بررسي ويژگي‌هاي خمير جوهرزدايي شده كاغذهاي روزنامه و مجله باطله داخلي در مقايسه باخمير **CMP** داخلي[۱]

علي قاسميان[۲] علي‌اكبر عنايتي[۳] حسين رسالتي[۴] **K.L.Pinder**[۵]

چكيده

از كاغذهاي روزنامه و مجله باطله موجود در كشور، نمونه‌هايي به‌صورت تصادفي تهيه و نسبت به تهيه خميركاغذ، جوهرزدايي و رنگ‌بري آنها اقدام شد. نمونه‌هاي آزموني با استفاده از ۳ سطح اختلاط كاغذهاي روزنامه و مجله باطله (۵۰-۵۰، ۷۰-۳۰، ۱۰۰-۰ درصد)، دو نوع ماده كيلات كننده (**DTPA** و **EDTA**) و ۳ سطح مقدار مصرف يون كلسيم (۱، ۱/۵ و ۲ درصد وزني) تهيه شدند درجه شفافيت خميرهاي بازيافتي در مراحل قبل و بعد از رنگ‌بري و خواص مكانيكي آنها بعد از رنگ‌بري اندازه‌گيري شد و با نتايج اندازه‌گيري‌هاي مذكور در مورد خمير **CMP** داخلي مقايسه گرديد. نتايج حاصل نشان داد كه اگر چه خمير **CMP** از نظر درجه شفافيت بالاتر از خميرهاي بازيافتي قرار دارد ولي خواص مكانيكي آن، در درجه رواني يكسان براي هر دو نوع خمير، عمدتا كمتر از خميرهاي بازيافتي است. محاسبات نرمال‌سازي نشان داد كه تيماري كه در آن از مخلوط ۵۰-۵۰ درصد كاغذهاي روزنامه و مجله باطله، **EDTA** و مقدار يک درصد يون كلسيم براي خميرسازي مجدد، جوهرزدايي و رنگ‌بري استفاده شد، در مقايسه با ساير تيمارها و نيز خمير**CMP** داخلي، داراي بالاترين امتياز[۶] و به عبارت ديگر بهترين تركيب خواص نوري و مكانيكي مي‌باشد. لذا خمير بازيافتي تحت شرايط مذكور به خوبي مي‌تواند به صورت مخلوط با خمير**CMP** داخلي توليد كاغذ روزنامه به كار مي‌رود.

واژه‌هاي كليدي: *خميرسازي مجدد، جوهرزدايي، رنگ‌بري، كاغذ روزنامه باطله، كاغذ مجله باطله، درجه شفافيت، خواص نوري، خواص مكانيكي.*

---

[۱]- تاريخ دريافت: ۸۲/۳/۱۹ ، تاريخ پذيرش: ۸۲/۷/۲۷

[۲]- دانشجوي دوره دكتري علوم و صنايع چوب و كاغذ دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران**(E-mail:ali-ghasemian@yahoo.com)**

[۳]- دانشيار دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران

[۴]- دانشيار دانشكده مهندسي چوب و كاغذ دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي گرگان

[۵]- استاد دانشكده مهندسي شيمي دانشگاه بريتيش كلمبيا-كانادا

مقدمه

گسترش روزافزون جمعيت و توسعه فرهنگي، سبب افزايش مصرف كاغذ به‌ويژه كاغذهاي روزنامه و مجله شده‌اند و به دليل محدوديت مواد اوليه سلولزي جهت توليد كاغذ به‌ويژه روزنامه، ضرورت دارد به كارگيري راه‌حل‌هاي مختلف از جمله فناوري بازيافت هرچه بيشتر گسترش يابد(۱).

جوهرزدايي كاغذهاي روزنامه و مجله باطله به عنوان يک فرآيند تكميلي در عمليات بازيافت كاغذ است و تجربه جهاني نشان داده است كه اين روش راه‌حل مناسبي براي تامين بخشي از مواد اوليه موردنياز اين صنعت است. بررسي‌هاي علمي نشان داده‌اند كه جوهرزدايي در درجه اول تحت تاثير pH فرآيند خميرسازي مجدد قرار دارد(۱).

برويله[۱] و همكاران (۲۰۰۱) اثر pH ابتداي خميرسازي روي تركيب شيميايي مواد جامد حل شده، كلوئيدي و معلق و سرعت جداسازي آنها در عمليات خميرسازي كاغذهاي روزنامه‌و مجله باطله را بررسي و نشان داده‌اند كه مقدار pH نبايد از ۱۱/۵ فراتر رود(۳).

لاپير[۲] و همكاران (۲۰۰۲) استفاده از سولفيت سديم براي جوهرزدايي مخلوط كاغذهاي روزنامه ومجله باطله در pH خنثي را بررسي و معتقدند كه سولفيت سديم، كارآيي دارد و استفاده از آن سبب كاهش هزينه‌هاي توليد خميرجوهرزدايي شده مي‌گردد(۴).

