

## بررسی تولید خمیر کاغذ کرافت رنگبری شده از چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس (*Eucalyptus cameldulensis*)

مژگان رشیدی<sup>۱\*</sup> و حسین رسالتی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد صنایع چوب و کاغذ، دفتر نظارت و ارزیابی وزارت صنایع و معادن، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار، دانشکده جنگلداری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۳/۲/۲۰، تاریخ تصویب: ۸۴/۲/۱۰)

### چکیده

اکالیپتوس کاملدولنسیس گونه سریع‌الرشدی است و پراکندگی گسترده‌ای در کشورما دارد که با توجه به محدودیت جنگل‌های شمال، به عنوان ماده اولیه مناسب می‌تواند مطرح شود. در این تحقیق امکان تهیه خمیر کاغذ کرافت از این گونه با دمای پخت ۱۶۰ و ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و نسبت ۵ برای L:W و سولفیدیت ۲۵ درصد به عنوان عوامل ثابت و زمان‌های پخت ۱/۵، ۲، ۳ و ۳/۵ ساعت و قلیائیت فعال ۱۸، ۱۹ و ۲۲ درصد به عنوان عوامل متغیر بررسی شده است. با توجه به دستیابی به بازده ۴۰/۰۲٪ و عدد کاپای ۳۰/۴۵، پخت با زمان ۳ ساعت و قلیائیت فعال ۱۹ و دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد به عنوان بهترین حالت تولید خمیر برگزیده شد. رنگبری خمیر کرافت اکالیپتوس با اکسیژن انجام شد و روشنی از ۱۵ درصد به ۶۷/۸۹ درصد رسید که شفافیت مناسبی برای کاغذ روزنامه است. برای انجام مطالعات درجات روانی ۴۰۰، ۵۰۰ و ۵۰۰ میلی لیتر مبنای کار قرار گرفتند که با توجه به نتایج تجزیه واریانس، کاغذ حاصل از خمیر دارای درجه روانی ۴۰۰ خصوصیات مقاومتی مطلوب‌تری است.

**واژه‌های کلیدی:** خمیر کرافت، اکالیپتوس، سولفیدیت، خصوصیات مقاومتی.

## مقدمه

در کشور ایران در سال‌های اخیر به دلیل رشد فرهنگی و رشد جمعیت، مصرف انواع کاغذ افزایش یافته است. بدین دلیل طرح‌هایی در دست اقدام است که اگر تمام این طرح‌ها اجرا شوند و نیز کارخانه‌های موجود با ظرفیت کامل به تولید خود ادامه دهند، باز میزان تولید داخلی پاسخگوی نیازهای جامعه نخواهد بود. بنابراین، توجه به استفاده بهینه از ماده سلولزی اولیه و تحقیق در روش‌های کمی و کیفی تهیه کاغذ و توجه به صنایع خمیر کاغذ و تهیه انواع کاغذ از مواد اولیه سلولزی مناسب ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. در ایران تا به حال مطالعات و تحقیقاتی برای تولید خمیر شیمیایی رنگبری شده به عمل نیامده است.

بررسی خصوصیات شیمیایی و ابعاد الیاف گونه‌های مختلف اکالیپتوس توسط یعقوب‌زاده (۱۳۵۴) به منظور استفاده بهینه از چوب اکالیپتوس در صنایع کاغذ انجام شده است. مرتضوی جهرمی (۱۳۷۳) میزان رشد قطری و طولی و سازگاری گونه‌های مختلف اکالیپتوس را بررسی کرده. فخریان روغنی (۱۳۶۷) ویژگی‌های چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس و خصوصیات خمیر کرافت رنگبری نشده از آن را بررسی کرده، در این بررسی میانگین طول، قطر و ضخامت دیواره الیاف چوب این گونه اکالیپتوس به ترتیب ۰/۱۱۷، ۰/۱۵۶ و ۰/۰۳۱ میلی‌متر و مقدار سلولز، لیگنین و مواد استخراجی آن به ترتیب ۴۱/۸، ۲۹/۴۵ و ۵ درصد تعیین شده است. وزن مخصوص برون چوب، درون چوب و مغز آن به ترتیب ۰/۵۳۸، ۰/۵۵ و ۰/۵۳۱ است. در این بررسی برای تولید خمیر کاغذ از این چوب تاکید شده است که درجه حرارت پخت سه حداکثر حدود ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد محدود شود، زیرا در این درجه حرارت با تنظیم قلیائیت موثر حدود ۱۸٪ سولفیدیت ۲۵٪ و زمان مناسب پخت، می‌توان به خصوصیات مورد نظر در خمیر کاغذ دست یافت.

