

## تأثیر استفاده از گونه غان بر ویژگی‌های نوری و فیزیکی خمیر کاغذ CMP مخلوط پهن‌برگان

علی سلیمانی<sup>۱</sup>، حسین رسالتی<sup>۲</sup> و ایمان اکبرپور<sup>۳\*</sup>

۱- کارشناس ارشد صنایع خمیر و کاغذ، کارشناس شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران.

۲- دانشیار تکنولوژی خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گروه تکنولوژی چوب و کاغذ.

۳- مسئول مکاتبات، دانشجوی دکتری صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

پست الکترونیکی: iman\_akbarpour@yahoo.com

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۸۸

### چکیده

در این تحقیق تأثیر اختلاط گونه غان با ممرز و راش در مقایسه با خمیر کاغذ CMP شاهد (۷۵٪ ممرز و ۲۵٪ راش) بر ویژگی‌های نوری و فیزیکی کاغذهای ساخته شده در محدوده درجه‌روانی CSF، ۳۰۰ ml و بازده ۸۵٪ بررسی شد. خمیر کاغذ CMP مطابق با شرایط بازده: ۸۵٪، نسبت مایع پخت به خرده‌چوب: ۷ به ۱، درصد سولفیت: ۲۰٪ براساس وزن خشک خرده‌چوب، دمای پخت: ۱۶۰°C و زمان پخت: ۱۳۵-۸۵ دقیقه از گونه غان در ۴ سطح ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد در ترکیب با ۶۰-۹۰٪ ممرز و راش ساخته شد. پس از دفییره کردن و پالایش خرده‌چوبهای پخته شده، کاغذهای دست‌ساز ۶۰ گرمی از خمیرهای کاغذ تهیه شد و ویژگی‌های نوری و فیزیکی کاغذهای ساخته شده مقایسه شدند. نتایج بدست آمده از مقایسه ویژگی‌های نوری کاغذها نشان داد که استفاده تا ۴۰ درصد از خرده‌چوب غان در اختلاط با ۶۰-۹۰ درصد ممرز و راش در مقایسه با خمیر کاغذ CMP شاهد منجر به بهبود درجه‌روشنی و کاهش زردی و ماتی شده است. افزایش مصرف غان تا ۳۰٪ در مقایسه با خمیر کاغذ شاهد تأثیر معنی‌داری را بر ماتی کاغذ در سطح اعتماد ۹۹٪ نشان نداد. البته استفاده از ۴۰ درصد گونه غان منجر به تولید کاغذهای با ضخامت کمتر، دانسیته بیشتر، صافی سطح بیشتر و مقاومت به عبور هوای بیشتر شد.

واژه‌های کلیدی: غان، ممرز، راش، خمیر کاغذ CMP، ویژگی‌های نوری، ویژگی‌های فیزیکی.

### مقدمه

توسعه که از نظر منابع جنگلی با محدودیت مواجه هستند، نقش مهم و رو به رشدی را برای تأمین نیازهای مواد اولیه چوبی صنایع خمیر و کاغذ ایفا خواهد نمود. الیاف چوب پهن‌برگان کوتاه‌تر و کم قطرتر از چوب سوزنی‌برگان بوده و معمولاً قادر به تولید خمیر با مقاومت‌های مشابه با سوزنی‌برگان نمی‌باشند، اما دارای

با توجه به محدودیت روزافزون عرضه چوب سوزنی‌برگان و نیز گونه‌های مختلف چوب پهن‌برگان جنگلی برای صنایع خمیر و کاغذ در مقیاس جهانی و از جمله ایران، استفاده از گونه‌های پهن‌برگ سریع‌الرشد غان، بید، اکالپیتوس به خصوص در کشورهای درحال

دلتوئیدس مشاهده شده است (فیض‌آبادی، ۱۳۸۱). نتایج حاصل از تولید خمیر کاغذ چوب آسیاب شده از دو گونه صنوبر دلتوئیدس و صنوبر اورامریکن نشان می‌دهد که کاغذهای حاصل از این دو گونه صنوبر مقاومت مکانیکی چندان زیادی ندارند اما ویژگی‌های ماتی، تخلخل، حجیمی و درجه‌روشنی آنها برای ساخت کاغذ چاپ و تحریر مناسب می‌باشد (وچی، ۱۹۶۹). شواهد بدست‌آمده از خمیر کاغذسازی CMP از گونه اکالیپتوس گراندیس<sup>۳</sup> نشان می‌دهد که با استفاده از ۲/۵ درصد ماده سولفیت‌سدیم بر مبنای وزن خشک خرده‌چوب‌ها و دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌توان به شرایط ایده‌آل رسید و خمیر کاغذ حاصل می‌تواند برای تهیه درجات مختلف کاغذ چاپ و تحریر استفاده شود (والاده و همکاران، ۱۹۹۸). نتایج بدست‌آمده از آنالیز شیمیایی و مرفولوژیکی گونه غان کاغذی<sup>۴</sup> نشان داد که این گونه به لحاظ ترکیب‌های شیمیایی دارای سلولز ۵۰/۷٪، همی سلولز ۲۳/۴٪، لیگنین ۲۰/۲٪، خاکستر ۱/۲٪ و مواد استخراجی ۲/۵٪ می‌باشد. همچنین طول الیاف، قطر کلی الیاف، قطر حفره سلول و ضخامت دیواره سلولی گونه غان کاغذی به ترتیب ۱/۵۱ میلی‌متر، ۱۸/۶ میکرون، ۱۴/۸۵ میکرون و ۳/۷۵ میکرون تعیین شد (کوستیاین و همکاران، ۲۰۰۶).

شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران به‌عنوان بزرگترین تولیدکننده کاغذ از چوب در ایران، به‌دلیل مشکلات مربوط به کمبود منابع چوبی داخلی و ایجاد محدودیت در بهره‌برداری از جنگل‌های شمال و منابع داخلی با مشکل تأمین ماده اولیه مواجه شده است، بنابراین در این مقاله تأثیر استفاده از گونه چوبی سریع‌الرشد غان

یک سری ویژگی‌های مطلوب می‌باشند که در بیشتر کاربردها و تولید محصول‌های مختلف کاغذ می‌توانند مکمل خوبی برای خمیر حاصل از چوب سوزنی‌برگان باشند (رسالتی، ۱۳۸۴). نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های نوری و مکانیکی کاغذهای تولید شده از خمیر کاغذ CMP تهیه شده از دو گونه صنوبر دلتوئیدس<sup>۱</sup> و صنوبر اورامریکن<sup>۲</sup> نشان می‌دهد که با افزایش درجه حرارت و زمان تیمار شیمیایی ویژگی‌های مقاومتی کاغذها افزایش می‌یابد (نظرنژاد، ۱۳۷۵). استفاده از گونه‌های با دانسیته کمتر همانند گونه‌های سریع‌الرشد غان و پالونیا تا ۲۵ درصد، ترکیب نهایی خمیر کاغذ CMP در بازه ثابت در مقایسه با ترکیب شاهد کارخانه چوب و کاغذ مازندران (۷۵ درصد ممرز و ۲۵ درصد راش) کاغذهای دارای بالک و ماتی کمتر و ویژگی‌های مقاومتی اتصال بین الیاف (مقاومت کششی و مقاومت ترکیب‌دگی) بیشتر و مقاومت پارگی مشابه و یا کمتری را نتیجه خواهد داد (رسالتی، ۱۳۸۴). با افزایش بازده خمیر CMP تهیه شده از ترکیب ۷۵ درصد ممرز و ۲۵ درصد غان، مقادیر بالک و ماتی کاغذ بهبود یافته و این ویژگی‌ها در درجه‌روانی مشابه ۳۰۰ حتی از ترکیب ۷۵ درصد ممرز و ۲۵ درصد راش نیز بیشتر و مطلوبتر بودند (رسولی، ۱۳۸۱). به طوری که خمیرهای CMP حاصل از ترکیب گونه‌های مختلف پهن‌برگ با جایگزینی گونه‌های سریع‌الرشد با دانسیته پایین غان در ترکیب با گونه‌های جنگلی با دانسیته زیادتر، انرژی مورد نیاز پالایش برای رسیدن به درجه‌روانی مورد نیاز افزایش یافته و در این ارتباط انرژی مورد نیاز برای گونه صنوبر اورامریکن بیشتر از صنوبر

3 - Eucalyptus Grandis

4 - Paper birch

1 - populus Deltoides

2 - populus Euramericana

و ۲۵٪ راش ثابت در نظر گرفته شده است، یعنی اینکه در ترکیبی که شامل ۱۰ درصد غان و ۹۰ درصد ممرز و راش بوده است، از مجموع ۹۰ درصد ممرز و راش، ۷۵ درصد اختلاط مربوط به گونه ممرز و ۲۵ درصد دیگر مربوط به گونه راش می‌باشد. پس از عمل دفییره کردن خرده‌چوب‌ها، پالایش خرده‌چوب‌های پخته شده با استفاده از دستگاه پالایشگر PFI انجام شد. پالایش خرده‌چوب‌های پخته شده تا رسیدن به محدوده درجه‌روانی ثابت CSF، ۳۰۰ ml، انجام شد. تهیه کاغذهای دست‌ساز استاندارد ۶۰ گرمی در هر یک از شرایط مختلف مورد نظر مطابق با استاندارد T205 SP- TAPPI 02 انجام شد. با استفاده از دستگاه سنجش نوری با مارک Elrepho 2000، ویژگی‌های نوری کاغذ شامل درجه‌روشنی و زردی مطابق شماره استاندارد T452 om-02 و ماتی کاغذ مطابق با استاندارد T425 om-01 آیین‌نامه TAPPI اندازه‌گیری شدند. ویژگی‌های فیزیکی کاغذ مانند ضخامت، مقاومت به عبور هوا، ناهمواری سطح کاغذ و درجه‌روانی خمیر کاغذ به ترتیب مطابق با استانداردهای T411 om- TAPPI 05، TAPPI T460 om-02، TAPPI T227، TAPPI 05 om-02 و TAPPI T538 om-01 اندازه‌گیری شدند. حجیمی کاغذ نیز با توجه به رابطه نسبت ضخامت کاغذ به وزن پایه کاغذ در هر یک از شرایط مختلف محاسبه شد. همچنین مقدار مصرف انرژی پالایش و تعداد دور دستگاه پالایشگر تا رسیدن به درجه‌روانی ثابت CSF، ۳۰۰ ml، در هر یک از شرایط مختلف ذکر شده اندازه‌گیری شد. در پایان ویژگی‌های نوری و فیزیکی کاغذهای ساخته شده مورد مقایسه قرار گرفتند.

سفید وارداتی بر ویژگی‌های نوری و فیزیکی خمیر کاغذ CMP تهیه شده جهت ساخت کاغذ روزنامه مورد بررسی قرار گرفته است.