بن[۳] و دوريس[۴] (۲۰۰۰) رسوب مجدد ذرات جوهر روي سطح داخلي حفره‌هاي سلولي، طي خميرسازي مجدد كاغذهاي روزنامه و مجله باطله را بررسي و روش عملي، بر پايه استفاده از زمان كوتاهتر براي خميرسازي مجدد را توصيه كرده‌اند(۳). ماهاگانكار[۵] و بانهام[۶] (۱۹۹۵) اثر جوهرزدايي روي خواص نوري و مكانيكي كاغذهاي بازيافتي بعد از خميرسازي و شناورسازي را بررسي و تغييرات خواص مقاومتي كاغذ را براساس نسبت درصد هريک از اجزاي موجود در خمير كاغذ، آناليز نموده و نتيجه‌گرفته‌اند كه شناورسازي به مدت ۱۰ دقيقه براي كسب بهترين نتايج كافي است و افزايش زمان تاثير چنداني روي خواص الياف بازيابي شده، ندارد(۶). لاو[۷] و همكاران (۱۹۹۵) امكان جايگزيني كاغذ روزنامه باطله به جاي خميرشيميايي در ساخت كاغذ چاپ و تحرير را بررسي و نشان داده‌اند كه از خمير كاغذ باطله تيمار شده با سولفيت سديم قليايي مي‌توان به جاي خمير شيميايي در ساخت كاغذ چاپ و تحرير استفاده نمود (۵).

در تحقيق حاضر، تاثير خميرسازي مجدد، جوهرزدايي و رنگ‌بري مخلوط كاغذهاي روزنامه و مجله باطله داخلي روي خواص نوري و مكانيكي كاغذهاي حاصل و نيز امكان به كارگيري آن در توليد كاغذ روزنامه در مقايسه با خمير CMP داخلي (حاصل از گونه‌هاي جنگلي) مورد بررسي قرارگرفت.

مواد و روش‌ها

الف-طرح آزمايش

از طرح آزمايش فاكتوريل قطعه‌اي[۸] براي ارزيابي و تحليل نتايج عمليات خميرسازي مجدد، جوهرزدايي و رنگ‌بري استفاده شد. عوامل متغير و سطوح هر يک از آنها شامل مخلوط كاغذهاي روزنامه و مجله باطله با نسبت‌هاي ۱۰۰- صفر، ۷۰-۳۰ و ۵۰-۵۰ درصد، عامل كيلات

۱- Brouillette *et al.*
۲-Lapierre *et al.*
۳-Ben
۴-Dorris
۵- Mahagaonkar
۶-Banham
۷-Law
۸-Fractional Factorial Design

كننده[۱] شامل DTPA[۲] و EDTA به مقدار ۰/۲ درصد وزني در تمام تيمارها (مشخص شده با حروف A و C در جداول)، و مقدار مصرف يون كلسيم به مقدار ۱ و ۱/۵ و ۲ درصد وزني، بوده‌اند. ساير شرايط در هر يک از عمليات ياد شده، شامل درصد خشكي خمير، ظرفيت مورد استفاده دستگاه، درجه حرارت، زمان، سرعت هم زدن و pH، ثابت در نظرگرفته شدند (جدول ۱) مقادير درصد وزني ساير مواد شيميايي مصرفي در هر يک از عمليات خميرسازي، جوهرزدايي ورنگ‌بري به صورت ثابت و به شرح زير درنظرگرفته شد:

خميرسازي: هيدروكسيد سديم ۱ درصد، سيليكات سديم ۱/۵ درصد، پراكسيد هيدروژن ۱ درصد، اولئيک اسيد به نسبت استوكيومتريک[۳] با كلريد كلسيم

شناورسازي: ماده كف‌زا[۴] ۰/۵ درصد

رنگ‌بري:يدروكسيد سديم ۱/۵ درصد، سيليكات سديم ۲ درصد، پراكسيد هيدروژن ۱/۵ درصد

در مجموع، بررسي‌ها در ۱۸ تيمار و ۵ تكرار انجام شدند.

ب-نمونه‌برداري

نمونه‌هايي از انواع كاغذهاي روزنامه و مجله باطله داخلي با سن حداكثر يک ماه بعد از تاريخ چاپ (افست) و با رعايت فراواني نسبي توزيع آنها، انتخاب گرديد. با توجه به درصد رطوبت هر يک از كاغذهاي فوق و نيز با رعايت فراواني نسبي هركدام از آنها، نمونه‌هاي آزموني شامل درجات مختلف اختلاط كاغذهاي روزنامه و مجله باطله هر يک به صورت جداگانه و براساس طرح آزمايش تهيه شد.

ج-عمليات آزمايشگاهي

خمير نمونه‌هاي كاغذهاي باطله با استفاده از دستگاه خميرسازي آزمايشگاهي ساخت پاپريكن[۵] طبق شرايط هر تيمار، تهيه شد.

