توليد خميركاغذ CMP از چوب صنوبر اورامريكن براي ساخت كاغذ روزنامه

اسماعيل رسولي‌گرمارودي*[١]، حسين رسالتي[٢] و سعيد مهدوي‌فيض‌آبادي[٣]
[١] دانشجوي دكتراي صنايع خمير و كاغذ، دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي گرگان، ايران
[٢] عضو هيات علمی دانشگاه علوم كشاورزی و منابع طبيعی گرگان، ايران
[٣] عضو هيات علمی مؤسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع، ايران
(تاريخ دريافت: ٨٣/٩/٢٤، تاريخ تصويب: ٨۴/١٢/٢)

چكيده

اين بررسي به منظور مقايسه ويژگي‌هاي كاغذسازي چوب دو دوره رويش ٨ و ١٨ ساله گونه تند رشد صنوبر اورامريكن براي استفاده در ساخت كاغذ روزنامه كارخانه چوب وكاغذ مازندران انجام گرفته است. بدين منظور، چوب گونه صنوبر مورد نظر از دو دوره رويش مذكور، از ايستگاه تحقيقات صفرابسته واقع در استان گيلان تهيه و در خط توليد كارخانه چوب و كاغذ مازندران به خرده‌چوب تبديل شد. براساس نتايج پخت‌هاي آزمايشي فرايند شيميايي- مكانيكي(CMP)، غلظت مايع پخت ١٠٠ گرم بر ليتر (بر مبناي وزن خشك چوب)، درجه حرارت ١٦٠ درجه سانتيگراد و ١ : ٧ = W : L و زمان پخت ٩٠ و ١٣٠ دقيقه به ترتيب براي دوره‌هاي رويشي٨ و ١٨ ساله ، به منظور دستيابي به بازده پخت ٨٥ درصد انتخاب شد. خرده‌چوب‌ها پس از تيمار با ماده شيميايي(سولفيت سديم و هيدروكسيد سديم)، توسط دستگاه دفيبراتور در سه مرحله دفيبره شده و پس از رنگبري با پراكسيد هيدروژن، با استفاده از دستگاه PFI تا درجه رواني٣٠٠ ml.CSF پالايش شدند. در نهايت از خميركاغذهاي به‌دست آمده، كاغذهاي دست‌ساز آزمايشگاهي با گراماژ g/m^2 ٦٠ ساخته شد. نتايج حاصل از آزمون‌هاي مختلف كاغذهاي مذكور نشان داد كه از نظر ويژگي‌هاي فيزيكي (مانند حجيم بودن) و مقاومتي (مانند طول پارگي، شاخص مقاومت كششي، شاخص مقاومت به تركيدن و مقاومت به پاره شدن) كاغذهاي حاصل از چوب صنوبر، در مقايسه با كاغذهاي تهيه شده از خمير CMP كارخانه وتركيب اصلي ماده اوليه كارخانه (٧۵ درصد ممرز و ٢۵ درصد راش)، كاملاً برتر بودند، و تنها از نظر ويژگي‌هاي نوري، در كاغذ ساخته شده از تيمارهاي صنوبر، افت ماتي مشاهده مي‌شود. بنابراين با اتخاذ تدابير لازم براي جبران افت ماتي مذكور، مي توان از صنوبر اورامريكن به صورت خالص به منظور توليد كاغذ روزنامه در مجتمع چوب و كاغذ مازندران استفاده كرد. در اين زمينه تيمارهاي حاوي صنوبر ٨ ساله برتري دارند.

واژه‌هاي كليدي: صنوبر، خمير شيميايي- مكانيكي و كاغذ روزنامه.

*نويسنده مسئول: تلفن: ٠٢١-۴۴۴١٨٠١۴ فاكس: ٠١٧١-٢٢۴۵٩۶۴ Email: rasooly2000@yahoo.com

مقدمه

در صنایع چوب و کاغذ مازندران که تنها کارخانه تولیدکننده کاغذ روزنامه در ایران است، مخلوطي از چوب‌هاي جنگلي شامل ۷۵ درصد ممرز و ۲۵ درصد راش با استفاده از فرایند شیمیایي-مکانیکي به خمیرکاغذ تبدیل مي‌شود و پس از رنگبري با پراکسید هیدروژن به عنوان ترکیب اصلي براي ساخت کاغذ روزنامه مورد استفاده قرار مي‌گیرد. با توجه به محدودیت‌هاي مواد اولیه لیگنوسلولزي و کاهش حجم برداشت از جنگل‌هاي زیر پوشش طرح‌هاي جنگلداري با هدف حفاظت و احیاي جنگل‌هاي شمال کشور، صنایع چوب و کاغذ مازندران گزینه‌هاي دیگري را براي تأمین مواد اولیه لیگنوسلولزي مورد نیاز خود مورد توجه قرار داده است که از جمله مي‌توان به تهیه چوب از گونه‌هاي تند رشد غیرجنگلي مانند گونه‌هاي صنوبر اشاره کرد. در این زمینه انتخاب گونه چوبي و دوره رویش در تولید کمي و کیفي چوب و نیز ایجاد انگیزه در بخش خصوصي و سیستم بانکي براي سرمایه‌گذاري در توسعه زراعت چوب و تأمین مواد اولیه لیگنوسلولزي مورد نیاز صنایع خمیرکاغذ، بسیار تعیین‌کننده و مهم است. ازاین‌رو در این تحقیق، صنوبر اورامریکن I-214 بعنوان یکي از کلن‌هاي موفق از نظر سازگاري و تولید چوب در دو دوره رویش ۸ و ۱۸ ساله براي تولید خمیرکاغذCMP قابل استفاده براي ساخت کاغذ روزنامه مورد بررسي قرار گرفت. همچنین خمیرکاغذ حاصل از صنوبر اورامریکن خالص با خمیرکاغذCMP تولید شده در مقیاس آزمایشگاهي از ۷۵ درصد ممرز و ۲۵ درصد راش و نیز خمیرکاغذ حاصل از خط تولید کارخانه چوب و کاغذ مازندران به‌عنوان نمونه‌هاي شاهد مقایسه شد.

