Archive of SID

فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۹، شماره ۴، صفحه ۶۲۸-۶۱۹، (۱۳۹۳)

بررسی رنگ‌بری خمیرکاغذ سودا از ساقه توتون (*Nicotiana tabacum* L. Coker 347) با روش کاملاً بدون کلر (TCF)

سید پدرام هاشمی [۱]، اصغر تابعی [۲*] و سید پیمان هاشمی [۳]
۱ - مربی، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا
۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا
پست الکترونیک: Tabei_Asr@Yahoo.com
۳- مربی، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۳

چکیده

در این پژوهش تأثیر استفاده از مقادیر متفاوت پراکسید هیدروژن در سه سطح ۳، ۴ و ۵ درصد و هیدروکسید سدیم در دو سطح ۲ و ۳ درصد بر روی رنگ‌بری خمیرکاغذ سودای ساقه توتون رقم کوکر ۳۴۷ بررسی شد. ساقه توتون به روش سودا با ۲۲ درصد قلیاییت، در ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۱۰۰ دقیقه، به خمیرکاغذ تبدیل شد. خمیرکاغذ رنگ‌بری نشده حاصل از ساقه توتون دارای بازده ۳۷/۱ درصد و عدد کاپای ۶۲ بود. رنگ‌بری شامل دو مرحله بود، مرحله کی‌لیت کردن و مرحله رنگ‌بری پراکسید قلیایی. نتایج نشان داد با افزایش مقدار مصرف هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن، درجه روشنی خمیرکاغذ افزایش و عدد کاپای آن کاهش می‌یابد. داده‌های مربوط به تیمار ۳ درصد سود سوزآور به همراه ۵ درصد پراکسید هیدروژن بدون مرحله کی‌لیت سازی، نشان داد که مرحله کی‌لیت سازی اولیه به‌طور قابل ملاحظه‌ای بر درجه روشنی، عدد کاپا و بازده خمیرکاغذ رنگ‌بری شده مؤثر است و این تیمار کمترین روشنی و بیشترین عدد کاپا و بازده را در بین همه تیمارها دارا بود. درنهایت، تیمار ۳ درصد سود سوزآور به همراه ۵ درصد پراکسید هیدروژن با مرحله کی‌لیت سازی اولیه که دارای بیشترین روشنی (۴۴/۵۰ درصد) و کمترین بازده (۸۳/۲۰ درصد) بود، به‌عنوان تیمار برتر انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: رنگ‌بری، خمیرکاغذ سودای ساقه توتون، کی‌لیت سازی، روشنی، بازده، عدد کاپا.

مقدمه

با توجه به محدود بودن منابع سلولزی چوبی در کشور و واردات الیاف رنگ‌بری شده به کشور، نیاز به منابع غیرچوبی بیش‌ازپیش احساس می‌شود. یکی از این منابع غیرچوبی، گیاه توتون است. توتون یا تنباکو (*Nicotianan tabacum*)، جزء گیاهان یکساله محسوب شده و از برگ آن در پایان دوره رویش به‌منظور تهیه توتون و از بذر به‌منظور زادآوری دوره بعد استفاده می‌کنند و بقیه اجزاء آن ازجمله ریشه و ساقه به‌عنوان ضایعات در زمین رهاشده و یا سوزانده می‌شود. مطابق با تحقیقات انجام شده، ساقه گیاه توتون قابلیت تولید الیاف را برای خمیر و کاغذ دارد (2000 ,Agrupis) و (Eroglu, 1992). سطح زیر کشت این گیاه در جهان سالیانه بیشتر از پنج میلیون هکتار و کل تولید آن بیش از شش میلیون تن است و در ایران حدود ۲۰ هزار هکتار از اراضی شمال کشور، خوزستان و کرمانشاه به کشت توتون اختصاص دارد. مناطق عمده کشت توتون در ایران عبارتند از: استان‌های مازندران، گلستان، گیلان، آذربایجان‌غربی و کردستان که به‌ترتیب ۳۵، ۲۵، ۲۰، ۱۵ و

www.SID.ir

Archive of SID

۵ درصد از سطح زیر کشت توتون کشور را تشکیل می‌دهند (Seyyed Sharifi, 2009).

یکی از مهمترین فرایندهای تولید خمیرکاغذ از گیاهان غیرچوبی، فرایند سودا است که بیش از ۹۰ درصد از کل تولید خمیرکاغذ از منابع غیرچوبی را به خود اختصاص داده است. از میان روش‌های متفاوت رنگ‌بری، رنگ‌بری TCF[1] دارای کمترین آلودگی آب و محیط‌زیست است، در این روش‌ها از مواد کلردار استفاده نمی‌شود. در سیستم TCF از مواد اکسیدکننده مثل پراکسیدها، اکسیژن و ازن استفاده می‌شود. پراکسید هیدروژن در شرایط نسبتاً ملایم (تا دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد)، یک رنگ‌بر خمیرکاغذ با حفظ لیگنین است و می‌تواند خمیرهای کاغذ پر بازده را بدون افت قابل ملاحظه بازده، رنگ‌بری کند. در دمای بالاتر (۷۰ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد) پراکسید به‌عنوان رنگ‌بر کامل خمیرکاغذ شیمیایی به‌کار می‌رود (Mirshokrayi, 2003).

