

رسالة



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
صنایع خمیر و کاغذ

ارزیابی کاغذ تقویت شده با نانوذرات حاصل از تیمار فراصوتی سلولز میکرو کریستال (MCC)

پژوهش و نگارش:

منصوره سادات عنایتی علی نیا

استاد راهنما:

دکتر الیاس افرا

استاد مشاور:

دکتر علی قاسمیان

زمستان ۱۳۹۱



فرم ۳۴۴

بسمه تعالی

فرم صورت جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد شیوه آموزشی - پژوهشی

نام و نام خانوادگی: منصوره سادات عنایتی علی نیا		گروه آموزشی: صنایع خمیر و کاغذ		رشته تحصیلی: صنایع خمیر و کاغذ	
شماره دانشجویی: ۸۹۳۳۱۳۳۱۰۷		تاریخ دفاع: ۱۳۹۱/۱۱/۲۴			
عنوان پایان نامه:		فارسی: ارزیابی کاغذ تقویت شده با نانو ذرات حاصل از تیمار فراصوتی سلولز میکروکریستال (MCC)			
		انگلیسی: Evaluation of paper reinforced with nanoparticles from ultrasonic treated Micro Crystalline Cellulose (MCC)			
جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد نامبرده با حضور اعضای محترم هیات داوران در سالن شهید شهریار دانشکده مهندسی چوب به شرح زیر برگزار و پایان نامه با نمره با عدد ۱۹،۴۰ با حروف نوزده و سه صد پذیرفته شد.					
اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	نام دانشگاه	امضاء اعضای حاضر	
استاد راهنما	دکتر الیاس افرا	استادیار	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان		
استاد مشاور	دکتر علی قاسمیان	دانشیار	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان		
استاد داور	دکتر حسین رسالتی	استاد	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان		
استاد داور	دکتر احمد رضا سرالیان	دانشیار	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان		
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر وحیده پیام نور	استادیار	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان		
تأیید مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه: _____ تاریخ: _____					

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می شوند:

۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب منصوره سادات عنایتی علی نیا دانشجوی رشته صنایع خمیر و کاغذ مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.

تقدیم به پرہاترین سرمایہ ہاں، مستی ام

پدر و مادر عزیزم

و، ہمسر مہربانم

نخستین دسترنجم را تقدیمتان می دارم، شاید نشانی باشد از

ساس

مشکر و قدردانی:

سپاس بخشاینده‌ای راست که لطف او در تمامی بحظاتم جاریست. سپاس شایسته اوست که با سرانگشت پروردگاری اش مسیر زندگی مرا جهت کسب علم و دانش قرار داد. بهم اکنون که به لطف او این مهم را به پایان رسانده‌ام، بر خود واجب می‌دانم از زحمات کلیه بزرگوارانی که در طی این طریق مرئیاری نموده‌اند صمیمانه مشکر و قدردانی نمایم:

از خانواده عزیزم که همیشه پناه و تکیه‌گاه من بوده‌اند ممنون و سپاسگزارم.

از استاد راهبهای دلسوز "جناب آقای دکتر الیاس افرا" به جهت راهنمایی‌های ارزنده‌شان در کلیه مراحل انجام این پایان نامه نهایت سپاس و قدردانی را دارم. امید است بتوانم قدرشناس زحمات بیدریغ‌شان باشم.

از جناب آقای دکتر علی قاسمیان بخاطر مشاوره‌های ارزشمندشان که در تمامی مراحل انجام پایان نامه همراه من بودند بسیار سپاس گزارم. از جناب آقای دکتر رسالتی و جناب آقای دکتر سرائیان که زحمت داوری این پایان نامه را بر عهده داشتند و همچنین سرکار خانم دکتر پیام نورناینده تحصیلات تکمیلی مشگرمی کنم.

از همه اساتید گروه صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی کرگان که در طول مدت تحصیل افتخار ناگردی‌شان را داشتم کمال مشکر را دارم. از همه مسئولین و کارکنان آزمایشگاه چوب و کاغذ دانشگاه کرگان به ویژه سرکار خانم مهندس حسینجانی به خاطر همه راهنمایی‌ها و زحماتشان سپاسگزارم.

