

## مقایسه عملکرد نشاسته کاتیونی ذرت و تاپوکا در بهبود ویژگی‌های مقاومتی کاغذ بازیافتی از کارتن‌های کنگره‌ای کهنه

نورالدین نظرنژاد<sup>۱\*</sup>، سید نجمه موسوی<sup>۲</sup> و سید مجید ذبیح‌زاده<sup>۳</sup>

\*- نویسنده مسئول، دانشیار، عضو هیئت علمی گروه مهندسی علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

پست الکترونیک: [www.nazarnezhad91@gmail.com](mailto:www.nazarnezhad91@gmail.com)

- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- دانشیار، عضو هیئت علمی گروه مهندسی علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۴

### چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر نشاسته کاتیونی ذرت و تاپوکا بر ویژگی‌های مقاومتی کاغذ ساخته شده از کارتن‌های کنگره‌ای کهنه می‌باشد. در اثر بازیافت کاغذ ویژگی‌های آن آفت کرده و بر کیفیت مورد نظر کاغذ تأثیر منفی می‌گذارد. به‌کارگیری تیمارهای مختلف می‌تواند در بهبود کیفیت این الیاف مؤثر واقع شود. از تیمارهای مؤثر در بهبود الیاف بازیافتی، استفاده از نشاسته کاتیونی می‌باشد. در این بررسی از نشاسته کاتیونی ذرت و تاپوکا هر یک در ۳ سطح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد استفاده و با نمونه‌های شاهد (فاقد نشاسته کاتیونی) مقایسه شد. کاغذ دست‌ساز با جرم پایه ۱۲۰ گرم بر مترمربع ساخته و ویژگی‌های مقاومتی آن اندازه‌گیری شد. همچنین میزان جذب نشاسته‌ها بر روی خمیر کاغذ با استفاده از روش فنول-اسید محاسبه گردید. نتایج مشخص کرد که مصرف ۱/۵ درصد نشاسته تاپوکا و ۱ درصد ذرت در اغلب موارد تأثیر بهینه را در افزایش مقاومت کاغذهای حاصل داشته است. همچنین در مقایسه دو نشاسته، تاپوکا عملکرد بهتری داشته است.

واژه‌های کلیدی: نشاسته کاتیونی، بازیافت، OCC، تاپوکا، ذرت.

### مقدمه

به‌صورت گسترده مورد توجه قرار گرفته است. یکی از انواع مهم کاغذهای بازیافتی، کاغذهای باطله‌ای هستند که به "ضایعات بسته‌بندی" معروف است (Mirshokraie, 2012). میزان تولید و مصرف کارتن‌های مورد استفاده در بخش بسته‌بندی و به‌ویژه OCC (کارتن‌های کنگره‌ای کهنه) در جهان، با توجه به انعطاف‌پذیری مناسب آن، به‌سرعت افزایش یافته است

با توجه به کاهش روزافزون منابع جنگلی، روش‌های تأمین مواد اولیه سلولزی مناسب برای صنایع کاغذسازی به‌طور جدی مورد توجه قرار گرفته است. به‌طوری‌که از نیمه قرن بیستم در بسیاری از کشورهای دنیا به دلایل گوناگون از جمله مصرف روزافزون فراورده‌های کاغذی، مشکلات زیست‌محیطی ناشی از برداشت جنگل‌ها و هزینه‌های زیاد مربوط به تولید کاغذ و مقوا از مواد خام سلولزی و انرژی، استفاده از فناوری بازیافت

به منظور آنالیز جذب نشاسته کاتیونی در سیستم‌های بازیافت با چرخش آب بسته مشاهده کردند که با افزودن نشاسته مذکور به الیاف بازیافتی پراکنده شده در آب فرایند که حاوی ذرات آلاینده‌های آنیونی فراوان است، کدروی آب فرایند به شدت کاهش یافته است. Jalali ( ) در زمینه تأثیر و عملکرد نشاسته کاتیونی و کربوکسی متیل سلولز (CMC) بر ویژگی‌های مقاومتی کاغذ فلوتینگ از بازیافت OCC تحقیقاتی انجام داد. در این بررسی، به منظور یافتن اثر ترکیبی مواد افزودنی مقاومت خشک بر ویژگی‌های کاغذهای تولید شده از صد در صد کارتن‌های کنگره‌ای کهنه بازیافتی OCC، نشاسته کاتیونی در سه سطح ۱، ۲ و ۳ درصد و CMC نیز در سه سطح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد (بر اساس جرم خشک خمیر کاغذ) به همراه نمونه شاهد استفاده شده است. نتایج نشان داد که در اغلب موارد، مصرف ۱/۵ درصد CMC منجر به کاهش ویژگی‌های مقاومتی کاغذهای بازیافتی شده و از توانایی نشاسته کاتیونی در افزایش این ویژگی‌ها کاسته است. اما در تمامی سطوح کاربرد CMC، در اثر افزایش مصرف نشاسته کاتیونی، ویژگی‌های مقاومتی کاغذ دست‌ساز به طور بارزی افزایش می‌یابند. البته حداکثر مقادیر ویژگی‌های مؤثر در کاغذ فلوتینگ در ترکیب یک درصد CMC و سه درصد نشاسته کاتیونی به دست آمده است. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر نشاسته کاتیونی ذرت و تاپیوکا بر ویژگی‌های مقاومتی کاغذ ساخته شده از کارتن‌های کنگره‌ای کهنه می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

