بررسی ویژگی‌های کربوکسی متیل سلولز ساخته شده از کاغذ باطله

بیتا معزی‌پور [۱*]، علیرضا طلوعی [۲]

۱*- استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

ایمیل نویسنده مسئول: b.moezzipour@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/٤/٤ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/٤/۷

چکیده

در این مطالعه ویژگی‌های کربوکسی متیل سلولز ساخته‌شده از کاغذ باطله مورد بررسی قرارگرفت. به‌این منظور از کاغذباطله با شرایط مختلف برای ساخت کربوکسی متیل سلولز استفاده‌شد که شامل کاغذ باطله بدون جوهر و بدون رنگبری CMC-(Ni)، کاغذ باطله دارای جوهر و بدون رنگبری (CMC-P)، کاغذباطله بدون جوهر و رنگبری‌شده (CMC-E) بود. هم‌چنین از سلولز صنعتی موجود در بازار برای ساخت کربوکسی متیل سلولز استفاده‌شد (CMC-Ic) و به منظور مقایسه نمونه‌های حاصل ویژگی‌های کربوکسی متیل سلولز صنعتی نیز به عنوان شاهد مورد بررسی قرارگرفت. برای بررسی ساختار شیمیایی کربوکسی متیل سلولزها از آزمون طیف‌سنجی با اشعه مادون قرمز استفاده‌شد. و به منظور بررسی ویژگی‌های کربوکسی متیل سلولزهای ساخته‌شده، درجه استخلاف (DS)، ویسکوزیته و pH مواد اندازه گیری‌شد. نتایج FT-IR نشان‌داد که کربوکسی متیل سلولزهای حاصل از کاغذ باطله گروه‌های عاملی مشابه با کربوکسی متیل سلولز صنعتی دارند و وجود جوهر و سایر ناخالصی‌ها تاثیری در ساختار شیمیایی آن‌ها نداشته‌است. کربوکسی متیل سلولز ساخته‌شده از سلولز صنعتی تفاوت‌هایی را در ساختار نشان‌داد. مهم‌ترین تفاوت سلولز و کربوکسی متیل سلولز در وجود پیک در طول موج ۱/cm ۱۰٦۰ است که نشان دهنده وجود گروه‌های کربوکسیل است. بررسی ویژگی‌های کربوکسی متیل سلولزهای ساخته‌شده نشان‌داد که درجه استخلاف کربوکسی متیل سلولز صنعتی در حدود ۰/۷۳ و درجه استخلاف کربوکسی متیل سلولز حاصل از کاغذباطله بدون جوهر رنگبری‌شده در حد ۰/٦۹ است که تفاوت چندانی با هم ندارند. ویسکوزیته کربوکسی متیل سلولز صنعتی بیشتر از کربوکسی متیل سلولزهای ساخته‌شده از کاغذ باطله بود. ویژگی‌های کربوکسی متیل سلولز حاصل از کاغذ باطله رنگبری‌شده مشابهت بیشتری با کربوکسی متیل سلولز صنعتی داشت. pH کربوکسی متیل سلولزها حدود ۸ و بسیار نزدیک به هم بود. در کل با توجه به نتایج بدست‌آمده می‌توان گفت وجود جوهر و سایر ناخالصی‌ها در ساختار کاغذ باطله تا حدودی روی ویژگی-های کربوکسی متیل سلولز تأثیر دارد اما ساختار کلی نمونه‌ها یکسان است بنابراین با حذف مراحل رنگبری و جوهرزدایی می توان به روش ساده تر و مقرون به صرفه‌تری برای تولید کربوکسی متیل سلولز دست‌یافت و از آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از این فرایندها نیز جلوگیری کرد.

کلمات کلیدی

"بازیافت"، "CMC"، "پسماند کاغذ"، "درجه استخلاف "

۱- مقدمه

با توجه به محدودیت منابع چوبی یکی از بهترین راهکارها برای تامین ماده اولیه مورد نیاز صنایع مختلف بازیافت پسماند است. تبدیل پسماند به فراورده‌های سودمند از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. بازیافت پسماند منافع اقتصادی و زیست محیطی فراوانی را به دنبال دارد.کاغذ از اقلام مهم مصرفی زندگی روزمره تمامی اقشار جامعه است. تعداد دفعات بازیافت کاغذ در صنعت کاغذسازی به دلیل کاهش طول الیاف محدود است و منجر به افت مقاومت کششی کاغذ ساخته شده می-شود(Joshi et al, ۲۰۱۵).با وجود رواج بازیافت کاغذ، هم چنان ۳۰ تا ٤۰٪ از مناطق لندفیل در کشورهای توسعه یافته به کاغذ باطله اختصاص داده می‌شود (Adhikari et al, ۲۰۰۸).

