تأثير نسبت پراكسيد هيدروژن و هيدروكسيد سديم در جوهرزدايي مخلوط كاغذهاي بازيافتي

اقدس صادقي[١] و ربيع بهروز*[٢]
[١] كارشناس ارشد شركت محصولات كاغذي لطيف، ايران
[٢] استاديار دانشكده منابع طبيعي نور، دانشگاه تربيت مدرس، ايران
(تاريخ دريافت: ٨٩/٤/١٣، تاريخ تصويب: ٩٠/١٠/٥)

چكيده
فرايند جوهرزدايي كاغذ باطله به روش شناورسازي يك فناوري غالب جهاني براي حذف جوهر از كاغذ باطله و استفاده مجدد از الياف است. در اين مطالعه جوهرزدايي از مخلوطي از كاغذ باطله مكانيكي و شيميايي (Mixed Office Waste)، كاغذ روزنامه چاپ رنگي (Old Newsprint) وكاغذ مجله باطله (Old Magazine) به نسبت ٣٠:٣٠:٤٠ درصد وزني، به روش شناورسازي انجام شد. عوامل متغير شامل مصرف پراكسيد هيدروژن (H_2O_2) و هيدروكسيد سديم (NaOH) به ترتيب در پنج و دو سطح انتخاب شده و هدف، يافتن بهترين كارآيي نسبت اين دو ماده در مرحله جوهرزدايي بود. به منظور بررسي و مقايسه خمير كاغذهاي جوهرزدايي شده، روشني، زردي و تعداد لكه كاغذهاي دست ساز اندازه‌گيري گرديد. سپس، رتبه بندي تيمارها از طريق ارزش‌گذاري ويژگي‌هاي اندازه‌گيري شده انجام شد. نتايج نشان دادند كه افزايش پراكسيد هيدروژن تا حدي باعث افزايش روشني مي‌شود اما پس از آن افزايش اين ماده نه تنها باعث افزايش روشني نمي‌شود، بلكه كاهش آن را نيز در پي دارد. به نظر مي‌رسد كه‌اين پديده به واسطه اثر منفي استفاده بيشتر از هيدروكسيد سديم و محدوديت واكنش پراكسيد هيدروژن روي ساختار ليگنين باشد. استفاده از نسبت مناسب پراكسيدهيدروژن به هيدروكسيدسديم تأثير قابل ملاحظه‌اي در كارايي عمليات جوهرزدايي دارد به نحوي كه با استفاده از قلياي كمتر مي‌توان كارآيي بيشتري را به‌دست آورد. اين تحقيق نشان داد كه افزايش ميزان مواد شيميايي مورد استفاده الزاماً باعث افزايش كارآيي عمليات جوهرزدايي نمي‌گردد، بلكه انتخاب نسبت مناسب مواد شيميايي تأثير زيادتري دارد.

واژه‌هاي كليدي: جوهرزدايي شناورسازي، بازيافت كاغذ باطله، پراكسيد هيدروژن، هيدروكسيد سديم، روشني، زردي، لكه

* نويسنده مسئول: تلفن: ٠١٢٢-٦٢٥٣١٠٣ فاكس: ٠١٢٢-٦٢٥٣٤٩٩ E-mail: Rabi.behrooz@modares.ac.ir

مقدمه

امروزه کاغذهاي باطله بخش عمده‌اي از ضايعات جامد را تشكيل مي‌دهند و اين ضايعات بي‌ترديد بر محيط زيست و زندگي مردم تاثيرگذار هستند. بازيافت ضايعات كاغذي نقش مهمي در كاهش آلودگي از طريق كنترل جريان ضايعات و كاهش هزينه‌هاي انهدام آنها دارد. همچنين، كاهش در مصرف انرژي در ساخت كاغذ و ديگر فراورده‌هاي فيبري و كاهش در برداشت از منابع جنگلي علاوه بر مزيت‌هاي اقتصادي، باعث كاهش آلودگي آب و هوا و بهبود تعادل زيست محيطي مي‌گردد (Nie et al., 1997). فرايند بازيافت كاغذ شامل سه مرحله اساسي الف) خميرسازي؛ جداسازي الياف و پراكنده سازي جوهر و ديگر آلودگي‌ها ب) جوهرزدايي؛ جداسازي و حذف جوهر از سوسپانسيون خميركاغذ و ج) رنگبري؛ حذف ساختارهاي رنگي و روشن كردن خميركاغذ است Costa & Rubio (2005).

عمليات جوهرزدايي با سه فن متداول جوهرزدايي شامل ۱- جوهرزدايي به روش شستشو ۲- جوهرزدايي به روش شناورسازي و ۳- جوهرزدايي تركيبي انجام مي‌شود. در بين آنها جوهرزدايي شناورسازي يك فرايند شيميايي-مكانيكي است كه در آن به داخل سوسپانسيون خميركاغذ حباب‌هاي هوا دميده مي‌شود. حباب‌هاي هوا ترجيحا به ذراتي مي چسبند كه بر اثر آب تر نشده‌اند (ذرات جوهر) و سپس به واسطه وزن سبک در سطح آب شناور مي شوند. آب گريزي ذرات جوهر با استفاده از مواد شيميايي جمع‌آوري كننده تحقق مي‌يابد. اين مواد تركيباتي از قبيل نمك‌هاي قليايي اسيدهاي چرب و انواع صابون‌ها با ماهيت دوگانه هستند كه بر روي سطح ذرات جوهر مي نشينند (Mirshokraei, 2001). در عمليات جوهرزدايي، مواد شيميايي مختلفي از قبيل قليا (هيدروكسيد سديم)، پراكسيد هيدروژن، صابون، سيليكات سديم و مواد كي ليت كننده (DTPA)، مورد استفاده قرار مي‌گيرند كه هر يک از آنها نقش ويژه و مكملي را به عهده دارند (Mc Cormick, 1990). نسبت مواد شيميايي مورد استفاده در اين مرحله به ويژه نسبت پراكسيد هيدروژن به هيدروكسيدسديم در كارآيي عمليات جوهرزدايي بسيار مهم است، زيرا نسبت بهينه آن‌ها مي‌تواند از يک طرف از زرد شدن خميركاغذ جلوگيري كرده و از طرف ديگر امكان استفاده اقتصادي از پراكسيد را فراهم آورد (Holik, 2006).