در تحقیقی تأثیر استفاده از مقادیر متفاوت پراکسید هیدروژن در سه سطح ۳، ۴ و ۵ درصد و هیدروکسید سدیم در دو سطح ۲ و ۳ درصد بر روی رنگ‌بری خمیرکاغذ سودای پوست کنف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش مقدار مصرف هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن، درجه روشنی خمیرکاغذ افزایش و عدد کاپای آن کاهش می‌یابد و مرحله کی‌لیت سازی اولیه به‌طور قابل ملاحظه‌ای بر درجه روشنی، عدد کاپا و بازده خمیرکاغذ رنگ‌بری شده مؤثر است (Zeinaly *et al.*, 2009).

در مطالعه‌ای، شرایط متفاوت رنگ‌بری پراکسید هیدروژن دومرحله‌ای بر روی ویژگی‌های نوری و مقاومتی خمیر حلال آلی[2] صنوبر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش میزان پراکسید هیدروژن و سود سوزآور، میزان روشنی خمیرکاغذ افزایش یافته و میزان آن در تیمار ۴ درصد پراکسید و ۳ درصد سود سوزآور به ۶۹/۰۱ رسید. همچنین در این تحقیق نسبت بهینه سود سوزآور به پراکسید ۰/۷۵ بود (Deniz & Tutus, 2004).

در یک بررسی بر روی رنگ‌بری پراکسید قلیایی خمیرکاغذ سودا- اکسیژن آنتراکینون ساقه برنج، مشخص شد که با افزایش میزان پراکسید هیدروژن و هیدروکسید سدیم، روشنی و مقاومت‌های مکانیکی افزایش و بازده رنگ‌بری کاهش می‌یابد (Tutus, 2004).

در تحقیق دیگری بر روی خمیرکاغذ گیاه غیرچوبی نالگراس[3] (*Arundo donax*)، محققان با رنگ‌بری خمیرکاغذ کرافت به‌دست‌آمده از این گیاه با روش رنگ‌بری ECF سه مرحله ای، شامل مرحله اول و آخر دی‌اکسیدکلر و مرحله میانی پراکسید هیدروژن و اکسیژن[2]، به روشنی ۸۳/۸ تا ۸۶/۴ درصد رسیدند. همچنین مشخص شد که نتایج رنگ‌بری خمیرکاغذ سودا و کرافت این گیاه غیرچوبی تقریباً یکسان است (Luiss & Jackson, 2002).

در مطالعه‌ای بر روی رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن دو نوع خمیرکاغذ مکانیکی کنف، شامل کل ساقه کنف و پوست کنف (حاوی ۲۲ درصد مغز)، مشخص شد که با مصرف ۱ درصد پراکسید هیدروژن و ۱ درصد هیدروکسید سدیم، درجه روشنی خمیرکاغذها به‌ترتیب از ۵۰/۲ و ۴۵/۶ درصد به ۶۴ و ۶۲ درصد می‌رسد. همچنین نتیجه گرفته شد که با مصرف پراکسید هیدروژن و هیدروکسید سدیم بیشتر، روشنی هر دو خمیر ذکر شده می‌تواند به ۷۵ درصد نیز برسد. نتیجه کلی این بررسی نشان داد، چون الیاف مغز کنف مواد استخراجی و لیگنین بیشتری دارد، بنابراین مصرف پراکسید هیدروژن برای خمیر کل ساقه کنف بیشتر است (Mohta, 2003).

در مطالعه دیگری که در مورد رنگ‌بری پراکسید خمیرکاغذ شیمیایی- حرارتی- مکانیکی گونه صنوبر انجام شد، مشخص شد که با افزایش مقدار پراکسید و قلیاییت، روشنی افزایش، بازده کاهش و مقاومت‌ها بهبود می‌یابد. این تغییرات در بازده و مقاومت در میزان روشنی ۸۰ درصد و بیشتر مشهودتر بود. همچنین معلوم شد که از میان پارامترهای رنگ‌بری، قلیاییت در کاهش بازده مؤثرتر است و تغییرات در بازده و مقاومت‌ها می‌توانند به دلیل خروج ترکیبات آب‌گریز خمیر مثل لیگنین و مواد استخراجی و همچنین تشکیل گروه‌های کربوکسیل بر روی الیاف باشد (Pan, 2003). در تحقیقی بر روی ساخت خمیرکاغذ کاملاً رنگ‌بری شده از کل ساقه کنف، نتیجه این شد که خمیرکاغذ کرافت کنف در مقایسه با خمیرکاغذ کرافت چوب، برای رسیدن به روشنی بالای ۹۰ درصد، آسانتر رنگ‌بری می‌شود. در این تحقیق برای ساخت خمیرکاغذ کاملاً رنگ‌بری شده

1- Total Chlorine Free
2- Organosolv Pulp
3 - Nalgrass

www.SID.ir

Archive of SID

در سیستم رنگ‌بری TCF از توالی ساده [Q1(PO)Q2P][1] استفاده شد که با این روش، روشنی نهایی به ۹۰/۴ درصد رسید (Ashuri, 2004). در بررسی دیگری در مورد رنگ‌بری پراکسید خمیرکاغذ سودای تفاله کارخانه‌های الکل سازی، مشخص شد که با استفاده از ۵ درصد پراکسید هیدروژن و محلول ۰/۲۵ نرمال هیدروکسید سدیم می‌توان به روشنی ۷۳/۳ درصد رسید (Mussatto *et al.*, 2008). با توجه به تأثیر مقادیر مواد شیمیایی به‌کاررفته در رنگ‌بری بر روی ویژگی‌های خمیرکاغذ رنگ‌بری شده، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر استفاده از مقادیر متفاوت پراکسید هیدروژن در سه سطح ۳، ۴ و ۵ درصد و هیدروکسید سدیم در دو سطح ۲ و ۳ درصد بر روی رنگ‌بری خمیرکاغذ سودای ساقه توتون رقم کوکر ۳۴۷ و انتخاب بهترین نسبت مواد است.