استفاده از کاغذ باطله در تولید مشتقات سلولزی یک راهکار مناسب برای استفاده مجدد از کاغذ باطله است(Joshi et al, ۲۰۱۵). در میان انواع مختلف کاغذ باطله، کاغذ باطله اداری به دلیل داشتن مقادیر بالای سلولزبرای چنین کاربردی مناسبتر است. سالانه میلیون‌ها تن کاغذ باطله اداری تولید می‌شود (Wongvitvichot et al, ۲۰۲۱). کربوکسی متیل سلولز و سلولز قلیایی مهمترین مشتقات سلولز هستند. سلولز یک پلیمر خطی با وزن مولکولی بالاست که طبیعی، تجدید پذیر و زیست تخریب پذیر محسوب می‌شود. به دلیل پیوندهای

هیدروژنی فراوانی که در ساختار مولکولی سلولز وجود دارد نمی تواند به راحتی ذوب شود یا در آب و حلال های رایج حل شود(Mohkami & Talaeipour, ۲۰۱۱).

یکی از روش‌های افزایش کاربردهای سلولز جایگزینی گروه های عاملی هیدروکسیلی آن با دیگر گروه‌های عاملی و تولید مشتقهای سلولزی مانند کربوکسی متیل سلولز، متیل سلولز و اتیل سلولز می‌باشد(امانی و همکاران، ۱۳۹۵). کربوکسی متیل سلولز مهم ترین و پرمصرف ترین مشتق اتری سلولز است که تولید سالانه آن در جهان بالغ بر ۳۰۰۰۰۰ تن می‌باشد.

کربوکسی متیل سلولز به دلیل ویژگیهایی مانند افزاینده گرانروی محلولهای آبی، توانایی تشکیل فیلم، رفتار عالی به عنوان کلوئید محافظ، چسبندگی و ... کاربردهای فراوانی دارد(امانی و همکاران، ۱۳۹۵). کربوکسی متیل سلولز در مواد شوینده، مواد غذایی، نساجی، داروسازی و صنایع رنگ سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد و البته برای بهبود ویژگی های کاغذ نیز به عنوان ماده افزودنی استفاده می‌شود. کربوکسی متیل سلولز از مواد اولیه مختلف شامل سلولز خالص، چوب، کاغذ، اسلاج کاغذ، الیاف کتان، موز و گیاهان مختلف ساخته می‌شود(Mohkami & Talaeipour, ۲۰۱۱). مهم‌ترین مزیت کربوکسی متیل سلولز نسبت به سلولز، آبدوستی آن است که به درجه استخلاف بستگی دارد (امانی و همکاران، ۱۳۹۵).عمده کربوکسی متیل سلولز تولید شده در جهان از خمیر رنگبری شده سولفیت و کرافت یا از پنبه سلولزی خالص بدست می‌آید که با توجه به محدودیت این منابع و قیمت بالای آنها جایگزینی این منابع با منابع کم مصرف ترو ارزان‌تر از جمله ضایعات ضروری به نظر می‌رسد (امانی و همکاران، ۱۳۹۵).کاغذ باطله اداری حدود ۹۵٪ سلولز دارد و دارای مقادیر کمی لیگنین و همی‌سلولز است. بنابراین می‌تواند به عنوان ماده اولیه مناسب برای ساخت کربوکسی متیل سلولز استفاده شود.پیش از این نیز از کاغذ باطله اداری برای ساخت کربوکسی متیل سلولز استفاده شده و آماده-سازی کاغذ باطله همراه با مراحل رنگبری (برای دست یابی به سلولز خالص) ،جوهرزدایی و یا هردوی آنها بوده است (Rahman et al, ۲۰۲۱). در واقع یکی از محدودیت‌های استفاده مجدد و بازیافت کاغذ باطله مرحله رنگبری و جوهرزدایی است که علاوه بر صرف زمان، انرژی و هزینه زیاد، منجر به ایجاد پساب با بار آلایندگی بالا می شود. لذا در این تحقیق امکان حذف مرحله رنگبری و جوهرزدایی از فرایند تولید کربوکسی متیل سلولز از کاغذ باطله مورد بررسی قرارگرفته است و ویژگی‌های کربوکسی متیل سلولزهای ساخته شده از الیاف سلولزی حاصل از کاغذ باطله با شرایط متفاوت مطالعه شده‌است.