## مواد و روشها

### تهیه نمونه‌های خرده‌چوب غان، ممرز و راش

در این تحقیق از گونه چوبی غان وارداتی که از روسیه به شرکت صنایع چوب و کاغذ ایران وارد شده است، نمونه‌هایی از واحد آماده‌سازی چوب و تولید خرده‌چوب شرکت تهیه شدند. خرده‌چوب‌های ممرز و راش تولید شده در شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران نیز به طور کاملاً تصادفی از توده خرده‌چوب جمع‌آوری شده در شرکت تهیه شدند. با تغییر مقدار مصرف خرده‌چوب گونه غان در ترکیب با اختلاط گونه‌های ممرز و راش، خمیرهای کاغذ CMP ساخته شده و در مقایسه با خمیر کاغذ CMP تولید شده از اختلاط ۷۵٪ ممرز و ۲۵٪ راش به‌عنوان خمیر کاغذ شاهد ارزیابی شدند.

### تهیه خمیر کاغذ CMP

خمیر کاغذ CMP مطابق با شرایط بازده: ۸۵٪، نسبت مایع پخت به خرده‌چوب: ۷ به ۱، درصد سولفیت: ۲۰٪ براساس وزن خشک خرده‌چوب، دمای پخت: ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد و زمان پخت: ۱۳۵-۸۵ دقیقه با استفاده از خرده‌چوب گونه غان به میزان ۴۰-۱۰٪ در اختلاط با ۹۰-۶۰٪ ممرز و راش تهیه شد. همچنین خمیر کاغذ CMP از اختلاط ۷۵٪ ممرز و ۲۵٪ راش نیز به‌عنوان خمیر کاغذ شاهد تهیه گردید. لازم به یادآوریست که در کلیه ترکیب‌های خرده‌چوب مصرفی در ساخت خمیر کاغذ CMP، نسبت اختلاط ۷۵٪ ممرز

## تجزیه و تحلیل آماری

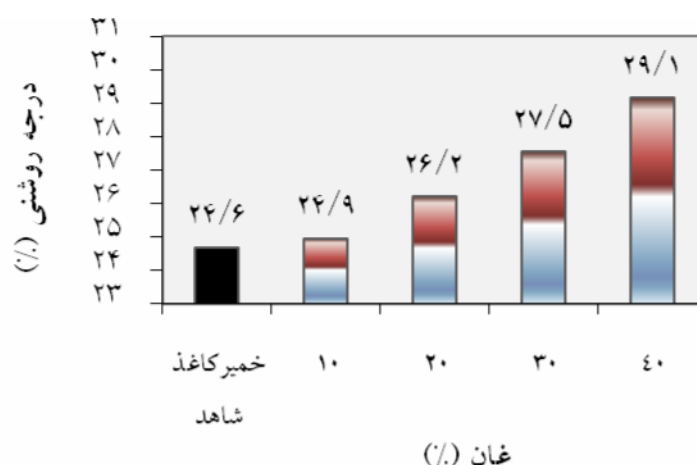
نمونه برداری خرده چوب‌های گونه‌های مذکور به صورت کاملاً تصادفی انجام شد. برای بررسی تأثیر خرده چوب گونه غان بر کیفیت خمیر کاغذ CMP، از روش‌های آماری تجزیه واریانس و از آزمون دانکن نیز جهت مقایسه میانگین داده‌های بدست آمده استفاده شده است.

## نتایج

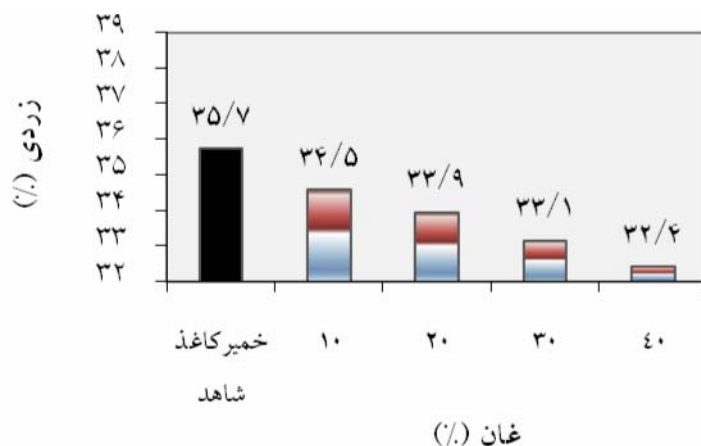
## بررسی ویژگی‌های نوری خمیر کاغذ CMP

نتایج حاصل از تأثیر جایگزینی ۴۰-۱۰ درصد گونه غان در ترکیب مخلوط ممرز و راش نشان داد که در مقایسه با خمیر شاهد تولید شده در صنایع چوب و کاغذ مازندران (۷۵ درصد ممرز + ۲۵ درصد راش)، خمیرهای کاغذ CMP تولید شده از اختلاط گونه غان با ممرز و راش درجه‌روشنی بیشتری را نشان دادند. تجزیه واریانس مقادیر بدست آمده از درجه‌روشنی کاغذهای ساخته شده نشان داد که در مقایسه با خمیر کاغذ CMP شاهد، استفاده از ۴۰-۱۰٪ غان در ترکیب با ممرز و راش تأثیر معنی‌داری را در سطح اعتماد ۹۹٪ بر مقادیر درجه‌روشنی کاغذ دارد. نتایج بدست آمده از مقایسه

