رنگ‌بری خمیرکاغذ سودای ساقه توتون (*Nicotiana tabacum* L.'PVH 19') با استفاده از پراکسید قلیایی

سید پدرام هاشمی، اصغر تابعی* و سیدپیمان هاشمی

گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا، آستارا، ایران؛ باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا، آستارا، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: tabei_asr@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۵/۱۸

چکیده

در این پژوهش تاثیر 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 رنگ‌بری خمیرکاغذ سودای ساقه توتون رقم (*Nicotiana tabacum* L.'PVH 19') بررسی شد. ساقه توتون به روش سودا با ۲۲ درصد قلیاییت، در ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۱۰۰ دقیقه به خمیر کاغذ تبدیل شد. خمیر کاغذ رنگ‌بری نشده حاصله از ساقه توتون رقم مذکور دارای بازده ۳۶/۲ درصد و عدد کاپای ۷۷ بود. رنگ‌بری شامل دو مرحله بود: ۱- مرحله کی‌لیت کردن و ۲- مرحله رنگ‌بری پراکسید قلیایی. نتایج نشان داد درجه روشنی خمیرکاغذ با افزایش مقدار مصرف هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن افزایش و عدد کاپای آن کاهش می‌یابد. داده‌های مربوط به تیمار ۳ درصد سود سوزآور به همراه ۵ درصد پراکسید هیدروژن بدون مرحله کی‌لیت‌سازی نشان داد که مرحله کی‌لیت‌سازی اولیه به طور قابل ملاحظه‌ای بر درجه روشنی، عدد کاپا و بازده خمیر کاغذ رنگ‌بری شده موثر است به طوری که 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 کی‌لیت‌سازی اولیه که دارای بیشترین روشنی (۴۰/۹۹ درصد) و کمترین بازده (۴۰/۱۰ درصد) بود، به عنوان بهترین تیمار انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: رنگ‌بری ، ساقه توتون، کی‌لیت‌سازی، روشنی، بازده.

مقدمه

نیاز به منابع غیرچوبی با توجه به محدودیت منابع سلولزی چوبی در کشور و واردات الیاف رنگ‌بری شده به کشور بیش از پیش احساس می‌شود. گیاه توتون (*Nicotianan tabacum*) یکی از این منابع غیرچوبی است که جزء گیاهان یک ساله محسوب شده و از برگ آن در پایان دوره رویش به منظور تهیه توتون و از بذر به منظور زادآوری دوره بعد استفاده می‌کنند. مابقی اجزاء این گیاه از جمله ریشه و ساقه به عنوان ضایعات در زمین رها شده و یا سوزانده می‌شود. ساقه گیاه توتون مطابق تحقیقات صورت گرفته قابلیت تولید الیاف را برای خمیر و کاغذ دارد (Agrupis *et al.*, 2000 ؛Eroglu *et al.*, 1992). سطح زیر کشت این گیاه در جهان بیشتر از پنج میلیون هکتار و کل تولید سالیانه آن بالغ بر شش میلیون تن

است. حدود۲۰ هزار هکتار از اراضی شمال ایران در خوزستان و کرمانشاه به کشت توتون اختصاص دارد. استان‌های مازندران، گلستان، گیلان، آذربایجان غربی و کردستان به ترتیب با دارا بودن ۳۵، ۲۵، ۲۰، ۱۵ و ۵ درصد سطح زیر کشت این گیاه از مناطق عمده کشت توتون در ایران محسوب می‌شوند (سید شریفی، ۱۳۸۸).

فرآیند سودا یکی از مهمترین فرآیندهای تولید خمیر کاغذ از گیاهان غیرچوبی می‌باشد که بیش از ۹۰ درصد از کل تولید خمیر کاغذ از منابع غیرچوبی را به خود اختصاص داده است. رنگ‌بری TCF (Total Chlorine Free) از میان روش‌های متفاوت رنگ‌بری دارای کمترین آلودگی آب و محیط زیست می‌باشد. در این روش از مواد کلردار استفاده نشده و در مقابل از مواد اکسیدکننده مثل پراکسیدها، اکسیژن و ازن استفاده می‌شود. پراکسید هیدروژن در شرایط نسبتاً ملایم (تا دمای ٦٠ 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 سانتی گراد) پراکسید به عنوان رنگ‌بر کامل خمیر کاغذ شیمیایی به کار می‌رود (میرشکرایی، ۱۳۸۷).