(پراکسید هیدروژن: P)، (اکسیژن: O)، (کی‌لیت سازی: Q)

مواد و روش‌ها

ساقه‌های توتون رقم کوکر ۳۴۷ مورد استفاده در این تحقیق به روش تصادفی، از مزارع شهرستان آستارا واقع در استان گیلان تهیه شدند. نمونه‌ها پس از تمیز و جدا کردن بخش‌های زائد (ساقه‌های بسیار ریز و مغز) به قطعات ۲ تا ۳ سانتیمتری تبدیل شده و به آزمایشگاه خمیر و کاغذ کارخانه چوب و کاغذ ایران (چوکا) منتقل شدند و به روش خمیر سازی سودا توسط دیگ پخت شش محفظه‌ای چرخشی به خمیرکاغذ تبدیل شدند. شرایط پخت یکسان و شامل قلیاییت ۲۲ درصد، نسبت لیکور پخت به ساقه توتون ۸ به ۱، زمان ۱۰۰ دقیقه و دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد بود.

خمیرکاغذ حاصل پس از شستشو، توسط دفیبراتور به الیاف جدا از هم تبدیل گردید. عدد کاپای خمیرکاغذ به‌دست‌آمده بر اساس استاندارد شماره ۹۵ -T۲۳۶ om آئین‌نامه TAPPI به‌دست آمد و بازده بعد از الک آن نیز بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{بازده} = \frac{\text{وزن کاملاً خشک خمیر کاغذ}}{\text{وزن کاملاً خشک ساقه توتون برای هر پخت}} \times ۱۰۰$$

پس از تهیه خمیرکاغذ عمل رنگ‌بری بر روی آن انجام شد. در کل ۷ تیمار رنگ‌بری با پراکسید قلیایی بر روی خمیرکاغذ به‌دست آمده انجام شد که از این ۷ تیمار ۶ تیمار با کی‌لیت سازی و یک تیمار بدون کی‌لیت سازی بود که جدول ۱ نشان‌دهنده تیمارهای مختلف رنگ‌بری با سطوح متفاوت پراکسید هیدروژن و هیدروکسید سدیم است.

رنگ‌بری خمیرکاغذ شامل دو مرحله بود که در مرحله اول عمل کی‌لیت سازی و در مرحله دوم عمل لیگنین‌زدایی و رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن قلیایی بشرح زیر انجام شد (Zeinaly *et al.*, 2009):

جدول ۱- تیمارهای رنگ‌بری انجام‌شده بر روی خمیرکاغذ توتون رقم کوکر ۳۴۷

تیمار	درصد هیدروکسید سدیم	درصد پراکسید هیدروژن
A	۲	۳
B	۲	۴
C	۲	۵
D	۳	۳
E	۳	۴
F	۳	۵
G (بدون کی‌لیت سازی)	۳	۵

1 - DEOPD

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله کی‌لیت کردن : در این مرحله ۱۵ گرم خمیرکاغذ با درصد خشکی ۳ درصد در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و برای مدت ۹۰ دقیقه به‌منظور حذف یون‌های فلزی سنگین توسط ۰/۵ درصد EDTA[1] (بر مبنای وزن خشک خمیرکاغذ) کی‌لیت سازی شد. پس‌ازاین مرحله، خمیرکاغذ بر روی الک با مش ۲۰۰ توسط آب مقطر شسته شد و تا درصد خشکی ۱۰ درصد آب‌گیری شد.

مرحله لیگنین‌زدایی و رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن: در این مرحله مقدار ۳ درصد سیلیکات سدیم، ۰/۵ درصد سولفات منیزیم و ۰/۲ درصد EDTA به خمیرکاغذ اضافه شد. خمیرکاغذ با درصد خشکی ۱۰ درصد در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و برای مدت ۲ ساعت توسط مقادیر متفاوتی از پراکسید هیدروژن در سه سطح ۳، ۴ و ۵ درصد و هیدروکسید سدیم در دو سطح ۲ و ۳ درصد (بر مبنای وزن خشک خمیرکاغذ) رنگ‌بری شد. یک تیمار نیز بدون مرحله کی‌لیت سازی با میزان ۵ درصد پراکسید هیدروژن و ۳ درصد هیدروکسید سدیم انجام شد.

