



دانشگاه گواران

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیستم، شماره سوم، ۱۳۹۲

<http://jwfst.gau.ac.ir>

## بررسی تأثیر استفاده از پرکننده کربنات کلسیم آسیاب شده (GCC) و کائولین (Clay) بر ویژگی‌های کاغذ

\*کامل محمدزاده سقاوازان<sup>۱</sup> و حسین رسالتی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

آستاد دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۱۴

### چکیده

روند توسعه صنایع کاغذ با افزایش درصد پرکننده در کاغذهای چاپ و تحریر همراه است. اما افزایش درصد پرکننده‌ها در کاغذ به‌رغم مزیت‌های فراوان مانند بهبود ویژگی‌های نوری کاغذ موجب کاهش مقاومت‌های کاغذ می‌گردد. در این پژوهش تأثیر مصرف سطوح مختلف کربنات کلسیم آسیاب شده (GCC) و کائولین (Clay)، بر خواص مقاومتی و نوری کاغذ به‌دست آمده از ترکیب ۷۰ درصد خمیر CMP پهن‌برگان و ۳۰ درصد خمیر الیاف بلند رنگبری شده بررسی شد. نتایج نشان داده است که با استفاده از پرکننده کربنات کلسیم آسیاب شده در مقایسه با کائولین، کاغذ چاپ و تحریر با درجه روشنی و ویژگی‌های مقاومتی بیشتری می‌توان تولید نمود.

**واژه‌های کلیدی:** کربنات کلسیم آسیاب شده، کائولین، خواص مقاومتی، خواص نوری، پرکننده

---

\*مسئول مکاتبه: [k.mohamadzade@yahoo.com](mailto:k.mohamadzade@yahoo.com)

## مقدمه

کمیود ماده اولیه لیگنوسولوزی در صنایع کاغذسازی، سبب توسعه روزافزون صنایع کاغذ در جهت افزایش مصرف درصد پرکننده معدنی در کاغذ همراه است اما استفاده از آن‌ها موجب کاهش مقاومت کاغذ می‌شود. با توجه به مسایلی از جمله هزینه تولید، حجم و بار آلودگی پساب، افزایش سرعت تولید ماشین کاغذ، همچنین لزوم تولید کاغذ با شکل‌پذیری و کیفیت مناسب، لازم است اثرات متفاوت پرکننده‌های معدنی در کاغذ بسته به کاربردهای مختلف مورد بررسی قرار گیرد. به‌طور کلی هدف اصلی استفاده از پرکننده‌های معدنی، بهبود ویژگی‌های نوری و چاپ‌پذیری کاغذ و کاهش هزینه‌هاست اما ماندگاری پرکننده معدنی در کاغذ پایین بوده و باعث ناپایداری خط تولید می‌شود. به‌علاوه انواع پرکننده‌ها بسته به ویژگی‌های ذاتی اثرات متفاوتی در ویژگی‌های کاغذ دارند. از جمله پرکننده‌های معدنی که مورد توجه صنایع کاغذسازی قرار گرفته است کربنات کلسیم رسوبی (PCC)<sup>۱</sup> و کربنات کلسیم آسیاب شده (GCC)<sup>۲</sup> و کائولین<sup>۳</sup> می‌باشد (بزیلی و پتریت، ۱۹۷۵).

جتیل (۲۰۰۳)، اعلام نمود که کاغذهای شامل کربنات کلسیم رسوبی اصلاح شده در مقایسه با کاغذهای شامل کائولین اصلاح شده بیش‌ترین درجه روشنی و ماتی را دارا می‌باشد. در پژوهشی دیگر توسط فونتی و همکاران (۲۰۰۵)، که به بررسی تأثیر مکانیسم کلوخه شدن پرکننده‌های معدنی در ویژگی‌های کاغذ، ابراز نمودند که کربنات کلسیم آسیاب شده و کربنات کلسیم رسوبی از مکانیسم متفاوتی در کلوخه شدن و ماندگاری بهره می‌برند. به‌طوری‌که کربنات کلسیم آسیاب شده نسبت به کربنات کلسیم رسوبی از ماندگاری کم‌تر برخوردار است. همچنین کربنات کلسیم رسوبی بر روی زمان زه‌کشی کاغذ اثر منفی داشت که علت آن را به بسته شدن منافذ کاغذ توسط کلوخه‌های کربنات کلسیم رسوبی مربوط دانست. مالونی و همکاران (۲۰۰۵)، ابراز داشتند که مصرف مقدار بالایی از پرکننده‌ها باعث بهبود خواص نوری و حجیمی کاغذ می‌شوند. همچنین اگر اندازه ذرات کربنات کلسیم با سنتز ذرات متراکم کاهش یابد دورویه‌گی افزایش یافته و حجیمی، مقاومت کششی و خواص نوری کاهش می‌یابد که علت آن را به کاهش اندازه ذرات کربنات کلسیم، افزایش درجه تراکم کربنات کلسیم دانستند. همچنین کاهش اندازه ذرات کربنات کلسیم سبب افزایش مقدار کربنات کلسیم مابین الیاف می‌شود. همچنین نتایج پژوهش‌های دنج و یوون (۲۰۰۷)، نشان داد که کائولین تکلیس شده از