کارتن‌های کنگره‌ای کهنه (OCC) به مدت ۲۴ ساعت در آب شهر خیسانده شدند و بعد الیاف آن با دستگاه کوبنده الیاف مطابق با استاندارد تاپی T200 sp-01 جداسازی و پالایش شد تا درجه روانی خمیر بر اساس استاندارد تاپی T227 om-04، به CSF ۳۰۰ میل لیتر برسد. نشاسته کاتیونی تاپیوکا با درجه استخلاف ۰/۰۱۶، مقدار آمیلوز ۱۷٪ و مقدار آمیلوپکتین ۸۳٪ از شرکت شیامودی فیلد<sup>۱</sup> و نشاسته کاتیونی

(Anonymous, 2001). در اثر بازیافت مکرر کاغذ ویژگی‌های آن افت کرده و بر کیفیت مورد نظر کاغذ تأثیر منفی می‌گذارد (Szwarcztajan, 1996; Tschirmer *et al.*, 2007; Tarshizi *et al.*, 2010). به کارگیری تیمارهای مختلف می‌تواند در ارتقاء این الیاف مؤثر واقع شود. از تیمارهای مؤثر در ارتقاء الیاف بازیافتی، استفاده از مواد افزودنی در بهبود ویژگی‌های خمیر حاصل از این الیاف است. این مواد که در انواع طبیعی و مصنوعی و با بارهای مثبت، منفی و خنثی اضافه می‌شوند، متناسب با شرایط فرایند تولید، تأثیرات گوناگون و گاهی متضاد به همراه خواهند داشت. در این میان نشاسته کاتیونی به طور گسترده‌تری نسبت به بقیه افزودنی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد که به دلیل خاصیت آب‌دوستی، جرم مولکولی بالا و خاصیت کاتیونی روی سطح الیاف سلولزی با بار منفی باقی می‌ماند و با آن پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند (Hube, 2006). امروزه نشاسته در صنعت کاغذسازی به صورت افزودنی پایانه‌تر برای نگهداری الیاف و نرم‌ها، بهبود مقاومت خشک کاغذ، همچنین با توزیع خود در میان الیاف شکل‌گیری کاغذ را بهبود می‌بخشد. نشاسته، کربوهیدرات ذخیره‌ای گیاهی می‌باشد و از واحدهای متوالی گلوکز تشکیل می‌شود. نشاسته به مقدار زیاد در گیاهان یافت می‌شود و اغلب در دانه (ذرت و گندم)، ریشه و غدد (تاپیوکا و سیب‌زمینی) و گاهی در ساقه (خرما) دیده می‌شود (Hamzeh, 2009; Malton *et al.*, 1998). Ziaie (۱۹۹۸) به بررسی تأثیر مواد افزودنی آلوم، رزین، ماده نگهدارنده و نشاسته بر ویژگی‌های کاغذ بازیافتی از مخلوط کاغذهای بسته‌بندی OCC کارخانه چوکا پرداخت. در این تحقیق خمیر کاغذ بازیافتی به میزان ۱۵ درصد در ترکیب با ۸۵ درصد خمیر کاغذ کرافت تولید شده از مخلوط خرده چوب‌های راش، ممرز، توسکا و صنوبر تحت تأثیر سه ترکیب از مواد افزودنی شامل: آلوم- ماده نگه‌دارنده، نشاسته- ماده نگه‌دارنده و آلوم-رزین- ماده نگه‌دارنده- نشاسته قرار داده شد. نتایج حاصل از انجام آزمایش‌ها نشان داد که حضور هریک از مواد آلوم، رزین و مواد نگهدارنده در خمیر کاغذ منجر به افت مقاومتی کاغذ می‌شود؛ اما حضور نشاسته در خمیر کاغذ منجر به افزایش خواص مقاومتی کاغذ حاصل شده است. Lee و همکاران (۲۰۰۵) با انجام مطالعات

