مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد هجدهم، شماره دوم، ۱۳۹۰
www.gau.ac.ir/journals

تأثیر کمپلکس آلی پلی‌هیدروکسیل آکریلیک اسید و نمک سدیم بر ویژگی‌های نوری و فیزیکی خمیرهای کاغذ روزنامه بازیافتی

علی قاسمیان[۱]، منصور غفاری[۲] و *ایمان اکبرپور[۳]

[۱]دانشیار گروه صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]دانشجوی کارشناسی‌ارشد صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۳]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۲۱

چکیده

در این پژوهش به‌دلیل مشکلات موجود در رابطه با رسوب سیلیکات سدیم و کاهش عمر مفید دستگاه‌ها و تجهیزات، مرکب‌زدایی شیمیایی کاغذهای روزنامه باطله با استفاده از کمپلکس آلی پلی‌هیدروکسیل آکریلیک اسید و نمک سدیم (با نام تجاری Sulvy-x) به‌جای سیلیکات سدیم در فرمول‌بندی مواد شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت. Sulvy-x در ٤ سطح ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۰/۹ درصد براساس وزن خشک کاغذ باطله به‌کار گرفته شده و مرکب‌زدایی شیمیایی انجام شد. تأثیر درصدهای مختلف Sulvy-x بر ویژگی‌های نوری و فیزیکی خمیرکاغذ مرکب‌زدایی شده در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد (خمیرکاغذ روزنامه بازیابی شده با ۲ درصد سیلیکات سدیم) بررسی شده و میزان مصرف بهینه این ماده تعیین گردید. نتایج به‌دست آمده از مقایسه ویژگی‌های نوری کاغذهای ساخته شده نشان داد که با افزایش مصرف Sulvy-x تا ۰/۹ درصد، درجه روشنی کاغذ تا ۵۰/۹ درصد ایزو افزایش یافته و درجه زردی تا ۱۱/۹ درصد ایزو کاهش می‌یابد. همچنین درصدهای کم‌تر Sulvy-x مصرفی (۰/۳ درصد) بیش‌ترین درجه ماتی (۹۸/٦ درصد) را نتیجه داده است. نتایج به‌دست آمده از مقایسه ویژگی‌های فیزیکی کاغذها نشان داد که با افزایش درصد مصرف Sulvy-x تا ۰/۹ درصد، ضخامت کاغذ به حداقل مقدار ۱۰۹/۸ میکرومتر کاهش یافته و مقادیر بیش‌تر Sulvy-x در مرکب‌زدایی،

* مسئول مکاتبه: iman.ak2010@gmail.com

کاغذهای با دانسیته بیش‌تر را نتیجه داده است. بیش‌ترین دانسیته ۰/۵٤٦ گرم بر سانتی‌مترمکعب با استفاده از ۰/۹ درصد Sulvy-x مشاهده شد. همچنین مرکب‌زدایی کاغذ روزنامه باطله با استفاده از ۰/۳ و ۰/۷ درصد Sulvy-x به‌طور مشابه خمیرهای کاغذ با بیش‌ترین درجه روانی CSF، ٤٤۷/۹ میلی‌لیتر را نتیجه داد. به‌طورکلی استفاده از مقادیر مختلف Sulvy-x در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد کاغذهای با درجه روشنی مشابه، درجه ماتی بیش‌تر و ضخامت کم‌تر را نتیجه داده است. با توجه به نتایج اشاره شده در بالا، با استفاده از ۰/۹ درصد Sulvy-x در فرآیند مرکب‌زدایی می‌توان کاغذهای با درجه روشنی و دانسیته بیش‌تر، درجه زردی کم‌تر و درجه ماتی مطلوبی تولید کرد.

واژه‌های کلیدی: کاغذ روزنامه باطله، مرکب‌زدایی شیمیایی، کمپلکس آلی Sulvy-x، ویژگی‌های نوری، ویژگی‌های فیزیکی

مقدمه

امروزه کمبود ماده اولیه سلولزی در کشورهای مختلف دنیا، چالش مهمی برای صنایع خمیرکاغذ می‌باشد و این صنایع برای تأمین ماده اولیه سلولزی مورد نیاز خود و همچنین کاهش فشار مصرف چوب، باید در جستجوی سایر منابع لیگنوسلولزی جایگزین باشند. توسعه صنعت بازیافت الیاف سلولزی در بسیاری از کشورهای جهان به دلایل مختلف مثل افزایش مصرف سرانه کاغذ، کمبود فزاینده چوب و نیاز به سرمایه‌گذاری زیاد برای ایجاد صنایع جدید خمیرکاغذ و کاغذسازی و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از راه‌اندازی این گونه واحدها، به‌عنوان یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر مطرح می‌باشد (جلال، ۱۹۸۹). در ایران با توجه به مشکلات عمده‌ای که در رابطه با محدودیت سطح جنگل‌های شمال کشور و افزایش روند تخریبی آن‌ها وجود دارد، تأمین مواد اولیه مورد نیاز از این جنگل‌ها امکان‌پذیر نبوده است. بنابراین ضرورت دارد که راه‌کارهای مختلفی برای جبران این کمبود ارایه شود و در صورتی‌که از نظر فنی و اقتصادی مناسب باشند، مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین توجه و بررسی امکان استفاده از فرآیند بازیافت و مرکب‌زدایی کاغذهای باطله امری بسیار ضروری است (قاسمیان و همکاران، ۲۰۰٦).