خميرهاي تهيه شده در هر تيمار، به روش شناورسازي و با استفاده از سلول شناورسازي نوع پاپريكن، جوهرزدايي شدند و از پلي‌اكسي اتيلن سوربيتان‌مونولائوريت[۶] با نام تجارتي توئين ۲۰[۷] به عنوان ماده كف‌زا به مقدار ۰/۵ درصد وزني استفاده گرديد. سوسپانسيون رقيق الياف به وسيله آب مقطر تا رسيدن به pH خنثي، شست و شو و الياف خمير به وسيله صافي بوخنر از آب جدا شده و در هواي آزمايشگاه خشک گرديدند. پس از تعيين درجه شفافيت خمير جوهرزدايي شده، خمير باقيمانده با استفاده از پراكسيد هيدروژن رنگ‌بري گرديد.

د-ساخت كاغذهاي دست‌ساز

كاغذهاي دست‌ساز مورد نياز به شرح زير ساخته شدند:

۱-بعد از جوهرزدايي، براي اندازه‌گيري درجه شفافيت براساس دستورالعمل شماره T218 sp-97 استاندارد Tappi.

۲- بعد از رنگ‌بري، براي اندازه‌گيري درجه شفافيت براساس دستورالعمل فوق و براي اندازه‌گيري مقاومت‌هاي مكانيكي براساس دستورالعمل شماره T205 sp-95 استاندارد Tappi.

كليه كاغذهاي ساخته شده تا رسيدن به تعادل رطوبتي در شرايط استاندارد (درجه حرارت ۲۰°C و رطوبت نسبي ۵۰%) خشک شدند. درجه شفافيت نمونه‌هاي كاغذ در هر

---

[۱]- ماده‌اي است كه با يون‌هاي فلزات واسطه موجود در آب، كمپلكس تشكيل مي‌دهد

[۲]-Chelating Agent

[۳]-Stoichiometric

[۴]-Foamer

[۵]- Paprican

[۶]-Polyoxyethylenesorbitan Mono Laurate

[۷]-Tween20

جدول ۱-شرايط ثابت در مراحل خميرسازي مجدد، جوهرزدايي و رنگ‌بري

مشخصه	خميرسازي مجدد	جوهرزدايي	رنگ‌بري
درصد خشكي	۸	۱	۱۰
ظرفيت مورداستفاده دستگاه (ليتر)	۶	۷	-
وزن خشک نمونه (گرم)	۴۸۰	۷۰	۳۳-۴۷
درجه حرارت (°C)	۵۰	۲۰-۲۵	۶۰
سرعت هم زدن (دور در دقيقه)	۷۰۰	۱۰۰۰	-
زمان آزمايش (دقيقه)	۱۰	۱۰	۶۰
pH نهايي	۱۰-۱۰/۵	-	۱۰-۱۰/۵

مرحله براساس دستورالعمل شماره T452 om-98 استاندارد Tappi و توسط دستگاه Elerpho2000 و ساير ويژگي‌هاي آنها براساس دستورالعمل T220 sp-96 استاندارد Tappi اندازه‌گيري شدند.

از خمير CMP نيز بعد از پالايش و رساندن درجه رواني آن به حدود ۳۰۰ (مشابه خمير بازيافتي)، كاغذهاي دست‌ساز براي اندازه‌گيري خواص نوري و مكانيكي براساس دستورالعمل‌هاي فوق ساخته و اندازه‌گيري‌هاي لازم انجام شد.

نتايج

ميانگين نتايج مربوط به خواص نوري و مكانيكي كاغذهاي دست‌ساز حاصل از خمير بازيافتي بعد از مراحل جوهرزدايي و رنگ‌بري و كاغذهاي دست‌ساز حاصل از خمير CMP داخلي در جدول (۲) آمده است. در پايان نيز ميانگين كل هر يک از خواص مذكور محاسبه‌شده است كه از آنها براي محاسبه ضرايب معادله نرمال‌سازي استفاده گرديد.

نتايج اندازه‌گيري‌هاي خواص نوري و مكانيكي كاغذهاي حاصل از خميرهاي بازيافتي، آناليز آماري شده و معادلات رگرسيون براي هر يک از خواص مذكور برحسب نوع ماده كيلات كننده مورد استفاده به شرح زير محاسبه شدند كه در آنها:

X_1=درصد كاغذ روزنامه در مخلوط كاغذهاي روزنامه و مجله باطله

X_2 = درصد مصرف يون كلسيم

و:

Y_1= (%) درجه شفافيت

Y_2=(KN/m) مقاومت كششي

Y_3=(mN) مقاومت برپاره‌شدن

Y_3=(mN) مقاومت به پاره شدن

Y_4=(KPa) مقاومت به تركيدن

الف-معادلات رگرسيون در حالت استفاده از EDTA:

Y_1=۵۶/۰۳۲-۰/۰۵۴۸۶(x_1)-۰/۰۰۳(x_2)

Y_2=۱/۹۰۵-۰/۰۰۴۲۸(x_1)-۰/۱۵۸(x_2)

Y_3=۳۶۱-۰/۶۷۶(x_1)-۱۸/۱۴(x_3)

Y_4=۱۸۴/۴۶-۰/۲۹۰۶(x_1)-۱۴/۶۷(x_2)

ب-معادلات رگرسيون درحالت استفاده از DTPA:

Y_1=۵۳/۵۵-۰/۰۰۴۹۸(x_1)-۰/۷۸۱(x_2)

Y_2=۱/۲۹۱+۰/۰۰۰۶۸(x_1)-۰/۰۲۲(x_2)

Y_3=۳۰۱/۹-۰/۱۹۶(x_1)-۷/۰۲(x_3)

Y_4=۱۳۰/۹۹+۰/۰۶۱۲(x_1)+۰/۹۴(x_2)

با استفاده از معادلات رگرسيون، مقادير هر يک از خواص نوري و مكانيكي براي كليه تيمارهاي آزمايشي، محاسبه شده و نتايج محاسبات در جدول (۳) و شكل‌هاي (۱تا ۸) آورده شده است.