1- Siammodified, LTD, starch co

آمیلوپکتین) استفاده شد. بدین منظور برابر یک گرم خمیر خشک در یک لیتر آب فاقد یون<sup>۲</sup> با استفاده از همزن برقی با سرعت ۲۰۰ دور بر دقیقه از هم باز شد. برای پخت هر دو نشاسته در غلظت ثابت ۰/۲ درصد، برای تاپوکا از دما ۷۵ °C و برای ذرت ۹۰ °C استفاده شد. محلول به مدت ۳۰ دقیقه در این دما نگهداری شد. برای هر تیمار به طور جداگانه سوسپانسیون خمیر و کاغذ با درصد خشکی ۰/۵ درصد آماده کرده و به مدت ۶ دقیقه با دستگاه بازکننده الیاف با ۷۰۰ دور بر دقیقه هم زده شد. سپس آلوم به عنوان جمع کننده آشغال‌های آنیونی به میزان ۰/۴ درصد وزن خمیر کاغذ مصرفی و با غلظت ۰/۲ درصد به صورت ثابت به همه تیمارها اضافه شد. بعد از آن نشاسته در ۳ سطح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد به همراه نمونه شاهد (برای هر دو نوع نشاسته) به سوسپانسیون اضافه و به مدت ۳۰ ثانیه با قدرت ۱۰۰ دور بر دقیقه هم زده شد. pH محلول در طول آزمایش در محدوده ۵-۷ بود که در همه موارد pH حدود ۶ تنظیم شد. کاغذهای دست‌ساز ۱۲۰ گرم بر مترمربع مطابق با استاندارد تاپی T205 sp-02 ساخته شد و در نهایت اندازه‌گیری ویژگی‌های مقاومتی کاغذهای دست‌ساز طبق آیین‌نامه TAPPI انجام شد. جرم پایه کاغذ استاندارد شماره T410 om-98، مقاومت در برابر پاره شدن استاندارد شماره T414 om-98، مقاومت در برابر کشش استاندارد شماره T404 om-98 و مقاومت در برابر ترکیدن استاندارد شماره T403 om-97 اندازه‌گیری شد. در این تحقیق از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی استفاده شد و گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن به کمک نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد.

## نتایج

تأثیر انواع نشاسته در ماندگاری و جذب نشاسته

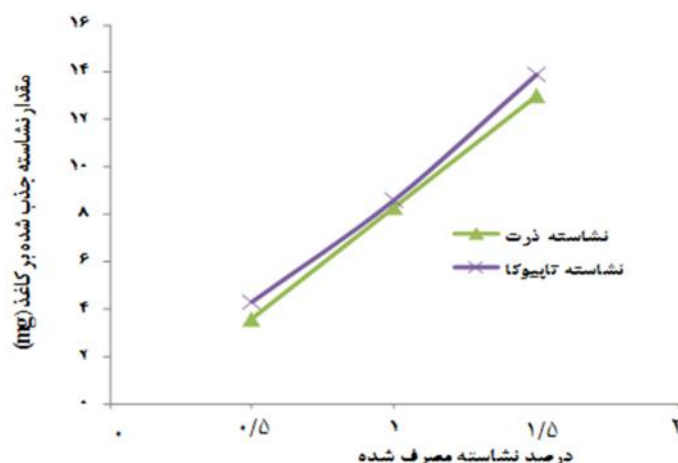
نتایج حاصل از جذب نشاسته که به روش اسید-

فنول انجام شد نشان داد که در سطح ۰/۵ درصد پایین‌ترین جذب و در سطح ۱/۵ درصد بالاترین جذب را برای هر دو نشاسته داشته است. همان‌طور که در شکل ۱ دیده می‌شود نشاسته تاپوکا در هر سه مقدار مصرف جذب بالاتری نسبت به نشاسته ذرت داشته است.