استفاده از چوب گونه‌هاي تند رشد صنوبر در تولید خمیرکاغذ پر بازده مانند CMP و CTMP براي تولید کاغذ روزنامه، مجله و چاپ در دهه‌هاي اخیر، به‌شدت مورد توجه صنایع خمیر و کاغذ قرار گرفته و تحقیقات زیادي در این زمینه در سراسر جهان صورت پذیرفته که به برخي از آنها در زیر اشاره مي‌شود.

Rai و Iiam (۱۹۸۷) کیفیت خمیرکاغذ کلن‌هاي دو و سه ساله *P.euramericana* و *P.deltoides* را بررسي نمودند. نتایج این بررسي نشان داد که بازده خمیرکاغذ و خصوصیات مقاومتي کاغذهاي حاصل از کلن‌هاي سه‌ساله در مقایسه با کلن‌هاي دو ساله بهتر است و در مجموع کلن‌هاي سه‌ساله براي ساخت کاغذهاي چاپ، تحریر و بسته‌بندي مناسبترند.

Lai و Situ (۱۹۹۳) تاثیر تیمارهاي پرکربنات و سولفیت را در فرایند شیمیایي مکانیکي روي تولید خمیر با بازده خیلي زیاد از صنوبر لرزان (*P.tremuloides*) مورد بررسي قرار دادند. نتایج این بررسي نشان داد که واکنش‌هاي سولفودار شدن و اکسیداسیون لیگنین لایه میاني در مقایسه با دیواره سلولي فعال‌تر است.

Richardson وJones(۱۹۹۷) استفاده از کلن I-۲۱۴ صنوبر اورامریکن در کاغذسازي را به‌کمک فرایند شیمیایي- مکانیکي سوداي سرد مورد بررسي قرار دادند. خمیر سوداي به‌دست آمده در مقایسه با خمیر مکانیکي کاج رادیاتا، خصوصیات مقاومتي بهتري دارد و با مصرف انرژي بسیار کمتري همراه است، ولي در عین حال روشني خمیر سودا و ضریب پخش آن کمتر است.

نظرنژاد (۱۳۷۵) در بررسي خصوصیات خمیرکاغذ پربازده (CMP) از دو گونه ۱۲ ساله صنوبر*P. euramericana* و *P. deltoides* نتیجه گرفت که با افزایش حرارت و زمان تیمار، مقاومت‌هاي مکانیکي در هر دو گونه افزایش مي‌یابد و کاغذ حاصل از گونه اورامریکن در مقایسه با گونه دلتوئیدس داراي مقاومت مکانیکي و روشني بیشتر و در عوض ماتي کمتري است.

پورموسي (۱۳۷۸) در بررسي خصوصیات کاغذسازي *Populus deltoides* و*Populus euramericana* در دو طبقه قطري ۱۵ و ۲۰ سانتي متر با استفاده از فرایندهاي CMP رنگبري نشده و APMPبه این نتیجه رسید که کاغذ حاصل از فرایند APMP گونه اورامریکن در طبقه قطري ۲۰ سانتیمتر نسبت به دیگر تیمارها، داراي ویژگي‌هاي مقاومتي و خواص نوري بهتري است.

مهدوي (١٣٨١) در تحقيقي قابليت‌هاي چوب درخت تند رشد صنوبر دلتوئيدس را در دو دوره رويش ٨ و ١٨ ساله به‌صورت خالص و مخلوط با گونه‌هاي راش و ممرز براي توليد خمير CMP به‌منظور ساخت كاغذ روزنامه و چاپ مكانيكي مورد بررسي قرار داد و به اين نتيجه رسيد كه خواص خمير كاغذ تهيه شده از درختان ٨ ساله صنوبر نسبت به ١٨ ساله، به‌جز مقاومت به پاره شدن كه مشابه‌اند، در ساير خواص مانند ماتي، مقاومت هاي كششي و طول پارگي كاغذ، حتي بهتر است.

در حال حاضر با توجه به نياز مبرمي كه به چوب گونه‌هاي تند رشد براي صنايع كاغذسازي كشور وجود دارد، بايد بررسي‌هاي دقيقي از نظر انتخاب بهترين پايه‌ها با توجه به وضع اكولوژيكي مناطق مختلف انجام شود تا بتوان جوابگوي نياز صنايع سلولزي بود و از دچار شدن به مشكلاتي كه هم‌اكنون اين صنايع با آنها مواجه‌اند، جلوگيري كرد. اين پژوهش نيز در راستاي تحقق اين هدف به بررسي فني و تكنولوژيكي چوب دو دوره رويش ٨ و ١٨ ساله گونه صنوبر اورامريكن به منظور استفاده در صنعت كاغذ روزنامه كشور پرداخته و اهداف زير را دنبال مي‌كند:

١- توليد آزمايشگاهي خميركاغذ CMP از چوب صنوبر اورامريكن در دو دوره رويش ٨ و ١٨ ساله و ارزيابي ويژگي‌هاي آن؛

٢- توليد آزمايشگاهي خميركاغذ CMP از ٧٥ درصد ممرز و ٢٥ درصد راش به‌عنوان تركيب اصلي مواد اوليه سلولزي صنايع چوب و كاغذ مازندران و ارزيابي ويژگي‌هاي آن؛

٣- مقايسه ويژگي‌هاي كاغذ حاصل از خميركاغذ CMP توليد شده در بند ١ و مقايسه آن با ويژگي‌هاي كاغذهاي حاصل از بند ٢ و خميركاغذ CMP توليد شده در خط توليد كارخانه چوب و كاغذ مازندران.