مرکب‌زدایی فرآیند زدودن و خارج‌سازی ذرات مرکب از کاغذ باطله می‌باشد. هدف عمده این فرآیند تولید محصول کاغذی با کیفیت مطلوب است، به‌طوری‌که این محصول از سفیدی و ویژگی‌های مقاومتی خوبی برخوردار باشد. اهمیت مرکب‌زدایی کاغذهای باطله به‌عنوان یک فرآیند صنعتی رو به

افزایش است. دلیل اصلی سیر فزاینده نرخ بازیافت، پی بردن بیش‌تر کشورها به اهمیت بازیافت و استفاده از حداکثر منابع سلولزی است (میرشکرایی، ۲۰۰۱). برای مرکب‌زدایی کاغذهای باطله از مواد شیمیایی مختلفی استفاده می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها شامل: هیدروکسید سدیم، پروکسید هیدروژن، سیلیکات سدیم، عوامل کی‌لیت‌کننده و مواد فعال‌ساز سطحی[1] می‌باشند.

سیلیکات سدیم به‌عنوان یک عامل بافرکننده موجب نرم شدن مرکب چاپ شده و با جذب یون‌های فلزی، میزان تأثیر پروکسید هیدروژن را افزایش می‌دهد (قاسمیان و همکاران، ۲۰۰٦؛ مک‌کینی و هاچه، ۱۹۹۱). به‌تازگی به‌دلیل کاهش مشکلات مربوط به رسوب و ته‌نشست ترکیبات سیلیکاتی در دستگاه‌ها، استفاده از کمپلکس‌های آلی به‌جای سیلیکات سدیم در رنگ‌بری خمیرهای کاغذ بکر و همچنین مرکب‌زدایی کاغذهای باطله پیشنهاد شده است. با جایگزینی مواد شیمیایی مختلف به‌جای سیلیکات سدیم در فرآیند رنگ‌بری خمیرکاغذ CTMP[2] گونه غان با پروکسید قلیایی با استفاده از ۲ درصد پروکسید هیدروژن، ۱/۵ درصد سود سوزآور و ۰، ۱، ۱/۵، ۲ و ۳ درصد سیلیکات سدیم، به‌ترتیب مقادیر درجه روشنی ٥۱/٦، ٥۸/۳، ٦۲، ٦٤/٥، ٦۸ و ۷۱/۱ درصد ایزو به‌دست آمده‌اند. ماده شیمیایی کمپلکس آلی آکریلیک اسید و نمک‌های معدنی (با نام تجاری پاف[3]) در مقایسه با سایر مواد شیمیایی به‌کار گرفته شده به‌عنوان بهترین جایگزین سیلیکات سدیم معرفی شده است. همچنین با استفاده از ۰/۸ درصد پاف در رنگ‌بری با پروکسید قلیایی، درجه روشنی ٦۸/۷ درصد ایزو به‌دست آمده است که این مقدار در شرایط مشابه بیش از درجه روشنی خمیرکاغذ سفید شده با ۲ درصد سیلیکات سدیم می‌باشد. در رنگ‌بری خمیرهای کاغذ CTMP با استفاده از ٥ درصد سیلیکات سدیم و ۰/۸ درصد پاف می‌توان به درجه روشنی ٦۹/٦ درصد ایزو رسید که بسیار نزدیک‌تر به درجه روشنی خمیرکاغذ به‌دست آمده از ۳ درصد سیلیکات سدیم می‌باشد (دهقانی، ۲۰۰٤). جایگزینی کمپلکس آلی فسفونیک اسید و نمک معدنی (با نام تجاری گلاناپون استب[4]) به‌جای سیلیکات سدیم در رنگ‌بری خمیرهای کاغذ CMP داخلی تهیه شده از مخلوط پهن‌برگان نشان می‌دهد که در صورت حذف کامل سیلیکات سدیم از مواد شیمیایی رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن، با استفاده از ۰/۷ درصد و یا ۱/٥ درصد از این ماده می‌توان به‌ترتیب به حداکثر درجه روشنی مشابه

1- Surface Active Agents
2- Chemi-Thermo Mechanical Pulp
3- Paf
4- Glanapone Stab

٦٥/٥ درصد ایزو و حداقل درجه زردی ۲۱/۸ و ۲۱/٦ درصد ایزو رسید. این در حالی است که در صورت استفاده از اختلاط ۰/۷ درصد سیلیکات سدیم به‌طور ثابت با درصدهای مختلف گلاناپون، استفاده از ۰/۵ درصد گلاناپون از نظر ویژگی‌های نوری بهینه می‌باشد و اختلاف معنی‌داری بین ویژگی‌های نوری در درصدهای مختلف ۰/۷، ۱ و ۱/۵ درصد از ماده گلاناپون مشاهده نشده است. همچنین درصد سود و پروکسید بهینه در همه شرایط مورد نظر از دو حالت بدون سیلیکات سدیم و شرایط اختلاطی از سیلیکات سدیم و گلاناپون به‌ترتیب حدود ۲/۵ و ۵ درصد تعیین شد. افزایش زمان رنگ‌بری تا ۱۲۰ دقیقه منجر به تولید کاغذهای با درجه روشنی بیش‌تر و درجه زردی کم‌تر شده است (اکبرپور و رسالتی، ۲۰۰۸a).