در پایان از تمامی دوستان و عزیزانی که در طول انجام این پایان نامه از بهمکفری و همکاری‌های آن‌ها استفاده نموده‌ام مشکر و قدردانی می‌کنم.

چکیده:

در مطالعه حاضر از سلولز میکروکریستال (MCC) به عنوان یک ماده دوست‌دار محیط زیست در ترکیب با خمیر شیمیایی مکانیکی کارخانه چوب و کاغذ مازندران (مورد استفاده در تهیه کاغذ چاپ و تحریر) و با هدف بررسی اثر تقویت‌کنندگی نانوذرات حاصل از تیمار فراصوتی این ماده استفاده گردید.

در سال‌های اخیر، نانوفیبرهای سلولزی به دلیل داشتن خواص منحصر به فردی چون سطح ویژه، بلورینگی، مدول یانگ و مقاومت ویژه بسیار زیاد و زیست‌تخریب‌پذیر بودن مورد توجه ویژه محققان حوزه‌های علوم و تکنولوژی نانوکامپوزیت‌ها و خمیر و کاغذ قرار گرفته است.

در تحقیق حاضر، پودر میکروکریستال سلولز جهت تخریب ذرات MCC و تبدیل آن به ذرات کوچک‌تر تا ابعاد نانومتری، تحت تیمار فراصوتی قرار گرفتند، سپس از سانتریفوژ برای جداسازی لیفچه‌های کوچک و بزرگ استفاده شد. پودر میکروکریستال سلولز، میکروکریستال تیمار فراصوتی شده و لیفچه‌های کوچک و بزرگ حاصل از سانتریفوژ جهت تقویت کاغذ به کار برده شد. از طرف دیگر چون در استفاده از تقویت‌کننده‌های آلی هم‌چون نانوذرات سلولز مشکلاتی چون تثبیت و ماندگاری این ترکیبات مطرح می‌باشد، از پلی‌اکریل‌آمید به عنوان کمک‌نگهدارنده جهت ماندگاری بیشتر این ذرات استفاده شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار دانسیته، مقاومت به عبور هوا، مقاومت به ترکیدن، جذب انرژی ترکیدگی و مقاومت به پارگی با افزودن ذرات ریز سلولز میکروکریستال تیمار فراصوتی شده با کمک‌نگهدارنده حاصل می‌گردد. از طرفی، نتایج حاصل از به‌کارگیری سلولز میکروکریستال نتایج تقریباً عکس و نامطلوبی را از خود نشان داده است. به طور کلی نانو ذرات سلولز در مقایسه با میکروکریستال سلولز به دلیل داشتن ابعاد نانومتری، سطح ویژه و نسبت منظر بیشتر در بهبود خواص خمیر CMP مؤثرتر بوده و اثر تقویت‌کنندگی بیشتری داشته است.

کلمات کلیدی: سلولز میکروکریستال، تیمار فراصوتی، خمیر شیمیایی مکانیکی، خواص فیزیکی و مقاومتی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه و کلیات
۲	۱- مقدمه.....
۲	۱-۱ کلیات.....
۲	۱-۱-۱ کاغذ و محصولات کاغذی.....
۳	۱-۱-۱-۱ فرایند شیمیایی مکانیکی.....
۴	۱-۱-۱-۱-۱ دلایل استفاده از خمیر شیمیایی مکانیکی.....
۵	۱-۱-۲ مشکلات موجود در خمیر شیمیایی مکانیکی.....
۶	۱-۱-۳ فناوری نانو.....
۷	۱-۱-۴ میکروکریستال سلولز و ویژگی های آن.....
۱۰	۱-۱-۵ ماندگاری در کاغذ سازی.....
۱۰	۱-۱-۵-۱ عوامل مؤثر در ماندگاری.....
۱۰	۱-۱-۵-۱-۱ عوامل مکانیکی مؤثر در ماندگاری.....
۱۱	۱-۱-۵-۱-۲ عوامل شیمیایی مؤثر در ماندگاری.....
۱۱	۱-۱-۵-۱-۲-۱ تعریف دلمه شدگی.....
۱۱	۱-۱-۵-۱-۲-۲ دلمه سازها.....
۱۲	۱-۱-۵-۱-۲-۳ لخته سازی.....