جدول ۲-ميانگين نتايج مربوط به خواص نوري و مكانيكي كاغذهاي دست‌ساز حاصل از خمير بازيافتي و خمير **CMP** داخلي

نوع خمير	شماره تيمار	شرايط تيمار	قبل‌ازرنگ‌بري	بعد از رنگ‌بري			
			درجه شفافيت(%)	درجه شفافيت(%)	مقاومت كششي(KN/m)	مقاومت به پاره‌شدن(mN)	مقاومت به تركيدگي(KPa)
خمير كاغذ بازيافتي	۱	۲ A ۵۰	۵۱/۱۸	۵۱/۲۰	۱/۲۷۵	۲۶۸/۹۱	۱۳۳/۳۶
	۲	۲ C ۵۰	۵۱/۱۳	۵۲/۵۳	۱/۳۷۷	۲۸۲/۸۳	۱۳۴/۸۷
	۳	۱ C ۱۰۰	۴۸/۹۲	۴۹/۷۹	۱/۳۲۰	۲۶۷/۱۵	۱۳۵/۰۱
	۴	۱ A ۵۰	۵۱/۷۴	۵۳/۰۶	۱/۳۰۵	۲۹۴/۰۰	۱۳۷/۵۳
	۵	۲ C ۱۰۰	۵۰/۰۰	۵۱/۲۹	۱/۱۵۹	۲۶۵/۱۹	۱۳۱/۷۹
	۶	۱ C ۵۰	۵۱/۷۱	۵۴/۰۵	۱/۵۳۰	۳۱۷/۱۳	۱۶۰/۹۸
	۷	۱ A ۱۰۰	۵۱/۲۵	۵۱/۷۴	۱/۳۳۵	۲۶۶/۳۶	۱۳۵/۵۱
	۸	۲ A ۱۰۰	۵۰/۸۶	۵۲/۰۳	۱/۳۱۹	۲۷۷/۱۴	۱۴۱/۵۲
	۹	۱/۵ B* ۷۰	۵۰/۶۴	۵۱/۱۲	۱/۳۱۱	۲۸۸/۴۵	۱۳۵/۵۵
خمير CMP			-	۵۹/۲۲	۱/۲۷۱	۲۶۴/۹۳	۱۴۱/۵۸
ميانگين كل			۵۰/۸۳	۵۲/۶۰	۱/۳۲۰	۲۷۹/۲۱	۱۳۸/۷۷

*در فرآيند بازيافت از هيچ كدام از مواد كيلات‌كننده استفاده نشده است.

جدول ۳- مقادير خواص نوري و فيزيكي كاغذهاي دست‌ساز حاصل از خميرهاي بازيافتي براساس معادلات رگرسيون