پس از انجام عمل رنگ‌بری بر روی خمیرکاغذ بر اساس تیمارهای ذکر شده در بالا، عدد کاپای خمیرکاغذ رنگ‌بری شده مربوط به هر تیمار، بر اساس استاندارد شماره ۹۵ -om T۲۳۶ آئین‌نامه TAPPI محاسبه شد، همچنین بازده خمیرکاغذ رنگ‌بری شده مربوط به هر تیمار نیز پس از هوا خشک‌کردن خمیرکاغذها و تعیین درصد رطوبت آنها بر اساس درصد وزن خمیرکاغذ باقی‌مانده از رنگ‌بری نسبت به وزن اولیه خمیرکاغذ محاسبه گردید. از خمیرکاغذهای رنگ‌بری شده بر اساس استاندارد شماره ۹۵ -sp T۲۰۵ آئین‌نامه TAPPI کاغذهای دست‌ساز تهیه شد و میزان روشنی آنها بر اساس استاندارد شماره ۹۸ -om ۴۵۲ Tآئین‌نامه TAPPI اندازه‌گیری شد. همچنین میزان پراکسید هیدروژن باقی‌مانده در مایع رنگ‌بری نیز بر اساس استاندارد شماره ۹۵ -cm T۶۱۱ آئین‌نامه TAPPI محاسبه شد.

تجزیه واریانس بر اساس طرح کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها بر اساس روش دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد انجام شد. برای پردازش نتایج حاصل از کلیه اندازه‌گیری‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد.

نتایج

جدول ۲ نتایج به‌دست‌آمده از هر کدام از تیمارهای رنگ‌بری شده را در مورد pH نهایی رنگ‌بری، میزان روشنی، بازده بعد از رنگ‌بری، عدد کاپای نهایی و پراکسید هیدروژن مصرفی نشان می‌دهد.

جدول ۲- نتایج مربوط به تیمارهای مختلف رنگ‌بری خمیرکاغذ سودای ساقه توتون رقم کوکر ۳۴۷

تیمار	NaOH (٪)	H_2O_2 (٪)	pH نهایی	روشنی (ISO٪)	بازده (٪)	عدد کاپا	H_2O_2 مصرفی (٪)
A	۲	۳	۱۱	۳۹/۷۹	۸۷/۳۰	۴۲	۷۳/۶۰
B	۲	۴	۱۱	۴۰/۲۹	۸۶/۶۰	۳۸	۷۲/۱۰
C	۲	۵	۱۰/۵۰	۴۰/۸۰	۸۶/۷۰	۳۵/۹۹	۷۰/۲۰
D	۳	۳	۱۳	۴۱/۰۹	۸۵/۹۰	۳۳	۷۴/۷۰
E	۳	۴	۱۲/۵۰	۴۱/۸۹	۸۴/۱۰	۲۸/۳۲	۷۳/۵۰
F	۳	۵	۱۲	۴۴/۵۰	۸۳/۲۰	۲۴/۹۹	۷۲/۵۰
G	۳	۵	۱۳/۵۰	۳۹/۲۹	۸۶	۴۳	۷۳/۴۰
H	–	–	–	۱۹	۱۰۰	۶۲	-

۱- اتیلن دی آمین تترااستیک اسید

www.SID.ir

Archive of SID

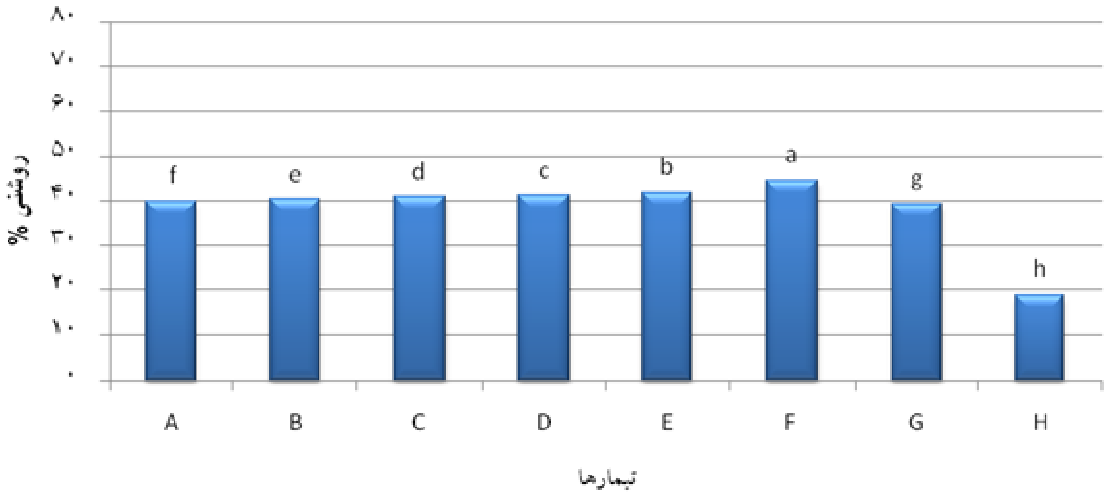
تیمار H در واقع مربوط به خمیرکاغذ رنگ‌بری نشده یا همان خمیرکاغذ شاهد است که هر کدام از تیمارهای رنگ‌بری ذکر شده بر روی همین خمیرکاغذ انجام شده است. عدد کاپا و بازده خمیرکاغذ شاهد به‌ترتیب ۶۲ و ۳۷/۱۰ درصد به‌دست آمد که البته در جدول ۲، بازده این خمیرکاغذ ۱۰۰ ذکر شده است که منظور از آن، این است که ببینیم بعد از رنگ‌بری چه درصدی از این خمیر باقی خواهد ماند. همچنین روشنی کاغذهای حاصل از خمیرکاغذ شاهد نیز ۱۹ درصد ایزو به‌دست آمد.

