

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

سید پدram 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 خمیر کاغذ سودای ساقه توتون رقم کوکر ۳۴۷ بررسی شد. ساقه توتون به روش سودا با ۲۲ درصد قلیابیت، در ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۱۰۰ دقیقه، به خمیر کاغذ تبدیل شد. خمیر کاغذ 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 قلیابی. نتایج نشان داد با افزایش مقدار مصرف هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن، درجه روشنی خمیر کاغذ 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 خمیر کاغذ رنگ‌بری شده مؤثر است و این تیمار کمترین روشنی و بیشترین عدد کاپا و بازده را در بین همه تیمارها دارا بود. در نهایت، 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، خمیر کاغذ 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 غیر چوبی بیش‌ازپیش احساس می‌شود. یکی از این منابع غیر چوبی، گیاه توتون است. توتون یا تنباکو (*Nicotiana 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 از جمله 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 Agropis, 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، آذربایجان غربی و کردستان که به‌ترتیب ۳۵، ۲۵، ۲۰، ۱۵ و

روشنی و مقاومت‌های مکانیکی افزایش و بازده رنگ‌بری کاهش می‌یابد (Tutus, 2004)

در تحقیق دیگری بر روی خمیر کاغذ گیاه غیر چوبی نالگراس^۳ (*Arundo donax*)، محققان با رنگ‌بری خمیر کاغذ کرافت به دست آمده از این گیاه با روش رنگ‌بری ECF سه مرحله‌ای، شامل مرحله اول و آخر دی‌اکسید کلر و مرحله میانی پراکسید هیدروژن و اکسیژن^۲، به روشنی ۸۳/۸ تا ۸۶/۴ درصد رسیدند. همچنین مشخص شد که نتایج رنگ‌بری خمیر کاغذ سودا و کرافت این گیاه غیر چوبی تقریباً یکسان است (Luiss & Jackson, 2002).

در مطالعه‌ای بر روی رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن دو نوع خمیر کاغذ 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 خمیر کاغذها به ترتیب 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 خمیر کاغذ شیمیایی - حرارتی - مکانیکی گونه صنوبر انجام شد، مشخص شد که با افزایش مقدار پراکسید و قلیابیت، روشنی افزایش، بازده کاهش و مقاومت‌ها بهبود می‌یابد. این تغییرات در بازده و مقاومت در میزان روشنی ۸۰ درصد بیشتر مشهودتر بود. همچنین معلوم شد که از میان پارامترهای رنگ‌بری، قلیابیت در کاهش بازده مؤثرتر است و تغییرات در بازده و مقاومت‌ها می‌تواند 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 خمیر کاغذ کاملاً رنگ‌بری شده از کل ساقه کنف، نتیجه این شد که خمیر کاغذ کرافت کنف در مقایسه با خمیر کاغذ کرافت چوب، برای رسیدن به روشنی بالای ۹۰ درصد، آسانتر رنگ‌بری می‌شود. در این تحقیق برای ساخت خمیر کاغذ کاملاً رنگ‌بری شده

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

یکی از مهمترین فرایندهای تولید خمیر کاغذ از گیاهان غیر چوبی، فرایند سودا است که بیش از ۹۰ درصد از کل تولید خمیر کاغذ از منابع غیر چوبی را به خود اختصاص داده است. از میان روش‌های متفاوت رنگ‌بری، رنگ‌بری TCF^۱ 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 خمیر کاغذ 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 به عنوان رنگ‌بر کامل خمیر کاغذ شیمیایی به کار 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 خمیر کاغذ سودای پوست کنف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش مقدار مصرف هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن، درجه روشنی خمیر کاغذ افزایش و عدد کاپای آن کاهش می‌یابد و مرحله کی‌لیت سازی اولیه به‌طور قابل ملاحظه‌ای بر درجه روشنی، عدد کاپا و بازده خمیر کاغذ رنگ‌بری شده مؤثر است (Zeinaly et al., 2009).