میانگین مقادیر روشنی با آزمون دانکن نشان داد که بین مقادیر درجه‌روشنی خمیر کاغذ CMP شاهد و خمیرهای کاغذ CMP حاصل از اختلاط ۱۰ درصد غان با ۹۰ درصد ممرز و راش و همچنین بین خمیرهای کاغذ CMP حاصل از اختلاط ۲۰٪ غان با ۳۰٪ غان اختلاف معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۹٪ مشاهده نشده است (شکل ۱). همچنین تجزیه واریانس مقادیر زردی حکایت از تأثیر معنی‌دار استفاده از غان در ترکیب خمیر کاغذ CMP بر کاهش زردی کاغذ دارد. همچنین با افزایش مصرف غان از ۴۰-۱۰ درصد، زردی به‌طور معنی‌داری تغییر یافت و با استفاده از ۴۰٪ غان، حداقل زردی ۳۲/۴ درصد مشاهده شده است. مطابق با آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری بین مقادیر زردی در خمیرهای کاغذ CMP حاصل از ۴۰٪ غان با خمیرهای کاغذ CMP حاصل از ۲۰٪ و ۳۰٪ غان مشاهده شده است. در مجموع استفاده از غان به جای ممرز و راش در ساخت خمیرهای کاغذ CMP منجر به بهبود درجه‌روشنی و کاهش زردی کاغذ شده است و با استفاده از اختلاط ۴۰٪ غان با ۶۰٪ ممرز و راش می‌توان کاغذهای با بیشترین درجه‌روشنی و کمترین زردی تولید کرد (شکل ۲).



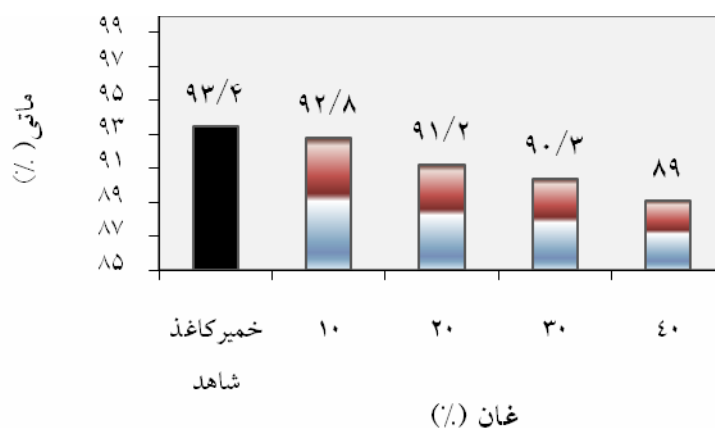
شکل ۱- تأثیر درصدهای مختلف گونه غان بر درجه روشنی خمیرهای کاغذ CMP



شکل ۲- تأثیر درصدهای مختلف گونه غان بر زردی خمیرهای کاغذ CMP

ماتی خمیرهای کاغذ CMP حاصل از ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ درصد غان در اختلاط با ممرز و راش اختلاف معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۹٪ مشاهده نشده است. به طور کلی جایگزینی گونه غان به جای ممرز و راش در ساخت خمیرکاغذ CMP در مقایسه با خمیرکاغذ CMP شاهد منجر به کاهش ماتی کاغذ شده است (شکل ۳).

تجزیه واریانس مقادیر ماتی حاصل از خمیرکاغذ CMP شاهد و خمیرهای کاغذ CMP حاصل از اختلاط ۱۰-۴۰ درصد غان با ۶۰-۹۰ درصد ممرز و راش نشان داد که در مقایسه با خمیر شاهد، استفاده از گونه غان تأثیر معنی‌داری را در سطح اعتماد ۹۹٪ بر کاهش ماتی داشته است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین مقادیر ماتی بدست آمده با آزمون دانکن نشان داد که بین مقادیر



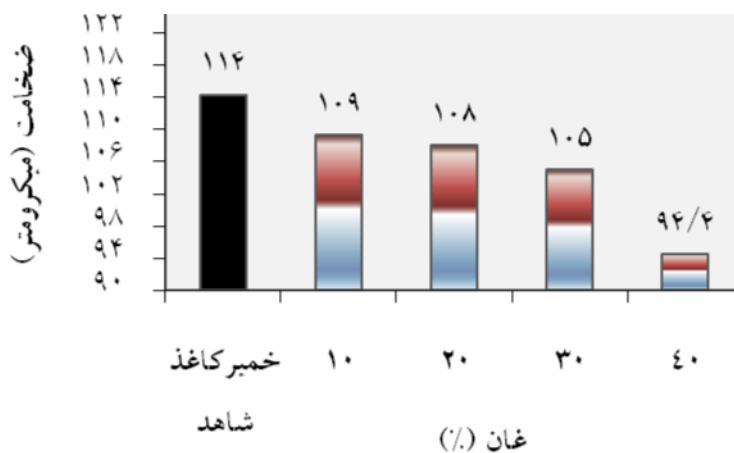
شکل ۳- تأثیر درصدهای مختلف گونه غان بر ماتی خمیرهای کاغذ CMP

### بررسی ویژگی‌های فیزیکی خمیر کاغذ CMP

#### ضخامت کاغذ

نتایج حاصل از تأثیر استفاده از درصدهای مختلف غان در اختلاط با ممرز و راش در ساخت خمیرهای کاغذ CMP نشان داد که در مقایسه با خمیر کاغذ شاهد، استفاده از غان به جای بخشی از ممرز و راش موجب کاهش معنی‌دار ضخامت کاغذ شده است. همچنین با افزایش مصرف غان از ۴۰-۱۰٪، ضخامت کاغذ به طور معنی‌داری کاهش یافته است. حداقل ضخامت کاغذ با استفاده از ۴۰٪ غان در اختلاط با ۶۰٪ ممرز و راش بدست

آمده است. نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس نشان داد که بین خمیرهای کاغذ CMP حاصل از ۱۰٪، ۲۰٪ و ۳۰٪ غان، اختلاف معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۹٪ مشاهده نشده است. در حقیقت، می‌توان گفت که افزایش مصرف غان تا ۳۰٪ اختلاف معنی‌داری را بین مقادیر ضخامت کاغذ نشان نداد، در حالی که اختلاف معنی‌داری بین مقادیر ضخامت کاغذ در خمیرهای کاغذ CMP شاهد و خمیرهای کاغذ CMP حاصل از درصدهای مختلف گونه غان در سطح اعتماد ۹۹٪ مشاهده شده است (شکل ۴).