جدول ۳- تجزیه واریانس مربوط به مقایسه میانگین ویژگی‌های خمیرکاغذ بین تیمارهای مختلف

ویژگی	منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	Pr > F
روشنی	درصد عامل رنگ‌بر	۷	۱۳۳۵/۰۱۵	۱۹۰/۷۱۶**	۴۹۲۱۷۱	<۰/۰۰۱
بازده	درصد عامل رنگ‌بر	۷	۵۷۷/۷۸۵	۸۲/۵۴۱ **	۵۸/۸۳	<۰/۰۰۱
عدد کاپا	درصد عامل رنگ‌بر	۷	۲۷۲۲/۹۲۵	۳۸۸/۹۸۹**	۸۱۸۹۲۵	<۰/۰۰۱
مصرفی H_2O_2	درصد عامل رنگ‌بر	۶	۳۸/۳۸۳	۶/۳۹۷ **	۱۵۸۲/۳۳	<۰/۰۰۱

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

در مقایسه نتایج مربوط به روشنی خمیرکاغذهای رنگ‌بری شده با روشنی خمیرکاغذ شاهد، می‌توان مشاهده کرد که پس از انجام رنگ‌بری، روشنی در همه تیمارهای انجام شده، و بیش از ۲۰ واحد افزایش داشته است که بیشترین روشنی به‌دست‌آمده در تیمارها، مربوط به تیمار F و کمترین روشنی حاصل از تیمارهای رنگ‌بری، مربوط به تیمار G است که مرحله کی‌لیت سازی در آن انجام نشده است. بر اساس جدول ۳، تجزیه واریانس انجام شده در مورد ویژگی روشنی، نشان می‌دهد که بین نتایج حاصل از تیمارهای انجام شده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن نیز بیان‌کننده این موضوع است که بین میانگین همه تیمارها، تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری که میانگین تیمارها هر کدام در گروه‌های متفاوت قرارگرفته‌اند که این گروه‌بندی در شکل ۱ دیده می‌شود.



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های ویژگی روشنی بین تیمارهای مختلف (حروف غیرمشابه بالای ستون‌ها به معنای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است).

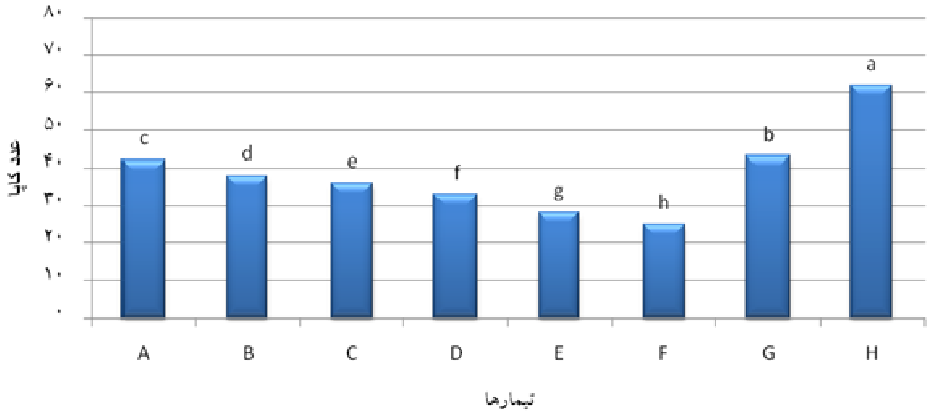
www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی نتایج مربوط به بازده خمیرکاغذها بعد از عمل رنگ‌بری، مشاهده می‌شود که بیشترین بازده به‌دست آمده بعد از تیمارهای رنگ‌بری، مربوط به تیمار A است و کمترین بازده مربوط به تیمار F است. بر اساس جدول ۳، تجزیه واریانس انجام شده در مورد بازده بعد از رنگ‌بری، نشان می‌دهد که بین نتایج حاصل از تیمارهای انجام شده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد که میانگین نمونه شاهد (H) و میانگین تیمارهای E و F هر کدام در گروه‌های متفاوت قرارگرفته‌اند ولی میانگین سایر تیمارها تقریباً در بیشتر موارد در گروه‌های مشابه قرار دارند که این موضوع بیانگر آن است که عمل رنگ‌بری، بیشترین اثر کاهش بازده را نسبت به نمونه شاهد در دو تیمار E و F داشته است. گروه‌بندی دانکن میانگین‌های مربوط به بازده، در شکل ۲ قابل مشاهده است.

در مقایسه نتایج مربوط به عدد کاپای خمیرکاغذهای رنگ‌بری شده با عدد کاپای خمیرکاغذ شاهد، می‌توان مشاهده کرد که پس از انجام عمل رنگ‌بری، این ویژگی در همه تیمارهای انجام شده کاهش یافته است که بیشترین کاهش مربوط به تیمار F و کمترین کاهش مربوط به تیمار G است که مرحله کی‌لیت سازی در آن انجام نشده است. بر اساس جدول ۳، تجزیه واریانس انجام شده در مورد عدد کاپا نشان می‌دهد که بین نتایج حاصل از تیمارهای انجام شده، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن نیز نشان‌دهنده آن است که بین میانگین همه تیمارهای انجام شده، تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری که میانگین تیمارها هر کدام در گروه‌های متفاوت قرار گرفته‌اند که این گروه‌بندی در شکل ۳ دیده می‌شود.