مواد و روش‌ها

تهيه نمونه: چوب مورد نياز اين بررسي از گونه صنوبر اورامريكنI-214 *(Populus euramericana)* با دو دوره رويش ٨ و ١٨ ساله از ايستگاه تحقيقات صفرابسته طرح پويولتوم مقايسه‌اي واقع در استان گيلان تهيه شد.[1] تعداد ۴ پايه با ارتفاع متوسط ١٢/۶٨ متر و ١٩/٧ متر (به ترتيب براي دوره‌هاي رويش ٨ و ١٨ ساله) و نيز قطر برابر سينه ١٢/٨ و ١۶/٧ سانتيمتر(به ترتيب براي دوره‌هاي رويش ٨ و ١٨ ساله) به طور تصادفي انتخاب و در خط توليد كارخانه چوب و كاغذ مازندران به خرده‌چوب تبديل شد. نمونه‌هاي مربوط به دو گونه راش و ممرز به‌صورت خرده‌چوب براي تيمار شاهد از خط توليد اين كارخانه تهيه شد.

تهيه خميركاغذ: با توجه به اينكه هدف اصلي اين تحقيق بررسي امكان استفاده از چوب صنوبر اورامريكن براي توليد خميركاغذ CMP قابل استفاده در ساخت كاغذ روزنامه در مجتمع چوب و كاغذ مازندران است، پخت‌هاي صنوبر و مخلوط چوب‌هاي جنگلي ممرز و راش، به صورتي كنترل شده است كه بازده خميركاغذ حاصل در شرايط بهينه مشابه بازده پخت در خط توليد كارخانه (٨۵ درصد) باشد. مايع پخت مورد استفاده در اين تحقيق شامل سولفيت سديم و هيدروكسيد سديم بود(فرايند SCMP) كه قليايیت آن بر اساس Na2O سنجيده مي‌شود. اين مايع پخت، از برج ليكور سفيد در بخش آماده‌سازي مواد مجتمع چوب و كاغذ مازندران تهيه شد. غلظت اوليه آن ٢٨۶/٣٢ گرم بر ليتر بود كه با غلظت ٢٠ درصد (١٠٠ گرم بر ليتر) بر مبناي وزن خشك خرده‌چوب (۵٠٠ گرم)مورد استفاده قرار گرفت. ساير شرايط پخت شامل اعمال درجه حرارت ١۶٠ درجه سانتيگراد و٧:١ =L:W بود و تنها زمان پخت به‌عنوان عامل متغير در نظر گرفته شد. خرده‌چوب‌ها پس از تيمار با ماده شيميايي سولفيت سديم، توسط دستگاه دفيبراتور در سه مرحله دفيبره شد و پس از رنگبري با پراكسيد هيدروژن، با استفاده از دستگاه PFI و بر اساس استانداردTAPPI آيين‌نامه شماره T_{200}sp-96 تا درجه رواني ٣٠٠ ml.CSF پالايش شد. در نهايت از خمير

١- گفتني است به‌دليل نبود اطلاعات دقيق شناسنامه‌ای گونه صنوبر اورامريكن كاشته شده در ساير عرصه های غيرجنگلی، انتخاب دوره‌های رويش ديگر در زمان انجام پژوهش امكان‌پذير نبود.

کاغذهاي حاصل، براساس استاندارد مذکور و آیین‌نامه شماره T_{205} sp-95، کاغذهاي دست‌ساز آزمایشگاهي با گراماژ g/m^2 ۶۰ ساخته شد. اندازه‌گیري کلیه خصوصیات نوري، فیزیکي و مقاومتي کاغذهاي مذکور بر اساس استانداردTAPPI و آیین‌نامه‌هاي مربوط به آن به شرح زیر صورت پذیرفت.

- روشني[1] T_{425} om -۹۸
- حجیمي T_{426}wd-۷۰
- ماتي T_{425} om-۹۶
- شاخص مقاومت کششي و طول پارگي T_{404} cm-۹۲
- مقاومت در برابر پاره شدن T_{414}om-۹۸
- شاخص مقاومت به ترکیدن T_{403} om-۹۷

طرح آماري: نتایج حاصل از اندازه‌گیري خواص فیزیکي، مقاومتي و نوري کاغذهاي تهیه شده از تیمارهاي مختلف، به روش آزمون کمترین اختلاف معني دار(LSD)[2]، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

شرایط بهینه پخت: براي یافتن شرایط بهینه پخت تا رسیدن به بازده ۸۵ درصد، پخت هاي آزمایشي متعددي بر روي مواد اولیه مختلف صورت پذیرفت که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است.

براساس نتایج پخت‌هاي آزمایشي فرایند شیمیایي-مکانیکي (CMP)، مایع پخت با غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر(برمبناي وزن خشک چوب)، دماي ۱۶۰ درجه سانتیگراد و L : W = ۷ : ۱ به‌عنوان شرایط ثابت و زمان‌هاي پخت ۹۰ دقیقه براي صنوبر ۸ ساله و مخلوط ۷۵ درصد ممرز و ۲۵ درصد راش، و زمان ۱۳۰ دقیقه براي صنوبر ۱۸ ساله به منظور دستیابي به بازده پخت ۸۵ درصد انتخاب شد.