۲- روش انجام تحقیق

در این تحقیق از کاغذ باطله با شرایط مختلف (از نظر رنگبری و وجود جوهر) برای ساخت کربوکسی متیل سلولز استفاده شد و همچنین از سلولز صنعتی موجود در بازار نیز کربوکسی متیل سلولز ساخته شد تا تاثیر نوع ماده اولیه بر ویژگی‌های کربوکسی متیل سلولز مورد بررسی قرارگیرد. همچنین کربوکسی‌متیل سلولز صنعتی مورد بررسی و مقایسه با نمونه‌های ساخته‌شده قرار گرفت. کد تیمارها در جدول ۱ تعریف شده‌است.

جدول ۲- تعریف کد تیمارهای مختلف

مشخصات	کد
CMC حاصل از کاغذ باطله بدون جوهر بدون رنگبری	CMC-Ni
CMC حاصل از کاغذ باطله دارای جوهر بدون رنگبری	CMC-P
سلولز	Cellulose
کربوکسی متیل سلولز صنعتی	CMC-control
CMC حاصل از سلولز صنعتی	CMC-ic
CMC حاصل از کاغذ باطله بدون جوهر و رنگبری شده	CMC-E

کاغذ باطله اداری جمع‌آوری شده از سطح دانشگاه محقق اردبیلی پس از پاکسازی، خرد شده و در ترکیب با آب در داخل دستگاه پالپر خمیر شد. کاغذ باطله‌ها در دو نوع دارای جوهر و بدون جوهر تهیه‌شدند.

رنگبری خمیر کاغذ:به منظور اطمینان از عدم وجود ناخالصی و بالا بردن درجه خلوص سلولز، ابتدا الیاف فاقد مواد استخراجی به مدت ۱۲ ساعت در دمای محیط تحت تیمار محلول NaOH دو درصد وزنی قرار گرفتند. سپس الیاف از طریق صاف کردن از محلول جدا شدند و با آب مقطر مواد شستشو قرار گرفتند تا جایی که NaOH به طور کامل شسته شود. پس از شستشو و اطمینان از عدم وجود NaOH از طریق اندازه گیری pH، الیاف آبگیری شده و برای رنگبری آماده‌شدند. الیاف بدست آمده مجددا با آب ترکیب شدند (۴۰ میلی‌لیتر آب به ازای هر گرم الیاف) سپس با استفاده از کلریت سدیم (۲ گرم به ازای هر گرم الیاف) و اسید استیک (۱/۲ میلی‌لیتر به ازای هر گرم الیاف) در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد رنگبری شدند. رنگبری به مدت ٦ ساعت انجام‌شد. الیاف رنگبری‌شده به‌وسیله آب شستشو داده‌شدند تا جایی که pH به ۷

برسد.

تولید کربوکسی متیل سلولز

به ۲ گرم خمیر خشک، ۱۰۰ میلی لیتر ایزوپروپیل الکل ۹۹٪ افزوده و پس از هم زدن مکانیکی ۲۰ میلی‌لیتر هیدروکسید سدیم ۴۰٪ نیز اضافه‌شد. هم زدن در واکنشگاه به مدت ۹۰ دقیقه ادامه داشت. آنچه بعد از جداسازی فاز مایع به جا می ماند قلیا سلولز است. پس از این مرحله ۳ گرم مونوکلواستیک اسید به تدریج و در مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۵۵ درجه به واکنشگاه افزوده شد و چرخش مکانیکی به مدت ۲۱۰ دقیقه در همین دما ادامه یافت. در ادامه متانول ۷۰٪ به رآکتور اضافه شد و خنثی سازی تا pH معادل ۷ با اسید استیک ۹۰٪ انجام شد. سوسپانسیون حاصل بعد از فیلتراسیون با اتانول ۷۰٪ طی ۶ مرحله و در نهایت با متانول خالص شسته شد. خمیر حاصل در دمای ۶۰ درجه خشک و سپس آسیاب شد.