زینلی و همکاران (۱۳۸۸) تاثیر استفاده از مقادیر متفاوت پراکسید هیدروژن در سه سطح ۳، ٤ و ۵ درصد و هیدروکسید سدیم در دو سطح ۲ و ۳ درصد بر روی رنگ‌بری خمیرکاغذ سودای پوست کنف را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که درجه روشنی خمیرکاغذ با افزایش مقدار مصرف هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن افزایش و عدد کاپای آن کاهش می‌یابد و مرحله کی‌لیت‌سازی اولیه به طور قابل ملاحظه‌ای بر درجه روشنی، عدد کاپا و بازده خمیر کاغذ رنگ‌بری شده موثر است. Deniz و Tutus (۲۰۰٤) در مطالعه‌ای شرایط متفاوت رنگ‌بری پراکسید هیدروژن دو مرحله‌ای بر ویژگی‌های نوری و مقاومتی خمیر حلال آلی[۲] صنوبر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان روشنی خمیرکاغذ با افزایش میزان پراکسید هیدروژن و سود سوز آور افزایش یافته و در تیمار ٤ درصد پراکسید و ۳ درصد سود سوزآور به ٦٩/٠١ رسید. همچنین نسبت بهینه سود سوزآور به پراکسید در این تحقیق ۰/۷۵ بود.

Tutus (۲۰۰٤) در بررسی خود بر رنگ‌بری پراکسید قلیایی خمیرکاغذ سودا-اکسیژن آنتراکینون ساقه برنج به این نتیجه رسید که روشنی و مقاومت‌های مکانیکی با افزایش میزان پراکسید هیدروژن و هیدروکسید سدیم افزایش و بازده رنگ‌بری کاهش می‌یابد.

Mohta و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیق خود بر رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن دو نوع خمیر کاغذ مکانیکی کنف شامل کل ساقه کنف و پوست کنف (حاوی ۲۲ درصد مغز) به این نتیجه رسیدند که درجه روشنی خمیر کاغذها با مصرف ۱ درصد پراکسید هیدروژن و ۱ درصد هیدروکسید سدیم به ترتیب از۵۰/۲ و ٤٥/٦ درصد به ٦٤ و ٦٢ درصد رسیده و روشنی هر دو خمیر با مصرف پراکسید هیدروژن و هیدروکسید سدیم بیشتر می‌تواند به ۷۵ درصد نیز برسد. نتایج این پژوهشگران نشان داد که مصرف پراکسید هیدروژن الیاف مغز کنف به دلیل مواد استخراجی و لیگنین بیشتر برای تولید خمیر بیشتر است.

Pan (۲۰۰۳) در رنگ‌بری پراکسید خمیر کاغذ شیمیایی-حرارتی-مکانیکی صنوبر پی برد که روشنی با افزایش مقدار پراکسید و قلیاییت افزایش، بازده کاهش و مقاومت‌ها بهبود می‌یابد. این تغییرات در بازده و مقاومت در روشنی ۸۰ درصد و بیشتر مشهودتر بود. همچنین وی بیان نمود که قلیاییت از

میان پارامترهای رنگ‌بری در کاهش بازده موثرتر می‌باشد و تغییرات در بازده و مقاومت‌ها می‌تواند به دلیل خروج ترکیبات آب‌گریز خمیر مثل لیگنین و مواد استخراجی و همچنین تشکیل گروه‌های کربوکسیل روی الیاف باشد.

Ashuri (۲۰۰٤) در تحقیق خود روی ساخت خمیر کاغذ کاملاً رنگ‌بری شده از کل ساقه کنف به این نتیجه رسید که خمیرکاغذ کرافت کنف در مقایسه با خمیر کاغذ کرافت چوب برای رسیدن به روشنی بالای ۹۰ درصد آسان تر رنگ‌بری می‌شود. او برای ساخت خمیر کاغذ کاملاً رنگ‌بری شده در سیستم رنگ‌بری TCF از توالی ساده پراکسید هیدروژن: اکسیژن: کی‌لیت‌سازی استفاده کرده و با این روش به روشنی نهایی ۹۰/٤ درصد رسید. Mussatto و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی خود روی رنگ‌بری پراکسید خمیرکاغذ سودای تفاله کارخانجات الکل‌سازی به این نتیجه رسیدند که با استفاده از ۵ درصد پراکسید هیدروژن و محلول ۰/۲۵ نرمال هیدروکسید سدیم می‌توان به روشنی ۷۳/۳ درصد رسید.