پراكسيد هيدروژن ماده‌اي سازگار با محيط زيست است و به راحتي به آب و اكسيژن تجزيه مي‌شود. اين ويژگي آنرا جهت استفاده در رنگ‌بري الياف بازيافتي جذاب كرده است. اين ماده اغلب براي رنگ‌بري خميركاغذهاي پربازده استفاده مي‌شود. اما در مورد خميركاغذهاي روزنامه و مجله كهنه (ONP و ONG)، رنگ‌بري مشابه خميركاغذهاي مكانيكي است. البته بيشتر الياف بازيافتي از قبل رنگ‌بري شده‌اند و بنابراين پاسخ آنها به يک مرحله رنگ‌بري الزاماً همانند الياف بكر نيست.

بر اساس نظر Renders (1995) و Ackermann (2000)، اثر رنگ‌بري پراكسيدهيدروژن به واسطه تجزيه آن در آب به شكل يون هيدرونيوم و يون پرهيدروكسيل طبق رابطه ۱ است.

$$H_2O_2 + H_2O \longrightarrow HOO^- + H3O^+ \quad (۱$$

آنيون پرهيدروكسيل به عنوان عامل رنگ‌بري عمل مي‌كند و افزايش غلظت آن باعث افزايش كارآيي رنگ بري مي‌گردد. اين امكان مي‌تواند از طريق افزايش غلظت پراكسيدهيدروژن و افزودن هيدروكسيد سديم بر اساس رابطه ۲ ميسر گردد.

$$H_2O_2 + OH^- \rightleftharpoons H_2O + HO_2^- \quad (۲$$

بنابراين، نسبت غلظت بين پراكسيدهيدروژن و هيدروكسيدسديم مي‌تواند روي كارآيي رنگ بري موثر باشد (Helming et al., 1985). در غلظت كم هيدروكسيدسديم، مايع رنگ‌بري پراكسيد هيدروژن تأثيرگذاري كافي را ندارد. در شرايط غلظت زياد قليايي،

به واسطه وجود هيدروكسيد سديم كاهشي در روشني اتفاق مي‌افتد كه دليل آن افزايش واكنش‌هاي زردشدگي ايجاد شده بين يون‌هاي اضافي هيدروكسيدسديم با ساختارهاي ليگنين الياف مكانيكي است. اگر نسبت پراكسيدهيدروژن به هيدروكسيد سديم به نحوي انتخاب گردد كه عمل رنگ بري بهينه گردد، در اين شرايط نسبت بين ميزان واكنشهاي رنگ‌بري با ميزان واكنش‌هاي زردشدگي در بهترين وضعيت قرار خواهد داشت (Bajpai, 2005).

در جوهرزدايي شناورسازي نيز پراكسيد هيدروژن به منظور ثابت نگه داشتن روشني مصرف مي‌شود، چون خميركاغذ در اثر قليا زرد مي‌شود و اين ماده با جلوگيري از تشكيل گروه‌هاي كروموفور از افت روشني جلوگيري مي‌كند (McCormick, 1990). Van lierop (1993)، گزارش كرده است كه اثرگذاري پراكسيد هيدروژن بستگي به ساختار ليگنين باقي مانده و ميزان آن در الياف دارد و بدين منظور بايد از ميزان مناسب هيدروكسيد سديم استفاده شود. بنابراين عمليات جوهرزدايي بايد به دلايل فني و اقتصادي بر اساس نسبت مناسب پراكسيد به هيدروكسيدسديم انجام شود. افزايش بيش از حد قلياييت باعث افزايش COD[1] در آب فرايند مي‌گردد. بنابراين حفظ حداقل قلياييت مهم است. به‌ويژه هنگامي كه از الياف مكانيكي استفاده مي‌شود، حلاليت ليگنين يا همي سلولزها افزايش مي‌يابد. به علاوه افزايش روشني توسط پراكسيد نامحدود نيست، زيرا پراكسيد هيدروژن تنها با بعضي از كروموفورها واكنش مي‌كند (Bajpai، 2005).

همچنين، قلياييت بالا مي‌تواند باعث تسريع در تجزيه پراكسيدهيدروژن و كاهش كارآيي آن گردد. زردشدگي قلياپايي در هنگام جوهرزدايي به واسطه عدم حضور پراكسيد هيدروژن توسط با رنگ‌بري بعد از جوهرزدايي انجام مي‌شود. به طوري كه گزارش شده است كه افزودن پراكسيد هيدروژن در مرحله جوهرزدايي ضروري است. به ويژه در شرايطي كه نسبت الياف مكانيكي در كاغذ باطله زياد باشد. در اين شرايط ميزان كمي پراكسيد هيدروژن مي‌تواند باعث تثبيت روشني گردد (Ackermann, 2000).

Rahmaninia et al., (2004) تاثير سطوح مختلف استفاده از هيدروكسيد سديم را بر قابليت جوهرزدايي كاغذ روزنامه بررسي كرده‌اند. نتايج كار آنها نشان داد كه افزايش مصرف NaOH باعث افزايش روشني و كاهش ضريب جذب نور در كاغذ بازيافتي مي‌گردد.

بخش قابل توجهي از كاغذهاي بازيافتي چاپ شده هستند و بنابراين براي توليد خميركاغذهاي با كيفيت خوب، حذف جوهر ضروري است. نوع كاغذ، نوع جوهر و فرايند چاپ تاثير قابل ملاحظه‌اي در كارآيي عمليات جوهرزدايي دارند. Ruzinsky & Bennington (2005)، نشان دادند كه نيروي اتصال جوهر به الياف در كاغذهاي مجله كهنه و آگهي‌ها و كاغذهاي چاپ شده به روش زيروگرافي، به طور قابل ملاحظه‌اي بيشتر از روزنامه است.

جوهرهاي موجود در خميركاغذهاي جوهر زدايي شونده را مي‌توان به دو دسته تقسيم كرد: جوهرهايي كه به آساني پراكنده مي شوند مانند جوهر كاغذ روزنامه و جوهرهاي خشك كه به سختي پراكنده مي‌شوند مانند تونرهاي كاغذهاي كپي و پرينترها (Mirshokraei, 2001).