1- Precipitated Calcium Carbonate

2- Ground Calcium Carbonate

3- Clay

ضریب پخش نور بیش‌تری نسبت به کربنات کلسیم آسیاب شده و کربنات کلسیم رسوبی برخوردار است. همچنین کربنات کلسیم رسوبی و کربنات کلسیم آسیاب شده که از ضریب پخش نور یکسان و بیش‌تر از کائولین آبدار برخوردار بودند.

بزیلی و پتریت (۱۹۷۵)، بیان نمودند که شدت افت شاخص مقاومت به ترکیدن به‌ترتیب با افزودن کائولین، تالک و کربنات کلسیم آسیاب شده در یک مقدار مشخص خاکستر افزایش می‌یابد. همچنین کربنات کلسیم آسیاب شده و رسوبی تأثیر مشابه‌ای نشان دادند. همچنین نتایج پژوهش‌های ولهو (۲۰۰۲)، در بررسی انواع پرکننده‌های معدنی نشان داد که افت بالک به‌ترتیب در کائولن آبدار، کائولن تکلیس شده و تالک کاهش یافته و کربنات کلسیم آسیاب شده و کربنات کلسیم رسوبی در میانه این طیف قرار دارند. همچنین با افزایش مقدار پرکننده در کاغذ مقاومت کششی کاهش می‌یابد و کربنات کلسیم رسوبی کم‌ترین کاهش و کائولین بیش‌ترین کاهش از نظر مقاومت کششی داشته است. همچنین بیش‌ترین ماتی را کائولین دارد که پایین‌ترین درجه روشنی و بالاترین ضریب پراکنش نور را داراست. بر همین اساس در این پژوهش تأثیر استفاده از کربنات کلسیم آسیاب شده (GCC) و کائولین (Clay) به‌منظور تعیین پرکننده مناسب در ساخت کاغذ چاپ و تحریر مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

در این بررسی، خمیر CMP<sup>۱</sup> و الیاف بلند وارداتی از کارخانه چوب و کاغذ مازندران تهیه شد. برای ساخت و آزمون کاغذ، نمونه‌های کاغذ دست‌ساز ۶۰ گرمی به نسبت ۳۰:۷۰ خمیر CMP و الیاف بلند وارداتی در آزمایشگاه خمیرکاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان براساس استاندارد تاپی (TAPPI)<sup>۲</sup> ساخته شد.

برای ساخت و آزمون کاغذ، خمیرها با استفاده از پالایش‌گر PFI آزمایشگاهی تا رسیدن به درجه‌های روانی موردنظر (۴۰۰-۳۵۰ میلی‌لیتر در استاندارد کانادایی) پالایش شدند. سپس به‌منظور اندازه‌گیری خصوصیات مقاومتی براساس استاندارد ۸۸-om-۲۰۲ T آیین‌نامه تاپی، ۱۲ عدد کاغذ دست‌ساز ۶۰ گرمی برای هر یک از تیمارها تهیه شد و ویژگی‌های فیزیکی و مقاومتی آنها با استفاده از روش‌های استاندارد آیین‌نامه تاپی اندازه‌گیری شد.

1- Chemical Mechanical pulp

2- Technical Association of Pulp and Paper Industry

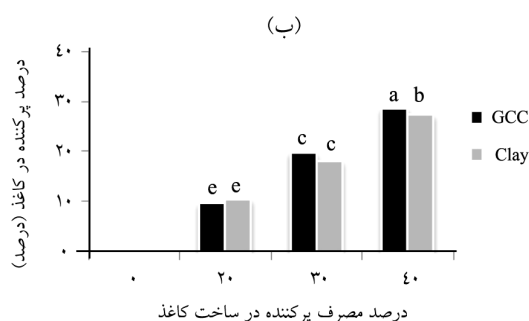
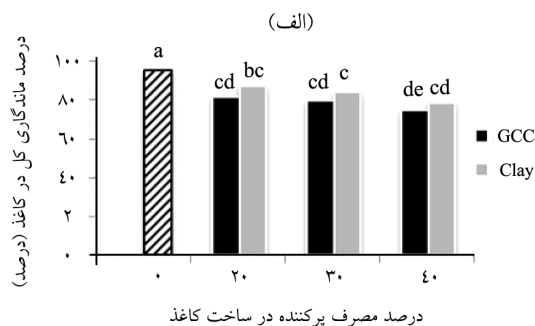
به‌منظور تجزیه و تحلیل خصوصیات کاغذهای دست‌ساز از آزمون تجزیه واریانس استفاده شد و سپس گروه‌بندی میانگین‌ها با کمک آزمون دانکن صورت پذیرفت. تعیین ویژگی‌های خمیر کاغذ و کاغذ: ویژگی‌های خمیر کاغذ و کاغذ دست‌ساز استاندارد براساس استانداردهای آیین‌نامه تابی تعیین گردید (جدول ۱).

