

جنگل و فناوری‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران  
دوره ۷۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۹

ص ۳۸۷-۳۹۶

## اثر pH در رنگبری با هیپوکلریت سدیم بر ویژگی های خمیر حل شونده لیتر پنبه

- ❖ **سحر جالوند؛** دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی فناوری سلولز و کاغذ، دانشگاه شهید بهشتی، زیراب، ایران
- ❖ **حسین کرمانیان\*؛** استادیار، گروه مهندسی فناوری سلولز و کاغذ، دانشگاه شهید بهشتی، زیراب، ایران
- ❖ **امید رضائی؛** استادیار، گروه مهندسی فناوری سلولز و کاغذ، دانشگاه شهید بهشتی، زیراب، ایران
- ❖ **اسماعیل رسولی گرمارودی؛** استادیار، گروه مهندسی فناوری سلولز و کاغذ، دانشگاه شهید بهشتی، زیراب، ایران
- ❖ **سحاب حجازی؛** دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران

### چکیده

در این پژوهش تأثیر رنگبری با هیپوکلریت سدیم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین متغیرهای دستیابی به خمیر آلفاسلولز مطلوب بر خمیر کاغذ حاصل از لیتر پنبه بررسی شد. بدین منظور خمیر حاصل از لیتر پنبه به‌صورت رنگبری نشده از صنایع شیمیایی پارچین تهیه و با توالی HEA، در pH های ۹، ۱۱ و ۱۳ رنگبری شد و سپس به‌لحاظ ویژگی‌های ساختاری نظیر مقدار آلفاسلولز، درجه پلیمریزاسیون، گروه‌های کربنیل، گروه‌های کربوکسیل، میکروکاپا، خاکستر، مواد نامحلول در اسید سولفوریک و درجه روشنی ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که در pH=۹ کمترین مقدار لیگنین و بیشترین مقدار گروه‌های کربنیل و کربوکسیل دیده می‌شود. در این تیمار مقدار آلفاسلولز کمترین و مقدار مواد نامحلول در اسید سولفوریک و خاکستر بیشترین مقدار را داشتند. با افزایش pH تا ۱۱ بیشترین مقدار آلفاسلولز، کمترین مقدار خاکستر، و بیشترین درجه روشنی حاصل شد. در pH=۱۳ لیگنین زدایی به میزان کمتری صورت گرفت و کمترین میزان گروه‌های کربوکسیل نیز متعلق به این تیمار بود. با توجه به نتایج حاصل، به نظر می‌رسد که pH=۱۱ را می‌توان به‌عنوان گزینه مناسب برای تهیه خمیر آلفاسلولز در صنعت توصیه کرد.

واژگان کلیدی: آلفاسلولز، رنگبری، عدد مس، لیتر پنبه، هیپوکلریت سدیم، pH.

## مقدمه

پنبه مهم‌ترین لیف بافتنی طبیعی است که برای تولید لباس، پوشش و تولیدات صنعتی استفاده می‌شود و اغلب به منظور استفاده از الیاف آن کشت می‌شود؛ ولی علاوه بر این، از لیتر آن محصولات غذایی نظیر روغن مایع به دست می‌آید و نیز در حلاجی و تولید سلولز شیمیایی استفاده می‌شود [۱]. لیتر پنبه حاوی ۸۰-۹۰ درصد سلولز است. خالص‌سازی با استفاده از ترکیبی از جداسازیهای مکانیکی برای حذف ناخالصی‌هایی نظیر برگ و نظایر آن، و نیز تیمار قلیایی ملایم در دماهای زیاد برای خروج پروتئین‌ها، چربی‌ها، موم‌ها و در نهایت حذف دیگر مواد مزاحم با فرایند رنگبری پیگیری می‌شود [۲].

آلفاسلولز یکی از سه شکل سلولز است که از خمیر پنبه یا چوب حاصل می‌شود، بیشترین درجه پلیمریزاسیون را دارد و ماده تشکیل‌دهنده اصلی خمیر کاغذ و به‌ویژه خمیر شیمیایی حل‌شونده است. آلفاسلولز، سلولزی است بسیار خالص‌شده و نامحلول که قندها، پکتین و دیگر مواد محلول از آن جدا شده‌اند و به‌عنوان سلولز شیمیایی شناخته می‌شود. از موارد کاربرد آلفاسلولز می‌توان به تولید استرهای سلولز از قبیل نترات سلولز، سولفات سلولز، استات سلولز، پروپیونات استات و بوتیرات استات و اترهای سلولز از قبیل اتیل سلولز، متیل سلولز، هیدروکسی اتیل سلولز، کربوکسی متیل سلولز و میکروکریستال سلولز اشاره کرد [۳]. به‌منظور دستیابی به آلفاسلولز، فرآوری‌های مختلفی باید روی لیتر خام صورت پذیرد که مهم‌ترین آنها پخت و رنگبری است. یکی از قسمت‌های اصلی فرایند که کنترل‌کننده ویژگی‌های خمیر آلفاسلولز است، رنگبری

است. فرایند مذکور تحولات و پیشرفت‌های متعددی داشته است که از آن جمله می‌توان به فرایندهای رنگبری نوین در دو گروه  $TCF^1$  [۴] و  $ECF^2$  [۵]، مانند رنگبری با اکسیژن [۶]، ازن و پراکسید هیدروژن [۷] اشاره کرد؛ با وجود این، هنوز مصرف کلر و سایر ترکیبات کلردار در رنگبری ادامه دارد و روش‌های نوین هنوز نتوانسته‌اند جایگزین روش‌های رنگبری متداول کنونی شوند.