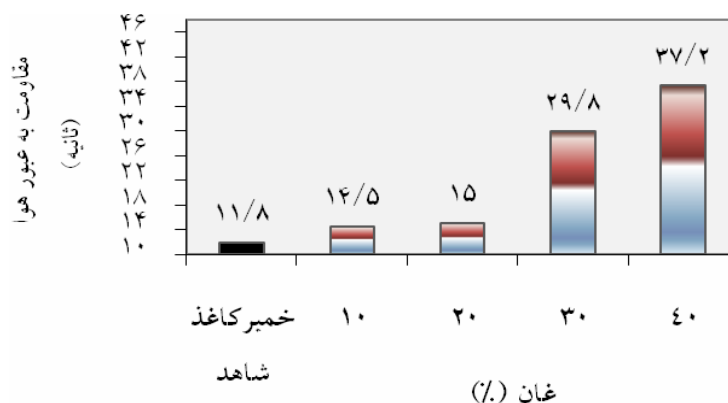


شکل ۴- تأثیر درصدهای مختلف گونه غان بر ضخامت خمیرهای کاغذ CMP

#### مقاومت کاغذ به عبور هوا

جایگزینی ۴۰-۱۰ درصد گونه غان به جای ممرز و راش در مقایسه با خمیر کاغذ CMP شاهد، تأثیر معنی‌داری را در مقادیر مقاومت کاغذ به عبور هوا نشان داد. همچنین با افزایش مصرف غان تا ۲۰٪ تأثیر معنی‌داری بر مقادیر مقاومت کاغذ به عبور هوا نشان نداد، اما با افزایش مصرف غان از ۴۰-۲۰٪، تأثیر

معنی‌داری در مقادیر مقاومت کاغذ به عبور هوا مشاهده شده است. به طور کلی در مقایسه با خمیر کاغذ CMP شاهد، استفاده از گونه غان به جای ممرز و راش موجب افزایش مقاومت کاغذ به عبور هوا شده است. همچنین افزایش مصرف غان از ۴۰-۱۰٪ نیز موجب افزایش مقاومت کاغذ به عبور هوا شده است.

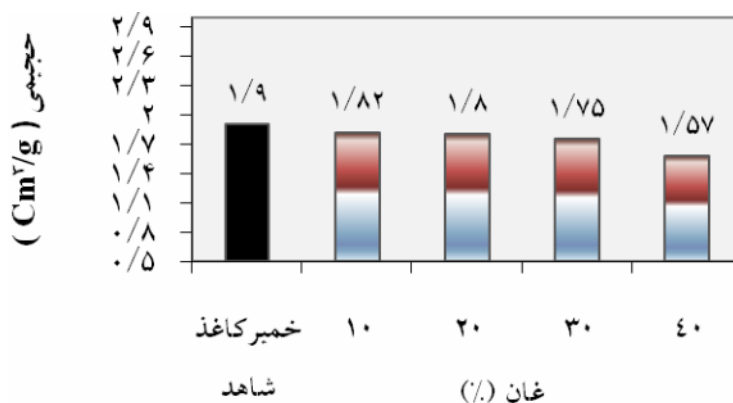


شکل ۵- تأثیر درصدهای مختلف گونه غان بر مقاومت به عبور هوا در خمیرهای کاغذ CMP

### حجمی کاغذ

خمیرهای کاغذ CMP حاصل از مقادیر مختلف غان با ممرز و راش با خمیرهای کاغذ CMP شاهد، اختلاف معنی داری را به لحاظ حجمی در سطح اعتماد ۹۹٪ نشان دادند. نتایج آزمون دانکن حجمی کاغذ نشان داد که اختلاف معنی داری بین حجمی کاغذهای حاصل از خمیر کاغذ CMP شاهد و خمیرهای کاغذ CMP حاصل از ۱۰٪ و ۲۰٪ غان در سطح اعتماد ۹۹٪ مشاهده نشده است. همچنین افزایش مصرف غان تا ۳۰٪، تأثیر معنی داری را در مقادیر حجمی نشان نداد اما افزایش غان

به ۴۰٪، تأثیر معنی داری را بر مقادیر حجمی کاغذ نشان داده است. استفاده از ۴۰٪ غان در اختلاط با ۶۰٪ ممرز و راش منجر به تولید کاغذ با حجمی کمتر و در عین حال با دانسیته بیشتر شده است. در مجموع، می توان گفت که در مقایسه با خمیر کاغذ CMP شاهد، جایگزینی ۴۰-۱۰٪ گونه غان به جای ممرز و راش در ساخت خمیرهای کاغذ CMP موجب کاهش حجمی و افزایش دانسیته کاغذ شده است. همچنین استفاده از اختلاط ۴۰٪ غان با ۶۰٪ ممرز و راش کمترین حجمی را (۱/۵۷) داشته است (شکل ۶).