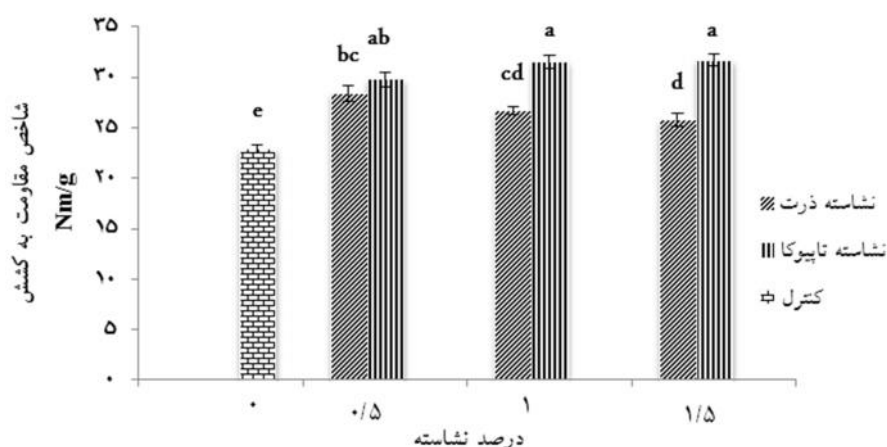
ذرت با درجه استخلاف ۰/۰۲، مقدار آمیلوز ۲۸٪ و مقدار آمیلوپکتین ۷۲٪ از شرکت ماپروتون<sup>۱</sup> تهیه شد. سپس برای پخت آنها در غلظت ۰/۲ درصد به ترتیب از دماهای ۶۵ و ۷۰ درجه سلسیوس استفاده شد. محلول به مدت ۳۰ دقیقه در این دما نگهداری شد. برای هر تیمار به طور جداگانه سوسپانسیون خمیر و کاغذ با درصد خشکی ۰/۵ درصد آماده کرده و به مدت ۶ دقیقه با دستگاه بازکننده الیاف با ۷۰۰ دور بر دقیقه هم زده شد. سپس آلوم به عنوان جمع کننده آشغال‌های آنیونی به میزان ۰/۴ درصد وزن خمیر کاغذ مصرفی و با غلظت ۰/۲ درصد به صورت ثابت به همه تیمارها اضافه شد. بعد از آن نشاسته در ۳ سطح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد به همراه نمونه شاهد (برای هر دو نوع نشاسته) به سوسپانسیون اضافه و به مدت ۳۰ ثانیه با قدرت ۱۰۰ دور بر دقیقه هم زده شد. pH محلول در طول آزمایش در محدوده ۵-۷ بود که در همه موارد pH حدود ۶ تنظیم شد. کاغذهای دست‌ساز ۱۲۰ گرم بر مترمربع مطابق با استاندارد تاپی T205 sp-02 ساخته شد و در نهایت اندازه‌گیری ویژگی‌های مقاومتی کاغذهای دست‌ساز طبق آیین‌نامه TAPPI انجام شد. جرم پایه کاغذ استاندارد شماره T410 om-98، مقاومت در برابر پاره شدن استاندارد شماره T414 om-98، مقاومت در برابر کشش استاندارد شماره T404 om-98 و مقاومت در برابر ترکیدن استاندارد شماره T403 om-97 اندازه‌گیری شد. در این تحقیق از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی استفاده شد و گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن به کمک نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد.

تعیین جذب نشاسته کاتیونی

روش‌هایی مانند روش اسید- فنول و روش آنزیمی برای تعیین میزان جذب نشاسته‌های اصلاح شده و کاتیونی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Khosravani, 2009). در این تحقیق از روش اسیدسولفوریک- فنول برای تعیین کربوهیدرات کل (آمیروز و



شکل ۱- مقدار جذب نشاسته ذرت و تاپوکا بر خمیر کاغذ



شکل ۲- تغییرات شاخص مقاومت به کشش و نتایج آزمون دانکن کاغذهای تیمار شده با انواع نشاسته

## نتایج بررسی خواص مقاومتی کاغذها

## شاخص مقاومت در برابر کشش

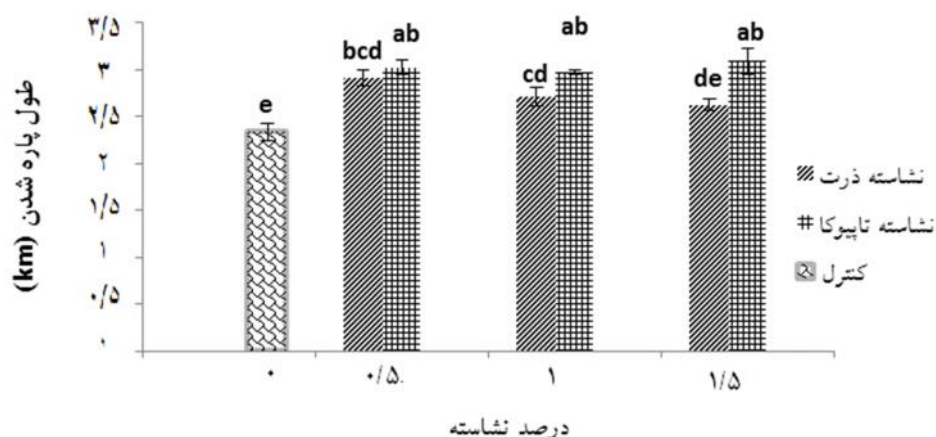
نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس شاخص مقاومت به کشش تیمارها نشان می‌دهد که بین این مقادیر در سطح خطای ۵ درصد، هم در سطوح مختلف مصرف و هم بین دو نوع نشاسته اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد.

نتایج گروه‌بندی نیز نشان می‌دهد که در تمامی سطوح مورد مطالعه، نشاسته تاپوکا در گروه‌های بالاتر قرار گرفته است. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است بیشترین

مقدار مقاومت به کشش مربوط به نشاسته تاپوکا با مقدار مصرف ۱/۵ درصد و کمترین مقدار مربوط به نمونه کنترل می‌باشد.

## طول پاره شدن

نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس طول پارگی تیمارها نشان می‌دهد که بین این مقادیر در سطح خطای آزمایش ۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد.