در سطح جهانی نیز تحقیقات وسیعی برای تبدیل چوب گونه‌های مختلف و نیز چوب اکالیپتوس به خمیر کاغذ با استفاده از فرایندهای مختلف تهیه خمیر کاغذ، انجام شده است.

Conzaga و همکاران (۱۹۸۴) بررسی‌هایی بر روی خمیر کرافت اکالیپتوس کاملدولنسیس و گلوبولوس انجام دادند. نتایج نشان داد که خمیر کاغذهای کرافت حاصل از اکالیپتوس دارای مقاومت‌های رضایت بخشی بوده است. Geffry (۱۹۵۴) بر روی بیش از ۴۰۰ گونه اکالیپتوس استرالیا مطالعه کرد و بررسی‌های او نشان داد که فقط حدود ۱۷ گونه از آنها برای ساخت خمیر کاغذ قابل استفاده‌اند. به‌طور کلی سرعت رشد عامل تعیین‌کننده‌ای در خواص شیمیایی است، به‌طوری‌که چوب‌های سریع‌الرشد بهترین خمیرهای شیمیایی را فراهم می‌آورند. خمیر این گونه چوب‌ها دارای مقاومت به ترکیدگی و مقاومت کششی زیاد است، ولی در برابر پارگی شکن مقاومت کمی دارند که این عامل با افزایش سن درخت، افزایش پیدا می‌کند. Malik و همکاران (۱۹۷۴) بررسی‌هایی بر روی خمیر کاغذ کرافت گونه‌های مختلف اکالیپتوس انجام دادند. این تحقیقات نشان داد اکالیپتوس کاملدولنسیس بیشترین بازده خمیر کاغذ و بهترین خواص مقاومتی را در بین سایر گونه‌ها دارد. Oliveria و Seabra (۱۹۷۲) مطالعاتی بر روی خصوصیات خمیر کاغذ چوب اکالیپتوس‌های کشت شده در نقاط مختلف پرتغال انجام دادند. گونه‌های مختلف اکالیپتوس جزء مهم‌ترین پهن‌برگان مورد استفاده در صنایع کاغذ اسپانیا و پرتغال بوده و در این بین اکالیپتوس globules در بین گونه‌های اکالیپتوس برای تولید خمیر کاغذ متداول‌تر است. اگر چه سایر گونه‌های اکالیپتوس دارای خصوصیات مشابه یا حتی بهتر از این گونه‌های هستند، خصوصیات خمیر کاغذ تولید شده به‌وسیله فرایند کرافت از گونه‌های مختلف نشان داده است که بهترین گونه برای مناطق با درجه حرارت و رطوبت بالا گونه‌های *E. saligna* و *E. grandis* بوده و بهترین گونه برای مناطق خشک جنوبی *E. cameldulensis* و تا حدی *E. maiedenil* است. Cohen و Watson (۱۹۶۹) نشان دادند که جنس‌های اکالیپتوس به‌طور خیالی وسیعی در بیشتر مناطق دنیا در ۱۰۰ سال اخیر کشت شده است. در اوایل قرن بیستم برای اولین بار خمیر سولفیت از *E. globulus* توسط یک مهندس سوئدی در کشور پرتغال تهیه شد، سپس در کشور استرالیا بررسی جدی برای

در هوای آزاد تعیین رطوبت گردیده و در کیسه نایلونی ذخیره و نگهداری شدند. برای هر پخت معادل ۵۰۰ گرم وزن خشک خرده‌چوب در شرایط سولفیدیت ۲۵٪، نسبت مایع پخت به وزن خشک چوب ۵:۱ و قلیای فعال ۱۸،۱۹،۲۲ درصد بر اساس وزن خشک چوب و اکسید سدیم و درجه حرارت ۱۶۰ و ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و زمان پخت ۲،۱/۵، ۳، ۳/۵ ساعت در نظر گرفته شد. پس از پخته شدن خرده‌چوب‌ها، خمیر حاصل با همزن آزمایشگاهی با دور ۲۰۰۰ به الیاف تبدیل و بر روی الک ۲۰۰ مش ریخته شد. خمیر تا حذف کامل آثار مایع پخت سیاه، شست‌وشو داده شد.