در مطالعه‌ای، شرایط متفاوت رنگ‌بری پراکسید هیدروژن دو مرحله‌ای بر روی ویژگی‌های نوری و مقاومتی خمیر حلال آلی^۲ صنوبر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش میزان پراکسید هیدروژن و سود سوزآور، میزان روشنی خمیر کاغذ 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 خمیر کاغذ سودا - اکسیژن آنتراکینون ساقه برنج، مشخص شد که با افزایش میزان پراکسید هیدروژن و هیدروکسید سدیم،

1- Total Chlorine Free
2- Organosolv Pulp

شامل قلیابیت ۲۲ درصد، نسبت لیکور پخت به ساقه توتون ۸ به ۱، زمان ۱۰۰ دقیقه و دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد بود. خمیر کاغذ حاصل پس از شستشو، توسط دفیبراتور به الیاف جدا از هم تبدیل گردید. عدد کاپای خمیر کاغذ به دست آمده بر اساس استاندارد شماره ۹۵- om- ۲۲۳۶ آئین‌نامه TAPPI به دست آمد و بازده بعد از الک آن نیز بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

$$100 \times \frac{\text{وزن کاملاً خشک خمیر کاغذ}}{\text{وزن کاملاً خشک ساقه توتون برای هر پخت}} = \text{بازده}$$

پس از تهیه خمیر کاغذ عمل رنگ‌بری بر روی آن انجام شد. در کل ۷ تیمار رنگ‌بری با پراکسید قلیایی بر روی خمیر کاغذ به دست 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 خمیر کاغذ 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):

در سیستم رنگ‌بری TCF از توالی ساده [Q1(PO)Q2P]^۱ استفاده شد که با این روش، روشنی نهایی به ۹۰/۴ درصد رسید (Ashuri, 2004). در بررسی دیگری در مورد رنگ‌بری پراکسید خمیر کاغذ 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 خمیر کاغذ 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 خمیر کاغذ 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 خمیر کاغذ تبدیل شدند. شرایط پخت یکسان و

جدول ۱- تیمارهای رنگ‌بری انجام‌شده بر روی خمیر کاغذ 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

مرحله کی لیت کردن: در این مرحله ۱۵ گرم خمیر کاغذ با درصد خشکی ۳ درصد در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و برای مدت ۹۰ دقیقه به منظور حذف یون‌های فلزی سنگین توسط ۰/۵ درصد EDTA^۱ (بر مبنای وزن خشک خمیر کاغذ) کی لیت سازی شد. پس از این مرحله، خمیر کاغذ بر روی الک با مش ۲۰۰ توسط آب مقطر شسته شد و تا درصد خشکی ۱۰ درصد آب‌گیری شد.

مرحله لیگتین زدایی و رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن: در این مرحله مقدار ۳ درصد سیلیکات سدیم، ۰/۵ درصد سولفات منیزیم و ۰/۲ درصد EDTA به خمیر کاغذ اضافه شد. خمیر کاغذ 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 خمیر کاغذ) رنگ‌بری شد. یک تیمار نیز بدون مرحله کی لیت سازی با میزان ۵ درصد پراکسید هیدروژن و ۳ درصد هیدروکسید سدیم انجام شد.

پس از انجام عمل رنگ‌بری بر روی خمیر کاغذ بر اساس تیمارهای ذکر شده در بالا، عدد کاپای خمیر کاغذ رنگ‌بری شده مربوط به هر تیمار، بر اساس استاندارد شماره ۹۵-OM T۲۳۶ آئین‌نامه TAPPI محاسبه شد، همچنین بازده

خمیر کاغذ رنگ‌بری شده مربوط به هر تیمار نیز پس از هوا خشک کردن خمیر کاغذها و تعیین درصد رطوبت آنها بر اساس درصد وزن خمیر کاغذ باقی‌مانده از رنگ‌بری نسبت به وزن اولیه خمیر کاغذ محاسبه گردید. از خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده بر اساس استاندارد شماره ۹۵-OM T۲۰۵ آئین‌نامه TAPPI کاغذهای دست‌ساز تهیه شد و میزان روشنی آنها بر اساس استاندارد شماره ۹۸-OM ۴۵۲ T آئین‌نامه TAPPI اندازه‌گیری شد. همچنین میزان پراکسید هیدروژن باقی‌مانده در مایع رنگ‌بری نیز بر اساس استاندارد شماره ۹۵-OM 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 به دست آمده 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 خمیر کاغذ سودای ساقه توتون رقم کوکر ۳۴۷