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱-۱-۵-۲-۴ لخته‌سازها	۱۲
۱-۱-۵-۲-۵ لخته‌سازی با مکانیسم پل‌زنی	۱۲
۱-۱-۵-۲-۶ پلی‌اکریل‌آمیدها (PAM)	۱۳
۲-۱ بیان مسئله	۱۴
۳-۱ اهداف و فرضیات	۱۵
۱-۳-۱ اهداف	۱۵
۲-۳-۱ فرضیات	۱۵

فصل دوم: مرور منابع

۲ مرور منابع	۱۸
--------------	----

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳ مواد و روش‌ها	۲۶
۱-۳ مواد	۲۶
۱-۱-۳ خمیر کاغذ	۲۶
۲-۱-۳ پلی‌اکریل‌آمید کاتیونی	۲۶

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۶.....	۳-۱-۳ سلولز میکروکریستال
۲۸.....	۲-۳ روش‌ها
۲۸.....	۳-۲-۱ آماده سازی خمیر کاغذ برای عملیات پالایش
۲۸.....	۳-۲-۲ پالایش خمیر کاغذ
۲۹.....	۳-۲-۳ تیمار فراصوتی با هدف تخریب (خرد کردن) ساختار MCC
۳۰.....	۳-۲-۴ فرایند سانتریفوژ با هدف جداسازی ذرات ریز و درشت MCC تیمار شده با اولتراسونیک
۳۰.....	۳-۲-۵ آماده سازی سوسپانسیون خمیر
۳۱.....	۳-۲-۶ ساخت کاغذهای دست‌ساز
۳۲.....	۳-۲-۷ پرس کردن
۳۲.....	۳-۳ اندازه‌گیری خواص کاغذ
۳۲.....	۳-۳-۱ وزن پایه کاغذ
۳۲.....	۳-۳-۲ تعیین ضخامت کاغذ
۳۲.....	۳-۳-۳ دانسیته کاغذ
۳۲.....	۳-۳-۴ بررسی ویژگی مقاومت به عبور هوا
۳۳.....	۳-۳-۵ مقاومت به ترکیدن
۳۳.....	۳-۳-۶ مقاومت به پارگی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۴.....	۳-۴ تهیه عکس میکروسکوپ الکترونی (SEM)
۳۶.....	۳-۵ تجزیه تحلیل داده‌ها
فصل چهارم: نتایج و بحث	
۳۸.....	۴ نتایج و بحث
۳۸.....	۴-۱ تأثیر استفاده از سلولز میکرو کریستال (MCC)
۳۸.....	۴-۱-۱ تأثیر استفاده از سلولز میکرو کریستال بر ویژگی‌های فیزیکی کاغذ دست‌ساز
۴۰.....	۴-۱-۲ تأثیر استفاده از سلولز میکرو کریستال بر ویژگی‌های مکانیکی کاغذ دست‌ساز
۴۳.....	۴-۱-۳ تصاویر FE-SEM ذرات MCC
۴۳.....	۴-۲ تیمار فراصوتی ذرات MCC
۴۳.....	۴-۲-۱ تأثیر استفاده از ذرات MCC تیمار فراصوتی شده بر ویژگی‌های فیزیکی کاغذ دست‌ساز
۴۵.....	۴-۲-۲ تأثیر استفاده از ذرات MCC تیمار فراصوتی شده بر ویژگی‌های مکانیکی کاغذ دست‌ساز
۴۷.....	۴-۲-۳ مقایسه تصاویر SEM کاغذ حاوی MCC و MCC تیمار فراصوتی شده
۵۱.....	۴-۳ سانتریفوژ ذرات MCC تیمار فراصوتی شده
۵۱.....	۴-۳-۱ تأثیر استفاده از سانتریفوژ MCC تیمار فراصوتی شده بر ویژگی‌های فیزیکی کاغذ دست‌ساز