اين مطالعه به منظور يافتن نسبت بهينه H_2O_2 به NaOH در فرايند جوهرزدايي شناورسازي در خط توليد شركت لطيف، در شرايط استفاده از تركيب متفاوتي از انواع كاغذهاي باطله انجام شد. مخلوط اين كاغذها با نسبت‌هاي مختلف H_2O_2 به NaOH (از جمله شرايط كارخانه) جوهرزدايي شدند. كارآيي اين نسبت‌ها با استفاده از اندازه‌گيري ويژگي روشني، زردي و مقدار لكه خميرهاي كاغذ حاصل مورد ارزيابي قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد

مواد شيميايي مورد استفاده در اين تحقيق پراكسيد هيدروژن، هيدركسيد سديم، سيليكات سديم، DTPA و

[1] Chemical Oxygen Demand

صابون بودند. میزان استفاده اغلب این مواد در هر تیمار ثابت بود به جز میزان NaOH (۱/۲ و ۱/۴ درصد وزن خشک کاغذ باطله) و H_2O_2 (۰، ۰/۳۵، ۰/۷، ۰/۹ و ۱/۱ درصد وزن خشک کاغذ باطله) که متغیر بوده است.

ترکیب کاغذ باطله مورد استفاده مخلوط کاغذ باطله اداري (مکانیکي و شیمیایي) (MOW)،کاغذ روزنامه چاپ رنگي(ONP) وکاغذ مجله باطله (OMG) بود که به ترتیب با نسبت‌هاي ۴۰،۳۰ و۳۰ درصد وزني استفاده شدند.

خمیرسازي

در هر آزمایش مقدار ۲۰ گرم (وزن خشک) ترکیب کاغذ باطله‌ها در خمیرساز آزمایشگاهي با حجم ۵۰۰ میلي لیتر وارد شده و با درصد خشکي ۴ درصد به مدت ۵ دقیقه (زمان خمیرسازي)، در دماي ۴۵ درجه سانتي‌گراد خمیرسازي شدند.

جوهرزدایي

خمیر کاغذهاي حاصل از مرحله خمیرسازي وارد سلول شناورسازي به حجم ۲/۵ لیتر شده و عملیات شناورسازي به مدت ۱۵ دقیقه در درصد خشکي ۰/۸ درصد و دماي ۴۵ درجه سانتي گراد انجام شد.

کلیه تیمارها با سه تکرار انجام شدند. نسبت و درصد مواد شیمیایي مورد استفاده در خط تولید شرکت لطیف (۱/۴% هیدروکسید سدیم و ۰/۹% پراکسید هیدروژن) به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد و بقیه تیمارها در محدوده بیشتر و کمتر از آن و با هدف یافتن نسبت بهینه H_2O_2 به NaOH طرح ریزي شد.

اندازه‌گیري‌ها

پس از پایان مرحله جوهرزدایي، از خمیر کاغذهاي هر تیمار تعداد ۱۰ برگ کاغذ دست ساز طبق استاندارد TAPPI T205 om-88 تهیه شد. میزان روشني و زردي کاغذهاي دست ساز بر اساس استاندارد TAPPI T452 om-98 و با استفاده از دستگاه Elrepho 2000 اندازه‌گیري شد. تعداد لکه بر اساس استاندارد ISO5350-2:06 و براي لکه‌هاي با اندازه ۰/۱۵ تا ۰/۳۹ میلیمتر در سطح رویي کاغذ دست ساز شمارش شد و سپس بر اساس لکه‌هاي موجود در یک کیلوگرم خمیرکاغذ خشک محاسبه و ارائه گردید.

تجزیه و تحلیل آماري

اثر معني‌داري تیمارهاي مختلف روي میانگین‌هاي اندازه‌گیري شده ویژگي‌هاي کاغذها از طریق تجزیه واریانس بررسي و مقایسه و گروه بندي آن ها از طریق آزمون دانکن انجام گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقادیر روشني، زردي و تعداد لکه خمیر کاغذ جوهرزدایي شده در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر ترکیب مواد شیمیایي بر مقادیر روشني، زردي و تعداد لکه خمیر کاغذ

منبع تغییرات	مقدار P فاکتور روشني	مقدار P فاکتور زردي	مقدار P فاکتور تعداد لکه
پراکسید هیدروژن	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۳۲۹ns
هیدروکسید سدیم	۰/۷۱۵ns	۰/۱۷۵ns	۰/۹۰۴ns
پراکسید هیدروژن × هیدروکسید سدیم	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۴۳۸ns