شکل ۲- مقایسه میانگین‌های بازده خمیرکاغذها بین تیمارهای مختلف (حروف غیرمشابه بالای ستون‌ها به معنای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و حروف مشابه به‌منزله عدم معنی‌داری است).

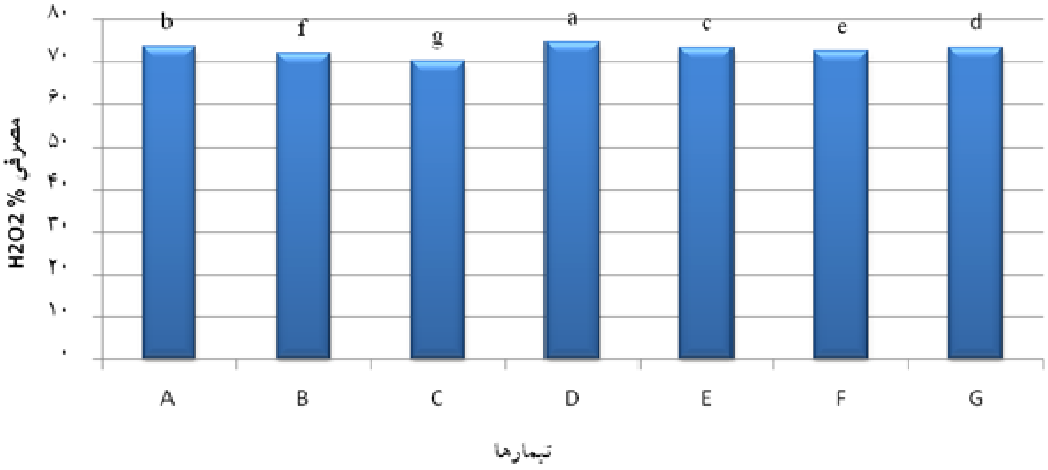


شکل ۳- مقایسه میانگین‌های عدد کاپای خمیرکاغذها بین تیمارهای مختلف (حروف غیرمشابه بالای ستون‌ها به معنای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است).

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی نتایج مربوط به درصد پراکسید هیدروژن مصرفی، مشاهده شد که با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن، درصد پراکسید هیدروژن مصرفی کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که وقتی میزان هیدروکسید سدیم در سطح ثابت ۲ درصد بوده است، با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن از ۳ به ۵ درصد، رفته‌رفته درصد پراکسید هیدروژن مصرفی کاهش یافته است. این موضوع زمانی که میزان هیدروکسید سدیم در سطح ثابت ۳ درصد بوده و غلظت پراکسید هیدروژن، در همین سطح ثابت هیدروکسید سدیم، از ۳ به ۵ درصد رسیده است نیز، قابل مشاهده است؛ اما به‌طورکلی در نتایج مشاهده می‌شود که با افزایش سطح هیدروکسید سدیم، درصد پراکسید هیدروژن مصرفی افزایش می‌یابد. بر اساس جدول ۳، تجزیه واریانس انجام شده در مورد درصد پر اکسید هیدروژن مصرفی نشان می‌دهد که بین نتایج حاصل از تیمارهای انجام شده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن نیز بیان‌کننده این موضوع است که بین میانگین همه تیمارها، در خصوص درصد پراکسید هیدروژن مصرفی تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری‌که میانگین تیمارها، هر کدام در گروه‌های متفاوت قرار گرفته‌اند که این گروه‌بندی در شکل ۴ قابل مشاهده است.



شکل ۴- مقایسه میانگین‌های پراکسید هیدروژن مصرفی بین تیمارهای مختلف (حروف غیرمشابه بالای ستون‌ها به معنای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است).

بر اساس آنچه ذکر شد تیمار F با ۳ درصد هیدروکسید سدیم و ۵ درصد پراکسید هیدروژن، دارای بیشترین درجه روشنی و کمترین بازده خمیرکاغذ است. طبق نتایج ارائه شده، با افزایش میزان هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن، میزان روشنی افزایش یافت، که البته، همان‌طور که مشاهده شد در تیمار G (بدون مرحله کی‌لیت سازی)، با این‌که درصد هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن بالا و مشابه تیمار F بود، ولی میزان روشنی آن نسبت به بقیه تیمارها کمتر به‌دست آمد که نتایج آماری و گروه‌بندی میانگین‌ها نیز تفاوت معنی‌دار میانگین روشنی تیمار G را نسبت به سایر تیمارها نشان داد. در بیشتر تیمارها با افزایش میزان هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن، بازده بعد از رنگ‌بری خمیر کاهش یافت، هرچند به لحاظ گروه‌بندی میانگین‌ها، بازده برخی از تیمارها در گروه‌های مشابه قرار گرفتند. اما عدد کاپای نهایی خمیرکاغذها نیز با افزایش درصد هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن مصرفی سیر کاهشی را نشان داد و درنهایت مشخص شد که در سطح ثابت هیدروکسید سدیم، با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن، درصد پراکسید هیدروژن مصرفی کاهش می‌یابد. همچنین نتیجه گرفته شد که با افزایش غلظت هیدروکسید سدیم، درصد پراکسید هیدروژن مصرفی نیز افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