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۲-۳-۴ تأثیر استفاده از سانتریفوژ MCC تیمار فراصوتی شده بر ویژگی‌های مکانیکی کاغذ دست‌ساز... ۵۳	
۳-۳-۴ مقایسه تصاویر (FE-SEM) کاغذ شاهد و کاغذ حاوی ذرات ریز MCC تیمار فراصوتی شده بدست آمده از فرایند سانتریفوژ با پلی‌اکریل‌آمید و بدون پلی‌اکریل‌آمید..... ۵۶	

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵ نتیجه‌گیری..... ۶۲	
۱-۵ نتیجه‌گیری کلی..... ۶۲	
۲-۵ پیشنهادات..... ۶۴	
منابع..... ۶۶	
پیوست..... ۶۹	

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱ ترکیب تیمارها.....	۳۱
جدول ۴-۱ داده‌های مربوط به تیمارهای مختلف.....	۳۸
جدول ۱ آزمون تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف سلولز میکروکریستال بر ضخامت.....	۷۰
جدول ۲ آزمون تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف سلولز میکروکریستال بر دانسیته ظاهری.....	۷۰
جدول ۳ آزمون تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف سلولز میکروکریستال بر مقاومت به عبور هوا.....	۷۰
جدول ۴ آزمون تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف سلولز میکروکریستال بر مقاومت به ترک‌شدن.....	۷۱
جدول ۵ آزمون تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف سلولز میکروکریستال بر جذب انرژی ترکیب‌دهی.....	۷۱
جدول ۶ آزمون تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف سلولز میکروکریستال بر مقاومت به پارگی.....	۷۱

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱ نمایش ماندگاری مواد کلونیدی با مکانیسم دلمه‌شدگی	۱۱
شکل ۲-۱ نمایش ماندگاری مواد کلونیدی از طریق لخته‌سازی	۱۲
شکل ۳-۱ ایجاد لخته با مکانیسم پل‌زنی	۱۳
شکل ۴-۱ واحدهای سازنده پلی‌اکریل‌آمید کاتیونی	۱۴
شکل ۱-۳ سلولز میکروکریستال	۲۷
شکل ۲-۳ دستگاه اولتراسونیک	۲۹
شکل ۳-۳ دستگاه سانتریفوژ	۳۰
شکل ۴-۳ دستگاه SEM مدل KYKY-EM۳۲۰۰	۳۴
شکل ۵-۳ دستگاه پوشش دهنده	۳۵
شکل ۱-۴ تأثیر افزودن سلولز میکروکریستال بر ضخامت کاغذ دست‌ساز	۳۹
شکل ۲-۴ تأثیر افزودن سلولز میکروکریستال بر دانسیته ظاهری کاغذ دست‌ساز	۴۰
شکل ۳-۴ تأثیر افزودن سلولز میکروکریستال بر مقاومت به عبور هوای کاغذ دست‌ساز	۴۰
شکل ۴-۴ تأثیر افزودن سلولز میکروکریستال بر مقاومت به ترک‌شدن کاغذ دست‌ساز	۴۱
شکل ۵-۴ تأثیر افزودن سلولز میکروکریستال بر جذب انرژی ترکیب کاغذ دست‌ساز	۴۲
شکل ۶-۴ تأثیر افزودن سلولز میکروکریستال بر مقاومت به پارگی کاغذ دست‌ساز	۴۲
شکل ۷-۴ ریزنگاره الکترونی پودر سلولز میکروکریستال	۴۳