هیپوکلریت سدیم یکی از این مواد است که در سال ۱۹۴۶ برای رنگبری پارچه و خمیر کاغذ حاصل از چوب معرفی شد. هیپوکلریت نوعی رنگبر واقعی است. این ترکیب ترجیحاً بعضی از گروه‌های رنگساز لیگنین را از بین می‌برد و در موارد معدودی، برای رنگبری خمیر پربازده، یعنی مواردی که در آنها حفظ بازده خمیر اهمیت زیادی دارد، به‌کار رفته است. یون هیپوکلریت، پس از یک واکنش مقدماتی سریع، به‌شدت بر لیگنین اثر می‌کند. متأسفانه، بسته به میزان دسترسی به لیگنین، سلولز نیز تا حدی در معرض حمله این عامل رنگبر واقع می‌شود [۸]. کاهش ویسکوزیته و آلفاسلولز، نشان‌دهنده رنگبری بیشتر است. به‌طور معمول pH، مهم‌ترین متغیر در رنگبری خمیر آلفاسلولز با هیپوکلریت است و با هدف کنترل فرایند، به‌طور معمول بالای ۱۰ نگه داشته می‌شود؛ زیرا واکنش‌های فروپاشی ساختار ماده اولیه که به کاهش ویسکوزیته منجر می‌شوند، در pHهای کم سریع‌تر انجام می‌شوند و قابلیت کنترل آنها کاهش می‌یابد. در pH زیاد، سرعت رنگبری کنترل‌پذیرتر می‌شود [۸].

1. Total Chlorine Free  
2. Elemental Chlorine Free

آلفاسلولز، درجه پلیمریزاسیون و روشنی آن به ترتیب ۹۸ درصد، ۹۱۸ و ۹۸ درصد بود [۱۲].

هرمان (۱۹۹۷)، اکسیداسیون سلولز حاصل از لیتر پنبه توسط کلر، هیدروژن و پراکسید هیدروژن را با توجه به نقش pH و طبیعت اکسیدکنندگی این مواد در شکل گیری گروه های کربوکسیل و کتوسلولزها بررسی کرد. با رابطه بین گروه های عاملی و تخریب و تثبیت سلولز، می توان میزان کهنه شدگی<sup>۱</sup> و رفتار این پلیمر حین ذخیره سازی را پیش بینی کرده و گزارش کرد که گروه های کربنیل مسئول واکنش پوست کنی<sup>۲</sup> و شکل گیری گروه های رنگی زرد در محلول های قلیایی و همچنین برگشت رنگ در اثر کهنه شدن هستند [۱۳].

مانیت و نوی (۱۹۹۲) بامبو را ماده خام مناسبی برای تولید الیاف رایون دانستند. عدد کاپای خمیر پس از پخت ۹/۲، لیگنین ۱/۲۱ درصد، درجه پلیمریزاسیون ۸۱۵ و بازده قبل و پس از پخت به ترتیب ۳۶/۶۱ و ۳۲/۴۴ درصد بود. رنگبری به صورت دو توالی CHEHA و CEHEHA انجام گرفت. درجه پلیمریزاسیون خمیر حاصل از توالی پنج مرحله ای ۵۴۲، آلفاسلولز ۹۴/۸۷ درصد، خاکستر ۵/۱۷ درصد و لیگنین ۰/۱۸۷ درصد و درجه پلیمریزاسیون خمیر حاصل از توالی ۶ مرحله ای ۵۲۴، آلفاسلولز ۹۶/۸۷ درصد، خاکستر ۰/۰۹۶۸ درصد و لیگنین ۰/۱۷۵ درصد بود [۱۴].

راپسون (۱۹۷۷) بیان کرد که در طی رنگبری خمیر کاغذ با هیپوکلریت سدیم، سفیدی قابل قبولی به دست می آید، ولی بر اثر واکنش های اکسایشی رنگبری، ترکیباتی تشکیل می شوند که پایداری روشنی خمیر کاغذ را در اثر شرایط محیطی کاهش می دهد [۱۵].

از آنجا که تشکیل گروه های کربونیل در طی رنگبری با هیپوکلریت در pH بیشتر از ۱۰، کم است و با کاهش pH به ۷، افزایش زیادی می یابد، نرخ و میزان کهنه شدگی خمیر به شدت به pH مرحله هیپوکلریت وابسته است [۹].