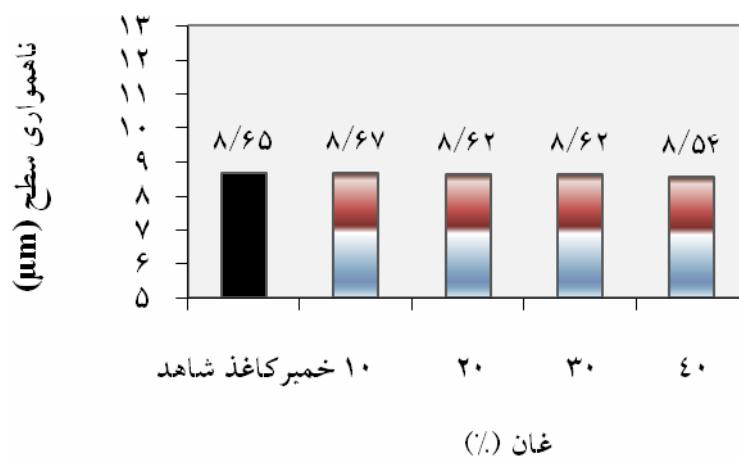


شکل ۶- تأثیر درصدهای مختلف گونه غان بر حجمی خمیرهای کاغذ CMP

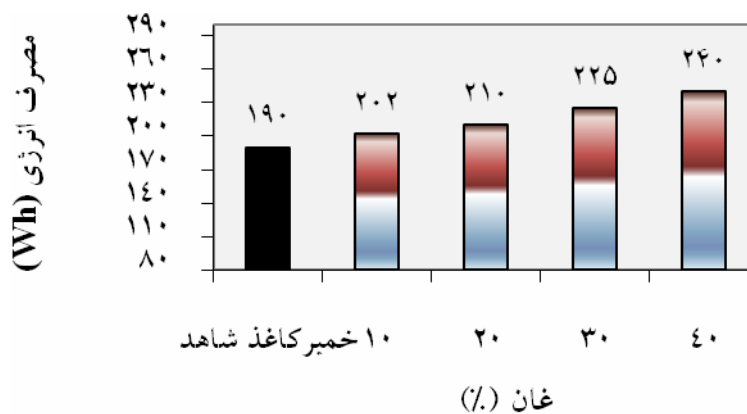
### ناهمواری سطح کاغذ

نتایج بدست آمده از آزمون تجزیه واریانس تأثیر درصدهای مختلف غان بر ناهمواری سطح کاغذهای ساخته شده در مقایسه با خمیر کاغذ CMP شاهد نشان داد که استفاده از ۴۰-۱۰٪ گونه غان به جای ممرز و راش تأثیر معنی داری در مقدار ناهمواری سطح کاغذ در سطح اعتماد ۹۹٪ ندارد. اما در مجموع جایگزینی گونه غان

منجر به کاهش ناهمواری سطح و بهبود صافی سطح کاغذ شده است. همچنین افزایش مصرف غان از ۴۰-۱۰٪ کاغذهای با ناهمواری سطح کمتری را نتیجه داده است که کاهش ناهمواری سطح در سطح اعتماد ۹۹٪ معنی دار مشاهده نشده است. بنابراین حداقل ناهمواری سطح ۸/۵۴ با استفاده از ۴۰٪ غان با ۶۰٪ ممرز و راش مشاهده شده است (شکل ۷).

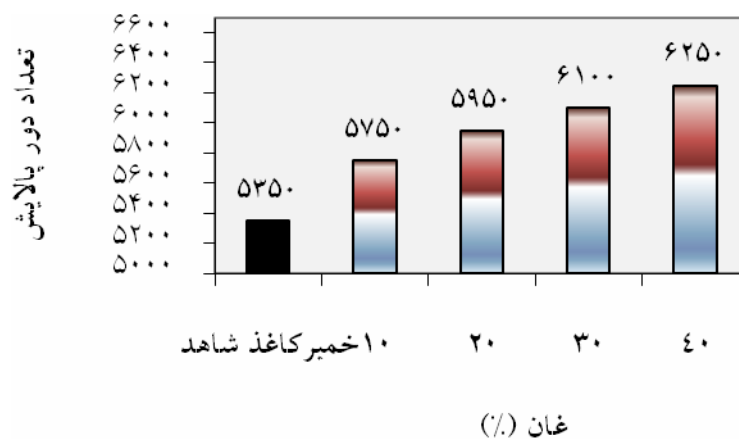


شکل ۷- تأثیر درصدهای مختلف گونه غان بر ناهمواری سطح خمیرهای کاغذ CMP



شکل ۸- تأثیر درصدهای مختلف گونه غان و ارداتی بر مصرف انرژی پالایش خمیرهای کاغذ CMP تا درجه روانی ۳۰۰ ml, CSF





شکل ۹- تأثیر درصدهای مختلف گونه غان وارداتی بر تعداد دور

پالایش خمیرهای کاغذ CMP تا درجه روانی CSF ۳۰۰ ml

#### تعداد دور پالایش و مصرف انرژی در پالایشگر

نتایج بدست آمده از آزمون تجزیه واریانس نشان داد که افزایش درصد مصرفی غان از ۱۰ به ۴۰ درصد بر تعداد دور پالایشگر و همچنین مقدار مصرف انرژی جهت رسیدن به درجه روانی ثابت ۳۰۰ در مقایسه با خمیر کاغذ شاهد، افزایش معنی داری را در سطح اعتماد ۹۹٪ نشان داده است. در صورت استفاده از ۴۰٪ غان در ترکیب با ممرز و راش، به ترتیب بیشترین تعداد دور پالایش و مقدار مصرف انرژی ۶۲۵۰ و ۲۴۰ وات ساعت مشاهده شده است. البته اختلاف معنی داری بین مقادیر تعداد دور پالایش و مقدار مصرف انرژی در درصدهای ۱۰ و ۲۰ درصد در سطح اعتماد ۹۹٪ مشاهده نشده است (شکل‌های ۸ و ۹).