شماره رديف	شماره تيمار	شرايط تيمار	درجه شفافيت (%)	مقاومت كششي (KN/m)	مقاومت به پاره‌شدن (mN)	مقاومت به تركيدگي (KPa)
۱	۴	۱ A ۵۰	۵۲/۵۰۰	۱/۳۰۳	۲۸۵/۰۸	۱۳۴/۹۹
۲	۱۶	۱/۵ A ۵۰	۵۲/۱۳۰	۱/۲۹۲	۲۸۱/۵۷	۱۳۵/۴۶
۳	۱	۲ A ۵۰	۵۱/۷۳۹	۱/۲۸۱	۲۷۸/۰۶	۱۳۵/۹۳
۴	۶	۱ C ۵۰	۵۳/۲۸۶	۱/۵۳۳	۳۰۹/۰۶	۱۵۵/۲۶
۵	۱۷	۱/۵ C ۵۰	۵۳/۲۸۵	۱/۴۵۴	۲۹۹/۹۹	۱۴۷/۹۳
۶	۲	۲ C ۵۰	۵۳/۲۸۳	۱/۳۷۵	۲۹۰/۹۲	۱۴۰/۵۹
۷	۱۳	۱ A ۷۰	۵۲/۴۲۰	۱/۳۱۷	۲۸۱/۱۶	۱۳۶/۲۱
۸	۱۴	۱/۵ A ۷۰	۵۲/۰۳۰	۱/۳۰۶	۲۷۷/۶۵	۱۳۶/۶۸
۹	۱۵	۲ A ۷۰	۵۱/۶۳۹	۱/۲۹۵	۲۷۴/۱۴	۱۳۷/۱۵
۱۰	۱۰	۱ C ۷۰	۵۲/۱۸۹	۱/۴۴۷	۲۹۵/۵۴	۱۴۹/۴۵
۱۱	۱۱	۱/۵ C ۷۰	۵۲/۱۸۷	۱/۳۶۸	۲۸۶/۴۷	۱۴۲/۱۱
۱۲	۱۲	۲ C ۷۰	۵۲/۱۸۶	۱/۲۸۹	۲۷۷/۴۰	۱۳۴/۷۸
۱۳	۷	۱ A ۱۰۰	۵۲/۲۷۱	۱/۳۳۷	۲۷۵/۲۸	۱۳۸/۰۵
۱۴	۱۸	۱/۵ A ۱۰۰	۵۱/۸۸۱	۱/۳۲۶	۲۷۱/۷۷	۱۳۸/۵۲
۱۵	۸	۲ A ۱۰۰	۵۱/۴۹۰	۱/۳۱۵	۲۶۸/۲۶	۱۳۸/۹۹
۱۶	۳	۱ C ۱۰۰	۵۰/۵۴۳	۱/۳۱۹	۲۷۵/۲۶	۱۴۰/۷۳
۱۷	۱۹	۱/۵ C ۱۰۰	۵۰/۵۴۲	۱/۲۴۰	۲۶۶/۱۹	۱۳۳/۴۰
۱۸	۵	۲ C ۱۰۰	۵۰/۵۴۰	۱/۱۶۱	۲۵۷/۱۲	۱۲۶/۰۶
۱۹	-	خمير CMP	۵۹/۲۲۰	۱/۲۷۱	۲۶۴/۹۳	۱۴۱/۵۸
ميانگين			۵۲/۳۸۷	۱/۳۲۸	۲۷۹/۷۸	۱۳۹/۱۵

شكل ۱- تاثير درجات مختلف اختلاط كاغذهاي روزنامه ومجله باطله بر درجه شفافيت خميركاغذ بازيافتي با استفاده از EDTA

شكل۲-تاثير درجات مختلف اختلاط كاغذهاي روزنامه ومجله باطله بر درجه شفافيت خميركاغذ بازيافتي با استفاده از DTPA

شكل۳-تاثير درجات مختلف اختلاط كاغذهاي روزنامه ومجله باطله بر مقاومت كششي خميركاغذ بازيافتي با استفاده از EDTA

شكل۴-تاثير درجات مختلف اختلاط كاغذهاي روزنامه ومجله باطله بر مقاومت كششي خميركاغذ بازيافتي با استفاده از DTPA

شكل٥-تاثير درجات مختلف اختلاط كاغذهاي روزنامه ومجله باطله بر مقاومت به پاره‌شدن خميركاغذ بازيافتي با استفاده از EDTA

شكل٦-تاثير درجات مختلف اختلاط كاغذهاي روزنامه ومجله باطله بر مقاومت به پاره‌شدن خميركاغذ بازيافتي با استفاده از DTPA

شكل۷-تاثير درجات مختلف اختلاط كاغذهاي روزنامه ومجله باطله بر مقاومت به تركيدن خميركاغذ بازيافتي با استفاده از EDTA

شكل۸-تاثير درجات مختلف اختلاط كاغذهاي روزنامه ومجله باطله برمقاومت به تركيدن خميركاغذ بازيافتي با استفاده از DTPA

براي تعيين بهترين تيمار از نظر مجموع خواص نوري و مكانيكي، ضرايب معادله نرمال سازي محاسبه شد. در محاسبه ضرايب مذكور، درصد اهميت هر يک از خواص نوري و مكانيكي به شرح زير در نظر گرفته شد:

درجه شفافيت (Y_1): ۴۵%

مقاومت كششي (Y_2):۳۰%

مقاومت به پاره‌شدن (Y_3):۲۰%

مقاومت به تركيدن (Y_4):۵%

جمع كل: ۱۰۰%

با داشتن ميانگين كل هر يک از خواص نوري و مكانيكي بعد از رنگ‌بري (جدول ۲)، معادله نرمال‌سازي براي داده‌هاي حاصل از آزمايشات به شرح زير به‌دست آمد:

$$۰/۰۰۸۶۷۶Y_۱+۰/۲۲۶۲Y_۲+۰/۰۰۰۷۱۲Y_۳+۰/۰۰۰۳۶۱Y_۴=۱$$

براساس معادله فوق، امتياز تعلق گرفته به هر يک از تيمارهاي مربوط به كاغذهاي حاصل از خمير بازيافتي و خمير CMP محاسبه و در جدول بر پايه مقادير محاسبه شده براي هر يک از خواص نوري و مكانيكي با استفاده از معادلات رگرسيون (جدول ۳)، معادله نرمال‌سازي براي داده‌هاي حاصل از اين معادلات به شرح زير به دست آمد:

$$۰/۰۰۸۵۹۰Y_۱+۰/۲۲۵۹Y_۲+۰/۰۰۰۷۱۵Y_۳+۰/۰۰۰۳۵۹Y_۴=۱$$

براساس معادله فوق، امتياز تعلق گرفته به هريک از تيمارهاي آزموني براساس داده‌هاي حاصل از معادلات رگرسيون، محاسبه و در جدول (۵) آمده است.