#### اندازه‌گیری بازده خمیر

با استفاده از رابطه  $H\% = Mh - Mo / Mh$  (H% درصد رطوبت، Mh جرم مرطوب بر حسب گرم و Mo جرم خشک بر حسب گرم)، وزن خشک خمیر کاغذ و پس از آن با استفاده از رابطه زیر بازده تعیین شد:

وزن خشک خرده چوب مصرفی  $100 \times$  وزن کاملاً خشک خمیر = بازده خمیر کاغذ.

#### - تعیین ویژگی‌های خمیر کاغذ

عدد کاپا بر اساس استاندارد شماره om ۳۶۰ T آیین‌نامه TAPPI تعیین شد. پالایش خمیر بنابر استاندارد om ۲۴۸ T آیین‌نامه TAPPI انجام گرفت. بعد از پالایش خمیر کاغذ کرافت اکالیپتوس و رساندن غلظت آن به سطوح مختلف، درجه روانی مورد نظر بر اساس استاندارد شماره om ۳۶۵ T تعیین شد. به منظور اندازه‌گیری خصوصیات مقاومتی بر اساس استاندارد om ۸۸-۲۰۲ آیین‌نامه TAPPI، ۱۲ عدد کاغذ دست‌ساز برای هر نوع از کاغذها در نظر گرفته شده و ساخته شدند.

#### تعیین خواص مقاومتی کاغذ

مطابق آیین‌نامه TAPPI نمونه‌های استاندارد مورد نیاز برای هر آزمایش و دستگاه تهیه شد. مقاومت در برابر پاره شدن بر اساس استاندارد شماره om ۸۸-۴۱۴ T، مقاومت

استفاده از اکالیپتوس انجام گرفت. جنگ جهانی اول باعث قطع این تحقیقات شد، ولی مطالعات مداوم و اساسی از سال ۱۹۱۹ تا ۱۹۲۱ در غرب استرالیا نشان داد که گونه‌های اکالیپتوس در واقع به عنوان یک ماده اولیه برای صنایع تولید خمیر و کاغذ هم در کشور استرالیا و هم در سایر کشورها مناسب است.

Yantasa و همکاران (۱۹۸۵) خصوصیات فیزیکی خمیر کاغذهای تهیه‌شده از درختان سریع‌الرشد گونه‌های مختلف را بررسی کردند. در این بررسی مشاهده شد که بهترین گونه‌های سریع‌الرشد برای کاغذ، شب حسب، اکالیپتوس کاملدولنسیس و آکاسیاست.

در ایران با توجه به محدودیت بهره‌برداری چوب از جنگل‌های شمال، لزوم توجه به سایر منابع را در نقاط مختلف کشور ایجاد می‌کند. کشت گونه‌های مناسب در نقاط مختلف غیر از شمال کشور و نیز فرایند مناسب تهیه خمیر کاغذ می‌تواند برداشت چوب از جنگل‌های شمال را کاهش دهد. با عنایت به محدودیت چوبدهی جنگل‌های تجارتي شمال ایران و با توجه به رشد به نسبت سریع، خصوصیات فیزیولوژیکی مناسب و گستردگی کشت گونه اکالیپتوس کاملدولنسیس در ایران، چوب این گونه اکالیپتوس می‌تواند به عنوان ماده اولیه مناسبی مطرح شود.

#### مواد و روش‌ها

##### نمونه برداری

تعداد ۳ اصله درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس با ارتفاع متوسط ۲۲ متر و قطر متوسط ۲۴/۵ سانتی‌متر از ایستگاه تحقیقاتی پاسند به شهر تهیه و به کارخانه چوب و کاغذ مازندران انتقال داده شد.