با توجه به تاثیر مقادیر مواد شیمیایی به کار رفته در رنگ‌بری بر ویژگی‌های خمیر کاغذ رنگ‌بری شده، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر استفاده از مقادیر متفاوت پراکسید هیدروژن در سه سطح ۳، ٤ و ۵ درصد و هیدروکسید سدیم در دو سطح ۲ و ۳ درصد بر رنگ‌بری یک مرحله‌ای خمیر کاغذ سودای ساقه توتون واریته PVH19 و انتخاب بهترین نسبت مواد بود.

مواد و روش‌ها

ساقه‌های توتون رقم PVH19 مورد استفاده در این تحقیق به طور موردی و تصادفی از مزارع شهرستان آستارا، 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، به آزمایشگاه خمیر و کاغذ کارخانه چوب و کاغذ ایران (چوکا) منتقل شدند و به روش خمیرسازی سودا توسط دایجستر شش محفظه‌ای چرخشی به خمیر کاغذ تبدیل شدند. شرایط پخت یکسان و قلیائیت ۲۲ درصد، نسبت لیکور پخت به ساقه توتون ۸ به ۱، زمان ۱۰۰ دقیقه و دما ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد شامل 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 T236OM-95 آئین‌نامه TAPPI به دست آمد و بازده بعد از الک آن بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

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

عمل رنگ‌بری پس از تهیه خمیر کاغذ بر روی آن صورت گرفت. در مجموع ۷ تیمار رنگ‌بری با پراکسید قلیایی بر روی خمیر کاغذ به دست آمده انجام گرفت که ٦ تیمار از این ۷ تیمار با کی‌لیت‌سازی و یک تیمار بدون کی‌لیت‌سازی بود (جدول ۱).

رنگ‌بری خمیر کاغذ شامل دو مرحله بود که بر اساس روش پیشنهاد زینلی و همکاران (۱۳۸۸) در مرحله اول عمل کی‌لیت‌سازی و در مرحله دوم عمل لیگنین‌زدایی و رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن قلیایی صورت گرفت. مقدار ۱۵ گرم خمیر کاغذ در مرحله کی‌لیت کردن با درصد خشکی ۳ درصد در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۹۰ دقیقه به منظور حذف یون‌های فلزی سنگین توسط ۰/۵ درصد EDTA (بر مبنای وزن خشک خمیر کاغذ) کی‌لیت‌سازی شد. خمیر کاغذ پس از این مرحله روی الک با مش ۲۰۰ توسط آب مقطر شسته شده و تا درصد خشکی ۱۰

درصد آب‌گیری شد.

مقدار ۳ درصد سیلیکات سدیم، ۰/۵ درصد سولفات منیزیم و ۰/۲ درصد EDTA در مرحله لیگنین‌زدائی و رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن به خمیر کاغذ اضافه شد. خمیر کاغذ با درصد خشکی ۱۰ درصد برای مدت ۲ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد توسط مقادیر متفاوتی از پراکسید هیدروژن در سه سطح ۳، ٤ 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 کی‌لیت‌سازی با میزان ۵ درصد پراکسید هیدروژن و ۳ درصد هیدروکسید سدیم انجام گرفت.

عدد کاپای خمیر کاغذ رنگ‌بری شده مربوط به هر تیمار پس از انجام عمل رنگ‌بری ، بر اساس استاندارد شماره T236OM-95 آئین‌نامه TAPPI محاسبه شد. همچنین بازده خمیرکاغذ رنگ‌بری شده مربوط به هر تیمار نیز پس از هوا خشک کردن خمیرکاغذها و تعیین درصد رطوبت آنها بر اساس درصد وزن خمیر کاغذ باقی مانده از رنگ‌بری نسبت به وزن اولیه خمیر کاغذ محاسبه گردید. از خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده بر اساس استاندارد شماره T236OM-95 آئین‌نامه TAPPI کاغذهای دست‌ساز تهیه شد و میزان روشنی آنها بر اساس استاندارد شماره T452OM-98 آئین‌نامه TAPPI اندازه‌گیری شد. همچنین میزان پراکسید هیدروژن باقی مانده در مایع رنگ‌بری نیز بر اساس استاندارد شماره T611CM-95 آئین‌نامه TAPPI محاسبه شد. تجزیه واریانس بر اساس طرح کاملا تصادفی و مقایسه میانگین‌ها بر اساس روش دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. برای پردازش نتایج حاصل از کلیه اندازه‌گیری‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد.