- بررسی ویژگی‌های کربوکسی متیل سلولز

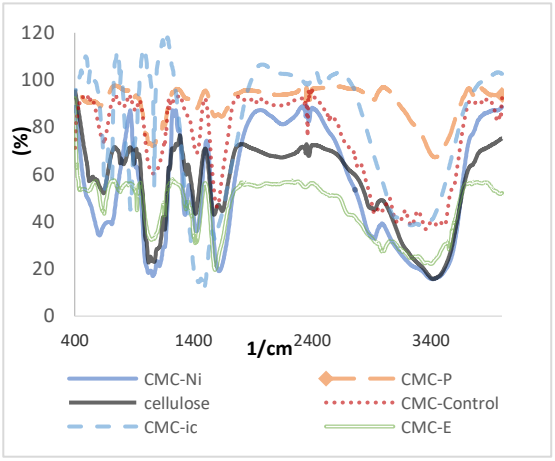
بررسی ساختار شیمیایی الیاف:

جهت بررسی ساختار شیمیایی کربوکسی متیل سلولزهای ساخته شده از آزمون طیف‌سنجی با اشعه مادون قرمز استفاده شد به این منظور از دستگاه طیف سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز آزمایشگاه شیمی آلی دانشگاه محقق اردبیلی استفاده شد. اندازه گیری به روش قرص برمید پتاسیم انجام شد.

تعیین درجه استخلاف :

نتایج مربوط به طیف‌سنجی با اشعه مادون قرمز سلولز و کربوکسی متیل سلولزهای ساخته شده در شکل ۱ نشان داده شده است.

شکل ۱- طیف FT-IR سلولز و نمونه‌های کربوکسی متیل سلولز



نمونه ۵ گرمی کربوکسی متیل سلولز به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه در دمای ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت دیده و خاکستر حاصل در دسیکاتور به دمای اتاق رسید. سپس ۶ میلی‌لیتر آب جوش دیونیزه به آن افزوده‌شد تا کاملا حل شود. محلول حاصل با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر شده تا pH محلول به ٤/٤ برسد. در نهایت با استفاده از رابطه ۱، درجه استخلاف محاسبه شد.

b: میزان اسید مورد نیاز برای تیتراسیون (میلی‌لیتر)

G: میزان CMC استفاده شده (گرم)

$$DS = \frac{0.162\ (\frac{0.1\,b}{G})}{1-0.08\ (\frac{0.01b}{G})} \qquad (۱)$$

ویسکوزیته ظاهری:

برای اندازه گیری ویسکوزیته ظاهری نمونه های کربوکسی متیل سلولز محلول ۲٪ تهیه و از ویسکومتر بروکفیلد استفاده شد.

تعیین pH:

بر اساس استاندارد GB/T ۱۹۰٤-۲۰۰۵ انجام شد. ابتدا محلول CMC با درصد خشکی ۲٪ تهیه شد و پس از حل شدن کامل pH آن با استفاده از pH متر اندازه گیری شد.

۳- نتایج

مقایسه طیف مربوط به کربوکسی متیل سلولز صنعتی به عنوان شاهد با کربوکسی متیل سلولزهای ساخته شده از کاغذ باطله با شرایط مختلف CMC-Ni، CMC-P و CMC-E نشان دهنده انطباق پیکها میباشد که به معنای وجود گروه‌های عاملی مشترک است. در نتیجه می‌توان گفت که کربوکسی متیل سلولز به خوبی از کاغذ باطله ساخته‌شده‌است. طیف FT-IR سلولز نیز به منظور اثبات تغییرات در ساختار کربوکسی متیل سلولز ارائه شده است. بر اساس گزارش نتایج Heydarzadeh et al, ۲۰۰۹ کربوکسیل، متیل و گروه‌های عاملی هیدروکسیل در طول موج های ۱٦۱۸، ۱٤۲٦ و ۱۳۰۰ 1/cm پیک می‌دهند. پیک‌های جذب در طول موجهای ۳۳۰۰ تا ۳٤۰۰ 1/cm، مربوط به کشش گروه‌های O-H هستند، در حالیکه پیکهای ظاهر شده در طول موجهای حدود ۲۸۰۰ تا ۲۹۰۰ 1/cm، مربوط به کشش C-H می‌باشند. پیکهای ایجاد شده در طول موجهای ۱٦۲۰و ۱٤۲۳ 1/cm، مربوط به دو گروه عاملی مختلف در کربوکسی متیل سلولز هستند. پیک ظاهر