ارزیابي خمیرکاغذ

رنگبري: با توجه به اینکه درصد روشني خمیرکاغذ CMP کارخانه چوب و کاغذ مازندران در محدوده ۵۶-۵۴ درصد است و نیز به‌دلیل اینکه روشني اولیه خمیر کاغذهاي به‌دست آمده در این تحقیق در محدوده ۴۵ درصد بود، با به‌کارگیري حدود ۰/۵ درصد پراکسید هیدروژن (ماده رنگبري مورد استفاده کارخانه مذکور) روشني خمیرکاغذها به محدوده مورد نظر رسانده شد تا به لحاظ خواص نوري قابلیت مقایسه با خمیر کاغذ حاصل از خط تولید کارخانه را داشته باشد.

پالایش

با توجه به اینکه خمیرکاغذ CMP کارخانه چوب و کاغذ مازندران در ماشین کاغذ به درجه رواني حدود۳۰۰ ml.CSF براي ساخت کاغذ روزنامه مي‌رسد، در این تحقیق نیز خمیرکاغذهاي حاصل، به‌دلیل داشتن درجه رواني اولیه زیاد، با کمک دستگاه پالایشگر PFI و با استفاده از دورهاي متفاوت پالایش به درجه رواني مذکور رسانده شدند که این موضوع حاکي از واکنش متفاوت گونه‌هاي مختلف جنگلي و غیرجنگلي به میزان پالایش‌پذیري است (جدول ۲).

ریزه‌چوب

ریزه‌چوب باقي‌مانده در خمیرکاغذ سبب افت مقاومتي کاغذهاي تولید شده مي‌شود. ازاین‌رو در تولید خمیرکاغذ CMP و در نهایت کاغذ روزنامه این شاخص از اهمیت ویژه اي برخوردار است. به همین دلیل در کارخانه چوب و کاغذ مازندران، ریزه‌چوب خمیرCMP حاصل با استفاده از غربال جداسازي شده و مقدار آن به حدود ۰/۱ درصد رسانده مي‌شود که در این تحقیق نیز مقدار ریزه‌چوب خمیرکاغذهاي مورد بررسي در محدوده مجاز کارخانه بوده است.

۱- کلیه معادل‌هاي فارسي مربوط به خصوصیات خمیر و کاغذ در این تحقیق از کتاب فرهنگ فن آوري خمیر و کاغذ دکتر سید احمد میرشکرایي اقتباس شده است.

۲- Least Significance Difference

جدول ١- تأثير زمان پخت بر بازده گونه و اختلاط هاي مختلف

شماره پخت	تيمار	زمان پخت (دقيقه)	بازده خمير كاغذ (%)			ميانگين بازده (%)
			١	٢	٣	
١	صنوبر ٨ ساله	٦٠	٨٨	٨٩	٨٩/٣٣	٨٨/٧٧
٢		٩٠	٨٤/٦	٨٥/٦	٨٥/٦	٨٥/٢٦
٣	صنوبر ١٨ساله	١٠٥	٨٧/٤	٨٧/٨٨	٨٧/٣٩	٨٧/٥
٤		١٣٠	٨٤/٩٨	٨٥/٤	٨٥/٣٧	٨٥/٢٦
٥	٧٥% ممرز + ٢٥% راش	٩٠	٨٤/٧٥	٨٤/٧٤	٨٥/٢٥	٨٤/٩١
٦		*١٣٠*	*٨٠/٠٥*	*٨٠/٥١*	*٨١/٠٧*	*٨٠/٥٤*

جدول ٢- تاثير ميزان پالايش بر خميرهاي مختلف در درجه رواني ٣٠٠ **ml.CSF**

رديف	تيمار	درجه روانی اوليه ((**ml.CSF**	تعداد دور پالايش
١	خمير CMP كارخانه	٤٥٠	٤٥٥٠
٢	صنوبر ٨ ساله	٦٤٢	١٣٠٠٠
٣	صنوبر ١٨ ساله	٦٨٥	١٠٢٠٠
٤	٧٥% ممرز + ٢٥% راش	٦٧٠	٥٣٠٠

دسته‌بندي الياف

همان طور كه در جدول ٣ ملاحظه مي‌شود، درصد وزني الياف باقي‌مانده روي مش‌هاي ١۴ و ٣٠به‌طور تقريبي در خميركاغذهاي آزمايشگاهي در محدوده مشابه و بيشتر از خميركاغذ CMP كارخانه است. از آنجا كه الياف باقي‌مانده بر روي مش‌هاي ياد شده به‌عنوان شاخصي از الياف بلند موجود در خمير كاغذ تلقي مي‌شود و بر ويژگي‌هاي كاغذ ساخته شده تأثير زيادي دارد، انتظار مي رود كه در استفاده از چوب صنوبر براي توليد خميركاغذ در مقايسه با خميركاغذ كارخانه، كاغذي با ويژگي‌هاي قابل قبول به‌دست آيد كه در نهايت تاثير مثبتي بر توليد كاغذ روزنامه كشور خواهد گذاشت. به‌نظر مي رسد مصرف انرژي بيشتر در خط توليد كارخانه دليل اصلي كاهش بخش الياف بلند در خميركاغذ CMP كارخانه نسبت به پالايش تدريجي خميرهاي حاصل از اين تحقيق در آزمايشگاه باشد.