##### تهیه خمیر کاغذ

بعد از پوست‌کنی دستی، گرده بینه توسط خردکن چوب و کاغذ مازندران خرد شد و با استفاده از غربال صنعتی خرده‌چوب مورد قبول با طول ۱-۳ سانتی‌متر و ضخامت ۲-۵ میلی‌متر جداسازی و بعد از شست‌وشو و خشک‌شدن

رنگبری با اکسیژن استفاده شد. به همین منظور خمیر کاغذ کرافت رنگبری نشده حاصل با استفاده از ۰/۵ درصد سولفات منیزیم و ۸ درصد هیدروکسید سدیم بر اساس وزن خشک و درصد خشکی ۱۰٪ و تحت فشار اولیه ۸ اتمسفر اکسیژن به مدت ۲ ساعت در درجه حرارت ماکزیمم ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد رنگبری شد. نقش سولفات منیزیم محافظت سلولز در برابر اکسیداسیون و جلوگیری از کاهش درجه پلیمریزاسیون (DP) و نقش سود، تامین محیط قلیایی برای اکسیداسیون با اکسیژن و تکمیل لیگنین زدایی است. نتایج حاصل از رنگبری خمیر با اکسیژن به شرح زیر است:

شفافیت کاغذ: ۶۷/۸۹٪.

بازده خمیر رنگبری شده: ۹۰/۰۷٪.

عدد کاپای خمیر رنگبری شده با اکسیژن: ۸/۳.

در برابر ترکیدن بنابر استاندارد شماره ۹۷-۴۰۳om T، طول پاره شدن طبق استاندارد ۸۸-۴۹۴ om T، مقاومت کششی بنابر استاندارد شماره ۹۲-۴۰۴ om T و مقاومت در برابر تا شدن طبق استاندارد شماره ۸۸-۵۱۱om T اندازه‌گیری شدند.

### تعیین خواص نوری کاغذ

شفافیت (روشنی) کاغذ بر اساس استاندارد شماره ۹۸-۴۵۲ om و ماتنی کاغذ بنابر استاندارد شماره ۹۶-om T۴۲۵ آیین‌نامه TAPPI انجام گرفت.

### رنگبری خمیر کاغذ با اکسیژن

روشنی اولیه خمیر کرافت رنگبری نشده حاصل از چوب اکالیپتوس بسیار کم و حدود ۱۵ درصد بوده است، از این رو برای بهبود شفافیت خمیر کرافت اکالیپتوس از یک مرحله

### نتایج

#### بررسی نتایج تولید خمیر کاغذ

جدول ۱- پخت اکالیپتوس در شرایط مختلف

شماره پخت	زمان پخت (ساعت)	قلیای فعال (درصد)	درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	میانگین بازده (درصد)	میانگین عدد کاپا
۱	۱/۵	۲۲	۱۷۰	۳۶/۶	۳۷/۶۵
۲	۱/۵	۲۲	۱۶۰	۳۷/۵	۳۸/۴
۳	۲	۱۸	۱۶۰	۴۰/۹	۳۹/۷۳
۴	۳	۱۸	۱۶۰	۳۹/۸۲	۳۵/۸
۵	۳/۵	۱۸	۱۶۰	۳۶/۴۶	۳۳/۸۳
۶	۳	۱۹	۱۶۰	۴۰/۰۲	۳۰/۴۵

ضرورت رنگبری خمیر کاغذ، پخت شماره ۶ به‌عنوان پخت بهینه تولید خمیر کاغذ رنگبری نشده انتخاب شد. در این شرایط خمیر کاغذ کرافت حاصل از چوب اکالیپتوس کاملاً و نسیس با بازده ۴۰/۰۲ درصد دارای عدد کاپای ۳۰/۴۵ است.