مهدوی (۲۰۰۳)، در تحقیقی بر روی لیتر پنبه خام، پخت به روش سودا، لیتر به لیکور با نسبت ۱ به ۱۰ و حداکثر دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد و زمان ماند ۲ ساعت در توالی CEC را انتخاب کرد. در این تحقیق مقادیر آلفاسلولز ۳۲/۹۵ درصد، بتا سلولز ۳۴/۲ درصد، گاما سلولز ۳۴/۲ درصد، روشنی ۸۰/۸ درصد و خاکستر ۱۱۷۱ ppm به دست آمد [۱۰].

بهین و همکاران (۲۰۰۶) قابلیت تولید خمیر حل شدنی (آلفاسلولز) از ساقه ذرت را بررسی کردند. رنگبری خمیرهای حاصل طی توالی های HEH و HEHP همراه با شست و شوی بین مرحله ای صورت گرفت. در هر کدام از خمیرهای رنگبری شده، درصد آلفاسلولز، لیگنین، درجه پلیمریزاسیون و خاکستر تعیین و بهترین شرایط رنگبری به لحاظ ویژگی های خمیر حل شدنی رنگبری شده برای ساقه ذرت در توالی HEHP با مقادیر (۶ درصد) H<sub>1</sub>، (۳/۵ درصد) E، (۴ درصد) H<sub>2</sub>، (۲ درصد) P، بود که درصد آلفاسلولز خمیر حاصل ۹۲ درصد حاصل شد [۱۱].

در تحقیق کو و همکاران (۲۰۰۲) برای تهیه سلولز شیمیایی از الیاف سلولزی احیاشده و بررسی خواص آن با استفاده از پوشش اسیدی با فرایند اصلاح شده، از پیش هیدرولیز با محلول آبی اسید سولفوریک، و سپس پخت با محلول قلیایی سود / سولفید سدیم کمک گرفته شد. رنگبری با محلول هیپوکلریت سدیم و شست و شو نیز با استن / آب انجام گرفت. مقدار

کارخانه صنایع شیمیایی پارچین، بزرگ‌ترین تولیدکننده خمیر آلفاسولز کشور است که از لیتترهای استحصالی از منابع مختلف داخلی و خارجی با فرایند پخت سودا برای تولید این خمیر استفاده می‌کند. این کارخانه در بخش رنگبری با مشکلاتی از نظر تنظیم شرایط مناسب رنگبری مواجه است، به طوری که گاه با صدمه دیدن لیتر ناشی از نبود شرایط بهینه رنگبری، پارامترهای کیفی مطلوبی برای محصول مورد نظر به دست نمی‌آید. از این رو در تحقیق حاضر به منظور بهینه‌سازی عملیات رنگبری در صنایع شیمیایی پارچین، با هدف دستیابی به مقادیر مطلوب آلفاسولز، عدد مس، عدد کاپا، درجه روشنی و ...، شرایط عملیاتی ملایم‌تر و مصرف کمتر مواد شیمیایی، به بررسی اثر pH در رنگبری لیتر فراوری شده استفاده شده در کارخانه یاد شده با هیپوکلریت سدیم پرداخته است.

## مواد و روش‌ها

لیتر فراوری شده پنبه به صورت رنگبری نشده از صنایع شیمیایی پارچین تهیه شد. شرایط پخت خمیر مورد نظر در کارخانه مذکور به شرح زیر است: قلیابیت ۱۶ درصد در دو مرحله پخت ۸ درصدی،  $L/W = 0.1$ ، زمان ۴ ساعت و دما ۱۵۰ درجه سانتیگراد. پس از شست‌وشوی خمیر حاصل مشخصات اولیه خمیر کاغذ شامل میزان آلفاسولز، ویسکوزیته، DP و مواد نامحلول در اسید سولفوریک موجود در خمیرها براساس استاندارد فرانسوی SNPE، درصد لیگنین (آزمون میکروکاپا)، عدد مس (گروه‌های کربنیل)، درصد خاکستر و درجه روشنی خمیرها براساس استاندارد TAPPI و به ترتیب مطابق آیین‌نامه‌های UM۲۴۶، ۹۹-۹۳، T۴۳۰، ۹۳-۲۱۱om، ۹۲-۵۲om تعیین شد. همچنین برای

تعیین گروه‌های کربوکسیل موجود در خمیرها از روش کلمن و همکاران (۱۹۹۸) استفاده شد [۲]. سپس طی توالی سه مرحله‌ای<sup>۱</sup> HEA، رنگبری خمیرهای رنگبری نشده صورت گرفت. شایان ذکر است که مرحله H با استفاده از ماده هیپوکلریت سدیم، مرحله استخراج با کمک سود و مرحله A با استفاده از اسید سولفوریک ۹۸ درصد انجام گرفت. برای این کار ابتدا مقادیر مصرف مواد یاد شده براساس کلر فعال موجود در محلول هیپوکلریت سدیم تعیین شده و سپس به هر مرحله اضافه شدند. پس از هر مرحله نیز عملیات شست‌وشو به نحو مطلوبی صورت پذیرفت تا حداکثر خروج مواد شیمیایی رنگبری انجام گیرد. سپس آزمون‌های یاد شده در مورد خمیرهای رنگبری شده صورت گرفت. در این زمینه، خمیر رنگبری شده کارخانه، نمونه شاهد در نظر گرفته شد.