شده در طول موج ۱/cm ۱۶۰۳ مربوط به گروه‌های کربوکسیل است. پیکهای ۱۴۲۳ و ۱/cm ۱۳۲۵ به ترتیب مربوط به متیل و هیدروکسیل هستند. ظهور پیک شدید جذب در حدود ۱۵۰۰ تا ۱/cm ۱۷۰۰ وجود گروه‌های کربوکسیل را تایید می‌کند (Mohkami & Talaeipour, ۲۰۱۱).مقایسه طیف FT-IR سلولز و کربوکسی متیل سلولز، نشان می‌دهد که نمودارها در بیشتر طول موجها با هم، همخوانی قابل قبولی دارندکه در عدد موجهای ۱۰۶۰، ۱۳۲۵، ۱۴۲۳ و ۱/cm ۲۳۴۲۳ دیده می‌شود، که به ترتیب، مربوط به گروه‌های عاملی C-O-C، هیدروکسیل متصل به کربوکسیل، متیل و هیدروکسیل آزاد است. مهم‌ترین تفاوت مشهود بین سلولز و CMC پیک ظاهرشده در عدد موج ۱/cm ۱۶۰۶ است که مربوط به گروه کربوکسیل است (امانی و همکاران، ۱۳۹۵).ویژگی‌های کربوکسی متیل سلولزهای ساخته شده از مواد اولیه مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- ویژگی‌های کربوکسی متیل سلولزهای ساخته شده

نمونه	درجه استخلاف	ویسکوزیته (سانتی پواز)	pH
CMC-Control	۰/۷۳	۱۱۰۰	۸/٤
CMC-Ni	۰/۵۵	۹۸۱	۸/۲
CMC-P	۰/٤۸	۹۲۰	۸/۳
CMC-Ic	۰/٦۹	۹۹۰	۸/۳
CMC-E	۰/٦٦	۹۸۵	۸/۱

درجه استخلاف (DS): نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که درجه استخلاف کربوکسی متیل سلولز صنعتی کمی بیشتر از کربوکسی متیل سلولز حاصل از کاغذ باطله است. هر چه میزان ناخالصی‌هایی مثل لیگنین، همی‌سلولز و جوهر کمتر باشد درجه استخلاف بالاتر خواهد بود. به همین دلیل کمترین درجه استخلاف (۰/٤۸) مربوط به کربوکسی متیل سلولز ساخته شده از کاغذ باطله بدون رنگبری همراه با جوهر (CMC-P)بدست آمد که بیشترین میزان ناخالصی را داشته است.DS مهمترین عامل تعیین‌کننده کاربردهای CMC است چرا که تاثیر زیادی بر حلالیت آن دارد. به طوری که فراورده کربوکسی متیل سلولز با درجه استخلاف بالاتر از ۰/٤ به راحتی در آب گرم و سرد حل می‌شود. هر چه این عدد بالاترباشد آبدوستی بیشتر است (مهدیخانی و همکاران، ۱۳۹۵). بالاتر بودن درجه استخلاف در CMC تولیدی ناشی از بالاتربودن سهم مواد با نظم بلورین کمتر و فراوانی دسترسی گروه های عاملی جهت میزبانی گروه کربوکسی متیل که واجد حجم فضایی بالاتری هستند می‌باشد(مهدیخانی و همکاران، ۱۳۹۵). DS کربوکسی متیل سلولز بسته به نوع ماده اولیه از ۰/۱۷ تا ۲/٤ گزارش شده‌است (Rahman et al, ۲۰۲۱). درجه استخلاف کربوکسی متیل سلولز حاصل از باگاس نیشکر، کاه گندم، کاه برنج، خاک اره و برگ درخت خرما به ترتیب ۰/۷۱، ۰/۵۸، ۰/٤۱، ۰/٦۷ و۰/۵٤ گزارش شده است. (امانی و همکاران، ۱۳۹۵). درجه استخلاف کربوکسی متیل سلولز حاصل از کاغذ باطله جوهرزدایی شده همراه با تکنیک اولتراسونیک ۰/۷۵ گزارش شده‌است(Wongvitvichot et al, ۲۰۲۱)ویسکوزیته: هر چقدر تخریب سلولز بیشتر باشد و جرم مولکولی کمتر شود ویسکوزیته کاهش می‌یابد. درصد الفا سلولز و گرانروی خمیر اولیه نیز هر چقدر بیشتر باشد ویسکوزیته CMC حاصل بیشتر خواهد بود. وجود ناخالصی‌ها نیز منجر به افت ویسکوزیته می‌شود (مهدیخانی و همکاران، ۱۳۹۵). همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، ویسکوزیته کربوکسی متیل سلولزهای ساخته‌شده از کاغذ باطله کمتر از نمونه شاهد می‌باشد که نشان‌دهنده وجود ناخالصی در سلولز است.pH : درجه استخلاف بالاتر به معنای مقدار بیشتر گروه های کربوکسی متیل آنیونی شده‌است و بنابراین pH افزایش می‌یابد. (Mohkami & Talaeipour, ۲۰۱۱). بین مقادیر pH نمونه‌های تهیه‌شده از کاغذ باطله، سلولز صنعتی و شاهد تفاوت چندانی وجود ندارد. بررسی ساختار شیمیایی و ویژگی‌های کربوکسی متیل سلولزهای ساخته شده از کاغذ باطله با شرایط مختلف نشان‌داد که وجود مقادیر کم همی‌سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و جوهر مشکلی در ساخت کربوکسی متیل سلولز ایجاد نمی‌کند، بنابراین برای صرفه اقتصادی بیشتر و تسهیل در فرایند ساخت کربوکسی متیل سلولز از کاغذ باطله می‌توان مراحل رنگبری و جوهرزدایی را حذف نمود. در تولید کربوکسی متیل سلولز بخشهایی از سلولز که وارد واکنش نمی‌شوند به صورت بقایای غیر قابل انحلال در کربوکسی متیل سلولز ظاهر می‌شوندکه روی حلالیت و ویسکوزیته آن اثر منفی دارند. تحقیقات نشان‌داده که استفاده از خمیر سولفیت که ۹۰ تا ۹٦٪ سلولز دارد و ما بقی محتوای آن شامل لیگنین، همی سلولزها و مواد استخراجی می‌باشدبرای تولید کربوکسی متیل سلولز مناسب است. نکته قابل توجه اینجاست که وجود همی سلولزهای حل شونده منجر به تولید کربوکسی متیل سلولز با حل شوندگی و ویژگی‌های بهتر نیز می‌شود. در واقع نه تنها سلولز بلکه همی‌سلولزهای موجود در خمیر کربوکسی متیله می‌شوند(Jardeby et al. ۲۰۰۵). همچنین، تحقیقات