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۴-۸ تأثیر افزودن MCC تیمار فراصوتی شده بر ضخامت کاغذ دست‌ساز	۴۴.....
شکل ۴-۹ تأثیر افزودن MCC تیمار فراصوتی شده بر دانسیته ظاهری کاغذ دست‌ساز	۴۴.....
شکل ۴-۱۰ تأثیر افزودن MCC تیمار فراصوتی شده بر مقاومت به عبور هوای کاغذ دست‌ساز	۴۵.....
شکل ۴-۱۱ تأثیر افزودن MCC تیمار فراصوتی شده بر مقاومت به ترکیدن کاغذ دست‌ساز	۴۶.....
شکل ۴-۱۲ تأثیر افزودن MCC تیمار فراصوتی شده بر جذب انرژی ترکیدگی کاغذ دست‌ساز	۴۶.....
شکل ۴-۱۳ تأثیر افزودن MCC تیمار فراصوتی شده بر مقاومت به پارگی کاغذ دست‌ساز	۴۷.....
شکل ۴-۱۴ ریزنگاره الکترونی سطح کاغذ حاوی MCC با P بهینه	۴۸.....
شکل ۴-۱۵ ریزنگاره الکترونی سطح کاغذ حاوی MCC تیمار فراصوتی شده با P بهینه	۵۰.....
شکل ۴-۱۶ تأثیر افزودن ذرات ریز و درشت MCC تیمار فراصوتی شده بدست آمده از فرایند سانتریفوژ بر ضخامت کاغذ دست‌ساز	۵۲.....
شکل ۴-۱۷ تأثیر افزودن ذرات ریز و درشت MCC تیمار فراصوتی شده بدست آمده از فرایند سانتریفوژ بر دانسیته ظاهری کاغذ دست‌ساز	۵۲.....
شکل ۴-۱۸ تأثیر افزودن ذرات ریز و درشت MCC تیمار فراصوتی شده بدست آمده از فرایند سانتریفوژ بر مقاومت به عبور هوای کاغذ دست‌ساز	۵۳.....
شکل ۴-۱۹ تأثیر افزودن ذرات ریز و درشت MCC تیمار فراصوتی شده بدست آمده از فرایند سانتریفوژ بر مقاومت به ترکیدن کاغذ دست‌ساز	۵۴.....

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۴-۲۰ تأثیر افزودن ذرات ریز و درشت MCC تیمار فراصوتی شده بدست آمده از فرایند سانتریفوژ بر جذب انرژی ترکیب‌گی کاغذ دست‌ساز	۵۵
شکل ۴-۲۱ تأثیر افزودن ذرات ریز و درشت MCC تیمار فراصوتی شده بدست آمده از فرایند سانتریفوژ بر مقاومت به پارگی کاغذ دست‌ساز	۵۵
شکل ۴-۲۲ ریزنگاره الکترونی سطح نمونه شاهد	۵۷
شکل ۴-۲۳ ریزنگاره الکترونی سطح کاغذ حاوی ذرات ریز MCC تیمار فراصوتی شده و بدون کمک-نگهدارنده	۵۸
شکل ۴-۲۴ ریزنگاره الکترونی سطح کاغذ حاوی ذرات ریز MCC تیمار فراصوتی شده و با کمک-نگهدارنده	۶۰

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-مقدمه

۱-۱-کلیات

۱-۱-۱-کاغذ و محصولات کاغذی

اهمیت کاغذ و فرآورده‌های کاغذی در زندگی نوین بر همگان آشکار شده است. هیچ فرآورده دیگری نقشی این چنین برجسته در زندگی انسان ندارد. کاغذ وسیله‌ای برای ثبت، ذخیره‌سازی و انتقال اطلاعات است. عملاً همه مطالب را روی کاغذ می‌نویسیم و چاپ می‌کنیم. مقدار زیادی کاغذ در صنایع بسته بندی و کارهای ساختمانی به کار می‌بریم. صنایع خمیر و کاغذ، علاوه بر تولید فرآورده‌های ضروری، سهم عظیمی در ایجاد کار و رشد اقتصادی کشورها داشته است.

خمیر حاصل از چوب می‌تواند به انواع مختلفی از محصولات کاغذی از کاغذهای نازک و نرم دستمال کاغذی گرفته تا مقواهای بسیار سخت و ضخیم تبدیل گردد. بیشترین سهم تولید کاغذ و مقوا در سال ۲۰۰۹ مربوط به کاغذ و مقوای بسته‌بندی با ۵۱/۷ درصد بوده و کاغذ چاپ و تحریر (۲۷/۸ درصد)، کاغذ روزنامه (۸/۷ درصد)، کاغذ بهداشتی (۷/۵ درصد) و مقوای غیر بسته‌بندی (۴/۳ درصد) در جایگاه بعدی قرار دارند (فاوو، ۲۰۱۱).