جدول ۱- استانداردهای تعیین ویژگی‌های خمیر کاغذ و کاغذ.

ویژگی‌ها	استاندارد
اندیس مقاومت کششی	T۴۹۴ om-۸۸
اندیس مقاومت ترکیدن	T۴۰۳ om-۹۱
اندیس مقاومت پاره شدن	T۴۱۴ om-۸۸
درجه روشنی	T۴۵۲ om-۹۸
ماتی	T۴۵۲ om-۰۱
مقاومت به عبور هوا	T۴۶۰ om-۹۶
حجیمی کاغذ	T۴۲۶ om-۷۰
پالایش خمیر کاغذ	T۲۴۸ om-۸۸
درجه روانی	T۲۲۷ om-۹۲
خاکستر کاغذ	T۴۱۳ om-۹۳

### نتایج و بحث

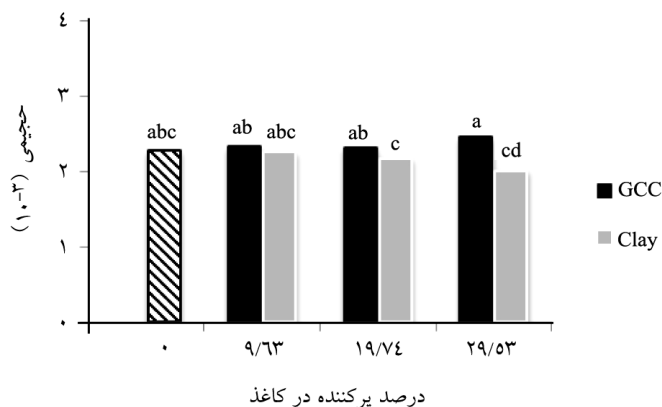
**درصد پرکننده کاغذ:** مقدار درصد پرکننده یا خاکستر موجود در کاغذ در یک پرکننده مشخص، تابع نرخ مصرف پرکننده و درصد ماندگاری پرکننده است که با استفاده از پلیمرهای مختلف کمک نگه‌دارنده و با مکانیسم‌های متفاوت وصله‌زنی، پل‌زنی و... می‌توان آن را افزایش داد. با افزایش درصد مصرف پرکننده‌ها، مقدار پرکننده باقی‌مانده در کاغذ افزایش می‌یابد اما درصد ماندگاری پرکننده‌ها در کاغذ با افزایش مصرف پرکننده کاهش می‌یابد که در نتیجه آن افت ماندگاری کل از شدت بیش‌تری برخوردار بوده است (شکل ۱). نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میزان ماندگاری پرکننده‌ها در سطوح یکسان تا مصرف ۳۰ درصد در سطح ۱ درصد وجود ندارد و این تیمارها براساس آزمون دانکن نیز در گروه‌های مجزا دسته‌بندی شدند (شکل ۱-ب).



شکل ۱- رابطه درصد مصرف پرکننده در ساخت کاغذ با درصد ماندگاری کل (الف) درصد پرکننده باقی مانده در کاغذ (ب).

**حجیمی کاغذ:** حجیمی، حجم واحد وزن کاغذ است و کاغذهای حجیم‌تر معمولاً دارای مقاومت مکانیکی کم‌تری می‌باشند. حجیمی و مقاومت به عبور هوا به نوعی نشان‌دهنده ساختار داخلی کاغذ می‌باشد که تحت تأثیر کیفیت شکل‌گیری کاغذ و چگونگی توزیع الیاف، نرمه‌ها و پرکننده‌ها و همچنین ساختار پرکننده‌ها است و در یک ترکیب مشخص به نوعی عملکرد مواد کمک نگه‌دارنده در ایجاد لخته‌ها و چگونگی پراکنش آن‌ها را نشان می‌دهد.