جدول ۴-امتياز تعلق گرفته به هريک از تيمارهاي آزمايشي خميرهاي بازيافتي و خمير **CMP** داخلي براساس داده‌هاي حاصل از آزمايشات

شماره تيمار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	خمير
شرايط تيمار	۵۰	۵۰	۱۰۰	۵۰	۱۰۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۷۰	**CMP**
	A	C	C	A	C	C	A	A	B	داخلي
	۲	۲	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۱/۵	
امتياز	۰/۹۶۸۴	۱/۰۱۳۴	۰/۹۶۵۹	۱/۰۱۰۶	۰/۹۳۹۵	۱/۰۹۵۲	۰/۹۸۵۶	۰/۹۹۴۳	۰/۹۹۰۷	۱/۰۳۶۱

جدول ۵-امتياز تعلق گرفته به هريک از تيمارهاي آزمايشي خميرهاي بازيافتي براساس داده‌هاي حاصل از معادلات رگرسيون و خمير **CMP** داخلي

شماره ردیف	شماره تيمار	شرايط تيمار	امتياز	شماره ردیف	شماره تيمار	شرايط تيمار	امتياز
۱	۴	۱ **A**¯ ۵۰	۰/۹۹۷۶	۱۰	۱۰	۱ **C** ۷۰	۱/۰۴۰۱
۲	۱۶	۱/۵ **A** ۵۰	۰/۹۸۹۶	۱۱	۱۱	۱/۵ **C** ۷۰	۰/۰۱۳۲
۳	۱	۲ **A** ۵۰	۰/۹۸۱۴	۱۲	۱۲	۲ **C** ۷۰	۰/۹۸۶۲
۴	۶	۱ **C** ۵۰	۱/۰۸۰۷	۱۳	۷	۱ **A** ۱۰۰	۰/۹۹۷۴
۵	۱۷	۱/۵ **C** ۵۰	۱/۰۵۳۸	۱۴	۱۸	۱/۵ **A** ۱۰۰	۰/۹۸۹۲
۶	۲	۲ **C** ۵۰	۱/۰۲۶۸	۱۵	۸	۲ **A** ۱۰۰	۰/۹۸۱۱
۷	۱۳	۱ **A** ۷۰	۰/۹۹۷۷	۱۶	۳	۱ **C** ۱۰۰	۰/۹۷۹۵
۸	۱۴	۱/۵ **A** ۷۰	۰/۹۸۹۶	۱۷	۱۹	۱/۵ **C** ۱۰۰	۰/۹۵۲۵
۹	۱۵	۲ **A** ۷۰	۰/۹۸۱۴	۱۸	۵	۲ **C** ۱۰۰	۰/۹۲۵۵
				۱۹	خمير **CMP**		۱/۰۳۶۱

بحث و نتيجه‌گيري

مقايسه خواص نوري و مكانيكي كاغذهاي حاصل از خمير بازيافتي و كاغذهاي حاصل از خمير CMP نشان داد كه اگرچه كاغذهاي حاصل از خمير CMP از نظر درجه شفافيت بالاتر از كاغذهاي حاصل از خمير بازيافتي هستند ولي از نظر خواص مكانيكي در مقايسه با تيمارهاي مختلف آزمايشي (در درجه رواني يكسان)، در مرتبه پايين‌تر و يا حداكثر مساوي قرار دارند. اين مورد به‌ويژه در مقايسه خواص خمير CMP با خمير بازيافتي حاصل از تيمار شماره ۶، به خوبي ديده مي‌شود (جدول ۲).

امتيازات متعلق به اين دو نيز موييد اين مطلب است (امتياز ۱/۰۳۶۱ براي خمير CMP و امتياز ۱/۰۹۵۲ براي خمير بازيافتي حاصل از تيمار شماره ۶).

دليل اين امر آن است كه خمير CMP از مخلوط چوب‌هاي پهن‌برگان داخلي تهيه مي‌شود و داراي خواص مكانيكي بالايي نمي‌باشد. به همين دليل براي توليد كاغذ روزنامه از اين خمير، نزديک به ۲۰ درصد خمير الياف بلند وارداتي به خمير CMP افزوده مي‌شود. خمير بازيافتي از مخلوط كاغذهاي روزنامه و مجله باطله به دليل داشتن مقداري خمير شيميايي الياف بلند مي‌توان سبب بهبود خواص مكانيكي خمير CMP گردد ولي به دليل پايين‌بودن درجه شفافيت خمير بازيافتي در اين تحقيق، نمي‌توان سهم آن در مخلوط با خمير CMP را از حد مشخصي بالاتر برد.