همان‌طور که در نتایج مشاهده شد با افزایش درصد هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن، ویژگی روشنی کاغذهای حاصل از خمیرکاغذهای رنگ‌بری شده، افزایش و عدد کاپای خمیرکاغذهای رنگ بری شده، کاهش پیدا کرد. بنابراین در مقایسه تیمارها، در تیمارهایی که درصد هیدروکسید سدیم، ۱ درصد افزایش یافته است (از ۲ درصد به ۳ درصد رسیده است) به علت افزایش pH محیط در شرایط مصرف پراکسید یکسان، نتایج بهتری از نظر ویژگی روشنی و عدد کاپا به‌دست‌آمده است. به‌عنوان مثال، در تیمار C به علت سطح پایین مصرف سود سوزآور (۲ درصد) و pH پایین محیط (۱۰/۵)، رنگ‌بری با پراکسید مصرف شده (۵ درصد) در مقایسه با تیمار F، روشنی کمتر و عدد کاپای بیشتری را به‌دست آورده است؛ به‌طوری‌که در تیمار F به دلیل ۱ درصد افزایش در میزان سود سوزآور مصرفی (۳ درصد)، pH محیط افزایش یافته (۱۲) و پراکسید اضافه شده (۵ درصد)، روشنی خمیر را بهبود بخشیده و عدد کاپای آن را کاهش داده است که این نتیجه با نتایج تحقیق Zeinaly و همکاران (۲۰۰۹)، Tutus (۲۰۰۴)، Pan (۲۰۰۳)، Mussatto و همکاران (۲۰۰۸) و Mohta (۲۰۰۳) مطابقت دارد.

در مورد بازده بعد از رنگ‌بری خمیرکاغذها نیز در تیمارهای A تا F مشاهده می‌شود که با افزایش درصد هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن، بازده خمیرکاغذها عمدتاً به دلیل حذف لیگنین کاهش می‌یابد که این نتیجه با نتایج تحقیق Zeinaly و همکاران (۲۰۰۹)، Tutus (۲۰۰۴) و Pan (۲۰۰۳) مطابقت دارد.

در تیمار G، به دلیل اجرا نکردن مرحله ۱ رنگ‌بری، یعنی همان مرحله کی‌لیت سازی، روشنی خمیرکاغذ به مقدار کمتری افزایش یافته است. در این تیمار به دلیل عدم کی‌لیت سازی، مقداری از پراکسید هیدروژن توسط فلزات سنگین موجود در آب مصرفی تخریب شده و در رنگ‌بری شرکت نکرده است، بنابراین بازده این تیمار بیشتر و روشنی کاغذهای حاصل از این خمیرکاغذ، کمتر از تیمار F با همان میزان مصرف سود سوزآور و پراکسید هیدروژن، است که با نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق Zeinaly و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. همچنین این تیمار در مقایسه با تیمار F که دارای میزان مشابه سود سوزآور و پراکسید هیدروژن است، به دلیل تخریب بخشی از پراکسید، توسط یون‌های فلزی سنگین موجود در آب، عدد کاپای بالاتری دارد که این نتیجه نیز با نتایج Zeinaly و همکاران (۲۰۰۹) همخوانی دارد.

میزان پراکسید هیدروژن مصرف شده در رنگ‌بری، با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن در مایع رنگ‌بری کاهش یافت که دلیل آن به مازاد ماده شیمیایی در محیط برمی‌گردد. Zeinaly و همکاران (۲۰۰۹)، Deniz & Tutus (۲۰۰۴) و Tutus(۲۰۰۴) نیز در تحقیقات خود چنین رخدادی را گزارش کرده‌اند. همچنین مصرف پراکسید هیدروژن توسط خمیر، با افزایش سطح هیدروکسید سدیم افزایش یافت، که این به دلیل افزایش pH محیط رنگ‌بری و درنتیجه افزایش واکنش اکسیداسیون لیگنین توسط یون پرهیدروکسیل است (Ashuri, 2004).

در این تحقیق بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از تیمارها، درنهایت تیمار F با ۳ درصد سود سوزآور و ۵ درصد پراکسید هیدروژن به همراه مرحله کی‌لیت سازی اولیه که دارای بیشترین روشنی (۴۴/۵۰ درصد) و کمترین بازده (۸۳/۲۰ درصد) بود، به‌عنوان تیمار برتر انتخاب شد. همچنین مشخص گردید که وجود مرحله کی‌لیت سازی نیز برای جلوگیری از تخریب پراکسید هیدروژن، می‌تواند در افزایش ویژگی روشنی و کاهش عدد کاپا بسیار مؤثر باشد که تحلیل‌های آماری نیز خود مؤید این موضوع است.