** معني‌دار در سطح اعتماد آماري بیش از ۹۹ درصد

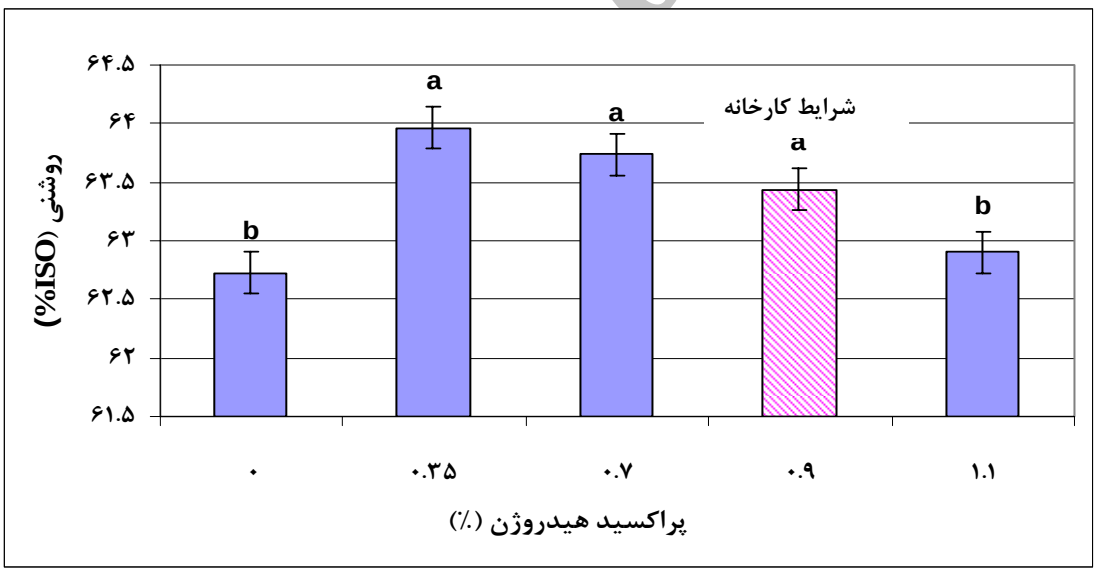
ns معني‌دار نیست

نتايج نشان مي‌دهند كه اثر مستقل پراكسيد هيدروژن و اثر متقابل پراكسيد هيدروژن و هيدروكسيد سديم در سطح اعتماد آماري ٩٩ درصد روي روشني معني‌دار است ولي اثر هيدروكسيد سديم معني‌دار نيست.

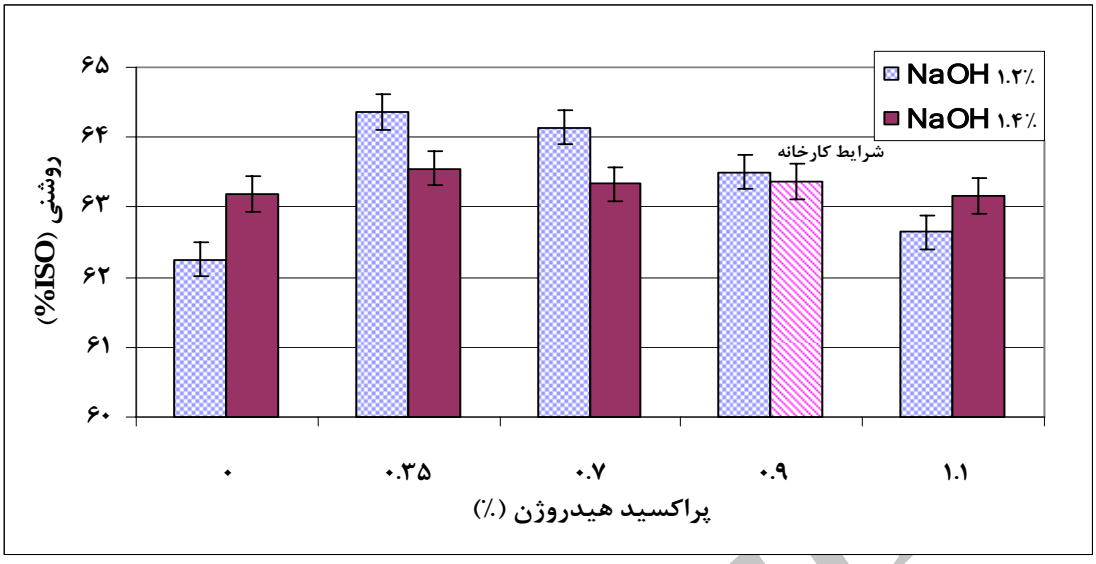
اثر مستقل پراكسيد بر روشني در شكل ١ نشان داده شده است. در اثر زياد شدن مقدار پراكسيد هيدروژن از صفر به ٠/٣٥ درصد روشني خمير كاغذ به‌طور معني‌داري افزايش يافته ولي با ادامه افزايش بيشتر پراكسيد، روشني تغيير معني‌داري نداشته و در بيشترين سطح پراكسيد هيدروژن يعني ١/١ درصد، به صورت معني‌دار حتي كاهش يافته است. اين مسئله در اثر متقابل پراكسيد هيدروژن و هيدروكسيد سديم نيز مشاهده مي‌شود (شكل ٢). در هر دو سطح ١/٢ و ١/٤ درصد هيدروكسيد سديم، با زياد شدن پراكسيد روشني افزايش يافته و در ٠/٣٥ درصد به حداكثر مقدار خود رسيده و پس از آن دوباره كاهش مي‌يابد.

روشني حاصل از ميزان مصرف پراكسيد هيدروژن در كارخانه نسبت به دو سطح ٠/٧ و ٠/٣٥ كمتر (البته بدون اختلاف معني‌دار آماري) مي‌باشد. اين نتيجه بيانگر اين حقيقت است كه با ميزان ٢/٥ برابر پراكسيد هيدروژن كمتر مي‌توان به همان سطح روشني دست يافت.

اثر متقابل پراكسيد هيدروژن و هيدروكسيد سديم بر روشني نشان مي‌دهد كه بهترين شرايط به‌دست آمده هيدروكسيد سديم ١/٢% و پراكسيد هيدروژن ٠/٣٥% درصد مي‌باشد. همچنين، افزايش ميزان پراكسيد هيدروژن از صفر به ٠/٣٥ درصد افزايش قابل ملاحظه‌اي در روشني با ١/٢ درصد قليا در مقايسه با ١/٤ درصد قلياي حاصل نموده است كه نشان دهنده كارايي بالاتر پراكسيد در ١/٢ درصد قليا است (شكل ٢).