بازده تولید خمیر کاغذ و عدد کاپا برای هر یک از پخته‌های مندرج در جدول ۱، میانگین اعداد حاصل از سه تکرار است. از مقایسه پخته‌های ۱ و ۲ مشخص می‌شود که درجه حرارت ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد برای پخت مناسب نیست، بنابراین از دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد استفاده می‌شود. با عنایت به رابطه بین عدد کاپا و بازده و نیز

بررسی نتایج تولید خمیر کرافت از پخت شماره ۶ در درجات روانی مختلف

جدول ۲- نتایج تولید خمیر کرافت در درجات روانی ۵۰۰، ۴۵۰، ۴۰۰

درجات روانی خمیر کاغذ (ml.CSF)			ویژگی مورد مطالعه
۵۰۰	۴۵۰	۴۰۰	
۵/۰۱	۴/۹۷	۴/۵۹	ناهمواری سطح کاغذ
۲/۲	۲/۶۹	۳/۰۵	مقاومت در برابر عبور هوا (S)
۸/۸۲	۶/۶۴	۶/۳۲	شاخص مقاومت در برابر پاره شدن ( $Nm^2/gr$ )
۲/۲۵	۲/۶۹	۳/۱۶	شاخص مقاومت در برابر ترکیدن ( $Kpam^2/gr$ )
۶	۱۰/۶۶	۱۶/۶۶	مقاومت به تا شدن (n)
۳۵/۹۹	۳۹/۱۸	۴۹/۱۳	اندیس مقاومت به کشیدگی ( $Nm^2/gr$ )
۳۶۶۹	۳۹۹۴	۵۰۲۸	طول پاره شدن (m)
۶۸/۱۲	۶۷/۹۸	۶۷/۳	شفافیت کاغذ رنگبری شده (%)
۹۳/۵۴	۹۲/۲۹	۹۱/۷۷	ماتی کاغذ رنگبری شده (%)

جدول ۳- بررسی نتایج مقاومت در برابر پاره شدن خمیر کرافت در درجات روانی مختلف

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	سطح معنی داری
S.O.V	d.f	SS	MS		
تیمار	۲	۰/۳۷۰	۰/۱۸۵	۰/۱۷۰	۰/۸۴۷
خطا	۶	۶/۵۲۷	۱/۰۸۸		
کل	۸	۶/۸۹۷			

جدول ۴- آزمون دلکن شاخص مقاومت در برابر پاره شدن کاغذ کرافت کلپیتوس در درجات روانی مختلف

شماره تیمار	شاخص مقاومت در برابر پاره شدن ( $Nm^2/g$ )	گروه بندی DMRT
		a=٪۱
۱	۶/۶۳۳۰	A
۲	۶/۶۴۶۷	A
۳	۸/۸۲۰۰	A

بالاترین شاخص مقاومت در برابر پاره شدن در درجه روانی ۵۰۰ CSF است.

همان طوری که ملاحظه می شود، در سطح ٪۱ و بالاتر اختلاف معنی داری در شاخص مقاومت در برابر پاره شدن کرافت اکالیپتوس در درجات روانی مختلف وجود ندارد و

## بررسی نتایج مقاومت در برابر ترکیدن

جدول ۵- تجزیه واریانس شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ کرافت اکالیپتوس در درجات روانی مختلف

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	سطح معنی داری
S.O.V	d.f	SS	MS		
تیمار	۲	۱/۲۲۵	۶۱۲	۲۱/۱۵۶	۰/۰۰۲
خطا	۶	۰/۱۷۵	۰/۰۲۸۹۴		
کل	۸	۱/۳۹۸			

جدول ۶- آزمون دانکن شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ کرافت اکالیپتوس در درجات روانی مختلف

شماره تیمار	شاخص مقاومت در برابر ترکیدن ( $Kpam^2/gr$ )	گروه بندی DMRT a= %۱
۳	۲/۲۵۶۷	A
۲	۲/۶۹۰۰	BA
۱	۲/۱۶۰۰	B

بالاترین شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ در درجه روانی CSF ۴۰۰ است.