همچنین با جایگزینی کمپلکس آلی پلی‌هیدروکسیل آکریلیک اسید و نمک سدیم (با نام تجاری Sulvy-x) به‌جای سیلیکات سدیم در رنگ‌بری خمیرهای کاغذ CMP[1] مخلوط پهن‌برگان با پروکسید هیدروژن، نتایج به‌دست آمده از مقادیر درجه روشنی و درجه زردی کاغذهای ساخته شده نشان داد که با جایگزینی کمپلکس آلی Sulvy-x می‌توان کاغذهای با ویژگی‌های نوری مطلوب و یا حتی بهتر تولید کرد. با حذف کامل سیلیکات سدیم و استفاده از ماده شیمیایی با نام تجاری Sulvy-x در سطوح مختلف، بیش‌ترین درجه روشنی و کم‌ترین درجه زردی با ۰/۵ درصد Sulvy-x مشاهده شده است که این مقادیر به‌ترتیب ٦٦/۱ و ۲۱/۸ درصد ایزو می‌باشند. با افزایش درصد مصرف Sulvy-x تا ۰/۵ درصد همراه با مقدار ثابت ۰/۷ درصد سیلیکات سدیم، درجه روشنی کاغذها از ٦۱/۲ به ٦۷/۳ درصد ایزو افزایش یافته و درجه زردی از ۲٤/٦ به ۲۱/٤ درصد کاهش یافت. با افزایش زمان سفیدسازی در حالت بدون سیلیکات سدیم همراه با جایگزینی ۰/۵ درصد Sulvy-x، درجه روشنی کاغذ به‌طور معنی‌داری تا ٦٦/۱ درصد ایزو افزایش یافته و درجه زردی آن نیز به‌طور معنی‌داری تا ۲۱/۸ درصد ایزو کاهش یافت. در حالی‌که با اختلاط ۰/۵ درصد Sulvy-x و ۰/۷ درصد سیلیکات سدیم، افزایش زمان سفیدسازی تا ۱۲۰ دقیقه منجر به تولید کاغذهای با درجه روشنی بیش‌تر و درجه زردی کم‌تر شده است (اکبرپور و رسالتی، ۲۰۰۸b).

تا به حال پژوهشی در رابطه با استفاده از کمپلکس‌های آلی به‌جای سیلیکات سدیم در بخش مرکب‌زدایی کاغذهای باطله انجام نشده است. در واقع می‌توان گفت که این مطالعه اولین پژوهش در

1- Chemi-Mechanical Pulp

زمینه استفاده از کمپلکس‌های آلی در بازیافت کاغذهای باطله می‌باشد. به‌دلیل این‌که ماده شیمیایی سیلیکات سدیم در صنعت موجب خوردگی و ایجاد رسوب در دستگاه و تجهیزات شده، در نتیجه کاهش عمر مفید دستگاه را در پی دارد، بنابراین در این پژوهش ماده یاد شده از مواد شیمیایی مورد مصرف در مرکب‌زدایی شیمیایی حذف شد. با حذف کامل سیلیکات سدیم از مواد شیمیایی مرکب‌زدایی، ماده شیمیایی با نام تجاری Sulvy-x در ٤ سطح ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۰/۹ درصد براساس وزن خشک کاغذ باطله مورد استفاده قرار گرفت. تأثیر درصدهای مختلف Sulvy-x بر ویژگی‌های نوری و فیزیکی کاغذهای ساخته شده ارزیابی شد و سپس با خمیرکاغذ شاهد (خمیرکاغذ روزنامه بازیابی شده با مواد شیمیایی در حضور ۲ درصد سیلیکات سدیم) مورد مقایسه قرار گرفت. در پایان میزان مصرف بهینه ماده Sulvy-x در مرکب‌زدایی کاغذهای روزنامه باطله تعیین شد.

مواد و روش‌ها

کمپلکس آلی Sulvy-x: کمپلکس آلی با نام تجاری Sulvy-x در صنایع خمیرکاغذ به‌عنوان تثبیت‌کننده پروکسید هیدروژن در بخش رنگ‌بری و مرکب‌زدایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده از مشتق پلی‌هیدروکسیل آکریلیک اسید و نمک سدیم می‌باشد و معمولاً با غلظت ۱۰ درصد ساخته می‌شود. شکل این ماده به‌صورت مایع و رنگ آن زرد روشن و کمی بودار است. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کمپلکس آلی Sulvy-x در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کمپلکس آلی Sulvy-x.

pH (در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد)	۸-۹
نقطه جوش (درجه سانتی‌گراد)	۱۰۰
دانسیته نسبی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد	۱/۳-۱/۲٦
انحلال‌پذیری درآب	کاملاً انحلال‌پذیر
نقطه اشتعال[1]	عملی نیست

جمع‌آوری کاغذ روزنامه باطله: کاغذهای روزنامه همشهری از دفاتر مرکزی فروش روزنامه خریداری شدند. خمیرکاغذسازی مجدد کاغذهای روزنامه در دستگاه پراکنده‌ساز به‌مدت ۱۰ دقیقه با تعداد دور