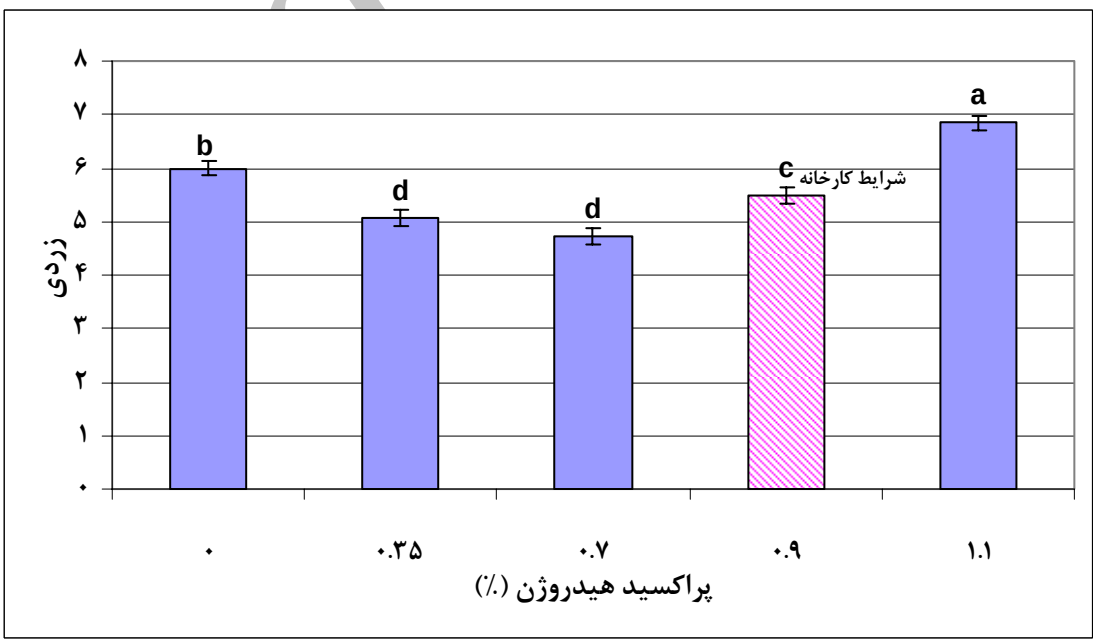
شكل ١- اثر مستقل پراكسيد هيدروژن بر روي روشني خمير كاغذ



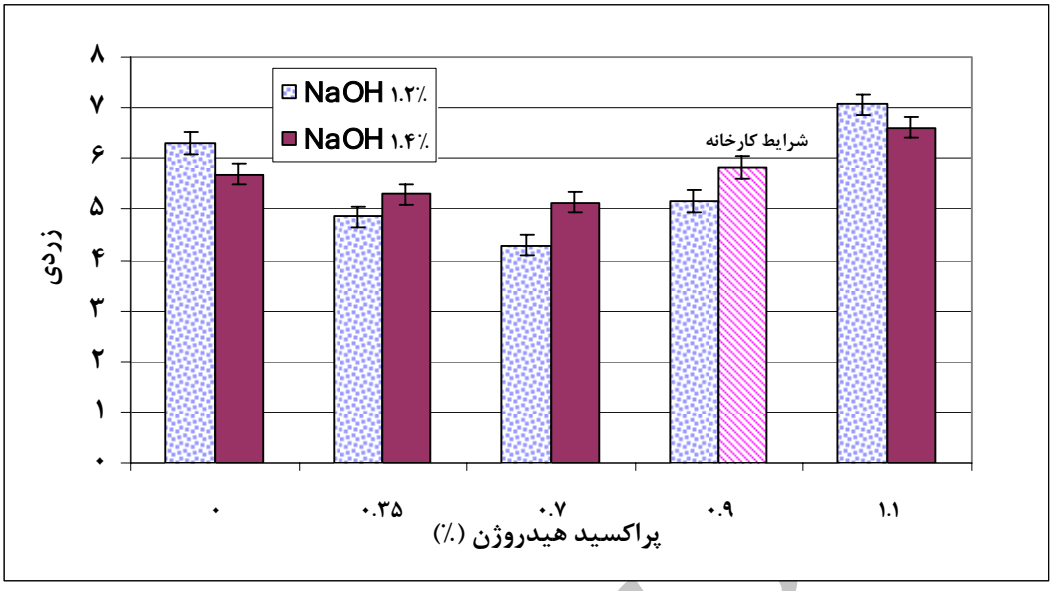
شکل ۲- اثر متقابل پراکسید هیدروژن و هیدروکسید سدیم بر روي روشني

نتايج حاصل از تجزيه واريانس مقادير زردي خمير كاغذ جوهرزدايي شده نشان مي‌دهند كه اثر مستقل پراكسيد هيدروژن و اثر متقابل پراكسيد هيدروژن و هيدروكسيد سديم در سطح اعتماد آماري ۹۹ درصد معني‌دار است ولي اثر مستقل هيدروكسيد سديم معني‌دار نيست. با افزودن پراكسيد هيدروژن، زردي به طرز معني‌داري كاهش مي‌يابد اما با ادامه افزودن اين ماده، زردي به صورت معني‌دار رو به افزايش مي‌رود (شكل ۳ و شكل ۴).

با توجه به‌اينكه كمتـرين ميـزان زردي بـه‌دسـت آمـده مربوط به استفاده از ۰/۷% پراكسيد است، بـا مقايـسه آن با شرايط كارخانه مي‌توان اظهار داشـت كـه بـا پراكـسيد هيدروژن كمتر مي‌تـوان بـه نتيجـه بهتـر (زردي كمتـر) نسبت به شرايط كارخانه دست يافت (شكل ۳).