با توجه به نتایج جداول ۵ و ۶، در سطح ۱٪ و بالاتر در شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ کرافت اکالیپتوس در درجات روانی مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد و

## بررسی نتایج طول پاره شدن

جدول ۷- تجزیه واریانس مقاومت به طول پاره شدن کاغذ کرافت اکالیپتوس در درجات روانی مختلف

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	سطح معنی داری
S.O.V	d.f	SS	MS		
تیمار	۲	۳۰۲۱۶۶۲	۱۵۱۰۸۳۱	۴۴۳۶/۲۰۶	۰/۰۰۰
خطا	۶	۲۰۴	۳۴		
کل	۸	۳۰۲۱۸۶۶			

جدول ۸- آزمون دانکن مقاومت به طول پاره شدن کاغذ کرافت اکالیپتوس در درجات روانی مختلف

شماره تیمار	طول پاره شدن (m)	گروه بندی DMRT a= %۱
۳	۳۶۶۹	A
۲	۳۹۹۴	B
۱	۵-۲۸	C

جداول ۷ و ۸ نشان می‌دهد که در سطح ۱٪ و بالاتر در مقاومت به طول پاره شدن کاغذ در درجه روانی ۴۰۰ است. بالاترین مقاومت به طول پاره شدن کاغذ در درجه روانی درمقاومت به طول پاره شدن کاغذ کرافت اکالیپتوس در درجات روانی مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد و

### بررسی نتایج مقاومت کششی

جدول ۹- تجزیه واریانس شاخص مقاومت کششی کاغذ کرافت اکالیپتوس در درجات روانی مختلف

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
S.O.V	d.f	SS	MS		
تیمار	۲	۲۸۱/۸۳۸	۱۴۰/۹۱۹	۱۴۰/۹۱۹	۰/۰۰۰
خطا	۶	۰/۰۰۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۰۰۱		
کل	۸	۲۸۱/۸۳۹			

جدول ۱۰- آزمون دانکن شاخص مقاومت کششی کاغذ کرافت اکالیپتوس در درجات روانی مختلف

شماره تیمار	شاخص مقاومت کششی ( $Nm^2/gr$ )	گروه بندی DMR a=۱٪
۳	۳۵/۹۹	A
۲	۳۹/۱۸	B
۱	۴۹/۱۳	C

روانی مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد و بالاترین شاخص مقاومت کششی کاغذ در درجه روانی ۴۰۰ است.

همان‌طوری که ملاحظه می‌شود، در سطح ۱٪ و بالاتر در شاخص مقاومت کششی کاغذ کرافت اکالیپتوس در درجات

### بررسی نتایج شفافیت

جدول ۱۱- تجزیه واریانس شفافیت کاغذ کرافت اکالیپتوس در درجات روانی مختلف

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
S.O.V	d.f	SS	MS		
تیمار	۲	۱/۱۳۴	۰/۵۶۷	۹/۴۲۱	۰/۰۱
خطا	۶	۰/۳۶۱	۰/۰۶۰۲۱		
کل	۸	۱/۴۹۶			

جدول ۱۲- آزمون دانکن شفافیت کاغذ کرافت اکالیپتوس در درجات روانی مختلف

شماره تیمار	شفافیت (%)	گروه بندی DMR T a=۱٪
۳	۶۸/۱۲۰۰	A
۲	۶۷/۹۸۰۰	AB
۱	۶۷/۳۰۶۷	B

انتخاب شد. به منظور افزایش شفافیت اولیه خمیر کاغذ کرافت اکالیپتوس که حدود ۱۵ درصد بوده است، رنگبری با اکسیژن انجام شد و درجه شفافیت کاغذ حاصل به ۶۷/۸۹٪ رسید. به منظور بهبود خواص مقاومتی کاغذ، خمیر کاغذ کرافت اکالیپتوس در سه سطح درجه روانی ۴۵۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ C.S.F پالایش شدند و از هریک از آنها کاغذهای دست‌ساز استاندارد برای ارزیابی خصوصیات فیزیکی، مقاومتی و نوری ساخته شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس و آزمون دانکن نشان داد که خمیر کاغذ با درجه روانی ۴۰۰ C.S.F، به استثنای مقاومت به پارگی و شفافیت و ماتی در تمامی ویژگی‌ها، مطلوب‌تر از سایر خمیرها بوده است.