باتوجه به نتايج خواص نوري و مكانيكي كاغذهاي دست‌ساز حاصل از تيمارهاي آزمايشي (جدول ۲) و امتيازهاي تعلق گرفته به هريک از تيمارهاي مذكور (جدول ۴) مشاهده مي‌شود كه تيمار شماره ۶ (مخلوط ۵۰/۵۰ كاغذهاي روزنامه و مجله باطله، EDTA به‌عنوان ماده كيلات‌كننده و مقدار ۱ درصد يون‌كلسيم) با امتياز ۱/۰۹۵۲ رتبه اول را داراست. لذا مي‌توان نتيجه گرفت كه اين تيمار از نظر مجموع خواص نوري و مكانيكي كاغذهاي دست‌ساز، بهترين تيمار مي‌باشد. در مرتبه‌هاي بعدي به ترتيب تيمار شماره ۲ (مخلوط ۵۰/۵۰ كاغذهاي روزنامه و مجله باطله، EDTA و مقدار ۲ درصد يون كلسيم) با امتياز ۱/۰۱۳۴ و تيمار شماره ۴ (مخلوط ۵۰/۵۰ كاغذهاي روزنامه و مجله باطله، DTPA و مقدار ۱ درصد يون كلسيم) با امتياز ۱/۰۱۰۶ قرار دارند. باتوجه به اينكه از ميان خواص نوري و مكانيكي مورد بررسي در اين تحقيق، درجه شفافيت با مقدار اهميت ۴۵ درصد (از مجموع ۱۰۰ درصد)، مهمترين فاكتور مورد بررسي بوده است، لذا اهميت استفاده از ماده كيلات‌كننده روشن مي‌شود. نتايج حاصل نشان داده‌اند كه EDTA در مقايسه با DTPA خواص نوري بهتري را در كاغذهاي دست‌ساز ايجاد كرده است. لذا در شرايطي كه امكان تهيه EDTA براي توليد انبوه خمير جوهرزدايي شده وجود داشته باشد استفاده از آن توصيه مي‌شود. با توجه به قيمت نسبتا گرانتر اين ماده در مقايسه با DTPA، از ماده اخير نيز در صنايع بازيافت كاغذ استفاده مي‌گردد. بر اين اساس، تيمار شماره ۴ كه در آن از DTPA استفاده شده است نيز عليرغم امتياز كمتر نسبت به تيمارهاي شماره ۶ و ۲، مي‌تواند تيمار مناسبي در نظرگرفته شود.

توجه به داده‌هاي حاصل از معادلات رگرسيون (جدول ۳) و امتيازات تعلق يافته به هر يک از تيمارهاي آزموني برحسب معادلات مذكور (جدول ۵) نشان مي‌دهد كه در اينجا نيز تيمار شماره ۶ با امتياز ۱/۰۸۰۷ بالاترين رتبه را دارا مي‌باشد. در رتبه‌هاي بعدي به ترتيب تيمار شماره ۱۷ (مخلوط ۵۰/۵۰ كاغذهاي روزنامه و مجله باطله، EDTA و مقدار ۱/۵ درصد يون كلسيم) با امتياز ۱/۰۵۳۸ و تيمار شماره ۱۰ (مخلوط ۳۰/۷۰ كاغذهاي روزنامه و مجله باطله، EDTA و مقدار ۱ درصد يون كلسيم) با امتياز ۱/۰۴۰۱ قرار دارند. لذا مشاهده مي‌شود كه با افزايش سهم كاغذ روزنامه باطله به ۷۰ درصد وكاهش سهم كاغذ

مجله باطله به ۳۰ درصد نيز مي‌توان به امتياز بالايي دست يافت و اين در صورتي است كه از EDTA و مقدار ۱ درصد يون كلسيم استفاده شود.

مقايسه امتيازهاي تعلق گرفته به تيمارهاي آزموني برحسب معادلات رگرسيون (جدول ۵) با امتياز متعلق به خمير CMP (۱/۰۳۶۱) نشان مي‌دهد كه تيمارهاي شماره ۶، ۱۷ و ۱۰ داراي امتياز بالاتر نسبت به خمير CMP هستند. اين امر نشان مي‌دهد كه خمير بازيافتي توسط هر يک از تيمارهاي مذكور نسبت به خمير CMP، از مجموع خواص نوري و مكانيكي بهتر و بالاتري برخوردار است و لذا از آنها به خوبي مي‌توان در مخلوط با خمير CMP استفاده كرد.

به طور كلي و در مجموع چنين نتيجه گرفته مي‌شود كه در صورت استفاده از اختلاط ۵۰/۵۰ كاغذهاي روزنامه و مجله باطله و با به كارگيري EDTA به عنوان عامل كيلات‌كننده و مقدار ۱ درصد يون كلسيم، بهترين خمير بازيافتي از نظر مجموع خواص نوري و مكانيكي محصول نهايي به دست مي‌آيد. در همين شرايط مقدار مصرف يون كلسيم تا ۲ درصد نيز قابل افزايش است و محصول نهايي از نظر مجموع خواص نوري و مكانيكي در وضعيت قابل قبول قرار دارد ولي بديهي است كه اين عمل، توجيه اقتصادي ندارد. سهم كاغذ روزنامه باطله در مخلوط كاغذها را مي‌توان تا ۷۰ درصد نيز افزايش داد ولي در اين صورت فقط بايستي از EDTA به‌عنوان ماده كيلات‌كننده و مقدار ۱ درصد يون كلسيم استفاده شود و خواص نهايي كاغذهاي حاصل، در مقايسه با نسبت ۵۰/۵۰ اختلاط كاغذهاي روزنامه و مجله باطله، مقداري افت خواهندكرد.