نشان داده که در مراحل بازیافت کاغذ، لیگنین به طور کامل حذف نمی‌شود اما وجود بقایای لیگنین مشکلی در کربوکسی متیلاسیون ایجاد نمی‌کند و حذف کامل آن ضروری نیست (Ünlü, ۲۰۱۳). بنابراین می‌توان گفت برای تولید کربوکسی متیل سلولز نیازی به استفاده از سلولز خالص نیست و این به معنای رفع بسیاری از محدودیت‌ها در استفاده از منابع مختلف سلولزی به عنوان مواد اولیه تولید کربوکسی متیل سلولز است.

٤- نتیجه‌گیری

در این تحقیق امکان تولید کربوکسی متیل سلولز از کاغذ باطله با شرایط مختلف مورد بررسی قرارگرفت. وجود جوهر و سایر ناخالصی‌ها در ساختار کاغذ باطله تا حدودی روی ویژگی‌های کربوکسی متیل سلولز تأثیر دارد اما ساختار کلی نمونه‌ها یکسان است. بنابراین با حذف مراحل رنگبری و جوهرزدایی می‌توان به روش ساده‌تر و مقرون به صرفه‌تری برای تولید کربوکسی متیل سلولز دست یافت. البته با در نظرگرفتن این مورد که وجود مواد شیمیایی و ناخالصی‌ها کاربرد این نوع کربوکسی متیل سلولز را محدودساخته و در صنایع غذایی و دارویی و بهداشتی قابل استفاده‌نمی‌باشد.

منابع

- امانی، ح.، حسن خواه، الف.، طالب نیا، ف.، ۱۳۹۵. استخراج سلولز و بررسی تولید کربوکسی متیل سلولز از چند منبع ضایعاتی کشور، نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران، دوره ۳۵، شماره ۲، ص ۱۱۳-۱۲۰.
- مهدیخانی، ح.، جلالی ترشیزی، ح.، جعفری پطرودی، س.ر.، میرشکرایی، س.الف.، ۱۳۹۵. تولید کربوکسی متیل سلولز از خمیرکاغذهای رنگبری شده باگاس و جوهرزدایی شده کاغذهای باطله مخلوط اداری: شناسایی و مقایسه ویژگی‌ها، مجله صنایع چوب و کاغذ ایران، سال هفتم، شماره ۳، ص ۳۱۱-۳۲۱.