در یک نتیجه‌گیری کلی از این تحقیق، می‌توان چنین گفت که با افزایش درصد هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن به همراه مرحله کی‌لیت سازی، می‌توان به کاغذهایی با روشنی بهتر و خمیرکاغذی با عدد کاپای پایین‌تر دست پیدا کرد. البته، لازم به تذکر این مطلب است که با افزایش غلظت مواد مذکور، همان‌طور که نتایج نیز نشان داد، بازده خمیرکاغذ کاهش پیدا می‌کند که شاید موضوع کاهش بازده از نکات منفی تلقی گردد اما با توجه به این‌که هدف عمده در عمل رنگ‌بری، حذف لیگنین از خمیرکاغذ و تولید کاغذهایی با درجه روشنی بالاتر است، بنابراین کاهش بازده در این مورد امری طبیعی بوده و عمدتاً به حذف لیگنین از خمیرکاغذ مربوط می‌شود. همچنین می‌توان گفت که با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن در یک سطح ثابت هیدروکسید سدیم، درصد پراکسید هیدروژن مصرفی کاهش می‌یابد. درپایان، باید یادآوری کرد که انتخاب بهترین تیمار در این تحقیق، بر اساس رسیدن به

www.SID.ir

Archive of SID

مهمترین اهداف حاصل از عمل رنگ‌بری، یعنی درجه روشنی بالاتر و عدد کاپای پایین‌تر بوده است؛ بنابراین، برای پیدا کردن بهترین تیمار، به‌ویژه زمانی که مسائل فنی و اقتصادی هم مدنظر باشند، بهتر است علاوه بر مطالعه ویژگی‌های ذکر شده، سایر ویژگی‌ها نیز به‌طور دقیق مورد مطالعه قرار گرفته و درنهایت بهترین گزینه انتخاب گردد.

منابع مورداستفاده

-Agrupis, S., Maekawa, E. and Suzuki, K., 2000. Industrial utilization of tobacco stalks II: preparation and characterization of tobacco pulp by steam Explosion pulping. Journal of Wood Science, (46): 222-229.
-Ashuri, A., 2004. Fiber structure and Their Significance to the Pulp and Paper From Kenaf. Academic Press, New York, NY, pp: 147-156.
-Deniz, I. and Tutus, A., 2004. Effect of bleaching condition on optical and the physical properties during the bleaching of poplar organosolv pulps with two-stage hydrogen peroxide. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(9): 1563- 1566.
-Eroglu, H., Usta, M. and Kirci, H., 1992. A review of oxygen pulping of some nonwood plants growing in Turkey. TAPPI Pulping Conference, November 1-5, Boston, U.S.A,pp:215-222.
-Luiss, A.J. and Jackson, C., 2002. Textbook of Pulping Technology. McGraw- Hill, New York, NY, 126-132.
-Mir Shokrayi, A., 2003. Pulp and Paper Technology (Translated in Persian). Ayij Publication, Tehran, Iran. Second Edition, 499p.
- Mohta, D.C., Roy, D.N., and Whiting, P. 2003. Bleaching study of kenaf mechanical pulps. Tappi journal, 2(8): 29-31.
-Mussatto, S.I., Rocha, G.J.M. and Roberto, I.C., 2008. Hydrogen peroxide bleaching of cellulose pulps obtained from brewer's spent grain. Springer Science. (15): 641- 649.
-Pan, G.X., 2003. Pulp yield loss in alkaline peroxide bleaching of aspen CTMP Part 1: Estimation and impacts. Tappi journal. 2(9): 27-31.
-Seyyed Sharifi, R., 2009. Industrial plants. Amidi publication, Mohaghegh Ardabili university, 393 p.
-TAPPI., 2000-2001. TAPPI Test Methods, TAPPI.
-Tutus, A., 2004. Bleaching of rice straw pulps with hydrogen peroxide. Pakistan Journal of Biological Sciences. 7(8): 1327-1329.
-Zeinaly, F., Dehghani, M. and Mirmehdi, M., 2009. Bleaching of kenaf bast Soda pulp with alkali proxide. Journal of wood and forest science and technology, Vol 16(1): 105-113

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation on TCF bleaching of tobacco stalk (*Nicotiana tabacum* L.'Coker 347') soda pulp

S.P. Hashemi[1], A. Tabei[2*] and S.P. Hashemi[3]

1-Academic Staff, Department of Wood and Paper Science and Technology, Young Researchers Club, Islamic Azad University, Astara Branch, Iran
2 *-Corresponding Author ,Assistant professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Young Researchers Club, Islamic Azad University, Astara Branch, Iran. Email: Tabei_Asr@Yahoo.com.
3-Academic Staff, Department of Wood and Paper Science and Technology, Young Researchers Club, Islamic Azad University, Astara Branch, Iran

Received: April, 2014 Accepted: Oct., 2014

Abstract

In this study, the effect of three levels (3%, 4%, 5%) of hydrogen peroxide and two levels (2%, 3%) of sodium hydroxide on bleaching of tobacco stalks (*Nicotiana tabacum* L. 'PVH 19') soda pulp was investigated. Tobacco stalks were pulped using 22% alkali at 170°C for 100 minutes. The produced pulp showed 37.1 % yield and kappa number of 62. Bleaching process included two stages: chelating and alkali peroxide bleaching. Results indicated that both brightness and kappa number decreased by increasing sodium hydroxide and hydrogen peroxide level. The results of 3% caustic soda and 5% hydrogen peroxide treatment without chelating stage indicated that initial chelating stage significantly affected the brightness, kappa number and yield of the bleached pulp, and this treatment showed the lowest brightness and the highest kappa number and yield among all treatments. Finally, 3% caustic soda and 5% hydrogen peroxide treatment with initial chelating stage had the highest brightness (44.50%) and the lowest yield (83.20%) was selected as the best treatment.

Keywords: Bleaching, tobacco stalk, soda pulp, chelating, brightness, yield, kappa number.

www.SID.ir