تیمار	NaOH (%)	H ₂ O ₂ (%)	pH نهایی	روشنی (%ISO)	بازده (%)	عدد کاپا	H ₂ O 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	-

خمیرکاغذ ۱۰۰ ذکر شده است که منظور از آن، این است که بینیم بعد از رنگ‌بری چه درصدی از این خمیر باقی خواهد ماند. همچنین روشنی کاغذهای حاصل از خمیرکاغذ شاهد نیز ۱۹ درصد ایزو به دست آمد.

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 به ترتیب ۶۲ و ۳۷/۱۰ درصد به دست آمد که البته در جدول ۲، بازده این

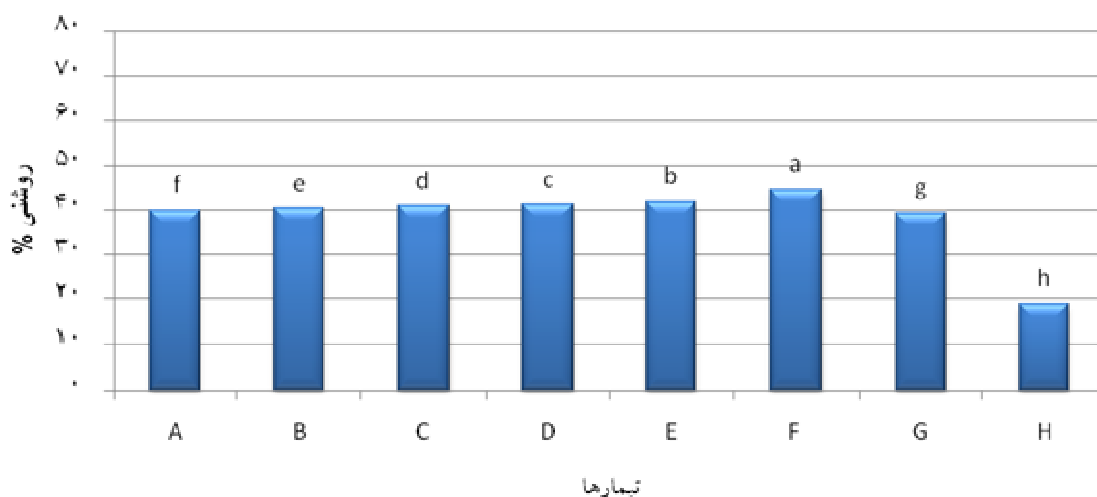
جدول ۳- تجزیه واریانس مربوط به مقایسه میانگین ویژگی‌های خمیرکاغذ بین تیمارهای مختلف

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
H ₂ O ₂ مصرفی	درصد عامل رنگ‌بر	۶	۳۸/۳۸۳	۶/۳۹۷**	۱۵۸۲/۳۳	<۰/۰۰۱

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

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 تیمارها، تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به طوری که میانگین تیمارها هر کدام در گروه‌های متفاوت قرار گرفته‌اند که این گروه‌بندی در شکل ۱ دیده می‌شود.

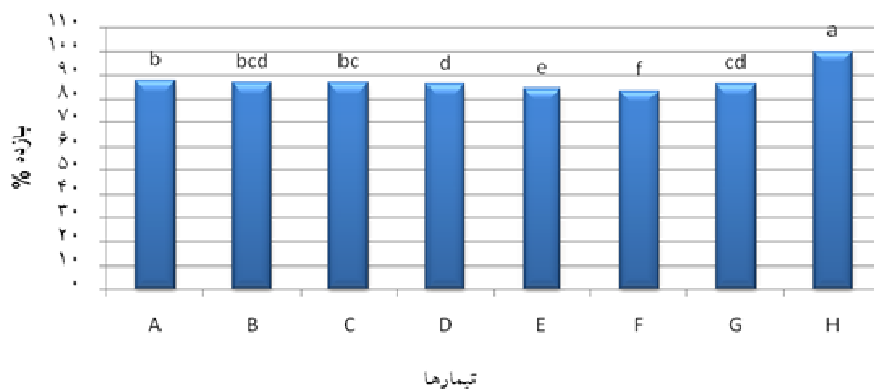
در مقایسه نتایج مربوط به روشنی خمیرکاغذهای رنگ‌بری شده با روشنی خمیرکاغذ شاهد، می‌توان مشاهده کرد که پس از انجام رنگ‌بری، روشنی در همه تیمارهای انجام شده، و بیش از ۲۰ واحد افزایش داشته است که بیشترین روشنی به دست آمده در تیمارها، مربوط به تیمار F و کمترین روشنی حاصل از تیمارهای رنگ‌بری، مربوط به تیمار G است که مرحله کی‌لیت‌سازی در آن انجام نشده است. بر اساس جدول ۳، تجزیه واریانس انجام شده در