#### بحث

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که جایگزینی ۴۰-۱۰ درصد از گونه غان به جای ممرز و راش در مقایسه با خمیر کاغذ CMP شاهد (۷۵٪ ممرز و

۲۵٪ راش) که در شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران در تولید کاغذ روزنامه مورد استفاده قرار می‌گیرد، درجه روشنی بیشتر، زردی کمتر و ماتی کمتری را نتیجه خواهد داد. بهبود درجه روشنی و کاهش زردی خمیرهای کاغذ حاصل از درصدهای مختلف غان به جای ممرز و راش را می‌توان به سفیدی اولیه بیشتر در گونه غان در مقایسه با گونه‌های تیره‌تر ممرز و راش نسبت داد. با توجه به اینکه در درصدهای بیشتر غان مصرفی، به درجه روشنی و زردی کاغذها افزوده شده است، بنابراین کاهش ماتی با افزایش درصد مصرف غان توجیه‌پذیر است چون گونه غان سفیدتر و دارای ترکیب‌های رنگی کمتری در مقایسه با گونه‌های چوبی ممرز و راش است. زمانی که میزان جایگزینی غان به جای ممرز و راش در ترکیب خمیر کاغذ افزایش می‌یابد، میزان جذب نور خمیر کاغذ به نظر می‌رسد که به دلیل وجود ترکیبات رنگی کمتر در خمیر کاغذ کاهش می‌یابد، در نتیجه می‌توان انتظار داشت که مقدار ماتی کاغذ نیز با کاهش جذب نور خمیر کاغذ، کاهش یابد. در درصدهای بیشتر غان مصرفی، به دلیل بهبود اتصال بین الیاف و افزایش دانسیته کاغذ، قابلیت

مقاومت کاغذ به عبور هوا نیز افزایش می‌یابد که دلیل آن فشرده بودن ساختار کاغذ در اثر درهم رفتگی بیشتر الیاف بر روی یکدیگر و کم بودن خلل و فرج بین الیاف در ساختار کاغذ می‌باشد (افرا، ۱۳۸۱). ضخامت دیواره سلول با ترکیب شیمیایی دیواره سلول همبستگی نزدیک دارد بنابراین، بررسی جداگانه تأثیر این مواد از تأثیر ساختاری الیاف مشکل است. نتایج حاصل از تحقیقات نشان می‌دهد که الیاف با دیواره ضخیم به دلیل سلولز بیشتر و مقدار همی سلولز و لیگنین کمتر دانسیته زیادی دارند (والاده و همکاران، ۱۹۹۸؛ کوستیانین و همکاران، ۲۰۰۶، کوستیانین و همکاران، ۲۰۰۸).

همچنین شواهد بدست آمده نشان داد که استفاده از گونه غان به جای ممرز و راش کاغذهای صاف‌تر و با ناهمواری سطح کمتر نتیجه داده است. البته اختلاف معنی‌داری بین مقادیر ناهمواری سطح کاغذ در درصد‌های مختلف غان در مقایسه با خمیر کاغذ CMP شاهد مشاهده نشد. تفاوت ویژگی‌های ساختاری الیاف مورد استفاده در خمیر کاغذ موجب تغییر ناهمواری سطح کاغذ نهایی می‌شود. به طوری که الیاف گونه غان در مقایسه با دو گونه ممرز و راش دارای دیواره نازک‌تر و انعطاف‌پذیری بیشتر می‌باشد، در نتیجه کاغذهای حاصل از آن ناهمواری سطح کمتر را نتیجه داده‌اند. همچنین افزایش درصد مصرف گونه غان در ترکیب با ممرز و راش منجر به افزایش تعداد دور پالایش و مقدار مصرف انرژی در دستگاه پالایشگر تا درجه‌روانی ثابت ۳۰۰ ml,CSF شد. به طور کلی با عنایت به نتایج حاصل از کاغذهای ساخته شده از خمیر کاغذ CMP همراه با جایگزینی ۴۰-۱۰ درصد گونه غان به جای بخشی از ترکیب اختلاط ممرز و راش در ساخت خمیر کاغذ CMP، می‌توان گفت که با

عبور نور از کاغذ کاهش یافته، در نتیجه ماتی کاغذ کاهش می‌یابد. البته لازم به یادآوریست که با افزودن درصد مصرف غان تا ۳۰٪ به جای ممرز و راش، اختلاف معنی‌داری بین مقادیر ماتی در سطح اعتماد ۹۹٪ مشاهده نشده است، اما استفاده از ۴۰٪، منجر به کاهش معنی‌دار ماتی کاغذ تا ۸۹ درصد ایزو شده است. نتایج حاصل از مقایسه ویژگی‌های فیزیکی کاغذهای ساخته شده حکایت از آن دارد که استفاده از درصد‌های مختلف غان به دلیل بهبود اتصال بین الیاف و افزایش قابلیت لهیدگی الیاف بر روی یکدیگر منجر به کاهش ضخامت کاغذ شده است. درصد‌های بیشتر غان مصرفی (۴۰٪) به دلیل افزایش تعداد اتصال‌های بین الیاف و همچنین افزایش قابلیت تغییر شکل الیاف<sup>۱</sup> در زیر پرس، کاغذهای با دانسیته بیشتر و حجیمی کمتر را نتیجه داده است. ضخامت دیواره الیاف غان در مقایسه با الیاف دو گونه ممرز و راش کمتر بوده، در نتیجه در هنگام پرس این الیاف به راحتی بر روی همدیگر خوابیده و به دلیل درهم رفتگی بیشتر این الیاف، کاغذهای با ضخامت کمتر و دانسیته بیشتر بدست آمده است (هورن، ۱۹۷۸؛ ریکونن و همکاران، ۲۰۰۵؛ کوستیانین و همکاران، ۲۰۰۶). الیاف با دیواره ضخیم انعطاف‌پذیری کمی دارند و کاغذهای حاصل از آنها به شدت مات، زبر و حجیمی و با قدرت جذب و دفع آب زیاد می‌باشند (افرا، ۱۳۸۱؛ رسالتی، ۱۳۸۴). از طرف دیگر الیاف دارای دیواره سلولی نازک‌تر به آسانی در زیر پرس تغییر شکل می‌دهند و به خوبی با یکدیگر اتصال یافته و کاغذهای متراکم و با دانسیته زیاد تولید می‌کنند (فیض‌آبادی، ۱۳۸۱؛ نظرنژاد، ۱۳۸۱؛ رسالتی، ۱۳۸۴؛ ریکونن و همکاران، ۲۰۰۴). با افزایش دانسیته کاغذ،