1- Flash Point

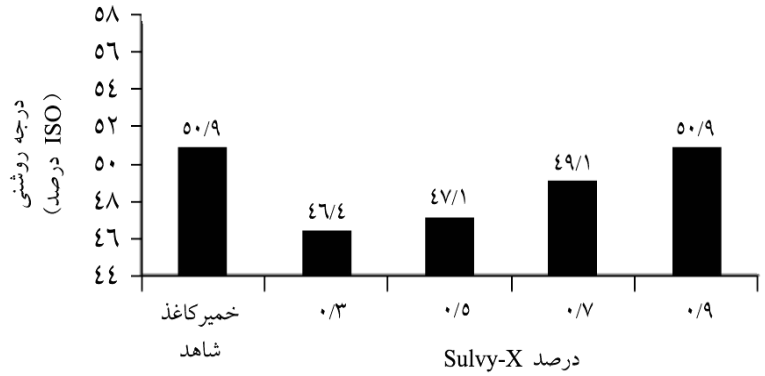
۲٦٥۰۰ و درصد خشکی ۵ درصد انجام شد. خمیرکاغذ دارای ذرات مرکب و الیاف پس از آب‌گیری بر روی غربال با مش ۲۰۰، با استفاده از مواد شیمیایی تحت شرایط مورد بررسی مرکب‌زدایی شدند.

خمیرکاغذسازی شیمیایی: خمیرکاغذسازی شیمیایی کاغذهای روزنامه باطله با استفاده از مواد شیمیایی تحت شرایط ثابت درصد خشکی ۱۰ درصد، درجه حرارت ۱±۵۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۱۵ دقیقه صورت گرفته است. مهم‌ترین مواد شیمیایی مورد استفاده در خمیرسازی شیمیایی عبارتند از: ۱ درصد سود سوزآور، ۱ درصد پروکسید هیدروژن، ۰/۱۵ درصد ماده فعال‌ساز سطحی (پلی‌سوربات ۸۰) و ۰/۳ درصد عامل کی‌لیت‌ساز DTPA[1] و ٤ سطح مختلف ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۰/۹ درصد Sulvy-x. در ابتدا خمیرکاغذ شاهد از کاغذهای روزنامه باطله تحت شرایط ثابت فرآیندی و با استفاده از مواد شیمیایی ۱ درصد سود سوزآور، ۱ درصد پروکسید هیدروژن، ۰/۱۵ درصد ماده فعال‌ساز سطحی (پلی‌سوربات ۸۰) و ۰/۳ درصد عامل کی‌لیت‌ساز DTPA در حضور ۲ درصد سیلیکات سدیم ساخته شد. سپس در تیمارهای بعدی، سیلیکات سدیم از ترکیب مواد شیمیایی حذف شده و کمپلکس آلی با نام تجاری Sulvy-x در ٤ سطح اشاره شده به‌جای آن به‌کار گرفته شد. مواد شیمیایی مورد استفاده در ساخت خمیرکاغذ براساس وزن خشک کاغذ باطله اضافه شده‌اند. همه تیمارهای شیمیایی در داخل کیسه‌های پلاستیکی در حمام آب گرم انجام شد. لازم به یادآوری است که pH اولیه و نهایی خمیرهای کاغذ قبل و بعد از تیمار شیمیایی اندازه‌گیری گردید. خمیرهای کاغذ تیمار شده با مواد شیمیایی در درصدهای مختلف Sulvy-x، با استفاده از فرآیند شستشو مرکب‌زدایی شدند. فرآیند شستشو بر روی غربال با اندازه مش ٦۰ به‌مدت ۱۰ دقیقه تحت فشار آب یکنواخت در زیر شیر آب انجام شد. کاغذهای دست‌ساز ۱±٦۰ گرمی مطابق با شماره استاندارد ۹۵ − ∑Π T۲۰۵ آیین‌نامه تاپی[2] تهیه شده‌اند. ویژگی‌های نوری کاغذ مانند درجه روشنی و درجه زردی مطابق با شماره استاندارد ۰۲ − oμ T٤۵۲ و درجه ماتی مطابق با شماره ۰۲ − oμ T٤۵۲ آیین‌نامه تاپی اندازه‌گیری، و همچنین ویژگی‌های فیزیکی مانند درجه روانی خمیرکاغذ مطابق با شماره استاندارد ۰٤ − oμ T۲۲۷ و ضخامت کاغذ مطابق با استاندارد ۰۵ − oμ T٤۱۱ اندازه‌گیری شده‌اند. مقادیر حجیمی و دانسیته کاغذها نیز مطابق با روابط بین ضخامت و وزن پایه کاغذ محاسبه شدند. پس از مقایسه ویژگی‌های نوری و فیزیکی کاغذهای ساخته شده در درصدهای مختلف Sulvy-x، میزان مصرف بهینه این ماده در مرکب‌زدایی شیمیایی کاغذهای روزنامه باطله تعیین شد.