از DTPA نيز مي‌توان به عنوان ماده كيلات‌كننده استفاده كرد ولي در اين صورت نسبت اختلاط كاغذهاي روزنامه و مجله باطله بايد در سطح ۵۰/۵۰ حفظ شود و مقدار مصرف يون كلسيم نيز از ۱ درصد بيشتر نشود. در هر حال خواص نهايي كاغذهاي حاصل از اين شرايط، در مقايسه با استفاده از EDTA به‌عنوان عامل كيلات‌كننده، پايين‌تر خواهند بود.

تحقيق حاضر كاري نو در سطح كشور محسوب مي‌شود و به دليل گستردگي كار لاجرم بسياري از عوامل در هر يک از مراحل خميرسازي، جوهرزدايي و رنگ‌بري، ثابت در نظر گرفته شدند كه پيشنهاد مي‌شود در تحقيقات بعدي به صورت جداگانه بررسي شوند. به طور كلي نتايج حاصل از اين تحقيق، با نتايج به‌دست آمده توسط ساير پژوهشگران به ويژه ماهاگانكار و بانهام (۱۹۹۵)، و برويله و همكاران (۲۰۰۱) همخواني دارد. به علاوه تاثير استفاده از خمير بازيافتي جوهرزدايي شده در مخلوط خمير CMP داخلي و امكان جايگزيني نسبي آن با خمير CMP (حاصل از چوب جنگل‌هاي شمار كشور) براي ساخت كاغذ روزنامه نيز در بخش ديگري از اين تحقيق مورد مطالعه قرار گرفته است كه نتايج آن متعاقبا گزارش خواهد شد.

منابع

۱-قاسميان، علي، ۱۳۷۸. تكنولوژي بازيافت كاغذهاي باطله و خصوصيات كيفي فرآورده‌هاي توليدي، سمينار دكتري، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران، ص ۶۷.

2-Ben, Y. & G.M.Dorris, 2000. Irreversible Ink Redeposition 26(8):289-293.

3-Brouillette, F., G.Dorris & C.Daneault, 2001. Effect of Initial pH on the Release of Dissolved, Colloidal, and Suspended Solids during Repulping of ONP and OMG. PAPRI

CAN, PGRLR 778, 19pp.
4-Lapierre, L.et al., 2002. Use of Sodium Sulphite for Deinking ONP:OMG at Neutral pH, Pulp and Paper Canada, 103(1):42-45.
5-Law, K.N., J.L. Valade & Z.J.Li, 1995. Replacement of the Chemical Pulp in Newsprint by Chemically Treated ONP.PAPRICAN, Progress in Paper Recycling, Feb. 1995:28-35.
6-Mahagaonkar, M. & Paul Banham, 1995. Effect of Deinking on Optical and Physical Properties of Secondary Fiber After Pulping and Flotation, Appita, 48(6): 429-434.

A study on the Properties of Local ONP/OMG Deinked Pulp in Comparison With Local CMP Pulp

A. Ghassemian[1] A. Enayati[2] H. Ressalati[3] K.L.Pinder[4]

Abstract

Randomized samples have been prepared from local Old Newspaper (ONP) and Magazine (OMG) with their specified mixtures having been repulped, deinked and subsequently bleached with hydrogen peroxide. Three levels of paper mix (100, 70/30 and 50/50 percent of ONP/OMG), 2 types of chelating agent (DTPA, EDTA), and 3 levels of calcium ions (1,1.5 and 2%) have been studied as variable parameters. Brightness values of the deinked pulps, before and after bleaching, and optical and mechanical properties of bleached deinked pulps have been measured and compared with local hardwood CMP pulp.

The results have shown that although the brightness of CMP pulp is higher but its mechanical properties are lower than deinked pulp at similar freeness. Normalization results have shown that the deinking treatment using 50/50 ONP/OMG, EDTA and 1% calcium ion charge won the highest score or the best optical – mechanical properties as compared to local hardwood CMP pulps. As a result, it can be predicted that the bleached deinked pulp prepared under optimum conditions as indicated in this research, can be used as a mixture furnish with local CMP for making newsprint paper.

Keywords: Repulping, Deinking, Bleaching, Old newspaper, Old magazine, Brightness, Optical properties, Mechanical properties.

[1] *-Ph. D. Scholar, Faculty of Natural Resources, University. of Tehran (E-mail: ali-ghasemian @yahoo.com)*
[2] *-Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University. Of Tehran*
[3] *-Associate Professor, Faculty of wood and Paper Eng., Agricultural Sciences and Natural Resources University. of Gorgan.*
[4] *-Emeritus Professor, Chemical Engineering Department, University. of British Columbia, Canada*