به منظور اجرای عملیات رنگبری، مقدار لازم از خمیر براساس وزن خشک توزین و پس از اعمال محاسبات مقدار کلر فعال، مقدار مناسب از محلول هیپوکلریت داخل کیسه‌های پلی پروپیلنی به خمیر اضافه شد و سپس درون حمام آب گرم قرار گرفت. شرایط عملیات رنگبری در جدول ۱ نشان داده شده است.

در این تحقیق به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن با درصد اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. همچنین برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و نیز ترسیم نمودارها به ترتیب نرم افزارهای SPSS و Excel به کار گرفته شد.

جدول ۱. شرایط رنگبری با هیپوکلریت سدیم

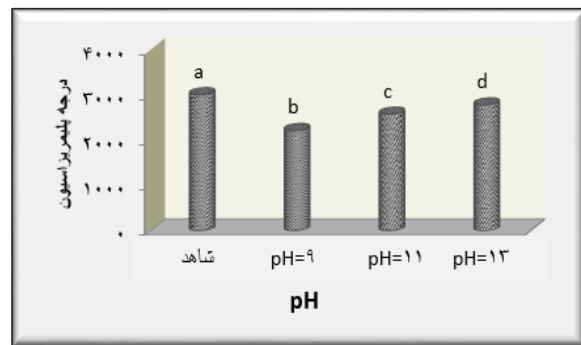
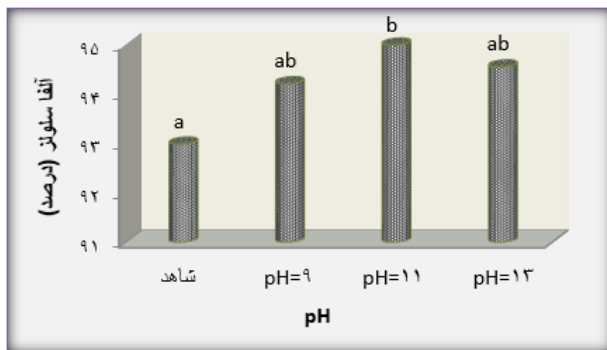
پارامتر	واحد	H	E	A
درجه حرارت	سانتی گراد	۵۰	۶۰	۵۰
درصد مواد شیمیایی	درصد	۱ کلر فعال	۱	۱/۳ کلر فعال
pH	-	۹-۱۳	۱۲/۳۲-۱۲/۷۶	۰/۹-۱/۲

خشکی خمیر در کلیه مراحل رنگبری: ۱۰ درصد؛ زمان تیمار در کلیه مراحل رنگبری: ۶۰ دقیقه

## نتایج و بحث

شکل ۱- A تأثیر مقادیر مختلف pH را بر مقدار آلفاسولوز و درجه پلیمریزاسیون نشان می دهد، به طوری که افزایش pH، تأثیر معنی داری بر مقدار آلفاسولوز خمیر کاغذ نداشته است. همان طور که در شکل ۱ مشخص شده است، با افزایش pH تا ۱۱ مقدار آلفاسولوز افزایش و پس از آن کاهش می یابد؛ هر چند مقدار آلفاسولوز در pH=۱۳ همچنان بیشتر از pH=۹ است. در عین حال بیشترین مقدار آلفاسولوز (۹۴/۹۹ درصد) در pH=۱۱ به دست آمد. همچنین مطابق شکل ۵، مقدار عدد کاپا که معرف مقدار

لیگنین باقی مانده در خمیر است نیز در این pH=۹ نسبت به pH=۱۱ بیشتر است. یون هیپوکلریت، پس از یک واکنش مقدماتی سریع، به شدت بر لیگنین اثر می کند. متأسفانه، با توجه به میزان دسترسی به لیگنین، سلولز نیز تا حدی مورد حمله این عامل رنگبر واقع می شود [۸]. به همین دلیل مقدار آلفاسولوز در ۱۱ pH= با وجود دارا بودن کمترین میزان لیگنین نسبت به دیگر شرایط کاهش بیشتری داشته است. نتایج تحقیق حاضر نیز نشان می دهد که با هدف کنترل و دستیابی به آلفاسولوز بیشتر در کنار لیگنین زدایی مطلوب تر، بهتر است که pH بالای ۹ تنظیم شود.