با افزایش درصد پرکننده کربنات کلسیم رسوبی در کاغذ، حجیمی کاغذ کمی افزایش یافته است اما با افزایش پرکننده کائولین در کاغذ، حجیمی کاغذ کاهش یافته است که علت این امر می‌تواند به ساختار ذاتی کائولین که به صورت صفحه‌های پهن که در مقایسه با کربنات کلسیم آسیابی که به صورت ذرات چندوجهی نامنظم است توان ایجاد کاغذهای حجیم را ندارد. همچنین بین مقادیر حجیمی کاغذ در تیمارهای مختلف در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد و این تیمارها براساس آزمون دانکن نیز در گروه‌های مختلف قرار گرفتند (شکل ۲ و جدول ۲).

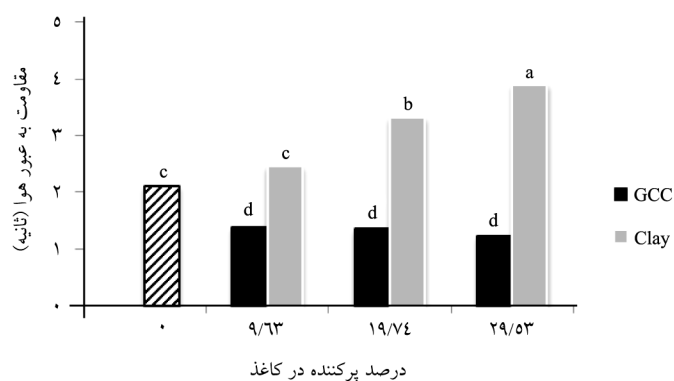


شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف پرکننده بر حجمی کاغذ.

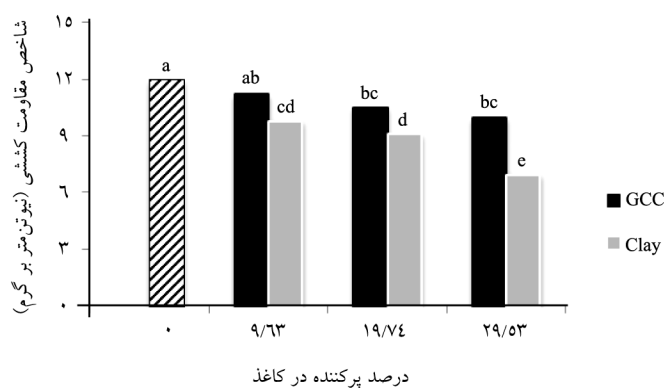
مقاومت به عبور هوای کاغذ: مقاومت به عبور هوا که به صورت غیرمستقیم نشان‌دهنده ساختار داخلی کاغذ می‌باشد عموماً با بهبود کیفیت شکل‌گیری کاغذ و با کاهش حجمی کاغذ افزایش می‌یابد. مقاومت به عبور هوا در نمونه کاغذ شاهد بیش‌تر از نمونه‌های شامل پرکننده کربنات کلسیم آسیابی است اما اختلاف فاحشی با نمونه‌های شامل پرکننده کائولین داشته و اختلاف بین آن‌ها نیز از نظر آماری معنی‌دار است. در حالی‌که در کاغذهای شامل پرکننده کربنات کلسیم آسیابی با افزایش درصد پرکننده در کاغذ از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما در نمونه کاغذهای شامل پرکننده کائولین با افزایش درصد پرکننده از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشته و این تیمارها براساس آزمون دانکن نیز در گروه‌های مختلف قرار گرفتند (شکل ۳ و جدول ۲). ساختار ذاتی کربنات کلسیم آسیابی که به صورت ذرات چندوجهی نامنظم در مقایسه با کائولین که ساختار صفحه‌ای دارد در کاغذها که به ترتیب توان افزایش و کاهش حجمی کاغذ شده است، می‌تواند دلیلی برای رفتار متناقض کاغذها نسبت به عبور هوای در کاغذها با افزایش پرکننده‌ها باشد.

شاخص مقاومت به کشش: شاخص مقاومت به کشش کاغذ در نمونه کاغذ شاهد بیش‌تر از نمونه‌های شامل پرکننده‌ها است و اختلاف بین آن‌ها نیز از نظر آماری معنی‌دار است. با افزایش سطوح درصد پرکننده در کاغذ، مقاومت به کشش کاغذ کاهش یافت و اختلاف تیمارهای مختلف در سطح ۱ درصد از نظر آماری معنی‌دار بوده است (شکل ۴ و جدول ۲). علت این امر را می‌توان به قرار گرفتن پرکننده‌ها در بین الیاف و کاهش سطح پیوند بین الیاف نسبت داد، زیرا که پرکننده‌های متداول

توانایی تشکیل پیوند با الیاف سلولزی را ندارند و همچنین افت شاخص مقاومت به کشش در کاغذهای شامل پرکننده کائولین نسبت به کربنات کلسیم آسیابی از شدت بیش‌تری برخوردار بوده با وجود این‌که مقدار کائولین در کاغذها کمی کم‌تر از کربنات کلسیم آسیاب شده است. که علت این امر می‌تواند به ساختار ذاتی کائولین که از سطح ویژه بیش‌تری نسبت به کربنات کلسیم آسیاب شده (سطح ویژه کائولین و کربنات کلسیم آسیاب شده به ترتیب ۲۵-۱۰ و ۱۲-۲ مترمربع به گرم (۱)) برخوردار بوده و به‌علت محدودتر و ضعیف‌تر شدن شدید پیوند بین الیاف مقاومت کششی کاغذ بیش‌تر کاهش می‌یابد.