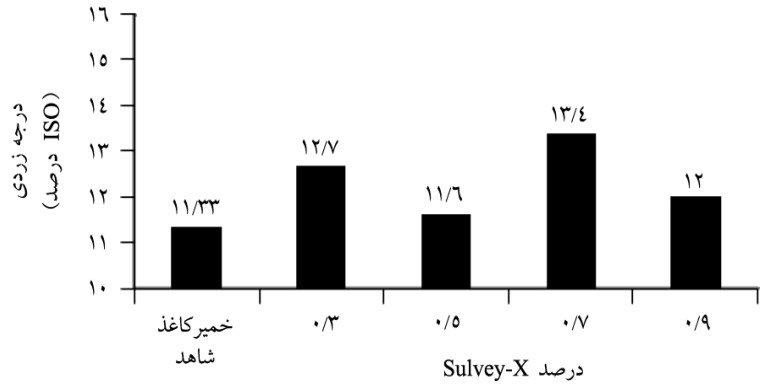
1- Diethylene Triamine Penta Acetic Acid
2- TAPPI

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از آزمون تجزیه واریانس مقادیر درجه روشنی به‌دست آمده از درصدهای مختلف Sulvy-x به‌جای سیلیکات سدیم در مرکب‌زدایی کاغذهای روزنامه باطله در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد نشان داد که استفاده از Sulvy-x تأثیر معنی‌داری بر درجه روشنی کاغذ دارد. افزایش مصرف Sulvy-x از ۰/۵–۰/۳ درصد، تأثیر معنی‌داری بر افزایش مقدار درجه روشنی کاغذ نشان نداده و این در حالی است که افزایش مصرف این ماده تا ۰/۹ درصد، تأثیر معنی‌داری را در افزایش درجه روشنی در سطح ۱ درصد نشان داده است و با استفاده از ۰/۹ درصد Sulvy-x می‌توان به بیش‌ترین درجه روشنی و مشابه با درجه روشنی خمیرکاغذ شاهد رسید. آزمون دانکن مقادیر درجه روشنی به‌دست آمده را در ۳ گروه مجزا قرار داده است. حداکثر درجه روشنی ۵۰/۹ درصد ایزو با استفاده از ۰/۹ درصد Sulvy-x و همچنین خمیرکاغذ شاهد و حداقل درجه روشنی ٤٦/٤ درصد ایزو با استفاده از ۰/۳ درصد Sulvy-x مشاهده شده است. به‌طورکلی درصدهای بیش‌تر Sulvy-x کاغذهای با درجه روشنی بیش‌تری را نتیجه داد (شکل ۱). همچنین آزمون تجزیه واریانس مقادیر درجه زردی به‌دست آمده بیانگر آن است که بین درجه زردی خمیرکاغذ شاهد و کاغذهای ساخته شده با درصدهای مختلف Sulvy-x اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شده است. آزمون دانکن مقادیر زردی را در ۳ گروه مجزا قرار داده و بیش‌ترین و کم‌ترین درجه زردی کاغذهای ساخته شده در درصدهای مختلف Sulvy-x به‌ترتیب به ۰/۷ و ۰/۵ درصد Sulvy-x اختصاص دارد که این مقادیر به‌ترتیب ۱۳/٤ و ۱۱/٦ درصد ایزو می‌باشند (شکل ۲).

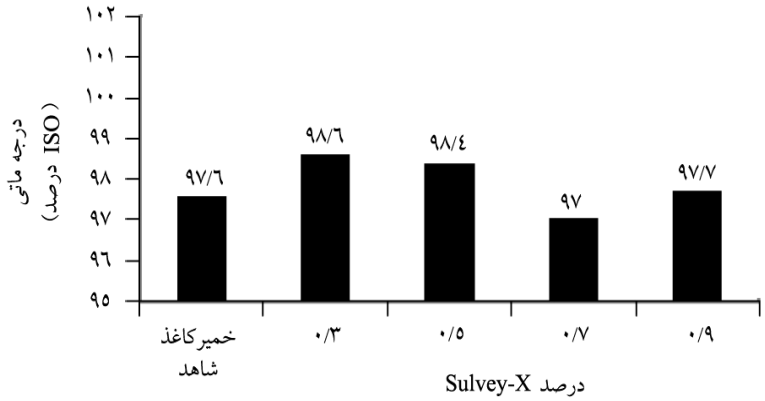


شکل ۱- تأثیر Sulvy-x بر درجه روشنی خمیرهای کاغذ روزنامه بازیافتی.



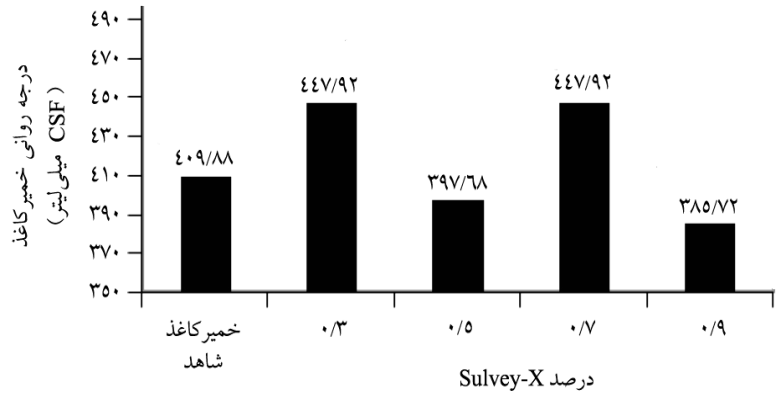
شکل ۲- تأثیر Sulvy-x بر درجه زردی خمیرهای کاغذ روزنامه بازیافتی.