#### 1- Collapsibility

- نظر نژاد، نورالدین. ۱۳۷۵. بررسی خصوصیات خمیر و کاغذ با راندمان زیاد CMP از دو گونه صنوبر دلتوئیدس و اوروامریکن. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، صفحات ۱۰-۱.

- Kostianen, K., H. Jalkanen, S. Kaakinen, P. Saranpaa and E. Vapaavuori. 2006. Wood properties of two silver birch clones exposed to elevated CO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub>. *Global change Biol.* 12:1230-1240.
- Kostianen, K., and et al. 2008. Wood properties of trembling aspen and paper birch after 5 years of exposure to elevated concentrations of CO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub>. *Tree Physiology*, 28: 805-813.
- Riikonen, J., M.-M. Lindsberg, T. Holopainen, E. Oksanen, J. Lappi, P. Peltonen and E. Vapaavuori. 2004. Silver birch and climate change: variable growth and carbon allocation responses to elevated concentrations of carbon dioxide and ozone. *Tree Physiology*, 24:1227-1237.
- Riikonen, J., T. Holopainen, E. Oksanen and E. Vapaavuori. 2005. Leaf photosynthetic characteristics of silver birch during three years of exposure to elevated CO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> in the field. *Tree Physiology*, 25:621-632.
- Valade Jacques, ken. N. Law and kobert Lanouette. 1998. Chemimechanical pulping of mixtures of Aspen and birch. *Tappi Conference Proceedings*.
- Vecchi, E. 1969, quality control of poplar ground wood. *Tappi Journal*, 52:12.23-3

استفاده از ۴۰ درصد غان می‌توان به لحاظ نوری کاغذهای با درجه روشنی به مراتب بیشتر، زردی کمتر و ماتی مطلوب تولید کرد. همچنین با جایگزینی ۴۰٪ غان می‌توان کاغذهای با ضخامت کمتر، دانسیته بیشتر، مقاومتر به عبور هوا، صافی سطح بیشتر و همچنین خمیرهای کاغذ با سرعت آب‌گیری بیشتر تولید کرد.

### منابع مورد استفاده

- افرآ، ا. ۱۳۸۱. مبانی ویژگی‌های کاغذ (ترجمه). نشر علوم کشاورزی، چاپ اول، ۳۹۲ صفحه.
- رسالتی، حسین. ۱۳۸۴. بررسی قابلیت‌های کیفی-اقتصادی استفاده از چوب گونه‌های سریع‌الرشد غیر جنگلی جهت تأمین مواد اولیه سلولزی کشور. طرح تحقیقاتی ملی، دانشگاه تربیت مدرس، صفحات ۲۰-۱.
- فیض‌آبادی، مهدی. ۱۳۸۱. بررسی استفاده از چوب صنوبر دلتوئیدس و اکالیپتوس کاملدولنسیس در تولید کاغذ روزنامه و چاپ مکانیکی. پایان نامه دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، صفحات ۱۵-۱.

## Optical and physical properties of mixed hardwood CMP pulp and the birch wood

Soleimani, A.<sup>1</sup>, Resalati, H. <sup>2</sup> and Akbarpour, I.<sup>3\*</sup>

1- M.Sc graduate of Pulp and Paper Industries, Expert of Mazandaran Wood and Paper Industries.

2- Associate professor of Pulp and Paper Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Wood and Paper Technology.

3\*- Corresponding author, PH.D Student of Pulp and Paper Industries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Email: iman\_akbarpour@yahoo.com

Received: Jan., 2010

Accepted: Jan., 2011

### Abstract

In this research, effects of mixing the birch wood with hornbeam and beach on optical and physical properties of papers produced at constant freeness range of 300 ml, CSF and yield of 85% and reference of CMP pulp (75% hornbeam plus to 25% beach) was investigated. CMP pulp was produced from birch chips at 10,20,30 and 40% content within the conditions of pulp yield:85%, liquor to dried chip ratio (L/W) of 7/1, sulfite percent of 20% on oven-dried wood chips, cooking temperature:160<sup>0C</sup>, cooking time:85-135 minutes blended with 60-90 % hornbeam and beach. After defibration and refining the cooked wood chips, the standard hand sheets of 60 g/m<sup>2</sup> were made from different pulps and the optical and physical properties of paper produced were compared. The results from comparing the optical properties of paper showed that using up to 40% birch chips blended with hornbeam and beach led to brightness improvement and yellowness and opacity reduction compared to control CMP pulp. Increase of birch use to 30% indicated no significant effect on opacity values at confidence level of 99% compared to control CMP pulp. Utilizing 40% birch resulted in the preparation of papers with lower caliper, smoother surface and higher air resistance.

**Keywords:** Birch, hornbeam, beach, optical properties, physical properties, CMP pulp.