جدول ۱. تیمارهای رنگ‌بری انجام گرفته بر روی خمیر کاغذ توتون رقم PVH19

تیمار	درصد هیدروکسید سدیم	درصد پراکسید هیدروژن
A	۲	۳
B	۲	٤
C	۲	۵
D	۳	۳
E	۳	٤
F	۳	۵
G (بدون کی‌لیت‌سازی)	۳	۵

نتایج

میزان pH نهایی رنگ‌بری، میزان روشنی، بازده بعد از رنگ‌بری، عدد کاپای نهایی و پراکسید هیدروژن مصرفی هر کدام از تیمارهای رنگ‌بری در جدول ۲ ارایه شده است. تیمار H در واقع مربوط به خمیر کاغذ رنگ‌بری نشده یا همان خمیر کاغذ شاهد می‌باشد که هر کدام از تیمارهای رنگ‌بری ذکر شده بر روی همین خمیر کاغذ صورت گرفته است. عدد کاپا و بازده خمیر کاغذ شاهد به ترتیب ۷۷ و ۳٦/۲۰ درصد به دست آمد که البته بازده این خمیر کاغذ ۱۰۰ در جدول ۲ذکر 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 خمیر کاغذ شاهد نیز ۱۸/٦۰ درصد ایزو به دست آمد.

نتایج مربوط به ویژگی روشنی و مقایسه نتایج

مربوط به این ویژگی خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده با نتیجه خمیر کاغذ شاهد می‌توان نشان داد که روشنی پس از انجام رنگ‌بری، در همه تیمارها بیش از ۲۰ واحد افزایش داشته است. بیشترین روشنی مربوط به تیمار F و کمترین روشنی حاصل از تیمارهای رنگ‌بری مربوط به تیمار G بود که مرحله کی‌لیت‌سازی در آن انجام نگرفت. تجزیه واریانس انجام گرفته در مورد ویژگی روشنی نشان داد که بین نتایج حاصل از تیمارهای انجام گرفته تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۳). گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن نیز بیان‌کننده این موضوع است که بین میانگین اکثر تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود دارد و تنها نتایج حاصل از تیمارهای E و F در یک گروه قرار گرفته‌اند (شکل ۱). در این شکل حروف غیر شابه به معنای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس گروه‌بندی دانکن بوده و حروف غیرمشابه نیز به منزله عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین آن تیمارها می‌باشد.

در بررسی نتایج مربوط به بازده خمیر کاغذها بعد از عمل رنگ‌بری مشاهده شد که بیشترین بازده به دست آمده بعد از تیمارهای رنگ‌بری مربوط به تیمار A و کمترین بازده مربوط به تیمار F می‌باشد. تجزیه واریانس انجام گرفته در مورد بازده بعد از رنگ‌بری نشان داد که بین نتایج حاصل از تیمارهای انجام گرفته تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد (جدول ۳). گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن نیز بیان‌کننده این موضوع بود که بین میانگین اکثر تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در این گروه‌بندی، میانگین نمونه شاهد (H) و میانگین تیمارهای A، B و G هر کدام در گروه‌های متفاوت قرار گرفتند و میانگین تیمارهای C و D، میانگین تیمارهای D و E و همچنین میانگین تیمارهای E و F هر کدام به صورت دو به دو در گروه‌های مشابه قرار گرفتند (شکل ۲).

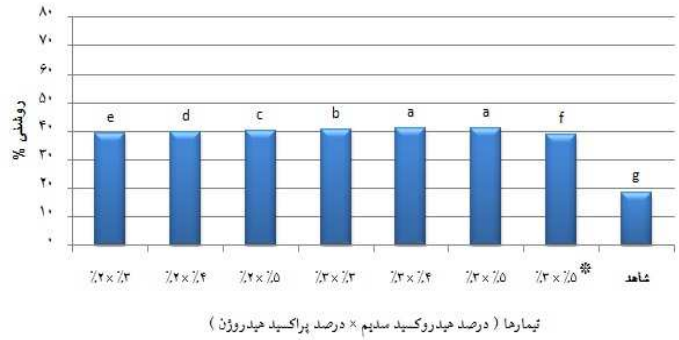
جدول ۲. نتایج مربوط به تیمارهای مختلف رنگ‌بری خمیر کاغذ سودای ساقه توتون رقم PVH19