آزمون تجزیه واریانس مقادیر درجه ماتی به‌دست آمده نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین مقادیر درجه ماتی در درصدهای ۰/۳، ۰/۷ و ۰/۹ درصد Sulvy-x و خمیرکاغذ شاهد مشاهده نشده است. اما در مجموع در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد، استفاده از درصدهای مختلف Sulvy-x به‌جای سیلیکات سدیم منجر به بهبود درجه ماتی شده است. بیش‌ترین درجه ماتی ۹۸/٦ درصد ایزو به تیمار ۰/۳ درصد و کم‌ترین درجه ماتی ۹۷ درصد ایزو به تیمار شامل ۰/۷ درصد Sulvy-x مربوط می‌باشد (شکل ۳).



شکل ۳- تأثیر Sulvy-x بر درجه ماتی خمیرهای کاغذ روزنامه بازیافتی.

نتایج به‌دست آمده از آزمون تجزیه واریانس مقادیر درجه روانی خمیرهای کاغذ بازیافتی روزنامه در درصدهای مختلف Sulvy-x نشان داد که در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد، اختلاف معنی‌داری بین درجه روانی تیمارهای شامل ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۹ درصد Sulvy-x در سطح ۱ درصد مشاهده شده است. این در حالی است که اختلاف معنی‌داری بین درجه روانی خمیرهای کاغذ در تیمارهای شامل ۰/۳ و ۰/۷ درصد Sulvy-x مشاهده نشده است. آزمون دانکن مقادیر درجه روانی به‌دست آمده را در ۳ گروه مجزا قرار داده و بیش‌ترین درجه روانی CSF[1]، ٤٤٧/٩٢ میلی‌لیتر به‌طور مساوی به ۰/۳ و ۰/۷ درصد Sulvy-x اختصاص دارد. در حالی‌که کم‌ترین درجه روانی CSF، ۳۸۵/۷۲ میلی‌لیتر به تیمار شامل ۰/۹ درصد مربوط می‌باشد (شکل ٤).



شکل ٤- تأثیر Sulvy-x بر درجه روانی خمیرهای کاغذ روزنامه بازیافتی.

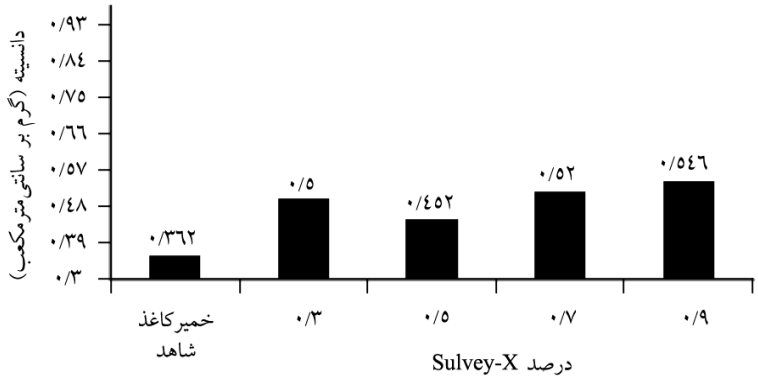
نتایج به‌دست آمده از آزمون تجزیه واریانس مقادیر ضخامت کاغذهای ساخته شده بیانگر آن است که در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد، اختلاف معنی‌داری بین ضخامت کاغذهای به‌دست آمده از درصدهای مختلف Sulvy-x وجود دارد. استفاده از درصدهای مختلف Sulvy-x به‌جای سیلیکات سدیم منجر به کاهش معنی‌دار ضخامت کاغذ در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد شد. در بین تیمارهای انجام شده، بین مقادیر ضخامت کاغذهای ساخته شده با ۰/۳ با ۰/۷ درصد و همچنین ضخامت کاغذهای به‌دست آمده از ۰/۷ و ۰/۹ درصد Sulvy-x اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده

1- Canadian Standard Freeness

نشده است. آزمون دانکن مقادیر ضخامت کاغذهای ساخته شده را در ۳ گروه مجزا قرار داده به‌طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین ضخامت به‌ترتیب به خمیرکاغذ شاهد و کاغذهای به‌دست آمده از ۰/۹ درصد Sulvy-x مربوط می‌باشند. این مقادیر به‌ترتیب ۱٦٥/٤ میکرومتر و ۱۰۹/۸ میکرومتر هستند (شکل ۵).

شکل ۵- تأثیر Sulvy-x بر ضخامت خمیرهای کاغذ روزنامه بازیافتی.

آزمون تجزیه واریانس مقادیر دانسیته کاغذهای ساخته شده از مرکب‌زدایی کاغذهای روزنامه باطله با استفاده از درصدهای مختلف Sulvy-x به‌جای سیلیکات سدیم در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد نشان داد که استفاده از درصدهای مختلف Sulvy-x موجب افزایش معنی‌دار دانسیته کاغذ در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد می‌شود. در بین تیمارهای مختلف انجام شده، اختلاف معنی‌داری بین مقادیر دانسیته کاغذ با ۰/۳ با ۰/۷ درصد Sulvy-x و همچنین ۰/۷ با ۰/۹ درصد Sulvy-x مشاهده نشده است. آزمون دانکن مقادیر دانسیته کاغذ را در ۳ گروه مجزا قرا داده و کم‌ترین دانسیته کاغذ به‌ترتیب به خمیرکاغذ شاهد و تیمار شامل ۰/۵ درصد Sulvy-x مربوط می‌باشد. این مقادیر به‌ترتیب ۰/۳٦۲ گرم بر سانتی‌مترمکعب و ۰/٤٥۲ گرم بر سانتی‌مترمکعب می‌باشند. این در حالی است که بیش‌ترین دانسیته با استفاده از ۰/۹ درصد Sulvy-x به‌دست آمده که مقدار آن برابر با ۰/٥٤٦ گرم بر سانتی‌مترمکعب می‌باشد. به‌طورکلی با توجه به نتایج به‌دست آمده، درصدهای بیش‌تر Sulvy-x کاغذهای با دانسیته بیش‌تر را نتیجه داده است (شکل ٦).