- Adhikari, C.R. Parajuli, D., Inoue, K., Kawakita, H., Harada, H., ۲۰۰۸. Recovery of precious metals by using chemically modified waste paper, New J.Chem. Vol ۳۲, P. ۱٦۳٤-۱٦٤۱.
- Heydarzadeh, H.D., Najafpour, G.D., Nazari-Moghadam, A.A., ۲۰۰۹. Catalyst free conversion of alkali cellulose to fine carboxy methyl cellulose at mild conditions, J.W. Appl.Sci. Vol ٦(٤), P. ٥٦٤-٥٦٩.
- Jardeby, K., Germgard, U., Kreutz, B., Heinze, T., Heinze, U., Lennholm, H., ۲۰۰٥. Effect of pulp composition on the characteristics of residuals in CMC made from such pulps, Cellulose, Vol ۱۲, P. ۳۸٥-۳۹۳.
- Joshi, G., Naithani, S., Varshney, V.K., Bisht, S., Rana, V., Gupta, P.K., ۲۰۱٤. Synthesis and characterization of carboxymethyl cellulose from office waste paper: A greener approach towards waste management, Waste Management, Vol ۳۸, P. ۳۳-٤۰.
- Mohkami, M., Talaeipour, M., ۲۰۱۱. Investigation of the chemical structure of carboxylated and carboxymethylated fibers from waste paper via XRD and FT-IR analysis, BioResources, Vol. ٦ (۲), P. ۱۹۸۸-۲۰۰۳.
- Rahman, M. S., Seif Hasan, M., Sutradhar, A., Sunghyun, N., Kamakar, A. K., Ahsan, M.S., Shiddiky, M., Boshir Ahmed, M., ۲۰۲۱. Recent developments of carboxy methyl cellulose, Polymers, Vol ۱۳(۱۳٤٥), P.۱-٤۸.
- Ünlü, C.H., ۲۰۱۳. Carboxymethylellulose from recycled newspaper in aqueous medium, Carbohydrate polymers. Vol ۹۷, P. ۱٥۹-۱٦٤.
- Wasupon, W., Pithakratanayothin, S., Wongkasemjit, S., Chaisuwan, T.H., ۲۰۲۱. Fast and practical synthesis of carboxymethyl cellulose from office paper waste by ultrasonic-assisted technique at ambient temperature, Polymer Degradation and Stability, Vol ۱۸٤, P. ۱-۱۰.

Properties of Carboxy methyl cellulose produced from waste paper

Bita Moezzipour[۱] ; Alireza Tolouei[۲]

[۱] Assistant Professor, Faculty of Agriculture & Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[۲] MSc. Student, Faculty of Agriculture & Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
Email Address: b.moezzipour@uma.ac.ir

Abstract

In this study, the properties of carboxymethyl cellulose made from waste paper were investigated. For this purpose, waste paper with different conditions was utilized to producing carboxymethyl cellulose, which included waste paper without ink and without bleaching (CMC-Ni), waste paper with ink and without bleaching (CMC-P), waste paper without ink and bleached (CMC-E). Also, industrial cellulose available in the market was utilized to producing carboxymethyl cellulose (CMC-Ic), and in order to compare the resulting samples, the properties of industrial carboxymethyl cellulose were also examined as a control. Infrared spectroscopy was used to investigate the chemical structure of carboxymethyl cellulose. And to investigate the manufactured carboxymethyl celluloses, the degree of substitution (DS), viscosity and pH of the samples were measured. The FT-IR results showed that the carboxymethyl celluloses obtained from waste paper have functional groups similar to industrial carboxymethyl cellulose, and the presence of ink and other impurities had no effect on their chemical structure. Carboxymethyl cellulose made from industrial cellulose showed differences in structure. The most important difference between cellulose and carboxymethyl cellulose is the presence of a peak at the wavelength of ۱۰۶۰/۱ cm, which indicates the presence of carboxyl groups. Investigating the characteristics of the manufactured carboxymethyl celluloses showed that the degree of substitution of carboxymethyl cellulose is about ۰٫۷۳ and the degree of substitution of carboxymethyl cellulose obtained from unbleached waste paper is about ۰٫۶۹, which are not much different from each other. The viscosity of industrial carboxymethyl cellulose was higher than carboxymethyl celluloses made from waste paper. The characteristics of carboxymethyl cellulose obtained from bleached waste paper were more similar to industrial carboxymethyl cellulose. The pH of carboxymethyl celluloses was about ۸ and very close to each other. In general, according to the obtained results, it can be concluded that the presence of ink and other impurities in the structure of waste paper does not have much effect on the characteristics of carboxymethyl cellulose, and by removing these steps, a simpler and more economical method can be used to produce carboxymethyl cellulose. Also, avoid from environmental pollution caused by these processes.