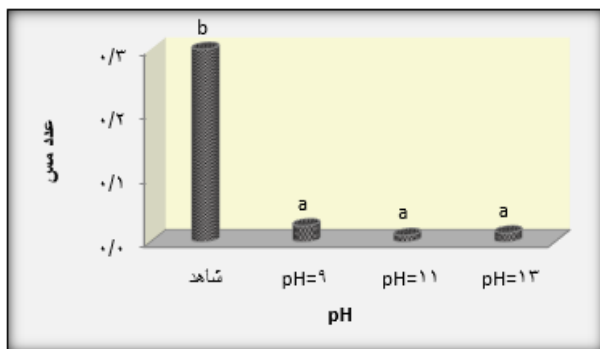


شکل ۱. تغییرات میزان آلفاسولوز (A) و درجه پلیمریزاسیون (B) در pH های مختلف

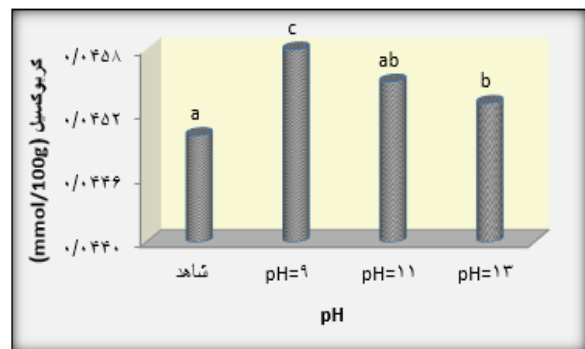
داشت که حضور گروه های کربوکسیل، پیوندهای گلیکوزیدی ناپایدار در قلیا را افزایش می دهد و این پیوندها به راحتی توسط قلیا شکسته شده و موجب کاهش ویسکوزیته می شوند [۱۶]. تطابق نتایج این تحقیق (شکل های ۲ و ۳) نیز نشان می دهد که در تیمار

از نظر آماری pH های مختلف بر میزان درجه بسپارش خمیر در سطح ۹۵ درصد اطمینان تأثیر معنی داری داشته است. همان طور که در شکل ۱- B مشاهده می شود پس از رنگبری بیشترین درجه بسپارش در pH=۱۳ (۲۷۸۲/۱) است. کارلسون (۲۰۰۵) بیان

در طی رنگبری با هیپوکلریت در pH بالای ۱۰، کم است و با کاهش pH به ۷، به مقدار زیادی افزایش می‌یابد، احتمالاً نرخ و میزان کهنه‌شدگی خمیر به شدت به pH مرحله هیپوکلریت وابسته است [۹]. تعداد ساختارهای کربنیل و پیوندهای دوگانه مزدوج در لیگنین طبیعی کم است، اما در جریان اکسیداسیون حین پخت و رنگبری بیشتر می‌شوند. یون هیپوکلریت اکسیدکننده‌ای قوی است و حتی پیوندهای کربن-کربن را می‌شکند [۳]. همچنین در pH=۹ بیشترین مقدار گروه‌های کربوکسیل و کربنیل (شکل ۲) نیز در طی عملیات رنگبری مشاهده می‌شود و با افزایش pH به سمت قلیایی، گروه‌های کربوکسیل کاهش می‌یابند (شکل ۲-B)؛ هرچند در مورد گروه‌های کربنیل در pH=۱۱ افزایش ناچیزی دیده می‌شود.



A



B

شکل ۲. تغییرات میزان عدد مس و گروه‌های کربوکسیل در pH های مختلف

از گروه‌های اسیدی کربوکسیل است که در طی عملیات پخت و رنگبری حل می‌شوند؛ در نتیجه، سفیدی خمیر تا حد زیادی افزایش می‌یابد [۳]. همچنین کارلسون (۲۰۰۵) بیان داشت که گروه‌های کربوکسیل ممکن است در طی رنگبری سلولز با عوامل اکسیدکننده تشکیل شوند [۱۶]. گروه‌های کربوکسیل برخلاف کربنیل، نسبت به شرایط تجزیه

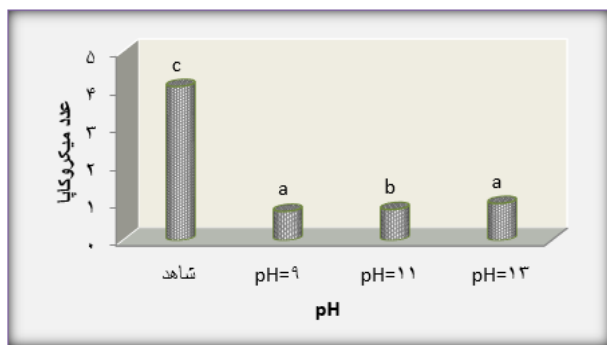
pH=۹ که میزان گروه‌های کربنیل بیشتر بوده است، کمترین درجه بسپارش و ویسکوزیته در خمیر حاصل شده است. کاهش میزان گروه‌های کربنیل در خمیر، درجه بسپارش و ویسکوزیته را تا حد زیادی افزایش داده است.

از نظر آماری pH های مختلف بر مقدار عدد مس خمیرهای رنگبری شده در سطح ۹۵ درصد اطمینان تأثیر معنی‌داری داشته است. عدد مس در خمیر رنگبری نشده بیشترین مقدار (۰/۳۵۶) را داراست که این مقدار پس از اعمال توالی‌های رنگبری به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد (شکل ۲-A). افزایش pH رنگبری به سمت قلیایی سبب کاهش عدد مس و به تبع آن کاهش گروه‌های کربنیل شد و بهترین نتیجه در pH=۱۱ به دست آمد. از آنجا که تشکیل گروه‌های کربنیل