هر یک از انواع کاغذها باید ویژگی‌های خاصی داشته باشند و بدین جهت باید از خمیرهای خاصی تولید گردند. به عنوان مثال کاغذهای بسته‌بندی و لایه سطحی کارتن باید دارای مقاومت به ترکیدگی، کشش، پارگی و ممانعت به هوا، آب و اکسیژن زیاد بوده و معمولاً از خمیر کرافت رنگ‌بری نشده سوزنی‌برگ تولید می‌شوند. کاغذ بهداشتی باید دارای الیاف نرم، بالکی، مقاومت متوسط و خاصیت جذب رطوبت بوده، لذا از خمیرهای سولفیت و یا کرافت تولید می‌شود. کاغذ چاپ و تحریر باید دارای شکل‌گیری خوب، روشنی، مقاومت متوسط، خواص نوری و کشسانی بوده و از خمیرهایی چون کرافت رنگ‌بری شده پهن‌برگ و سوزنی‌برگ، سولفیت رنگ‌بری شده، الیاف کهنه و خمیر چوب آسیاب‌شده سفید شده تولید گردد. (گیبونز، ۱۹۸۴). یکی از خمیرهایی که از آن کاغذ مقوا و بسته‌بندی و همچنین کاغذ چاپ و تحریر تولید می‌شود خمیر شیمیایی مکانیکی می‌باشد.

۱-۱-۱-۱- فرآیند شیمیایی مکانیکی^۱

برای تولید خمیرهای مکانیکی غالباً از منابع سوزنی‌برگ استفاده می‌شود. الیاف کوتاه‌تر و نازک‌تر پهن‌برگان در جریان تبدیل مکانیکی به خمیر معمولاً به شدت آسیب می‌بینند و خمیر حاصله از آن ضعیف و شبیه آرد است. برای تولید خمیر مکانیکی پر بازده و قابل قبول از چوب پهن‌برگان و به ویژه پهن‌برگان با دانسیته زیاد، جهت بهبود و توسعه ویژگی‌های مقاومتی و نیز کاهش مصرف انرژی، معمولاً به نوعی پیش‌تیمار شیمیایی خرده چوب قبل از پالایش‌دهنده نیاز می‌باشد (جکسون^۲، ۱۹۸۵). فرآیندهای همراه با پیش‌تیمار شیمیایی و بازده تولید خمیر کاغذ بیش از ۸۵ درصد به نام فرآیندهای شیمیایی-مکانیکی نامیده شده و متناسب با نوع پیش‌تیمار و نیز نوع مواد شیمیایی مصرفی از یک‌دیگر متمایز می‌گردند. فرآیندهای مکانیکی شیمیایی گرمایی (CTMP) و شیمیایی مکانیکی (CMP) جهت تولید خمیر کاغذ پر بازده و با کیفیت قابل قبول به ویژه از چوب پهن‌برگان توسعه یافته‌اند. در واقع، فرآیند CMP از توسعه و اصلاح فرآیند مکانیکی پالایشی (RMP) و فرایند CTMP از توسعه و اصلاح فرآیند گرمایی-مکانیکی (TMP) حاصل شده‌اند. در این فرآیندها در مرحله پیش‌تیمار شیمیایی خرده چوب از محلول سولفیت جهت حفظ و بهبود درجه روشنی خمیر کاغذ و یا کاهش میزان قلیائیت در اثر سود سوزآور استفاده می‌گردد (اینگروبر^۳ و همکاران، ۱۹۸۹).

در فرآیند CMP به‌ویژه با مایع شیمیایی پخت از نوع سولفیت سدیم و بدون حضور سود سوزآور (سیستم پخت CMP موجود در صنایع چوب و کاغذ مازندران) مصرف مواد شیمیایی بیشتر و زمان و درجه حرارت تیمار شیمیایی نیز بیشتر است. فرایند CMP هم برای سوزنی‌برگان و هم برای پهن‌برگان به‌کار می‌رود. خمیرهای تولید شده به حد کافی محکم بوده و به‌تنهایی و یا به صورت جایگزین با بخشی از خمیرهای شیمیایی به‌کار می‌روند. تیمار با سولفیت سدیم شدیدتر بوده و خصوصیات مقاومتی بهتر ولی بازده و ماتی کمتری را نتیجه می‌دهد (لیسک^۴، ۱۹۸۹).

1- Chemi-Mechanical Pulping

2- Jackson

3- Ingruber

4- Leask