تیمار	NaOH (درصد)	H_2O_2 (درصد)	pH نهایی	روشنی (ISO درصد)	بازده (درصد)	عدد کاپا	H_2O_2 مصرفی (درصد)
A	۲	۳	۱۱/۵۰	۳۹/۰۹	۸۸/۹۰	٤۳	۷۳/۳۰
B	۲	٤	۱۱/۵۰	۳۹/۵۹	۸۷/۱۲	٤۲	۷۱/۸۰
C	۲	۵	۱۱	٤۰	۸٦/۱٤	٤۰	۷۰
D	۳	۳	۱۲/۵۰	٤۰/۳۹	۸۵/٦۸	۳٦	۷٤/۱۰
E	۳	٤	۱۲	٤۰/۹۰	۸۵	۳۲	۷۳/۲۰
F	۳	۵	۱۱/۵۰	٤۰/۹۹	۸٤/٦٦	۲۸	۷۱
G	۳	۵	۱۳	۳۸/۸۰	۸۷/۹۸	٤٤/۵۰	۷۲/۹۰
H	-	-	-	۱۸/٦۰	۱۰۰	۷۷	-

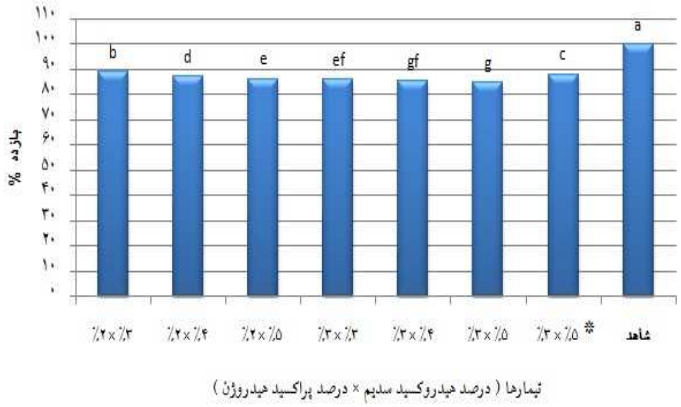
جدول ۳. تجزیه واریانس مربوط به مقایسه میانگین ویژگی‌های خمیر کاغذ سودای ساقه توتون بین تیمارهای مختلف

ویژگی	منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	Pr > F
روشنی	درصد عامل رنگ بر	۷	۱۲۱۱/٤۰۷	۱۷۳/۰۵۸**	۱۳٤۸/۸۵	<۰/۰۰۰۱
بازده	درصد عامل رنگ بر	۷	۵۲۲/۹۲٦	۷٤/۷۰٤**	۳٦/۳۲	<۰/۰۰۰۱
عدد کاپا	درصد عامل رنگ بر	۷	٤٦۹۳/۰۷۳	٦۷۰/٤۳۹**	٤۰/۲۹	<۰/۰۰۰۱
H_2O_2 مصرفی	درصد عامل رنگ بر	۷	۳۷/۹۰۳	٦/۳۱۷**	۱۳٤۰۰	<۰/۰۰۰۱

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد



شکل ۱. مقایسه میانگین‌های ویژگی روشنی بین تیمارهای مختلف خمیر کاغذ سودای ساقه توتون. حروف غیر شابه به معنای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس گروه بندی دانکن و * بیانگر تیمار فاقد مرحله کی‌لیت‌سازی می‌باشد.

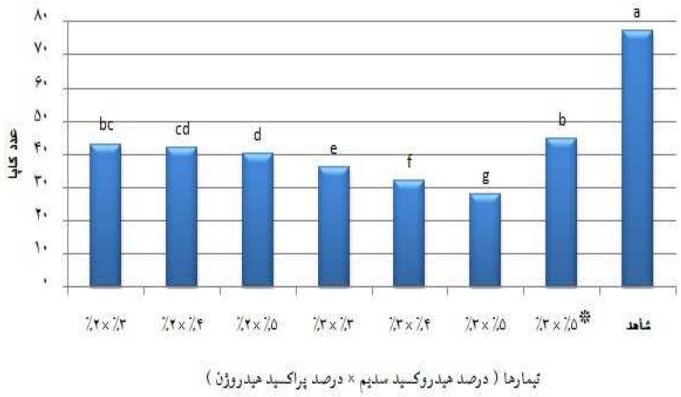


شکل ۲. مقایسه میانگین‌های بازده بین تیمارهای مختلف خمیر کاغذ سودای ساقه توتون. حروف غیر شابه به معنای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس گروه بندی دانکن و * بیانگر تیمار فاقد مرحله کی‌لیت‌سازی می‌باشد.