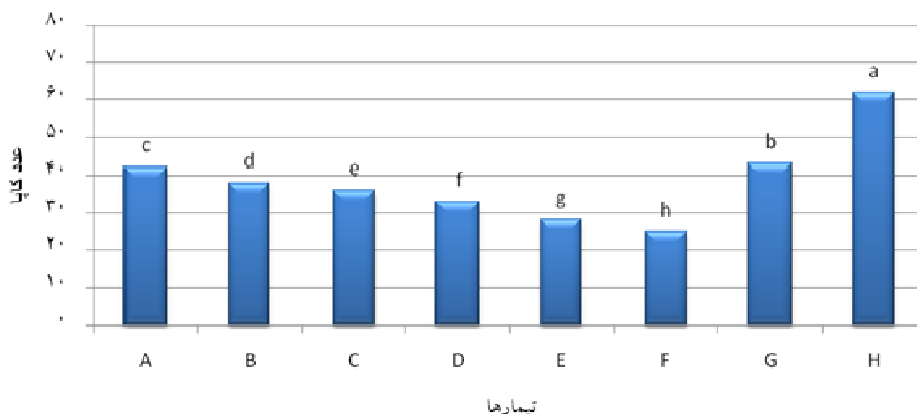
شکل ۱- مقایسه میانگین‌های ویژگی روشنی بین تیمارهای مختلف (حروف غیرمشابه بالای ستون‌ها به معنای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است).

در مقایسه نتایج مربوط به عدد کاپای خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده با عدد کاپای خمیر کاغذ 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، به طوری که میانگین تیمارها هر کدام در گروه‌های متفاوت قرار گرفته‌اند که این

در بررسی نتایج مربوط به بازده خمیر کاغذها بعد از عمل رنگ‌بری، مشاهده می‌شود که بیشترین بازده به دست 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 قرار گرفته‌اند 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.



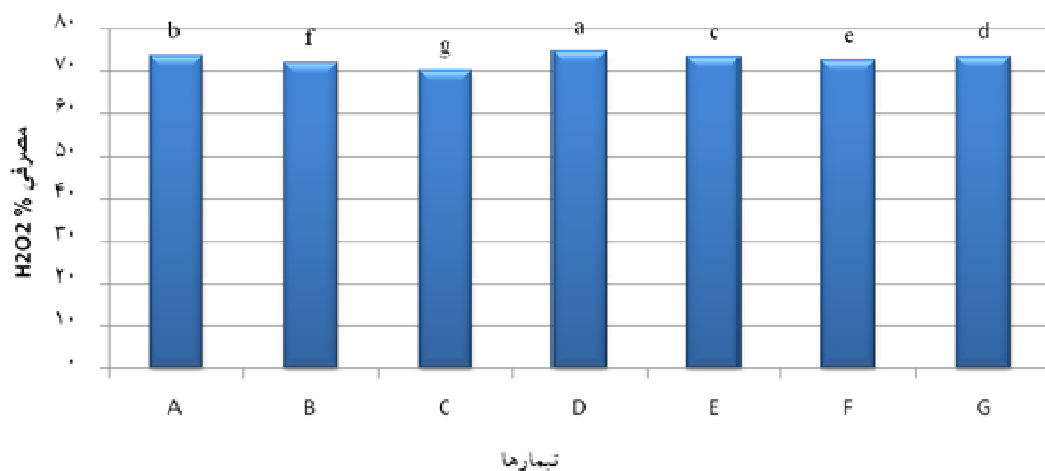
شکل ۲- مقایسه میانگین‌های بازده خمیر کاغذها بین تیمارهای مختلف (حروف غیرمشابه بالای ستون‌ها به معنای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و حروف مشابه به منزله عدم معنی‌داری است).