ارزيابي خصوصيات كاغذهاي دست ساز استاندارد

تنوع بسيار زياد كاغذ و خواص لازم هر كدام، ضرورت انجام آزمون هاي متعدد را آشكارمي سازد. به همين منظور در اين تحقيق نيز سه گروه آزمون نوري، فيزيكي و مقاومتي بر روي كاغذهاي ساخته شده با گراماژ $60\ g/m^2$ صورت پذيرفت. با توجه به يكسان بودن روشني كاغذها، از مقايسه روشني كاغذها با يكديگر خودداري شد. گفتني است در اين بررسي خميركاغذ CMP كارخانه بعنوان نمونه شاهد١ (شاهد صنعتي) و تركيب ٧٥ درصد ممرز و ٢٥ درصد راش به‌عنوان نمونه شاهد ٢ (شاهد آزمايشگاهي) در نظر گرفته شد و كاغذ ساخته‌شده از صنوبرهاي ٨ و ١٨ ساله با آنها مقايسه شد.

جدول ۳- نتايج دسته بندي خميرهاي مختلف در درجه رواني ۳۰۰ **ml.CSF**

تیمار	دسته بندي					
	مش ١٤ (%) (١/٤١**mm**)	مش ۳۰ (%) (۰/۵۹۵**mm**)	مش ۵۰ (%) (۰/۲۹۷**mm**)	مش ۱۰۰ (%) (۰/۱٤۹**mm**)	مش ۲۰۰ (%) (۰/۰۷٤**mm**)	>۲۰۰ (%) (<۰/۰۷٤**mm**)
خمیرCMP کارخانه	۰/۳٦	۲۹/٤۲	۳٤/٦۸	۲۲/۵۸	٤/۳۹	۸/۵۷
صنوبر ۸ ساله	۰/٤۳	٤۰/۹۱	۲۸/٤۵	۱۷/۱۸	٤/۰۳	۹
صنوبر ۱۸ ساله	۰/۳٤	٤۳/۹	۱۹/۲۷	۱۱/٦۷	۱٦/۱۹	۸/٦۳
۷۵% ممرز + ۲۵% راش	۰/۵٦	٤۸/۸۵	۲۱/۲	۱۲/۵۱	٦/۰۳	۱۰/۸۵

خواص نوري

ماتي

ماتي كاغذ حاصل از تيمارهاي صنوبر در مقايسه با كاغذ تهيه شده از خميركاغذ CMP كارخانه (شاهد۱) و تركيب۷۵ درصد ممرز و ۲۵ درصد راش (شاهد ۲) كمتر بوده، به‌طوريكه حداقل آن در كاغذ حاصل از صنوبر ۱۸ ساله مشاهده مي‌شود. دليل اين افت را مي‌توان به ضرايب درهم رفتگي و نرمش بهتر كاغذهاي مذكور نسبت داد كه در آن شكست نور كمتر است و در نتيجه ماتي نيز كاهش مي‌يابد.

همان گونه كه در شكل ۱ مشاهده مي‌شود، كاغذ حاصل از تيمار صنوبر ۸ ساله در مقايسه با صنوبر ۱۸ ساله از ميانگين ماتي بيشتري برخوردار است كه دليل آن، ساختمان حجيم‌تر كاغذ حاصل از صنوبر ۸ ساله است.

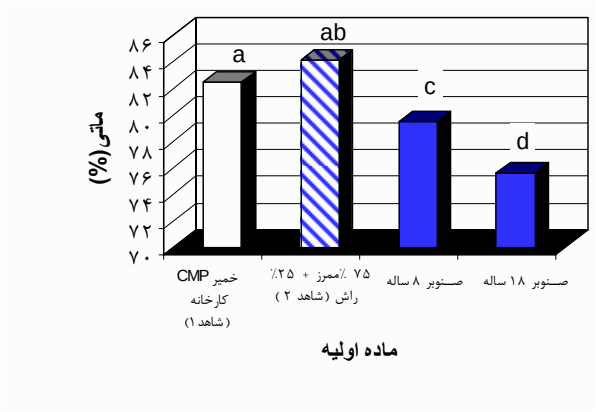
خواص فيزيكي

حجيمي كاغذ: كاغذ حاصل از تيمارهاي صنوبر داراي حداقل حجيمي و در نتيجه حداكثر وزن مخصوص است و از اين نظر با كاغذ تهيه‌شده از خميركاغذ CMP كارخانه (با حداقل وزن مخصوص و حد اكثر حجيمي) و كاغذ حاصل از تركيب ۷۵ درصد ممرز و ۲۵ درصد راش اختلاف معني‌داري دارد. اين موضوع به انعطاف‌پذيري بيشتر الياف صنوبر در مقابل پالايش بهتر مربوط مي شود كه نتيجه آن شكل‌گيري بهتر و كيفيت اتصالات مطلوب‌تر در كاغذ به‌دست آمده است. گفتني است اين مسئله با ايجاد ساختاري متراكم تر، متوسط خلل و فرج موجود در كاغذ را كاهش مي‌دهد كه در نهايت سبب افزايش شاخص‌هاي مقاومتي كاغذهاي به‌دست آمده مي‌شود. همان گونه كه در شكل ۲ ديده مي‌شود از نظر عامل ياد شده بين كاغذ حاصل از صنوبرهاي مختلف اختلافي به چشم نمي‌خورد.