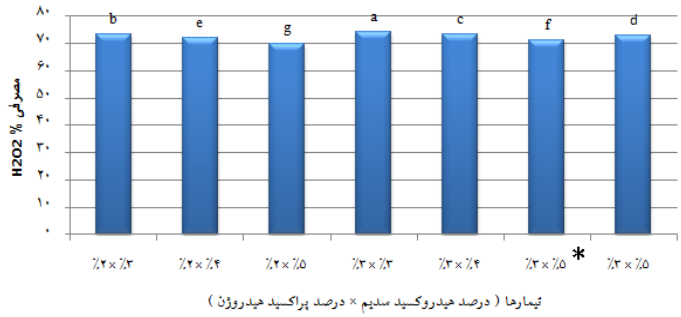
مشاهده نتایج مربوط به عدد کاپا و مقایسه نتایج مربوط به عدد کاپای خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده با عدد کاپای خمیر کاغذ شاهد بیانگر آن است که این ویژگی پس از انجام رنگ‌بری در همه تیمارهای کاهش یافته که بیشترین کاهش مربوط به تیمار F و کمترین کاهش مربوط به تیمار G (شاهد) بود. همچنین تفاوت معنی‌داری بین عدد کاپا تیمارهای مختلف وجود داشت (جدول ۳). میانگین تیمارهای G و A، میانگین تیمارهای A و B و همچنین میانگین تیمارهای B و C هر کدام به صورت دو به دو در گروه‌های مشابه از لحاظ گروه‌بندی دانکن قرار گرفتند. میانگین سایر تیمارها نیز هر کدام در گروه‌های متفاوت طبقه‌بندی شدند (شکل ۳).

بررسی نتایج مربوط به درصد پراکسید هیدروژن مصرفی نشان داد که کمترین مقدار مصرف این ماده در بین همه تیمارهای رنگ‌بری به نرتیب مربوط به تیمارهای C، F و G با غلظت پراکسید هیدروژن ۵ درصد بود. از طرف دیگر بیشترین مقدار مصرف این ماده نیز به ترتیب مربوط به تیمارهای D و A با غلظت پراکسید هیدروژن ۵ درصد به دست آمد. بر اساس جدول ۳، تجزیه واریا نس در مورد درصد پر اکسید هیدروژن مصرفی نشان داد که تفاوت

معنی‌داری بین نتایج حاصل از تیمارهای انجام گرفته وجود دارد. گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن نیز بیان‌کننده این موضوع است که بین میانگین همه تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود دارد به طوری که میانگین هر کدام از تیمارها در گروه‌های متفاوت قرار گرفتند (شکل ٤).



شکل ۳. مقایسه میانگین‌های عدد کاپای خمیر کاغذها بین تیمارهای مختلف خمیر کاغذ سودای ساقه توتون. حروف غیر شابه به معنای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس گروه بندی دانکن و * بیانگر تیمار فاقد مرحله کی‌لیت‌سازی می‌باشد.



شکل ۴. مقایسه میانگین‌های پراکسید هیدروژن مصرفی خمیر کاغذها بین تیمارهای مختلف خمیر کاغذ سودای ساقه توتون. حروف غیر شابه به معنای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس گروه بندی دانکن و * بیانگر تیمار فاقد مرحله کی‌لیت‌سازی می‌باشد.

تیمار F بر اساس آنچه که ذکر شد با ۳ درصد هیدروکسید سدیم و ۵ درصد پراکسید هیدروژن دارای بیشترین درجه روشنی و کمترین بازده خمیر کاغذ است، هر چند که تفاوت معنی‌داری به لحاظ آماری بین میانگین روشنی تیمار F و تیمار E با ۳ درصد هیدروکسید سدیم و ٤ درصد پراکسید هیدروژن وجود ندارد. میزان روشنی با افزایش میزان هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن افزایش یافت. همان‌طور که مشاهده شد در تیمار G (بدون مرحله کی‌لیت‌سازی) با این که درصد هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن بالا بود ولی میزان روشنی کمتری نسبت به بقیه تیمارها به دست آمد. نتایج آماری و گروه‌بندی میانگین‌ها نیز تفاوت معنی‌دار میانگین روشنی تیمار G را نسبت به سایر تیمارها نشان داد. بازده بعد از رنگ‌بری خمیر در اکثر تیمارها با افزایش میزان هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن کم شد هر چند که به لحاظ گروه‌بندی میانگین ها، میانگین بازده برخی از تیمارها از تیمار C تا F در گروه‌های