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

پراکسید هیدروژن مصرفی افزایش می‌یابد. بر اساس جدول ۳، تجزیه واریانس انجام شده در مورد درصد پراکسید 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، به طوری که میانگین تیمارها، هر کدام در گروه‌های متفاوت قرار گرفته‌اند که این گروه‌بندی در شکل ۴ قابل مشاهده است.

در بررسی نتایج مربوط به درصد پراکسید هیدروژن مصرفی، مشاهده شد که با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن، درصد پراکسید هیدروژن مصرفی کاهش می‌یابد؛ به طوری که 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 به طور کلی در نتایج مشاهده می‌شود که با افزایش سطح هیدروکسید سدیم، درصد



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

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 در نهایت 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.

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 به دست آمد که نتایج آماری و گروه‌بندی میانگین‌ها نیز تفاوت معنی‌دار میانگین روشنی تیمار G را نسبت به سایر تیمارها نشان

بحث

همان‌طور که در نتایج مشاهده شد با افزایش درصد هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن، ویژگی‌های روشن‌تری حاصل از خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده، افزایش و عدد کاپای خمیر کاغذهای رنگ‌بری 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 ویژگی‌های روشن‌تری و عدد کاپا به دست آمده است. به عنوان 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، روشن‌تری کمتر و عدد کاپای بیشتری را به دست آورده است؛ به طوری که 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)، روشن‌تری 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) و همکاران (۲۰۰۸) و Mohta (۲۰۰۳) مطابقت دارد.

در مورد بازده بعد از رنگ‌بری خمیر کاغذها نیز در تیمارهای A تا F مشاهده می‌شود که با افزایش درصد هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن، بازده خمیر کاغذها 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 کی‌لیت‌سازی، روشن‌تری خمیر کاغذ به مقدار کمتری افزایش یافته است. در این تیمار به دلیل عدم کی‌لیت‌سازی، 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 روشن‌تری کاغذهای حاصل از این خمیر کاغذ، کمتر از تیمار F با همان میزان مصرف سود سوزآور و پراکسید هیدروژن، است که با نتایج به دست آمده 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 در نتیجه افزایش واکنش اکسیداسیون لیگنین توسط یون پراکسید است (Ashuri, 2004).

در این تحقیق بر اساس نتایج به دست آمده از تیمارها، در نهایت تیمار F با ۳ درصد سود سوزآور و ۵ درصد پراکسید هیدروژن به همراه مرحله کی‌لیت‌سازی اولیه که دارای بیشترین روشن‌تری (۴۴/۵۰ درصد) و کمترین بازده (۸۳/۲۰ درصد) بود، به عنوان تیمار برتر انتخاب شد. همچنین مشخص گردید که وجود مرحله کی‌لیت‌سازی نیز برای جلوگیری از تخریب پراکسید هیدروژن، می‌تواند در افزایش ویژگی‌های روشن‌تری 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 کی‌لیت‌سازی، می‌توان به کاغذهایی با روشن‌تری بهتر و خمیر کاغذی 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 خمیر کاغذ 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 خمیر کاغذ و تولید کاغذهایی با درجه روشن‌تری بالاتر است، بنابراین کاهش بازده در این مورد امری طبیعی بوده و عمدتاً به حذف لیگنین از خمیر کاغذ مربوط می‌شود. همچنین می‌توان گفت که با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن در یک سطح ثابت هیدروکسید سدیم، درصد پراکسید هیدروژن مصرفی کاهش می‌یابد. در پایان، باید یادآوری کرد که انتخاب بهترین تیمار در این تحقیق، بر اساس رسیدن به

- 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

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 در نهایت بهترین گزینه انتخاب گردد.

منابع مورد استفاده

- 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.

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

S.P. Hashemi¹, A. Tabei^{2*} and S.P. Hashemi³

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.