شکل ۳- تأثیر سطوح مختلف پرکننده بر مقاومت به عبور هوای کاغذ.



شکل ۴- تأثیر سطوح مختلف پرکننده بر شاخص مقاومت به کشش کاغذ.

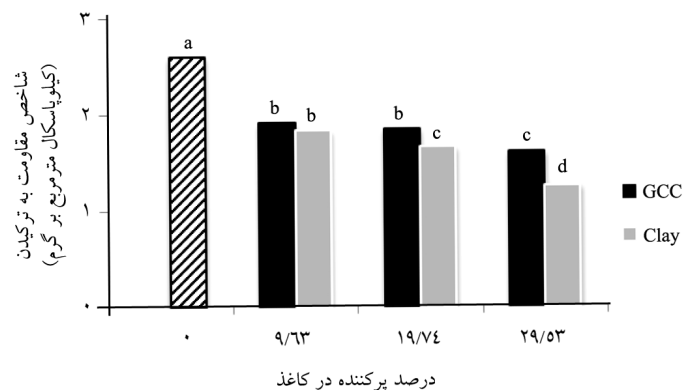
شاخص مقاومت به ترکیدگی کاغذ: کاغذهای شامل پرکننده نسبت به کاغذ شاهد که عاری از پرکننده‌هاست، از شاخص مقاومت به ترکیدگی کم‌تری برخوردار هستند. در کاغذهای شامل پرکننده نیز شاخص مقاومت به ترکیدگی کاغذ با افزایش سطوح مصرف پرکننده در کاغذ کاهش می‌یابد. علت این امر می‌تواند به حضور پرکننده‌ها در بین الیاف و کاهش سطح پیوند بین الیاف مربوط باشد. همچنین شاخص مقاومت به ترکیدگی کاغذ در کاغذهای شامل پرکننده کاتولین نسبت به کربنات کلسیم آسیابی کم‌تر بود. این امر می‌تواند به ساختار صفحه‌ای کاتولین که منجر به کاهش بیش‌تر سطح پیوند بین الیاف نسبت به کربنات کلسیم آسیاب شده مرتبط باشد. بر همین اساس کاتولین نسبت به کربنات کلسیم آسیاب شده مقاومت به ترکیدن کاغذ را بیش‌تر کاهش می‌دهد. نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین مقادیر شاخص مقاومت به ترکیدن در این کاغذها در سطح ۱ درصد وجود دارد (شکل ۵ و جدول ۲).

شاخص مقاومت به پارگی کاغذ: شاخص مقاومت به پارگی کاغذ شاخصی از مقاومت تک‌تک الیاف می‌باشد و در نمونه کاغذ شاهد که عاری از پرکننده است بیش‌تر از کاغذهای شامل پرکننده‌ها بود و اختلاف بین آن‌ها نیز از نظر آماری معنی‌دار بوده است. با افزایش سطوح درصد پرکننده کربنات کلسیم آسیاب شده در کاغذ، مقاومت به پارگی کاغذ کمی افزایش یافت اما در کاغذهای شامل کاتولین بر خلاف کربنات کلسیم آسیاب شده از روند نزولی برخوردار است و اختلاف بین آن‌ها نیز از نظر آماری معنی‌دار نبوده است (شکل ۶ و جدول ۲). که دلیل این امر می‌تواند به عامل کمک نگهدارنده نسبت داد، که به‌منظور بهبود ماندگاری پرکننده‌ها در کاغذ به نسبت ۰/۱ درصد وزن خشک الیاف از پلی‌آکریل‌آمید کاتیونی (CPAM)<sup>۱</sup> استفاده شده است می‌تواند سبب جبران افت مقاومت به دست آمده از افزودن پرکننده در کاغذ از نظر شاخص مقاومت به پارگی باشد.