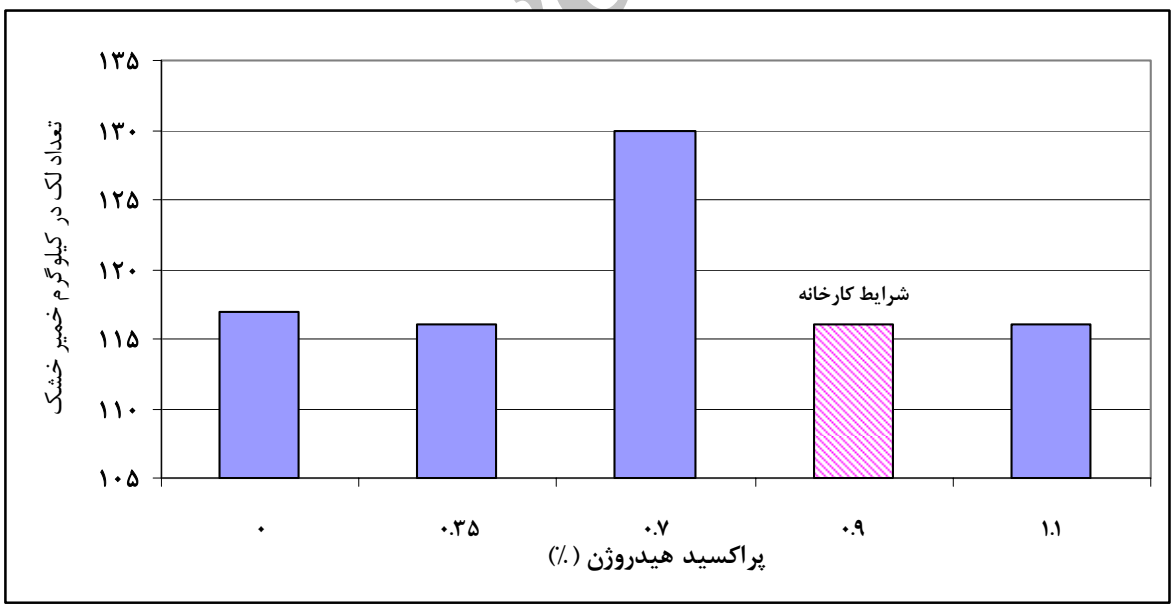


شكل۳- اثر مستقل پراكسيد هيدروژن بر روي زردي خمير كاغذ

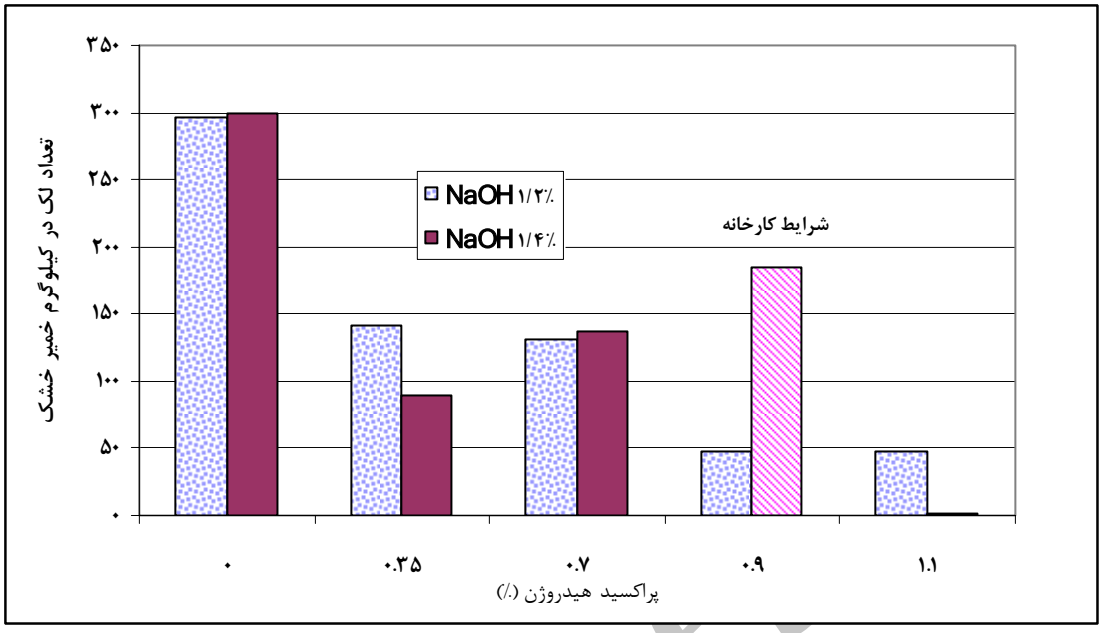


شكل ۴- اثر متقابل پراكسيد هيدروژن و هيدروكسيد سديم بر روي زردي خميركاغذ

نتايج حاصل از تجزيه واريانس مقادير لكه خميركاغذ پس از جوهرزدايي نشان مي‌دهند كه تأثير هيچكدام از عوامل مورد بررسي از لحاظ آماري معني‌دار نيست (شكل‌هاي ۵ و ۶).



شكل ۵- اثر مستقل پراكسيد هيدروژن بر روي تعداد لكه خمير كاغذ (معني‌دار نيست)



شكل ۶- اثر متقابل پراكسيد هيدروژن و هيدروكسيد سديم بر روي تعداد لكه خميركاغذ (معني‌دار نيست)

تعيين تيمار برتر

در مواردي كه تعداد ويژگي‌هاي مورد بررسي در كاغذهاي دست ساز بيش از يكي باشد و مقادير عددي و واحد آنها با يكديگر متفاوت باشد و نيز از تأثير يک تيمار آزمايشي در همه ويژگي‌ها بهترين مقدار به دست نيايد، جهت تعيين تيمار برتر مي‌توان از روش ارزش گذاري استفاده نمود و با استفاده از محاسبات نرمال سازي تيمار برتر را مشخص نمود. بنابراين در اين تحقيق به منظور تعيين تيمار برتر و رتبه‌بندي تيمارها از اين روش استفاده گرديد. به ويژگي‌هاي روشني (A)، زردي (B) و لكه (C) به ترتيب ارزش ۶۰، ۱۰ و ۳۰ درصد داده شد (اين درصدها بر اساس اهميت اين ويژگي‌ها در شركت محصولات كاغذي لطيف در نظر گرفته شده است). پس از آن درصد اهميت هر ويژگي بر مقدار ميانگين كل آن تقسيم شد و ضريب هر ويژگي به دست آمد (رابطه ۳). عددي كه از مجموع ضرب هر ويژگي در ضريب مربوطه حاصل مي‌آيد، امتيازي براي آن تيمار محسوب مي‌شود (رابطه ۴). با مقايسه امتيازها و رتبه بندي آنها مي‌توان تيمار بهينه را تعيين نمود. لازم به ذكر است از آنجايي كه زردي و تعداد لكه تاثير معكوس دارند يعني هر چه مقدار عددي آنها كمتر باشد بهتر است، بنابراين مقادير آنها در معادله منفي در نظر گرفته شد.

۳) ميانگين كلي ويژگي/درصد اهميت ويژگي=ضريب ويژگي

$$Y = ۰/۰۰۹۴۷A + (-۰/۰۱۷۷۸B) + (-۰/۰۰۲۱۷\ C)$$ (۴)

همان‌طور كه در جداول ۲ و۳ مشاهده مي‌شود تيمار ۱۰ (۱/۱% پراكسيد هيدروژن و ۱/۴% هيدروكسيد سديم) بالاترين امتياز و تيمار ۱ (صفر درصد پراكسيد هيدروژن و ۱/۲% هيدروكسيد سديم) كمترين امتياز را داراست. تيمارهاي ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ با مواد مصرفي كمتر از شرايط تيمار كارخانه، داراي امتياز بيشتري شده‌اند. از طرفي تيمارهاي ۳، ۵ و ۷ با مصرف قلياييِ كمتر امتياز بهتري داشته‌اند.