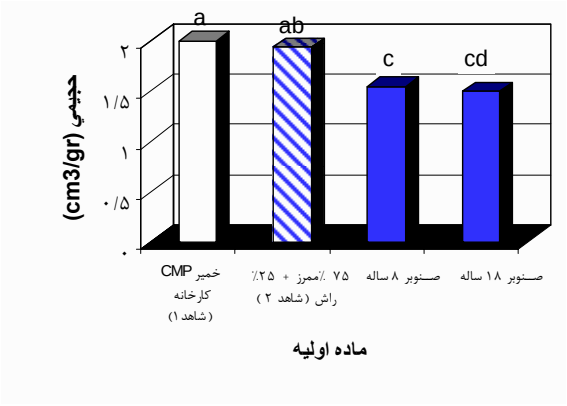
خواص مقاومتي

همان گونه كه در شكل‌هاي ۳ تا ۶ مشاهده مي‌شود، كاغذ حاصل از تيمارهاي صنوبر به لحاظ طول پارگي، شاخص مقاومت كششي و شاخص مقاومت به تركيدن در مقايسه با كاغذهاي تهيه‌شده از خميركاغذCMP كارخانه(با حداقل خواص مقاومتي) و تركيب ۷۵ درصد ممرز و ۲۵ درصد راش، اختلاف معني‌داري دارد. همان گونه كه در شكل‌هاي ياد شده نيز مشخص است بين كاغذهاي تهيه‌شده از صنوبرهاي ۸ و ۱۸ ساله به لحاظ آماري اختلاف معني‌داري وجود ندارد و اين در حالي است كه كاغذ حاصل از صنوبر ۸ ساله از ميانگين هاي مقاومتي بيشتري برخوردار است. دليل اين موضوع را مي‌توان به ضرايب درهم‌رفتگي و نرمش بهتر الياف در صنوبر ۸ ساله نسبت داد كه در اثر پالايش‌پذيري مؤثرتر و افزايش انعطاف‌پذيري، شكل‌گيري الياف در حين آبگيري خميركاغذ بهبود مي‌يابد و در نهايت

بهبود اتصالات بين الياف و خواص مقاومتي بيشتر را سبب مي شود (۴).

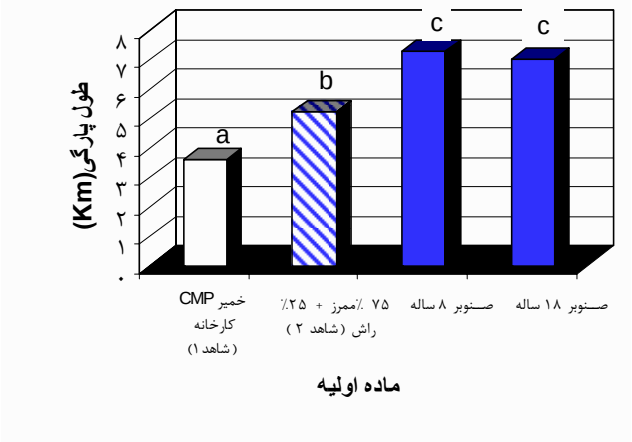


شکل ۱- نمودار مقايسه ماتي كاغذهاي ساخته شده از تيمارهاي مختلف ماده اوليه



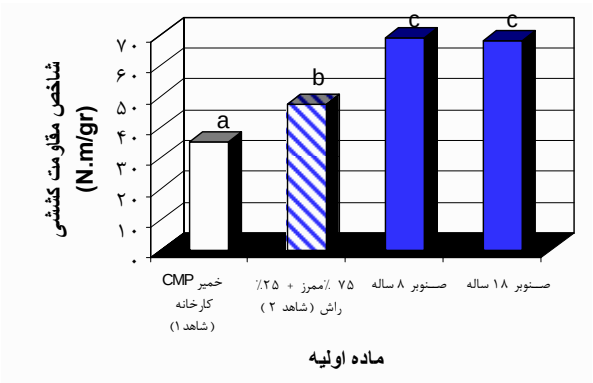
شکل ۲- نمودار مقايسه حجيمي كاغذهاي تهيه شده ازتيمارهاي مختلف ماده اوليه

اما از نظر مقاومت به پاره شدن، كاغذ تهيه‌شده از صنوبر ۱۸ ساله بيشترين مقاومت را دارد و از اين نظر نسبت به كاغذهاي حاصل از خميرCMP كارخانه (با حداقل مقاومت به پاره شدن)، صنوبر ۸ ساله و تركيب ممرز و راش كاملاً

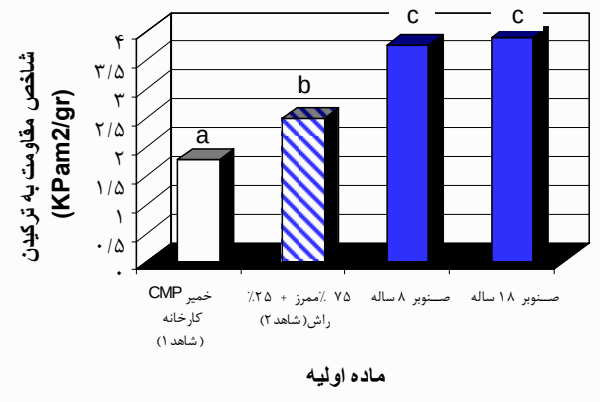


شکل ۳- نمودار مقايسه طول پارگي كاغذهاي تهيه‌شده ازتيمارهاي مختلف ماده اوليه

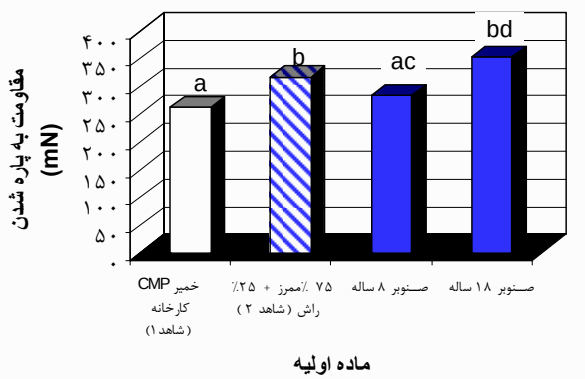
برتر است. دليل آن را مي‌توان به ضخامت بيشتر ديواره سلولي الياف در صنوبر ۱۸ ساله نسبت داد كه سبب بهبود ويژگي‌هاي مقاومتي بين الياف، مانند مقاومت به پاره شدن مي‌شود (شكل ۶).