---

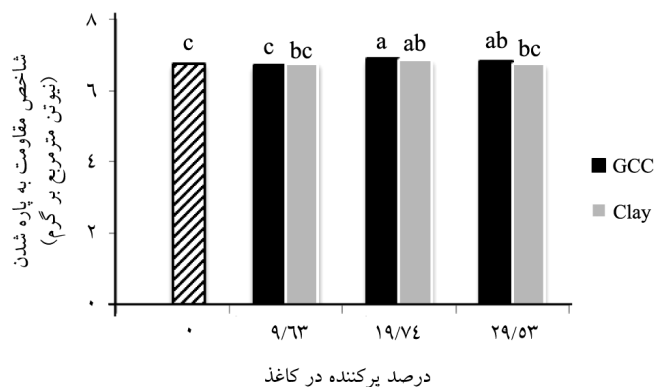
1- Cationic Polyacrylamide





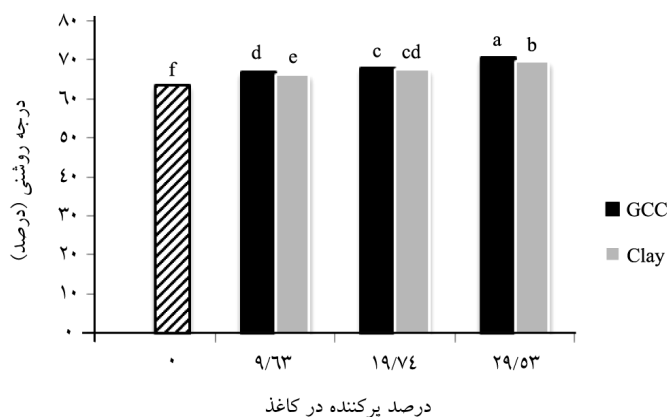
شکل ۵- تأثیر سطوح مختلف پرکننده بر مقاومت به ترکیدگی کاغذ.

همچنین علت افزایش شاخص مقاومت به پارگی در کاغذهای شامل کربنات کلسیم آسیاب شده آن است که انرژی پارگی در کاغذهای با پیوندهای محکم بین الیاف، بیش تر صرف پاره شدن الیاف و در کاغذهای با پیوندهای ضعیف بین الیاف، بیش تر صرف جدا شدن الیاف می شود (ولهو، ۲۰۰۲؛ جنتیل، ۲۰۰۳). بر همین اساس هر عاملی که سبب کاهش اتصال بین الیاف گردد، همانند افزایش درصد پرکننده در کاغذ، باعث افزایش مقاومت پارگی کاغذ خواهد شد. اما در کاغذهای شامل کائولین به دلیل ساختار صفحه ای افت سطح پیوند الیاف نسبت به کربنات کلسیم آسیابی شدیدتر بوده است. اما به طور کل کاغذهای شامل هر دو نوع پرکننده از شاخص مقاومت به پارگی نزدیک به هم برخوردار بودند (شکل ۶).



شکل ۶- تأثیر سطوح مختلف پرکننده بر شاخص مقاومت به پارگی کاغذ.

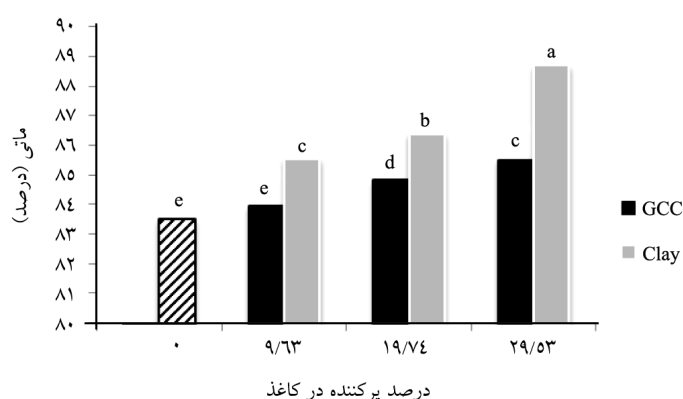
**درجه روشنی کاغذ:** درجه روشنی در نمونه کاغذ شاهد کم‌تر از نمونه‌های شامل پرکننده بود و اختلاف بین آن‌ها نیز از نظر آماری معنی‌دار بوده است. با افزایش سطوح درصد پرکننده در کاغذ، درجه روشنی کاغذ افزایش یافت و اختلاف بین آن‌ها نیز از نظر آماری معنی‌دار بوده است (شکل ۷ و جدول ۲). درجه روشنی اولیه بیش‌تر و نیز سطح ویژه به مراتب بیش‌تر پرکننده‌ها نسبت به الیاف، را می‌توان به‌عنوان دلایل افزایش درجه روشنی کاغذ با افزایش درصد پرکننده‌ها نام برد. اختلاف درجه روشنی کاغذهای شامل کربنات کلسیم آسیابی و کائولین می‌تواند به خصوصیات ذاتی پرکننده‌ها (هم‌چون رنگ متمایل به کرم کائولین، رنگ سفید کربنات کلسیم که متوسط درجه روشنی به‌ترتیب ۷۸-۹۰ و ۹۵-۹۰) و همچنین اندازه ذرات (متوسط ابعاد کربنات کلسیم آسیابی و کائولین به‌ترتیب ۰/۷-۳ و ۰/۲-۲) باشد که در مجموع از سطح ویژه بیش‌تر برخوردار بوده، سبب اختلاف معنی‌دار درجه روشنی در نمونه‌های شامل پرکننده کربنات کلسیم آسیابی و کائولین می‌باشد (حمزه و رستمی، ۲۰۰۸).



