose Biphasic Systems as Improvement for Kraft Hardwood Pulping Process, *Chem. Eng. Comm.*, **190**, p. 1155 (2003).

[14] Guo Z., Li M., Willauer H.D., Huddleston J.G., April G.C., Rogers Robin D., Evaluation of Polymer-Based Aqueous Biphasic Systems As Improvement for the Hardwood Alkaline Pulping Process, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **41** (10), p. 2535 (2002).

[15] Ling T-F., Hancock T., Ethoxylated Alcohol and Dialkylphenol Surfactants as Kraft Pulping Additives for Reject Reduction and Yield Increase, US Patent 5250152 - October (1993).

Archive of SID
www.SID.ir