Introduction

Considering the limitation of wood resources, one of the best solutions for supplying the raw material required by different industries is waste recycling. Converting wastes into useful products is very important. Waste recycling has many economic and environmental benefits. Paper is one of the important items used in the daily life of all sections of the society. The number of paper recycling in the paper industry is limited due to the decrease in the length of the fibers and it leads to a decrease in the tensile strength of the manufactured paper. Despite the prevalence of paper recycling, ۳۰ to ٤۰٪ of landfill areas in developed countries are still dedicated to waste paper. Utilizing waste paper in the production of cellulose derivatives is a suitable solution for reusing waste paper. Carboxy methyl cellulose and alkaline cellulose are the most important cellulose derivatives. Cellulose is a linear polymer with high molecular weight, which is naturally renewable and degradable. Due to the many hydrogen bonds in the molecular structure of cellulose, it cannot be easily melted or dissolved in water and common solvents. One of the ways to increase the applicatios of cellulose is to replace its hydroxyl functional groups with other functional groups and produce cellulose derivatives such as carboxymethyl cellulose, methyl cellulose and ethyl cellulose.

Methodology

In this research, waste paper with different conditions (in terms of bleaching and presence of ink) was used to make carboxymethyl cellulose, and also carboxymethyl cellulose was made from industrial cellulose available in the market to determine the effect of the type of raw material on the properties

of carboxymethyl cellulose. Also, industrial carboxymethyl cellulose was investigated and compared with manufactured samples. The codes of the treatments are defined in Table ۱.

Production of carboxymethyl cellulose

۱۰۰ ml of ۹۹٪ isopropyl alcohol was added to ۲ grams of dry paste, and after mechanical stirring, ۲۰ ml of ٤۰٪ sodium hydroxide was also added. Stirring in the reactor continued for ۹۰ minutes. What remains after liquid phase separation is alkali cellulose. After this step, ۳ grams of monochloro oacetic acid was gradually added to the reactor during ۳۰ minutes at a temperature of ٥٥°C, and the mechanical rotation continued for ۲۱۰ min at the same temperature. Next, ۷۰٪ methanol was added to the reactor and neutralization was carried out until pH equal to ۷ with ۹۰٪ acetic acid. After filtration, the resulting suspension was washed with ۷۰٪ ethanol in ٦ steps and finally with pure methanol. The resulting solid was dried at ٦۰ °C and then ground.

• Investigating the properties of carboxymethyl cellulose

The chemical structure of fibers: In order to investigate the chemical structure of the manufactured carboxymethyl celluloses, the infrared spectroscopy test was used. For this purpose, an infrared Fourier transform spectrometer of the Organic Chemistry Laboratory of Mohaghegh Ardabili University was utlized. Measurement was done by potassium bromide tablet method.Determining the degree of substitution: A sample of ٥ grams of carboxymethyl cellulose was heated for ۱٥ to ۲۰ minutes at a temperature of ۷۰۰ °C and the resulting ash reached room temperature in a desiccator. Then ٦ ml of deionized boiling water was added to it to dissolve completely. The resulting solution is titrated with ۰,۱ normal sulfuric acid until the pH of the solution reaches ٤,٤.Apparent viscosity: A Brookfield viscometer was used to measure the apparent viscosity of the carboxymethyl cellulose samples.Determination of pH: It was done according to the GB/T ۱۹۰٤-۲۰۰٥ standard. First, the CMC solution was prepared with a dry percentage of ۲٪, and after it was completely dissolved, its pH was measured using a pH meter.

Conclusion

In this research, the possibility of producing carboxymethyl cellulose from waste paper under different conditions was investigated. The presence of ink and other impurities in the structure of waste paper has some effect on the characteristics of carboxymethyl cellulose, but the overall structure of the samples is the same, so by removing the bleaching and de-inking steps, it can be done in a simpler and more economical way. It was achieved for the production of carboxymethyl cellulose. Of course, considering the fact that the presence of chemicals limits the use of this type of carboxymethyl cellulose and it cannot be used in the food, pharmaceutical and health industries.

Keywords

Recycling; CMC; Paper waste; Degree of substitution