شکل ۷- تأثیر سطوح مختلف درصد پرکننده بر درجه روشنی کاغذ.

**ماتی کاغذ:** کاغذهای شامل پرکننده نسبت به کاغذ شاهد از ماتی بیش‌تری برخوردار هستند و در کاغذهای شامل پرکننده نیز با افزایش سطوح درصد پرکننده در کاغذ ماتی افزایش می‌یابد و این اختلاف نیز از نظر آماری و در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است (شکل ۸ و جدول ۲). علت افزایش ماتی را می‌توان به افزایش حجمی کاغذ، افزایش سطح ویژه و ضریب پراکنش نور با افزایش درصد

پرکننده در کاغذ نسبت داد. اختلاف فاحش ماتی بین کاغذهای شامل پرکننده کائولین و کربنات کلسیم آسیاب می‌توان به خصوصیات ذاتی پرکننده‌ها هم‌چون اندازه ذرات (متوسط ابعاد کربنات کلسیم آسیابی و کائولین به ترتیب ۳-۷/۰ و ۲-۲/۰) باشد. با کاهش اندازه ذرات پرکننده‌های معدنی تفرق نور افزایش می‌یابد، که در نتیجه آن سبب اختلاف معنی‌دار ماتی در نمونه‌های شامل پرکننده کربنات کلسیم آسیاب شده و کائولین می‌شود (افرا، ۲۰۰۵).



شکل ۸- تأثیر سطوح مختلف درصد پرکننده‌ها بر ماتی کاغذ.

### نتیجه‌گیری

با توجه به روند افزایش مصرف پرکننده در صنایع کاغذ، تعیین اثرات مثبت و منفی و مقدار درصد مناسب پرکننده در کاغذ بسته به نوع پرکننده و کاربرد کاغذ به‌دست آمده بسیار دارای اهمیت است. بنابراین در این پژوهش به بررسی اثرات استفاده از سطوح متفاوت مصرف کربنات کلسیم آسیاب شده و کائولین بر ویژگی‌های کاغذ به‌دست آمده از ترکیب ۷۰ درصد خمیرکاغذ CMP و ۳۰ درصد خمیرکاغذ کرافت سوزنی‌برگان بررسی گردید. مهم‌ترین یافته‌های این پژوهش به‌شرح زیر آمده است:

۱- با افزایش مصرف مقدار پرکننده از ۲۰ به ۴۰ درصد بر مبنای وزن خشک خمیرکاغذ:

- درصد پرکننده باقی‌مانده در کاغذ افزایش یافت اما درصد ماندگاری پرکننده در کاغذ کاهش یافته و افت ماندگاری کل از شدت بیش‌تری برخوردار بوده است.

۲- در صورت استفاده از پرکننده کربنات کلسیم و کائولین در سطوح مختلف درصد وزن کاغذ در مقایسه با تیمار شاهد عاری از پرکننده:

- مقاومت به عبور هوا در کاغذهای شامل پرکننده کربنات کلسیم آسیایی کاهش و حجیمی کاغذ افزایش یافت اما در کاغذهای شامل پرکننده کائولین بر خلاف کربنات کلسیم است از نظر مقاومت به عبور هوا اختلاف بین آنها از نظر آماری معنی‌دار نبوده ولی از نظر حجیمی در هر دو نوع کاغذ از نظر آماری معنی‌دار نبوده است.

- درجه روشنی و ماتی کاغذها با افزایش پرکننده‌ها افزایش داشت اما در مقایسه بین دو نوع پرکننده، کاغذهای شامل کربنات کلسیم از درجه روشنی بیش‌تر و در کاغذهای شامل پرکننده کائولین از ماتی بیش‌تر برخوردار بودند و اختلاف بین آنها از نظر آماری در هر دو حالت معنی‌دار نبوده است (جنتایل، ۲۰۰۳؛ یون و دنگ، ۲۰۰۷).