جدول ٢- امتياز تيمارها بر اساس آزمون نرمال سازي (تيمار شاهد "شرايط كارخانه" تيمار شماره ٨ مي‌باشد)

پراكسيد هيدروژن (%)	هيدروكسيد سديم (%)	امتيازها	شماره تيمار
٠	١/٢	-٠/١٦٩٥	١
	١/٤	-٠/١٥٦٤	٢
٠/٣٥	١/٢	٠/٢١٣٩	٣
	١/٤	٠/٣١١٧	٤
٠/٧	١/٢	٠/٢٤٥٩	٥
	١/٤	٠/٢١٠٠	٦
٠/٩	١/٢	٠/٤٠٧٣	٧
	١/٤	٠/٠٩٣٥	٨
١/١	١/٢	٠/٣٦٥١	٩
	١/٤	٠/٤٧٨٤	١٠

جدول ٣- رتبه‌بندي تيمارها بر اساس امتياز كسب شده در آزمون نرمال سازي (تيمار ٨، تيمار شاهد "شرايط كارخانه" مي‌باشد)

امتيازها	شماره تيمار
٠/٤٧٨٤	١٠
٠/٤٠٧٣	٧
٠/٣٦٥١	٩
٠/٣١١٧	٤
٠/٢٤٥٩	٥
٠/٢١٣٩	٣
٠/٢١٠٠	٦
٠/٠٩٣٥	٨
-٠/١٥٦٤	٢
-٠/١٦٩٥	١

بحث و نتيجه‌گيري

روشني

از پراكسيد هيدروژن به علت خاصيت رنگ‌بري در جوهرزدايي استفاده مي‌شود. اين ماده در شرايط قليايي به آنيون‌هاي پرهيدروكسيل(-HOO) تجزيه شده كه عامل فعال رنگ‌بري است (Hipolit, 1992). بر اساس نتايج حاصل در اين تحقيق، افزايش پراكسيد تا حدي باعث افزايش روشني مي‌شود و پس از آن افزايش پراكسيد نه تنها باعث افزايش روشني نشده، بلكه كاهش آن را نيز در پي دارد. به نظر مي‌رسد كه اين پديده به علت كاهش كارايي پراكسيد در مرحله رنگ‌بري و عدم توانايي آن در حذف تركيبات كينوني و رنگساز مي‌باشد كه باعث افت روشني نهايي مي‌شود (Garver, 2000).

در بررسي اثر متقابل پراكسيد هيدروژن و هيدروكسيد سديم، نكته جالب توجه اين است كه با استفاده از ١/٢% هيدروكسيد سديم نتيجه بهتري به دست آمده است كه نشان دهنده اثر منفي قليا و كاهش در روشني خمير

کاغذ در شرایط استفاده از هیدروکسید سدیم بیشتر است.

زردي

در رابطه با تاثير متغيرها بر روي زردي مشاهده شد كه با افزودن پراكسيد هيدروژن، زردي به طرز معني‌داري كاهش مي‌يابد اما با ادامه افزودن اين ماده تنها زردي كاهش نمي‌يابد بلكه به صورت معني‌دار رو به افزايش مي‌رود. بر اساس نظر Ferguson (1992) با افزايش ميزان پراكسيد هيدروژن گروه‌هاي رنگبر -HOO كه عامل رنگ‌بري هستند تشكيل مي‌شوند كه با فعاليت خود باعث كاهش زردي مي شوند. اما افزايش بيشتر پراكسيد هيدروژن به بيش از يک مقدار مشخص به دليل ايجاد شرايط قليايي شديد (به واسطه استفاده بيشتر از هيدروكسيد سديم)، باعث تشكيل تركيبات رنگساز مي‌شود كه اين مسئله برگشت رنگ و افزايش زردي را در پي خواهد داشت. همچنين كاغذهاي استفاده شده در اين تحقيق بيشتر از نوع كاغذهاي مكانيكي و حاوي ميزان ليگنين زيادي بوده اند. از آنجايي كه ليگنين باقي مانده در الياف مكانيكي به شدت به افزايش pH حساس است، اثر تيره شدگي قليايي در آن اتفاق افتاده و ساختارهاي رنگي در ليگنين تشكيل شده كه افزايش زردي را در پي داشته است.

لكه

تعداد لكه نشان دهنده تعداد ذرات جوهر است كه پس از جوهر زدايي از خميركاغذ خارج نشده‌اند. هيدروكسيد سديم با واكشيده كردن الياف باعث سست شدن پيوند فيبر و جوهر و جداشدن جوهر مي‌شود. از طرفي افزايش پراكسيد نيز با شكستن اتصالات شبكه جوهر باعث تبديل ذرات جوهر به ذرات ريز مي‌شود. با توجه به‌اينكه در اين تحقيق هيچكدام از تغييرات معني‌دار نبود، به نظر مي‌رسد خروج ذرات جوهر به خوبي اتفاق نيفتاده باشد. در واقع كارايي شناورسازي به حدي بوده كه فقط باعث خرد شدن آنها شده است.

تيمار برتر

مصرف كمتر قليا علاوه بر اينكه از لحاظ اقتصادي بار مالي كمتري را در بر دارد، بلكه شرايط قليايي ضعيف تر باعث مي‌شود كه ماده فيبري كمتري از ديواره حل شده و وارد پساب شود كه در اين صورت در مرحله تصفيه پساب نيز با هزينه و مشكلات كمتري مواجه خواهيم بود. بنابراين براساس جداول ۳ و ۴ مي‌توان گفت تيمار ۳ ارزان‌ترين تيمار به لحاظ اقتصادي و مصرف مواد شميايي است كه امتياز بالاتري از امتياز تيمار شرايط كارخانه را كسب كرده است. تيمار ۷ بهترين شرايط را به لحاظ اقتصادي و كيفي دارا مي‌باشد، به دليل اينكه دومين امتياز را كسب كرده و مصرف قلياي كمتري نسبت به شرايط كارخانه دارد. تيمارهاي ۴ و ۶ با ميزان قلياي هم سطح قلياي شرايط كارخانه و حتي با ميزان پراكسيد كمتر امتياز بهتري را به‌دست آورده‌اند، اين مسئله اهميت نسبت پراكسيد و هيدروكسيد را در جوهرزدايي كاغذ باطله نشان مي‌دهد.