بررسی نتایج شفافیت نشان می‌دهد که در سطح ۱ درصد و بالاتر در شفافیت کاغذ کرافت اکالیپتوس در درجات روانی مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد و بالاترین شفافیت کاغذ در درجه روانی ۵۰۰ باشد.

### بحث و نتیجه گیری

این تحقیق با هدف بررسی تولید خمیر کاغذ کرافت رنگبری شده اکالیپتوس انجام شد. با توجه به بازده تولید خمیر کاغذ و عدد کاپای هریک از پخته‌ها و نیز ضرورت رنگبری خمیر کاغذ، پخت بهینه با شرایط قلیایی فعال ۱۹ درصد، زمان پخت ۳ ساعت، درجه حرارت ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد و با بازده ۴۰/۰۲ درصد و عدد کاپای ۳۰/۴۵

### منابع

- ۱- فخریان روغنی، عباس، ۱۳۶۷. بررسی خصوصیات کاغذ سازی چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس.
- ۲- کیمیا. ماهنامه صنایع شیمیایی و سلولزی ایران. ۱۳۶۷. ویژه‌نامه ضمیمه نشریه ۹ و ۱۰، برنامه بیست ساله توسعه کاغذ سازی.
- ۳- مرتضوی جهرمی. سید مرتضوی، ۱۳۷۳. معرفی گونه‌های سازگار در مناطق غربی استان فارس، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۱۳۷۳.
- ۴- یعقوب زاده. ناصر، ۱۳۵۴. بررسی مقدماتی قابلیت کاغذسازی دو گونه اکالیپتوس کاشته شده در مناطق سد دز، نشریه منابع طبیعی، ش ۳۲.

- 5-Conzago;jv;Foelkel,CEB;Busnardo,CA:1984-KraftPulp from E.cameldolensis.
- 6-Higgins,H.G.1970.Technical Assessment of Eucalyptus Pulps in the paper Making Economy.Appita23.No. 6: 417-26.
- 8-Malik,MN;ahmad1974-Wood Extractive and some Pulping stuied on selected.eucalyptus spp.Pakistan-of forestry 1974.,24:3,287-299;19ref
- 9-Technical Association of Pulp and paper Industries.Stsndard Methods for Pulp and Paper.Technology Park,Georgia.
- 10- Phillips, FH: 1991- The pulping and paper making Potential of Young Plantation- Grown Eucalyptus from Dongmen, China. Tropical science,1991;31:3/277-293:13 ref.
- 11-Watson,A.J. Cohen,W.E.1969.Pulping of Eucaplytus an Historical Survey.Appita 22 No.4:xvii-xxxi.



## A study of the Use of *Eucalyptus cameldulensis* Wood in the Production of Bleached Kraft Paper Pulp

M. Rashidi<sup>\*1</sup>, H. Resalati<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Senior Expert, Wood and Paper Science and Industries, Control and Evaluation Office, Ministry of Industry and Mines, I. R. Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Wood and Paper Eng., Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan University, I. R. Iran

(Received: 9 May 2004, Accepted: 30 April 2005)

### Abstract

The deficiency of cellulosic raw material in our country is an important impeding problem that wood and paper industries are encountered with. Based on world-wide experiences, it has been proven that substitution of hard wood fast growing species can be a good alternative. Among these hard wood fast growing trees *Eucalyptus cameldulensis* must be preferred due to acceptable growing ability in Iran, provinces. In this study the possibility of using kraft *E. cameldulensis* pulp was investigated. The lab scale kraft pulp production was as follows: constant parameters: cooking temperature 160, 170, L/W=5/1 and sulfidity 25%, variable parameters: Cooking time 3 hours. Active alkali 19% and 22%. In the trial with the cooking time of 3 hours and active alkalinity of 19% the screen yield was 40.02%, with a kappa number of 30.45, and it was chosen as the treatment with optimum cooking conditions. The pulp produced was bleached with oxygen. Physical and strength properties of refined and bleached eucalyptus pulp at 400, 450 and 500 ml, csf freeness were determined. The pulp at 400 ml, csf freeness was selected due to its higher hand sheet strength properties.

**Keywords:** Kraft, *Eucalyptus cameldulensis*, Sulfidity, Strength properties