- شاخص‌های مقاومت به کشش و ترکیدگی کاهش یافت و این اختلاف‌ها در هر دو نوع پرکننده از نظر آماری معنی‌دار نبوده است. در حالی که کاغذهای شامل پرکننده کائولین از شدت بیش‌تر برخوردار بود. شاخص مقاومت به پارگی در هر دو نوع پرکننده تا سطح ۲۰ درصد در کاغذهای افزایش اما پس از آن روند کاهشی را نشان داد و اختلاف بین آنها نیز از نظر آماری معنی‌دار نبوده است (لوپز ولهو، ۲۰۰۲).

۳- با افزایش درصد پرکننده باقی‌مانده در کاغذ از ۲۰ به ۳۰ درصد براساس وزن خشک کاغذ:

- شدت افزایش یا کاهش روند تغییرات مقاومت عبور به هوا و حجیمی کاغذ افزایش یافت و اختلاف بین آنها در هر دو حالت از نظر آماری معنی‌دار نبوده است.

- همچنین شدت روند تغییرات درجه روشنی و ماتی کاغذ افزایش یافت و اختلاف بین آنها نیز در هر دو مورد از نظر آماری معنی‌دار نبوده است (جنتایل، ۲۰۰۳؛ یون و دنگ، ۲۰۰۷).

- کاهش شاخص مقاومت به کشش در کاغذهای شامل پرکننده کائولین افزایش و کاهش شاخص ترکیدگی در هر دو نوع کاغذ افزایش یافت و این اختلاف‌ها در حالت مقاومت ترکیدگی از نظر آماری معنی‌دار و در حالت مقاومت کششی معنی‌دار نبوده است (مالونی و همکاران، ۲۰۰۵).

- شاخص مقاومت به پارگی کمی کاهش یافت ولی اختلاف بین آنها از نظر آماری معنی‌دار نبوده است.

منابع

1. Afra, A. 2005. Fundamental of paper properties, Aiizz press, 1: 1. (Translated In Persian)
2. Beazley, K.M. and Petereit, H. 1975. Effect of China clay and calcium carbonate on paper properties. *Wochenbl. Papierfabr.* 103: 4. 143-147.
3. Beazley, K.M., Dennison, S.R. and Taylor, J.H. 1975. The influence of mineral fillers on paper strength: Its mechanism and practical means of modification, Preprints ESPRA European Mtg., Maastricht, the Netherlands, Pp: 217-241.
4. Fuente, D., Blanco, A., Negro, C., San Pío, I. and Tijero, J. 2003. Monitoring Flocculation of Fillers in Papermaking. *Paper Technology*, 44: 8. 41-50.
5. Gentile, E. 2003. Clays as fillers and coatings for paper. Presented at Euro Clays Workshop, European Clay Minerals Group Meeting, Modena, Italy, June.
6. Hamze, Y. and Rostampour, A. 2008. Principales of Papermaking Chemistry, Tehran University Press, Tehran, 224p. (Translated In Persian)
7. Lopes Velho, J. 2002. How Mineral Fillers Influence Paper Properties: Some Guidelnes, Iberoamerican Congress on Pulp and paper Research.
8. Maloney, T., Ataide, J., Kekkonen, J., Fordsmand, H. and Petersen, H. 2005. Changes to PCC Structre in Papermaking. In: Proceeding of XIX National Technicelpa Conference, 12-15 October 2010, Lisbon. Portugal.
9. Tappi Test Method. 1999. Technical Association of Pulp and Paper Industries.
10. Yoon S.Y. and Deng, Y. 2007. Experimental and Modeling Study of the Strength Properties of Clay-starch Composite Filled Paper. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 46: 4883-4890.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 20 (3), 2013*

*http://jwfst.gau.ac.ir*

## **Investigating the Effect of Using Ground Calcium Carbonate (GCC) and Clay Fillers on the Paper Properties**

**\*K. Mohamadzadeh Saghavaz<sup>1</sup> and H. Resalati<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ph.D. Student, Faculty of Wood and Paper Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), I.R. Iran, <sup>2</sup>Professor, Faculty of Wood and Paper Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), I.R. Iran

Received: 11/28/2012; Accepted: 11/05/2013

### **Abstract**

The trend of development in pulp and paper industry is to have higher filler content in writing and printing papers. However, the strength of paper will be reduced by increasing filler content, despite of maintaining many benefits such as improving the optical properties. In this study, the effect of different consumption levels of GCC and clay fillers on the strength and optical properties of a furnish containing 70% hardwood CMP and 30% bleached Softwood kraft pulps, was investigated. The results indicated that, by using GCC filler, in comparison with clay, it is possible to produce writing and printing paper at higher brightness and strength properties.

**Keywords:** Ground calcium carbonate, Clay, Strength properties, Optical properties, Filler

---

\* Corresponding Author; Email: k.mohamadzade@yahoo.com