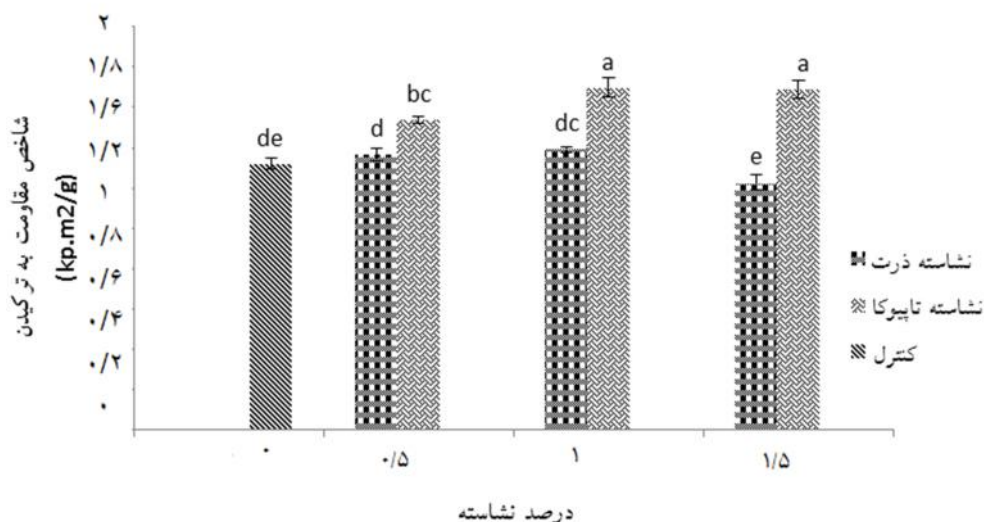
شکل ۳- تغییرات طول پارگی و مقایسه میانگین‌های کاغذهای تیمار شده با انواع نشاسته

مقاومت به ترکیدن تیمارها نشان داد که بین این مقادیر در سطح خطای آزمایش ۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد. همچنین نتایج گروه‌بندی دانکن نیز نشان می‌دهد که مقادیر تیمارهای مختلف در گروه‌های متفاوتی قرار گرفته‌اند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که این مقادیر در گروه مجزا قرار دارند. همان‌طور که در شکل ۳ دیده می‌شود، بیشترین مقدار طول پارگی مربوط به نشاسته تاپوکا و کمترین آن مربوط به نشاسته ذرت می‌باشد.

شاخص مقاومت در برابر ترکیدن

نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس شاخص



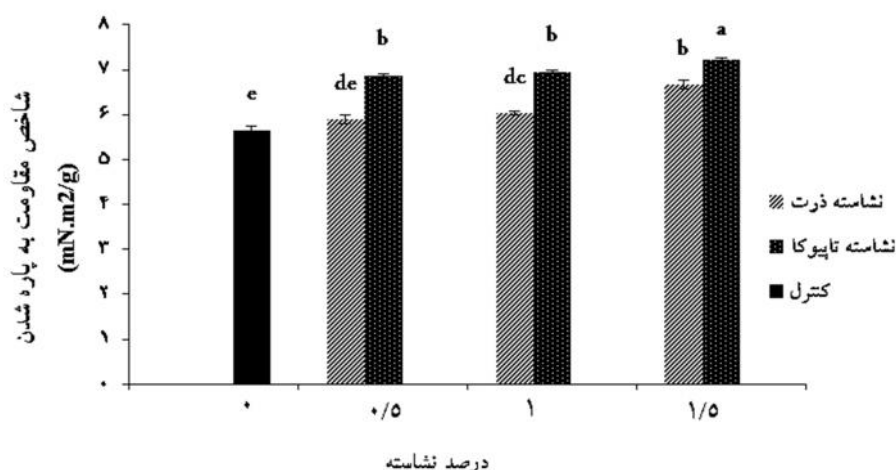
شکل ۴- تغییرات شاخص مقاومت به ترکیدن و گروه‌بندی دانکن کاغذهای تیمار شده با انواع نشاسته

مقاومت به پاره شده تیمارها نشان می‌دهد که بین این مقادیر در سطح خطای آزمایش ۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد. همچنین بر طبق گروه‌بندی دانکن نیز مقادیر تیمارهای مختلف در گروه‌های متفاوتی قرار گرفته‌اند.

همانطور که در شکل ۴ دیده می‌شود بیشتر مقاومت به ترکیدن مربوط به نمونه نشاسته تاپوکا با مقدار مصرف ۱ و ۱/۵ درصد و کمترین مقدار مربوط به نمونه شاهد می‌باشد.