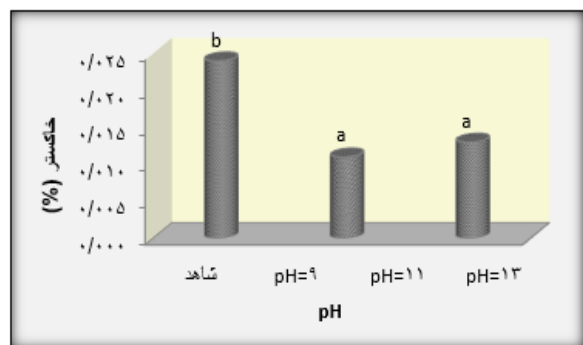
از نظر آماری افزایش pH بر مقدار گروه‌های کربوکسیل موجود در خمیرهای رنگبری شده، در سطح ۹۵ درصد اطمینان نیز تأثیر معنی‌داری داشته است (شکل ۲-B). بیشترین مقدار گروه‌های کربوکسیل پس از عملیات رنگبری در pH=۹ (۰/۴۵۷) به دست آمد و با افزایش pH به سمت قلیایی میزان آن کاهش یافت. ساختارهای لیگنین غنی

سلولز نیز بیشتر شده و مقدار آلفاسلولز کاهش یافته است. همچنین براساس شکل ۲ در  $pH=9$  گروه های کربوکسیل زیادی روی خمیر دیده می شود که اختلاف معنی داری با مقدار این ویژگی در  $pH$  های بالاتر دارد. با کنار هم دیدن شکل های ۱ و ۲ می توان افت درصد آلفاسلولز را به میزان گروه های اسیدی جدید که منشأ ایجاد گروه های کربوکسیل هستند نسبت داد که حین واکنش اکسیداسیون در رنگبری اثر تخریبی مواد شیمیایی را به سمت تخریب کربوهیدرات سوق می دهند. با توجه به شکل ۳-A، افزایش حالت قلیایی از ۹  $pH=$  تا  $pH=13$ ، موجب افزایش عدد کاپا (لیگنین زدایی کمتر) شده است. با در نظر گرفتن جنبه های کلی رنگبری با هدف رسیدن به آلفاسلولز مناسب،  $pH=11$  هر چند دارای لیگنین بیشتری نسبت به  $pH=9$  است، به دلیل میزان آلفاسلولز بیشتر در این تیمار از مطلوبیت بیشتری برخوردار است.

قلیایی حساسیت زیادی نشان نمی دهند، ولی بر پایداری روشنی در خمیر تأثیر گذارند. نتایج هم حاکی از این است که بنابر شکل ۷ در  $pH=11$  میزان گروه های کربوکسیل و همچنین عدد مس که نشان دهنده میزان گروه های کربنیل است، بیشتر است. از نظر آماری افزایش  $pH$  بر مقدار عدد کاپا که معرف مقدار لیگنین موجود در خمیر است، در سطح ۹۵ درصد اطمینان تأثیر معنی داری داشته است. همان طور که در شکل ۳-A مشخص است، پس از رنگبری، بیشترین لیگنین در  $pH=11$  (۰/۹۸) و کمترین آن در  $pH=9$  (۰/۷۷) حاصل شده است. به طور ایده آل، هدف از لیگنین زدایی، خارج کردن انتخابی لیگنین، حداقل از لایه بین سلولی است. اما در عمل نمی توان از حمله به پلی ساکاریدها جلوگیری کرد. این حمله سبب وابسپارش پلی ساکاریدها و افت و کاهش مقدار آنها از جمله سلولز می شود [۳]. شکل ۱-A هم نشان می دهد که در  $pH=9$ ، با وجود لیگنین زدایی بیشتر، آسیب به



A



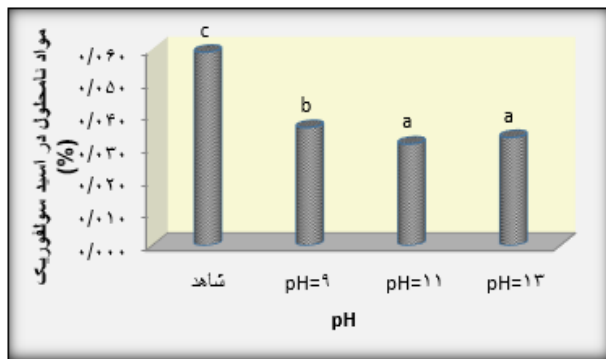
B

شکل ۳. تغییرات عدد میکروکاپا و خاکستر در pH های مختلف

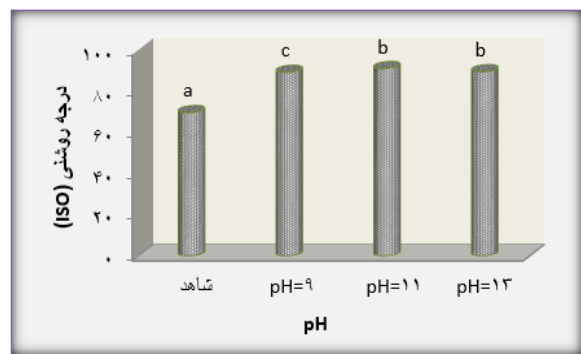
کمترین آن در  $pH=11$  (۰/۰۱) به دست آمد. از نظر آماری افزایش  $pH$  بر مقدار خاکستر موجود در خمیر، در سطح ۹۵ درصد اطمینان تأثیر معنی داری داشته است. همان طور که شکل مذکور نشان می دهد،  $pH=11$  دارای