شکل ٦- تأثیر Sulvy-x بر دانسیته خمیرهای کاغذ روزنامه بازیافتی.

نتیجه‌گیری

ارزیابی نتایج به‌دست آمده از مقایسه ویژگی‌های نوری کاغذهای ساخته شده از مرکب‌زدایی کاغذهای روزنامه باطله نشان داد که در اثر جایگزینی Sulvy-x به‌جای سیلیکات سدیم، با افزایش مصرف Sulvy-x تا ۰/۹ درصد، درجه روشنی کاغذ به حداکثر مقدار ۵۰/۸ درصد ایزو و درجه زردی به حداقل ۱۱/۹٦ درصد ایزو رسیده است. همچنین در درصدهای کم‌تر ۰/۳ و ۰/۵ درصد Sulvy-x، اختلاف معنی‌داری بین مقادیر درجه روشنی و ماتی کاغذ مشاهده نشده است. افزایش و یا کاهش درجه ماتی را می‌توان به کاهش و یا افزایش ظرفیت تشکیل اتصالات در الیاف بازیابی شده نسبت داد. به‌طوری‌که با کاهش اتصالات بین الیاف، سطح تقابل نوری بین آن‌ها نیز کاهش می‌یابد. در نتیجه نور به‌جای این‌که هنگام خروج از فیبر اول وارد فیبر دیگر شود وارد فضای خالی بین الیاف شده و در اثر کاهش تقابل نوری و افزایش شکست نور، مقدار کاغذ ماتی افزایش می‌یابد.

نتایج به‌دست آمده از مقایسه ویژگی‌های فیزیکی کاغذهای ساخته شده نشان داد که با افزودن درصد Sulvy-x، ضخامت کاغذهای ساخته شده کاهش یافته و در درصدهای ۰/۷ و ۰/۹ اختلاف معنی‌داری بین مقادیر حجیمی و ضخامت و دانسیته مشاهده نشده است. افزایش ضخامت کاغذ را می‌توان به کاهش فاصله و اتصالات بین الیاف و همچنین کاهش ظرفیت تشکیل اتصال در الیاف نسبت داد. حجیمی و دانسیته از ویژگی‌های فیزیکی مهم کاغذ می‌باشند و تقریباً بر روی تمام ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی، الکتریکی و نیز قابلیت چاپ‌پذیری کاغذ مؤثر می‌باشند. حجیمی

به‌عنوان حجم اشغال شده توسط ۱ گرم کاغذ در وزن پایه ثابت متناسب با ضخامت کاغذ می‌باشد. به‌طوری‌که با افزایش ضخامت در اثر کاهش اتصالات بین الیاف، مقدار حجیمی کاغذ در وزن پایه ثابت افزایش خواهد یافت. در این پژوهش درصدهای بیش‌تر Sulvy-x کاغذهای با دانسیته بیش‌تر و ضخامت کم‌تر را نتیجه داده است. نتیجه به‌دست آمده نشان‌دهنده آن است که ماده Sulvy-x اتصال بین الیاف را بهبود بخشیده و منجر به افزایش دانسیته کاغذ می‌شود. همچنین نتایج به‌دست آمده نشان داد که با استفاده از ۰/۳ و ۰/۷درصد Sulvy-x به‌جای سیلیکات سدیم، خمیرکاغذ به‌دست آمده درجه روانی بیش‌تری را نتیجه داده است. با توجه به این‌که ماده Sulvy-x کمپلکس آلی از پلی‌هیدروکسی آکریلیک اسید و نمک سدیم می‌باشد، به‌نظر می‌رسد در اثر واکنش افزایشی، تعداد گروه‌های هیدروکسیل سلولز افزایش یافته، در نتیجه با افزایش تعداد اتصالات هیدروژنی بین الیاف، ضخامت کاغذ کاهش می‌یابد. همچنین احتمالاً در اثر واکنش افزایشی یون‌های سدیم موجود در ترکیب Sulvy-x به الیاف سلولزی، به‌نظر می‌رسد که یک ترکیب پایداری به‌وجود آمده باشد به‌طوری‌که این ترکیب پایدار می‌تواند به‌عنوان عامل جفت‌کننده[1] بین گروه‌های هیدروکسیل زنجیر سلولز باشد. همچنین می‌توان کاهش ضخامت و افزایش دانسیته کاغذ در اثر جایگزینی ماده Sulvy-x را به‌دلیل ظرفیت پیوندیابی گروه‌های کربوکسیل موجود در ترکیب شیمیایی ماده Sulvy-x دانست چون که گروه‌های کربوکسیل موجود در آکریلیک اسید با گروه‌های هیدروکسیل سلولز جایگزین شده در نتیجه به‌دلیل در دسترس بودن گروه‌های هیدروکسیل، قابلیت پیوند بین الیاف سلولزی بهبود می‌یابد در نتیجه مقدار دانسیته کاغذ افزایش و میزان حجیمی کاغذ کاهش می‌یابد. به‌دلیل این‌که تا به حال پژوهشی در ارتباط با استفاده کمپلکس‌های آلی در مرکب‌زدایی کاغذهای باطله انجام نشده است، نمی‌توان مکانیسم دقیق کمپلکس آلی Sulvy-x را در بهبود اتصال بین الیاف تعیین نمود و تشخیص دقیق مکانیسم ماده یاد شده نیازمند پژوهش‌های بیش‌تری می‌باشد. به‌طورکلی با توجه به نتایج به‌دست آمده از مقایسه ویژگی‌های نوری و فیزیکی کاغذهای ساخته شده از بازیافت کاغذهای روزنامه باطله می‌توان گفت که در صورت حذف کامل سیلیکات سدیم از مواد شیمیایی در بخش مرکب‌زدایی، با استفاده از ۰/۹ درصد از کمپلکس آلی Sulvy-x می‌توان کاغذهای با درجه روشنی بیش‌تر، درجه زردی کم‌تر، درجه ماتی مطلوب، ضخامت کم‌تر و دانسیته بیش‌تر تولید کرد. این در حالی است که خمیر کاغذ به‌دست آمده از ۰/۷ و ۰/۳ درصد Sulvy-x، حداکثر درجه روانی را نتیجه داده است.