شاخص مقاومت در برابر پاره شدن

نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس شاخص



شکل ۵- تغییرات شاخص مقاومت به پاره شدن و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن

(Khosravani, 2009). از طرفی با تنظیم پتانسیل بار سیستم و رسانده شدن آن به نقطه تعادل به کمک ماده کاتیونی آلوم پیش از افزودن نشاسته، تأثیر زیادی در افزایش میزان جذب نشاسته خواهد داشت. در واقع نقشی که آلوم دارد، دلمه‌سازی نرمه‌ها و کاهش تماس آنها با دوغاب خمیرکاغذ است. بدیهی است که با کاهش سطح جذب‌کننده اجزایی که کمک‌چندانی به افزایش مقاومت نمی‌کنند، سهم بیشتری از نشاسته به الیاف رسیده و مقاومت بالاتری را در کاغذ ساخته شده خواهند داشت (Jalali, 2009). با توجه به یافته‌های این تحقیق در مورد ماندگاری و جذب نشاسته، افزودن نشاسته تاپوکا میزان جذب بیشتری را نشان می‌دهد که این افزایش جذب با افزایش مقاومت‌ها در کاغذهای تیمار شده از این نوع نشاسته مطابقت دارد؛ اما در مورد نشاسته ذرت، در سطح ۱/۵ درصد جذبی مشابه با نشاسته تاپوکا داشته ولی در افزایش مقاومت تأثیری نداشته است.

همان‌طور که در شکل ۵ دیده می‌شود بیشترین مقدار مقاومت به پاره شدن مربوط به نشاسته تاپوکا در سطح ۱/۵ درصد و کمترین مقدار این مقاومت مربوط به نمونه کنترل می‌باشد.

## بحث

به‌طورکلی، پلیمرهای با وزن مولکولی زیاد ترجیحاً بر سطح نرمه‌های الیاف که عمدتاً از فیبریل‌های سلولزی و در نتیجه از مناطق فیبریل شده الیاف تشکیل شده‌اند، جذب می‌شوند. به‌نحوی که فقط بخشی از زنجیره آنها بر روی سطح قرار می‌گیرد و قسمت‌های دیگر به‌صورت رشته‌های برآمده از روی سطح، در سوسپانسیون معلق هستند و باعث ایجاد پل‌هایی بین نرمه‌ها شده و یا آنها را به الیاف متصل می‌سازد که باعث تشکیل دلمه‌هایی درشت می‌گردند. البته پس از اعمال نیروهای برشی، دلمه‌های درشت پراکنده می‌شوند

الیاف کمتر از مقاومت اتصالات نشاسته با الیاف است، افزایش مصرف این نشاسته سبب افت این ویژگی می‌شود. نتایج آزمایش‌های مربوط به مقاومت به ترکیدن نشان می‌دهد که با افزایش سطح مصرف نشاسته این مقاومت افزایش می‌یابد. در واقع افزودن نشاسته به الیاف بازیافتی منجر به احیای نقاط ازدست‌رفته در سطح این الیاف شده و قدرت اتصال بین این نوع الیاف را افزایش داده است که در نهایت باعث افزایش این ویژگی مقاومتی در کاغذ دست‌ساز می‌گردد. همچنین افزودن نشاسته کاتیونی باعث افزایش در سطح نسبی پیوند می‌گردد. بنابراین شواهد فوق با نتایج به‌دست‌آمده توسط Jalali (۲۰۰۹)، Hube (۲۰۰۶) و Ekhtera و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد.

مقاومت به پاره شدن با افزودن هر دو نوع نشاسته افزایش یافته است. در واقع، نشاسته به‌عنوان یک ماده تقویت‌کننده اتصال عمل کرده که بین بخش‌های موجود در ساختار کاغذ پیوند برقرار می‌کند. در این سطح مصرف، ضخامت نشاسته در حدی است که مقاومت وابسته به الیافی است که توسط نشاسته تقویت شده است؛ یعنی نشاسته باعث افزایش قطر و در نتیجه مقاومت تک‌به‌تک الیاف شده است. شواهد فوق با نتایج به‌دست‌آمده توسط Jalali (۲۰۰۹)، Hube (۲۰۰۶) و Ekhtera و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. نشاسته کاتیونی از طریق شکل‌دهی پیوندهای لیف-نشاسته - لیف در درون ناحیه پیوندیابی عمل می‌کنند با کاربرد این ماده، پیوندها قوی‌تر از پیوندهای معمولی هیدروژنی بین الیاف ایجاد خواهد شد. همچنین ابعاد مولکولی نشاسته‌ها به اندازه کافی بزرگ است تا بتواند در امتداد ناحیه پیوندیابی پل‌زنی کند (Hube, 2004).