شکل ۳-B تأثیر  $pH$  بر درصد خاکستر موجود در خمیر را نیز نشان می دهد. قبل از رنگبری مقدار مواد معدنی موجود در خمیر ۰/۴۱ بود. مطابق شکل بیشترین خاکستر پس از عملیات رنگبری در  $pH=9$  (۰/۰۲) و

حدود ۱۱ (۰/۰۳۱) است. اسید سولفوریک رقیق شده به‌طور مناسب، سلولز را بدون تبدیل آن به زغال در خود حل می‌کند، ولی سایر مواد فیزیکی در آن باقی می‌ماند. هدف از این آزمایش اندازه‌گیری مواد فیزیکی است که در اسید سولفوریک رقیق شده حل نمی‌شود. محلول سلولز به‌دست آمده اگر در آب ریخته شود (به‌شرطی که سلولز خالص باشد) مایعی شفاف و بدون مواد معلق تولید می‌کند (استاندارد SNPE). نتایج این تحقیق (شکل ۴-۱) نیز حاکی از وجود رابطه بین مواد نامحلول در اسید سولفوریک با مقدار آلفاسلولز است؛ به‌طوری که با افزایش مقدار آلفاسلولز، مواد نامحلول در اسید سولفوریک کمتر می‌شود.



A



B

شکل ۴. تغییرات مقدار مواد نامحلول در اسید سولفوریک و درجه روشنی خمیرهای آلفاسلولز در pHهای مختلف

دارد. کارلسون (۲۰۰۵) بیان داشت که گروه‌های کربوکسیل ممکن است در طی رنگبری سلولز با عوامل اکسیدکننده تشکیل شوند [۱۶]. اگرچه گروه‌های کربوکسیل برخلاف کربنیل، به شرایط تجزیه قلیایی حساسیت زیادی نشان نمی‌دهند، بر پایداری روشنی در خمیر تأثیر گذارند. در pH=۱۳ با وجود گروه‌های کربوکسیل کمتر (۰/۰۴۵۳) نسبت به pH=۱۱ با کاهش میزان روشنی مواجهیم. به‌نظر می‌رسد این کاهش روشنی در pH=۹ را می‌توان به وجود ساختارهای

کمترین مقدار خاکستر (معرف میزان مواد معدنی باقی مانده در خمیر) است و مقدار خاکستر ارتباط مستقیمی با مقدار آلفاسلولز موجود در خمیر نشان می‌دهد. مادان و تاندان [۱۷] و پراتیوی و همکاران [۱۸] نیز مقدار خاکستر را در تحقیقات خود و پس از رسیدن به آلفاسلولز مطلوب، کم و گاه ناچیز گزارش دادند.

از نظر آماری pHهای مختلف بر مقدار مواد نامحلول موجود در اسید سولفوریک در سطح ۹۵ درصد اطمینان تأثیر معنی داری داشته است. همان‌طور که در شکل ۴-۱ مشاهده می‌شود پس از رنگبری بیشترین مقدار مواد نامحلول در pH=۹ (۰/۰۳۶) و کمترین مقدار آن مربوط به شرایطی است که pH در

شکل ۴-۲ درجه روشنی خمیر آلفاسلولز در pHهای مختلف را نیز نشان می‌دهد. از نظر آماری افزایش pH بر روشنایی خمیر حاصل در سطح ۹۵ درصد اطمینان تأثیر معنی داری داشته است. مطابق شکل مذکور بیشترین درجه روشنی در pH=۱۱ (۹۹/۰۶ درصد) و کمترین درجه روشنی پس از رنگبری و در pH=۹ (۸۹/۲۲ درصد) به‌دست آمده است. همان‌طور که در شکل ۴ بیان شد، میزان روشنی ارتباط نزدیکی با میزان گروه‌های کربوکسیل تولیدشده در خمیر



بوده است، ولی متناسب با تخریب لیگنین، سلولز نیز در معرض حمله یون هیپوکلریت قرار می گیرد و میزان درجه پلیمریزاسیون آن نیز کاهش می یابد. همچنین یکی دیگر از ویژگی هایی که می تواند در کیفیت ظاهری خمیر آلفاسلولز اثرگذار باشد درجه روشنی خمیر است که می تواند از گروه های کربنیل و کربوکسیل با ساختار مزدوج ایجاد شده در طی عملیات رنگبری نشأت گرفته و باعث زردی خمیر شوند که از این نظر نیز خمیرهای تیمار  $pH=11$  دارای کیفیت بهتری بوده اند و می توانند در تأمین نظر مشتری اثر محسوس خود را نشان دهند. بنابراین، با توجه به نتایج حاصل، به نظر می رسد که  $pH=11$  را می توان به عنوان گزینه مناسب برای تهیه خمیر آلفاسلولز در کارخانه پارچین توصیه کرد.

### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از مدیریت کارخانه صنایع شیمیایی پارچین که علاوه بر همکاری های نزدیک، منابع مالی این تحقیق را تأمین کردند قدردانی می کنند.

دوگانه بیشتر از جمله گروه های کربنیل ( $0/014$ ) در مقایسه با  $pH=9$  ( $0/01$ ) نسبت داد.

### نتیجه گیری

تحقیق حاضر با هدف بهبود ویژگی های خمیر حاصل از لیتر پنبه با استفاده از توالی HEA صورت پذیرفت. بدین منظور با اعمال pH های مختلف به عنوان یک متغیر مهم در فرایند رنگبری و ارزیابی ویژگی های شیمیایی الیاف پس از رنگبری نتایج زیر به دست آمد. از آنجائیکه در تولید خمیر آلفاسلولز کلیه مراحل فراوری به منظور خالص سازی خمیر لیتر پنبه از سایر ناخالصیهاست لذا در ارزیابی هر مرحله تخلیص، ملاک اصلی میزان آلفا سلولز موجود در خمیر می باشد. از این منظر نتایج این تحقیق نشان می دهد که تقریباً در همه ویژگی های بررسی شده، اثر  $pH=11$  در مقایسه با سایر pH ها بیشترین تأثیر را بجای گذاشته است. در برخی از ویژگی ها، نظیر میزان عدد میکروکاپا که معرف مقدار لیگنین باقی مانده در خمیر است، هر چند دارای مقادیر کمتری در  $pH=9$

## References

- [1]. Menachem, L. (2006). Cotton Fiber Chemistry and Technology, Taylor and Francis Group, New York.
- [2]. Klemm, D., Philipp, B., Henize, T., and Henize, U. (1998). Comprehensive Cellulose Chemistry V1, Fundamentals and Analytical Methods. WILEY-VCH Verlag GmbH, Weinheim.
- [3]. Sjostrom, E. (2007). Wood Chemistry - Fundamentals and Application, translated by Mirshokraee, S. A., Aeij Press, Tehran.
- [4]. Khristova, P., Tomkinson, J., Valchev, I., Dimitrov, I., and Lloyd Jones, G. (2002). Totally chlorine free bleaching of flax pulp. *Bioresource Technology*, 85: 79-85.
- [5]. Luiss, A. J., and Jackson, C. (2002). Textbook of Pulping Technology. McGraw-Hill, New York.
- [6]. Friere, C. S. R., Pinto, C. R., Santiago, A. S., Silvestre, A. J. D., Neto, C. P. and Evtuguin D. V. (2006). Comparative study of lipophilic extractives of hardwoods and corresponding ECF bleach kraft pulps. *BioResources*, 97: 3-17.
- [7]. Mohta, D.C., Roy, D.N., and Whiting, P. (2003). Bleaching study of kenaf mechanical pulps. *Tappi Journal*, 2(8): 29-31.
- [8]. Dence C. W. and Douglas W. R. (1996). Pulp Bleaching: Principles and Practice, Tappi Press, Atlanta, Georgia.
- [9]. Rapson, W. H., Anderson, C.B., and King, G. PH. (1958). Carbonyl groups in cellulose and color reversion. *Tappi Journal*, 41(8):422.
- [10]. Mahdavi, S. (2003). Lintner cotton: the important source of  $\alpha$ -cellulose in the world. National Congress of Cellulosic Material Processing and Applications, University of Tehran, Campus 3, October 10-9, pp. 156-149.
- [11]. Behin, J., Fadaei, Z., Mikaniki, F., and Pourjozi, M. (2005). Production of dissolving pulp ( $\alpha$ -cellulose) from corn waste. 11th National Congress of Chemical Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, 28-30 November, pp. 1-13.
- [12]. Koo, Y.S., Wang, Y.S., You, S.H., and Kim, H.D. (2002). Preparation and properties of chemical cellulose from *Ascidian Tunic* and their regenerated cellulose fibers. *Journal of Applied Polymer Science*, 85(8): 1634-1643.
- [13]. Menachem, L. (1997). Oxidation and Aging of Cellulose. *Macromolecular Symposia*, 118: 715-724.
- [14]. Myint, H., and New, N. W. (1992). Viscose rayon from Myanmar bamboos and the nature of ash content under different processing conditions. Central Research Organization of Myanmar, Naypyidaw, pp 285-326.
- [15]. Rapson, H.W. (1977). The Bleaching of Pulp, Tappi Press, Atlanta.
- [16]. Carlsson, M., Stenman, D., Merényi, G. and Reitberger, T. (2005). The Carbonate Radical as One-Electron Oxidant of Carbohydrates in Alkaline media. *Holzforschung*, 59: 143-146.
- [17]. Madan, R.N., and Tandan, B. (1991). Utilization of some plantation, argo-forestry and social forestry species for the production of dissolving pulp. *Indian Forester*, 117(1): 29-36.
- [18]. Susi Sugesty 1, Yusup Setiawan (2013). Dissolving Pulp from Kenaf by Bio-Bleaching Process, *Jurnal Selulosa*, 3(2): 81 – 88.