شکل ۴- نمودار مقايسه شاخص مقاومت كششي كاغذهاي تهيه‌شده ازتيمارهاي مختلف ماده اوليه



شکل ۵- نمودار مقایسه ضریب مقاومت به ترکیدن کاغذهای تهیه‌شده ازتیمارهای مختلف ماده اولیه



شکل ۶- نمودار مقایسه مقاومت به پاره شدن کاغذهای تهیه‌شده از تیمارهای مختلف ماده اولیه

بحث

این تحقیق به منظور مقایسه ویژگی‌های کاغذ حاصل از دو دوره رویش ۸ و ۱۸ ساله صنوبر اورامریکن (کلن۲۱٤-I) براي استفاده در خط تولید کاغذ روزنامه مجتمع چوب و کاغذ مازندران صورت پذیرفت.نتایج نشان داد که از نظر ویژگی‌هاي نوري مانند ماتي، کاغذ حاصل از صنوبر ۸ ساله کاملاً برتر از کاغذ تهیه‌شده از صنوبر ۱۸ ساله است. همچنین ماتي کاغذهاي تهیه‌شده از چوب صنوبر در مقایسه با کاغذهاي ساخته شده از خمیر CMP کارخانه و مخلوط ۷۵ درصد ممرز و ۲۵ درصد راش دچار افت مي‌شود. دلیل این افت را مي‌توان به ضرایب درهم‌رفتگي و نرمش بهتر چوب صنوبر نسبت داد(۴). به‌منظور جبران این افت ماتي و رساندن آن به محدوده ماتي مورد نظر کارخانه، باید شرایط پخت بهینه شود و بازده خمیر کاغذ کمي افزایش یابد و یا با به‌کارگیري مقادیر مناسبي از پرکننده‌ها به محدوده ماتي کارخانه رسید.

از نظر ویژگي‌هاي فیزیکي مانند حجیمي کاغذ، کاغذ حاصل از صنوبرهاي ۸ و ۱۸ ساله به یکدیگر شباهت دارند، ولي کاغذ حاصل از صنوبر ۸ ساله داراي میانگین حجیمي بیشتري است. میانگین حجیمي در کاغذهاي حاصل از چوب صنوبر در مقایسه با کاغذهاي حاصل از خمیرکاغذCMP کارخانه و مخلوط ۷۵ درصد ممرز و ۲۵ درصد راش، اندکي کمتر است. انعطاف‌پذیري بیشتر الیاف صنوبر در اثر پالایش منجر به شکل‌گیري بهتر الیاف و در نهایت ساختماني متراکم‌تر مي‌انجامد که به افزایش مقاومت کاغذهاي به‌دست آمده منجر مي‌شود(۴ و ۶).

کاغذهاي حاصل از چوب صنوبر از نظر ویژگي‌هاي مقاومتي مانند طول پارگي، شاخص مقاومت کششي و شاخص مقاومت به ترکیدن مشابه‌اند، ولي میانگین ویژگي‌هاي یاد شده در صنوبر ۸ ساله بیشتر است. از نظر ویژگي‌هاي مذکور، کاغذهاي حاصل از چوب صنوبر در مقایسه با کاغذهاي ساخته شده از خمیرکاغذCMP و مخلوط ۷۵ درصد ممرز و ۲۵ درصد راش کاملاً برترند. این موضوع به ضرایب کاغذسازي بهتر چوب صنوبر مربوط مي شود که اثر خود را در پالایش‌پذیري بهتر الیاف نشان مي‌دهد و سبب بهبود اتصال الیاف کاغذهاي حاصل از صنوبرها مي‌شود و سرانجام به افزایش ویژگي‌هاي مقاومتي یاد شده مي‌انجامد. در این زمینه هم صنوبر ۸ ساله به‌دلیل داشتن ضرایب کاغذسازي بهتر، بر صنوبر ۱۸ ساله برتري دارد (۴).

اما تنها از نظر مقاومت به پاره شدن، کاغذهاي حاصل از چوب صنوبر در حالیکه با کاغذهاي حاصل از خمیرکاغذCMP و مخلوط ۷۵ درصد ممرز و ۲۵ درصد راش مشابه‌اند، ولي میانگین این ویژگي در کاغذ حاصل از صنوبر ۱۸ ساله از سایر تیمارها بیشتر است. دلیل این افزایش را مي‌توان به ضخامت بیشتر دیواره سلولي صنوبر ۱۸ ساله نسبت داد که سبب بهبود ویژگي‌هاي مقاومتي بین الیاف مي‌شود (۴ و ۶).

با توجه به نتايج به‌دست آمده، كاغذ حاصل از صنوبر ٨ ساله از لحاظ كليه ويژگي‌هاي نوري، فيزيكي و مقاومتي برتر بوده و تنها از نظر مقاومت به پاره شدن، ضعيف‌تر از صنوبر ١٨ ساله است كه اين افت را مي‌توان با افزايش خمير الياف بلند وارداتي به خميركاغذCMP صنوبر ٨ ساله جبران كرد.

بهر حال به لحاظ تكنولوژيكي، صنوبر ٨ ساله كاملاً بر صنوبر ١٨ ساله برتري دارد و براي توليد كاغذ روزنامه در مجتمع چوب و كاغذ مازندران مي توان آن را در اولويت قرار داد.