#### نتیجه‌گیری

نشاسته‌های کاتیونی استخراج شده از گیاهان درعین حال که دارای ساختار و رفتار شیمیایی متفاوتی نسبت به هم هستند، اما در مجموع همه آنها بهبود خواص کاغذهای تیمار شده را به همراه دارند. صنایع کاغذسازی از دیرباز از بر مصرف‌ترین صنایع مرتبط با نشاسته کاتیونی بوده است. با

همانطور که در بخش نتایج آورده شده با افزودن هر دو نوع نشاسته مقاومت به کشش نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است. افزودنی‌های پایانه‌تر با توجه به اثرشان بر آبگیری و تشکیل دلمه‌ها، می‌توانند بر شکل‌گیری تأثیر بگذارند. البته دو عامل مقاومت پیوند و سطح پیوندیافته نیز به‌طور قابل ملاحظه‌ای به‌وسیله نشاسته کاتیونی قابل افزایش است (Khosravani, 2009). با افزایش مصرف هر دو نوع نشاسته از صفر به ۱/۵ درصد این مقاومت افزایش می‌یابد. در واقع در این تیمارها، نشاسته‌ها قدرت اتصال بین الیاف را افزایش داده و به‌عنوان ماده چسبنده عمل می‌کنند. نشاسته با الیاف موجود در ساختار کاغذ پیوند برقرار کرده و در نهایت باعث بهبود این ویژگی می‌شود. شواهد فوق با نتایج Ekhtera و همکاران (۲۰۰۶)، Hubbe (۲۰۰۶) و Jalali (۲۰۰۹)، Ekhtera و همکاران (۲۰۰۶) و Khosravani (۲۰۰۹) مطابقت دارد.

در تیمار با نشاسته ذرت افزایش شاخص مقاومت به کشش تا سطح ۰/۵ درصد اتفاق افتاده است اما در سطوح بالاتر این نشاسته، شاخص مقاومت به کشش افت می‌کند. علت این اتفاق می‌تواند ضخامت زیادتر لایه نشاسته باشد که مقاومت‌ها از حالت وابسته به الیاف خارج شده و به حالت وابسته به ضخامت نشاسته می‌رسند. چون مقاومت لایه نشاسته موجود بین الیاف کمتر از مقاومت اتصالات در خود نشاسته است، از این‌رو افزایش مصرف نشاسته سبب افت این ویژگی می‌شود.

طول پارگی ارتباط نزدیکی با مقاومت به کشش دارد که در واقع طول الیاف و اتصال بین الیاف بر این ویژگی تأثیرگذار می‌باشد. نتایج گویای این مطلب است که با افزایش درصد نشاسته تاپیوکا از صفر به ۱/۵ درصد، طول پارگی نیز به علت خاصیت پیونددهی نشاسته به الیاف افزایش می‌یابد. در کاغذهای تیمار شده با نشاسته ذرت افزایش طول پارگی تنها در سطح مصرف ۰/۵ درصد رخ می‌دهد و در مصرف ۱ و ۱/۵ درصد نشاسته ذرت شاهد افت این ویژگی هستیم. علت، ضخامت زیاد نشاسته است که به جای پیوند با الیاف، با گروه‌های هیدروکسیل خود پیوند برقرار کرده و چون مقاومت لایه نشاسته موجود بین