1- Coupling Agent

منابع

1.Akbarpour, I. and Resalati, H. 2008a. Investigation of substituting the organic complex of Glanapone Stab rather than sodium silicate in hydrogen peroxide bleaching of hardwood CMP pulp. 1st national iranian conference on supplying raw materials and development of wood and paper industries, 1: 1. 34. (In Persian)

2.Akbarpour, I. and Resalati, H. 2008b. Silicate-free peroxide bleaching of mixed hardwood CMP pulp, P 145-157. In: European Workshop on lignocelluloses and pulp, Advances in pulping, bleaching and related analytics Conference proceedings.

3.Dehghani, M.R. 2004. Preparation of Bleached Chemi-thermo mechanical pulp from birch. Ph.D. Thesis, Forest State University, Moscow, Pp: 90-120.

4.Ghasemian, A., Resalati, H., Enayati, A.A. and Pinder, K.L. 2006. Deinking of ONP and OMG waste paper, Part 2: investigation of using the deinked pulp on properties of local CMP pulp. J. Iran Natur. Resour. 59: 3. 727-740. (In Persian)

5.Jalal, S.R. 1989. Optimum usage of waste paper, P 156-161. In: the first Forest and Industry Conference, Industries Ministry of Tehran.

6.Mckinney, T. and Hache, M. 1991. Technology of paper recycling. Blackie Academic and Professional, UK, 401p.

7.Mirshokrai, A. 2001. Guide to waste paper. Tehran Aiezh Press. Second Edition. 140p. (Translated In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(2), 2011
www.gau.ac.ir/journals

Effect of Organic Complex of Polyhydroxyl Acrylic Acid and Sodium Salt on Optical and Physical Properties of ONP Deinked Pulp

A. Ghasemian[1], M. Ghafari[2] and *I. Akbarpour[3]

[1]Associate Prof., Dept. of Pulp and Paper Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]M.Sc. Student of Pulp and Paper Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]M.Sc. Graduate of Pulp and Paper Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 2009/08/01; Accepted: 2010/05/11

Abstract

Due to the problems of deposition of sodium silicate on the equipment and decrease of the service age of implements, deinking of old newspaper was accomplished using organic complex of Sulvy-x in place of sodium silicate. Sulvy-x was used at four levels of 0.3, 0.5, 0.7 and 1% on the basis of oven dry waste paper and chemical deinking was done. The effect of various charges of Sulvy-x was investigated and on optical and physical properties of deinked pulp compared with those of control sample (ONP recycled using 2% sodium silicate) and its optimum usage was determined. The results of optical properties showed that the brightness of paper increased to 50.8 %ISO and the yellowness decreased to 11.96 %ISO by increasing of Sulvy-x charge up to 0.9%. Also, lower charge of Sulvy-x (0.3%) resulted the highest opacity of 98.63 %ISO. The results of physical properties indicated that the caliper of paper reduced to a minimum value of 109.8 µm. Higher charges of Sulvy-x in deinking process resulted the paper with the higher density. The highest density of 0.546 g/cm^3 was observed using 0.9% Sulvy-x. Also, deinking of old newspaper with 0.3% and 0.7% Sulvy-x resulted the pulps with the highest freeness as 435 ml, CSF. In general, using different amount of Sulvy-x in place of sodium silicate resulted the papers with similar brightness, higher opacity and lower caliper compared to those of control sample. However, the paper with higher brightness and density, lower yellowness and desirable opacity could be produced using 0.9% Sulvy-x in chemical deinking of old newspaper.

Keywords: Old newspaper, Chemical deinking, Organic complex of sulvy-x, Optical properties, Mechanical properties

* Corresponding Author; Email: iman.ak2010@gmail.com