همچنين از آنجا كه صنوبر ٨ ساله در زماني كمتر از نصف صنوبر ١٨ ساله مورد بهره برداري قرار مي‌گيرد، زودتر مي‌توان به ماده اوليه دست يافت و حجم چوب توليدي صنوبر ٨ ساله حدود سه‌چهارم ميزان چوبدهي صنوبر ١٨ ساله است (۴). بنابراين با توجه به اين ويژگي‌ها و قيمت كم، به لحاظ اقتصادي نيز مي‌توان صنوبر٨ ساله را در مقايسه با صنوبر ١٨ ساله، به منظور توليد كاغذ روزنامه در كارخانه مذكور، در اولويت كاربرد پيشنهاد كرد.

منابع

١- بي نام، ١٣٧٧. گزارش خبري صنايع چوب وكاغذ مازندران. شماره ۴.

٢- پورموسي، شادمان، ١٣٧٧. بررسي مقايسه‌اي خصوصيات كاغذسازي دو كلن صنوبر با فرآيندهاي مكانيكي توسعه‌يافته. پايان‌نامه كارشناسي‌ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تربيت مدرس.

٣- ديانت نژاد، عليرضا، ١٣۶٣. امكان كاربرد چوب صنوبر در صنايع سلولزي با دوره بهره‌برداري كوتاه‌مدت. مجموعه مقالات ارائه‌شده در سمينار اهميت صنوبر، انتشارات مؤسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع كشور، ص ٢۶٧-٢۶٣.

۴- رسولي گرمارودي، اسماعيل، ١٣٨١. بررسي امكان استفاده از چوب صنوبر به جاي چوب راش در تركيب با چوب ممرز براي توليد خمير شيميايي-مكانيكي جهت ساخت كاغذ روزنامه، پايان‌نامه كارشناسي‌ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تربيت مدرس.

۵- منظورالاجداد، مهدي،١٣٧٠. بررسي ويژگي‌هاي تبريزي(populus nigra) حاصل از فرآيندهاي مختلف خمير جهت ساخت كاغذ چاپ و تحرير، پايان‌نامه كارشناسي‌ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران.

۶- مهدوي، سعيد، ١٣٨١. بررسي استفاده از چوب صنوبر و اكاليپتوس در توليد كاغذ روزنامه و چاپ مكانيكي، پايان‌نامه دكتري، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران.

٧- مهرابي، سعيد و حسين رسالتي، ١٣٧٣. بررسي مقايسه‌اي استفاده از سه كلن صنوبر، كبوده بومي كلن ۴۴/٩٩، دلتوئيدس كلن ۵۵-۶٩ و اورامريكن كلن I-٢١۴ جهت تهيه خميركاغذ، مجموعه مقالات اولين سمينار بين‌المللي جنگل و صنعت ، جلد دوم، ص ۶٧٣-۶١٠.

٨- نظرنژاد، نورالدين، ١٣٧۶. بررسي خصوصيات خمير و كاغذ راندمان بالا (CMP) از دو گونه صنوبر دلتوئيدس و اورامريكن، پايان‌نامه كارشناسي‌ارشد، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تربيت مدرس.

9- Anonymous (1998-1999)."Tappi Test Method". Technical Association of Pulp and Paper Industry.

10– Lai, Y.Z., Situ, W. (1993)." Effects of Chemical Treatments on Ultra-High- Yield Pulping. VII. Variation of Aspen CMP Fractions in Lignin Modification". Holzforschung, Vol. 47, No. 1, P. 41-44, 28 Ref.

11– Rai, A.K., Iiam, C. (1987)." Pulping and Papermaking Qualities of Young Poplars". Journal of Timber- Development Association of India; Vol.33, No. 4, P. 23-32, 2 Ref.

12– Richardson, J.D., Joens, T.G. (1997)." Chemimecanical Pulping ofNew-Zealand Grown Poplar Clones I-214". Appita Journal, Vol. 50, No. 1, P. 34-39, 13ref.

CMP Pulping from Populus euramericana for Newsprint Production

E. R. Garmaroody[*1], H. Resalati[2] and S. Maddavi[3]
[1] Ph. D. student of pulp and paper industries, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I. R. Iran
[2] Associate Prof, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I. R. Iran
[3] Assistant Prof, Forests and Rangelands Research Inistitute, Iran
(Received 2004 Dec 14, Accepted 2006 Feb 21)

Abstract

This study was carried out to investigate papermaking properties comparison of fast growth poplar species (*Poulus euramericana*) at two growing priods of 8 and 18 years for newsprint production in MWPI. This special poplar, has been selected from Safrabasteh research station in Gilan province. Selected poplar were chipping in MWPI.Based on the results of experimental tests, cooking conditions of 20% chemicals (based on oven dry wood), cooking temperature of 160 °C, L:W = 7 : 1 and cooking time of 90 min for 8 years poplar and 130 min for 18 years was selected in order to obtain pulping yield of about 85%. After chemical treatment of wood chips with Na_2SO_3 solution the treated chips were defibrated in three stages and bleached by H_2O_2, refined in PFI mill to freeness of about 300 ml.CSF. Laboratory standard handsheet with gramage of 60g/m^2 were made from the refined pulps. The results show that, in respect to physical and strength properties, the paper from poplar wood were superior to the paper produced from CMP pulp of the normal wood furnish(75% hornbeam + 25% beech), except in optical property of opacity which has shown some reduction. Therefore, by making necessary changes in cooking conditions, to improve the paper opacity, it may be possible to use poplar (*populus euramericana*) as pure for newsprint production in MWPI. In applying this respect, 8 years growth poplar has more priority.

Keywords: poplar (*Populus euramericana*), CMP pulping, newsprint

* Corresponding author: Tel: 021-44418014 , Fax: 0171-2245964 Email: rasooly2000@yahoo.com