نتيجه‌گيري

با توجه به نتايج مي‌توان نتيجه‌گيري كرد كه نسبت پراكسيد هيدروژن به هيدروكسيد سديم در سيستم جوهرزدايي مخلوط كاغذهاي بازيافتي به روش شناورسازي از اهميت فوق العاده‌اي برخوردار است به نحوي كه با انتخاب نسبت مناسب اين دو ماده مي‌توان با استفاده از مقدار كمتري از آنها به ويژگي‌هاي كيفي مورد نظر در خمير كاغذ نهايي دست يافت. روشني در تيمارهاي با پراكسيد هيدروژن كمتر تفاوتي با مقدار شاهد ندارد، حتي در مواردي بيشتر نيز هست. در اين شرايط چون مصرف قليا كمتر مي‌باشد، علاوه بر اينكه از لحاظ اقتصادي مقرون به صرفه است، احتمال حفظ بيشتر تركيبات ديواره الياف و در نتيجه بازده بالاتر الياف نيز وجود دارد. همچنين تصفيه پساب هزينه و مشكلات كمتري را خواهد داشت. بنابراين اين مسئله اهميت نسبت مناسب پراكسيد هيدروژن و هيدروكسيد سديم را در فرايند جوهرزدايي كاغذ باطله تاييد مي‌كند.

References

- Rahmaninia, M. Jahan Latibari, A., and Pirjani, A. 2007. The effect of newspaper aging on some physical and mechanical properties of recycled paper, Journal of the Iranian Natural Res., Vol. 60, No. 1, 2007, pp.255-264.
- Mirshokraei, S.A., 2001. Guide to waste paper, Aeizh publisher, p. 140.
- Mirshokraei, S.A., 2007. Paper chemistry, Aeizh publisher, p. 184.
- Ackermann, C., 2000. Bleaching of deinked pulp, In: Recycled fiber and deinking, Papermaking Science and Technology Series, Book 7, p. 307.
- Bajpai P., 2005. Environmentally benign approaches for pulp bleaching, Elsevier, Vol.1, 277p.
- Costa C.A. and Rubio, J., 2005. Deinking flotation: influence of calcium soap and surface-active substances, Mineral Engineering: 18: 59-64.
- Ferguson, L.D., 1992. Deinking chemistry: Part 1, TAPPI Journal, Vol.75, No.7, 75-83.
Garver, T.M., Deboarah, H. and Woolly, J., 2000. Measurement and Control of Peroxide Bleaching Indicator, US Patent 6023056.
- Geng X., and Li, K., 2003. Deinking of recycled mixed office paper using two endo-glucanases CelB and CelE from the anaerobic fungus or pinomyces PC-2, TAPPI Journal, 2(7): 29-31.
- Heelming O., Suss, U., and Eul, W., 1986. Upgrading of waste paper with hydrogen peroxide. TAPPI pulping conference proceedings, TAPPI press. Atlanta, p. 407.
- Holik H., 2006. Handbook of paper and board, Federal Republic of Germany, Weinheim, 505p.
Mc Cormick D., 1990. Chemistry of flotation and washing for deinking newsprint, Pulping Conference Proceedings, Oregon, USA, 357-363.
- Mc Kinney R.W.J., 1992. Technology of paper recycling, Chapman and Hall publications, 400p.
Nie X., Miller, J.D. and Yeboah, Y.D., 1998. The effect of the ink types and printing processes on flotation deinking efficiency of wastepaper recycling, In: Environmental Engineering and Policy, Springer-Verlag, pp. 47-58.
- Rendres A., 1995. Recycled fiber bleaching, In: Technology of Paper Recycling, Chapman & Hall, p.157.
Ruzinsky F., and Bennington, C.P.J., 2005. The attachment force of ink to paper in paper recycling operations, TAPPI Journal, 4(4): 15-22.
- Van lierop B., Liebergott, N. and Faubert, M.G., 1993. Using oxygen and peroxide to bleach kraft pulps, 79th CPPA Annual Meeting Preprints, Montreal, p. B81.

Investigation on the Optimal Dosage of Hydrogen Peroxide and Sodium Hydroxide to Improve Flotation Deinking Efficiency for Mixed Waste Papers

A. Sadeghi[1] and R. Behrooz[*2]
[1] M.Sc. in Wood and Paper Science, Latif Paper Products Company, I.R. Iran
[2] Assistant Prof., Wood and Paper Science Department, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, I.R. Iran
(Received: 04 July 2010, Accepted: 19 May 2012)

Abstract

Flotation deinking is the prominent technology for ink removal from waste paper. In this study, flotation deinking was carried out applying two levels of sodium hydroxide and five levels of hydrogen peroxide on a mixture of waste papers consisting of: 30, 30 and 40 weight percent OMG, ONP and MOW, respectively. The deinking efficiency was evaluated based on brightness, yellowness and dirt count of hand sheets. The results showed that increasing hydrogen peroxide dosage can increase hand sheets brightness, however, at higher hydrogen peroxide levels, the brightness was reduced probably due to the presence of more NaOH and the limitation of hydro peroxide efficiency for chromophore elimination. Optimal ratio of H_2O_2/NaOH, significantly increase the efficiency of deinking at lower alkali usage. This research showed that higher deinking efficiency may not be necessarily reached applying more chemicals, but optimal chemicals ratio plays an important role in deinking efficiency.

Keywords: Flotation deinking, Waste paper recycling, Hydrogen peroxide, Sodium hydroxide, Brightness, Yellowness, Dirt count

*Corresponding author: Tel: +98 122 6253103 Fax: +98 122 6253499 E-mail: Rabi.behrooz@modares.ac.ir