- strength agents-a review. *BioResources*, 1(2): 281-318 pp.
- Hubbe, M.A., 2006. Bonding between cellulosic fibers. *Bioresources Technology*, 1(2): 281-318 pp.
- Hubbe, M.A., 2004. Innovation in starch technology for wet end scientific and technical advances in wet end chemistry. PIRA International Industry Briefing Note. Miami.
- Jalali, T.H., 2009. Determining the best combination of dry strength additives on mechanical properties of recycled occ. -M.Sc thesis, faculty of Natural Resources of Tehran University, 115p. (In Persian).
- Jalali, T.H., Latibari.J. A., Mirshokraei, A. and Faezipur.M.M., 2010. Study the effect of cationic starch and guar gum on the strength properties of recycled occ. *Journal of wood and paper*, 46: 70-73.
- Kearney R. and Maurer H., W., 1997. Starch and Starch Product in Paper Coating, Tappi Press, and Appendix 3: Starch in paper-Enzymatic Test Method, ISBN-10: 0898520509.
- Khosravani, A., Latibari.J.A., Tajvidi.M., Mirshokraei, A. and Mohammadnezhad, M., 2010. Study the effect of cationic starch on the performance of nano silica, anionic starch in fine paper. *Journal of forest and wood product*, Tehran university press, 63 (1): 6 p.
- Khosravani, A., 2009. Investigation on Utilizing Cationic Starch –anionic Nanosilica system for application of more filler in fine paper. Ph.D. thesis, Tehran University, 74 pp.
- Lee, J., lee, Y.H.L. and Youn, H.Y., 2005. Adsorption analysis of cationic guar gum on fibers in closed papermaking system. *Tappi Journal*, 4(10): 323-324 pp.
- Malton, S., Kuys, K., Parker, I. and Vanderhoke, N., 1998. Adsorption of cationic starch on eucalyptus pulp fibers and fines. *Appita journal*, 51(4): 292-298 pp.
- Mirshokraei, A., 2002. Guide to waste paper. Aeezh press, 140 p. (in Persian).
- Szwarcztajan, E., 1996. Investigation on changes in the properties of Recycled pulp Fractionation. *Cellulose Chemistry and Technology*.
- Tschirner, U., Barsness, J. and Keeler, T., 2007. Recycling of chemical pulp from wheat and corn stover, *Bioresources*, 2(4): 356-543 pp.
- Ziaee, M., 1999. Effect of non-fibrous additives on properties of recycled paper pulping and paper packaging from mixed waste. M.Sc. thesis, Faculty of marine and natural resources, 98 p.
- توجه به اینکه در ایران استفاده از کارتن‌های کهنه و بازیافت دوباره آن در صنایع بسته‌بندی رو به رشد است، متناسب با کالای بسته‌بندی شده و نیروهای وارده به کارتن، به سطح معینی از ویژگی‌های مقاومتی نیاز است. با توجه به اینکه نشاسته کاتیونی مناسب‌ترین ماده از لحاظ قیمت در بخش افزودنی‌های بهبوددهنده مقاومت می‌باشد، بنابراین انتخاب نشاسته‌ای که با جذب بیشتر و مؤثرتر روی الیاف، خمیرکاغذ مقاوم‌تری را تولید کند، ضروریست. نشاسته کاتیونی تاپوکا عملکرد بهتری نسبت به نشاسته کاتیونی ذرت دارد. در نشاسته ذرت به دلیل درصد بالاتر آمیلوز، شاخص توده‌ای شدن و دلمه شدن افزایش یافته و افزایش مقاومت‌ها در مقایسه با نشاسته تاپوکا کمتر خواهد بود. به همین دلیل نشاسته‌های دارای آمیلوپکتین بیشتر به عنوان ماده افزودنی در پایانه‌تر ترجیح داده می‌شوند.
- Chakravarty ( ) نیز با تعیین جذب آمیلوز و آمیلوپکتین بر روی خمیرکاغذ نشان داد که جذب آمیلوپکتین در مقایسه با آمیلوز بیشتر است.

### منابع مورد استفاده

- Anonymous, j., 2001. A New Developments in Molded Pulp Processes and Packaging. IMPEPA Report. Chicago. Illinois USA, 20-24 pp.
- Chakravarty, S., 2006. Development of creep tester and to study the effect of cationic starch on tensile creep behavior of softwood handsheets at low and high relative humidity. A thesis Submitted to the Faculty of Miami University In partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, 60pp.
- Ekhtera, M., H. Rezayati, P., Ramezani, O. and Azadfallah, M., 2008. Effect of polyaluminium chloride, starch, alum, and rosin on the rosin sizing, strength, and microscopic appearance of paper prepared from old corrugated container (occ) pulp. *Bioresources technology*, 4(2): 291-318 pp.
- Hamzeh, y., 2009. Principales of papermaking chemistry. Tehran university press, 424 p. (in Persian).
- Hubbe, M.A., 2006. Bonding between cellulosic fibers in the absence and presence of dry-strength OD dry-



## Comparing the performance of corn and tapioca cationic starch, corn to improve the strength characteristics of paper from old corrugated containers

N. Nazarnezhad<sup>1\*</sup>, S.N. Moosavi<sup>2</sup> and S.M. Zabihzadeh<sup>3</sup>

1\*- Corresponding author, Associate professor of wood and paper industry, Agricultural and Natural Resources University of Sari, Iran, Email: [www.Nazarnezhad91@gmail.com](mailto:www.Nazarnezhad91@gmail.com)

2-M.Sc., Graduated, Pulp and Paper Industry, Agricultural and Natural Resources University of Sari, Iran

3- Associate professor of wood and paper industry, Agricultural and Natural Resources University of Sari, Iran

Received: March, 2016

Accepted: Aug., 2016

### Abstract

The purpose of this study is evaluation of Tapioca and Corn cationic starch effects on the mechanical characteristics of paper from old corrugated containers. The recycling decrease waste paper properties and negative affect on the paper quality. The different treatments can improve the fiber quality. Cationic starch is effect treatment for quality improvement of recycled fibers. In this study, the cationic starch of Tapioca and Corn, each at three different levels 0.5, 1 and 1.5 % and comparison with samples (without cationic stretch). Hand sheets with a grammage of 120 g/m<sup>2</sup> were made and their strength properties were measured. As well as, the absorption rates of two kinds of starch on the pulp were calculated using the Acid-Phenol method. The results indicated that the use of 1.5% of Tapioca starch and 1% Corn starch had an optimum effect in increasing the strength of the produced paper. In comparison of kinds two of starch, Tapioca starch had more effective than corn starch.

**Key words:** Cationic starch, OCC- recycling, tapioca – corn.