مشابه قرار گرفت. عدد کاپای نهایی خمیر کاغذها نیز با افزایش درصد هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن مصرفی کاهش یافت. البته در این مورد باید به این موضوع اشاره کرد که عدد کاپای تیمار G (بدون مرحله کی لیت سازی) با وجود بالا بودن درصد هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن مصرفی (به ترتیب ۳ و ۵ درصد)، با عدد کاپای تیمار A با پایین‌ترین سطح استفاده از درصد هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن مصرفی (به ترتیب ۲ و ۳ درصد) در یک گروه قرار گرفت.

بحث و نتیجه‌گیری

ویژگی روشنی کاغذهای حاصل از خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده با افزایش درصد هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن 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 ویژگی روشنی و عدد کاپا به دست آمد. به عنوان مثال در تیمار C به علت سطح پایین مصرف سود سوزآور (۲ درصد) و pH پایین محیط (۱۱) رنگ‌بری با پراکسید مصرف شده (۵ درصد) در مقایسه با تیمار F، روشنی کمتر و عدد کاپای بیشتری را ایجاد کرده است به طوری که، در تیمار F به دلیل ۱ درصد افزایش در میزان سود سوزآور مصرفی (۳ درصد)، pH محیط افزایش یافته (۱۱/۵) و پراکسید اضافه شده (۵ درصد) روشنی خمیر را بهبود بخشیده و عدد کاپای آن را کاهش داده است. این یافته با نتایج پژوهش‌های زینلی و همکاران (۱۳۸۸)، Pan (۲۰۰۳)، Mohta و همکاران (۲۰۰۳)، Tutus (۲۰۰٤)، Mussatto و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

در مورد بازده بعد از رنگ‌بری خمیر کاغذها نیز در تیمارهای A تا F مشاهده شد که با افزایش درصد هیدروکسید سدیم و پراکسید هیدروژن، بازده خمیر کاغذها عمدتا به دلیل حذف لیگنین کاهش می‌یابد که باز هم این نتیجه با نتایج تحقیق دهقانی و همکاران (۱۳۸۸)؛ Pan (۲۰۰۳)؛ Denis و Tutus (۲۰۰٤)؛ Tutus (۲۰۰٤)؛ Muscat و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

روشنی خمیر کاغذ به دلیل عدم اجرای مرحله ۱ رنگ‌بری (کی‌لیت‌سازی) در تیمار G به مقدار کمتری افزایش یافت. در این تیمار مقداری از پراکسید هیدروژن به دلیل عدم کی‌لیت‌سازی توسط فلزات سنگین موجود در آب مصرفی تخریب شده و در رنگ‌بری شرکت نکرده است. بنابراین بازده این تیمار بیشتر و روشنی کاغذهای حاصله از این خمیر کاغذ کمتر از تیمار F با همان میزان مصرف سود سوزآور و پراکسید هیدروژن بود که با نتایج به دست آمده از تحقیقات Ashuri (۲۰۰٤) و زینلی و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت دارد. همچنین این تیمار در مقایسه با تیمار F که دارای میزان مشابه سود سوزآور و پراکسید هیدروژن می‌باشد، عدد کاپای بالاتری به دلیل تخریب بخشی از پراکسید توسط یون‌های فلزی سنگین موجود در آب دارد که این نتیجه نیز با نتایج زینلی و همکاران (۱۳۸۸) همخوانی دارد.

میزان پراکسید هیدروژن مصرف شده در رنگ‌بری با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن در مایع رنگ‌بری کاهش یافت که به دلیل مازاد ماده شیمیایی در محیط می‌باشد. این موضوع با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد (زینلی و همکاران، ۱۳۸۸؛ Denis & Tutus, 2004). همچنین مصرف پراکسید هیدروژن توسط خمیر با افزایش سطح هیدروکسید سدیم افزایش یافت که به دلیل افزایش pH محیط رنگ‌بری و در

نتیجه افزایش واکنش اکسیداسیون لیگنین توسط یون پرهیدروکسیل می‌باشد (Ashuri, 2004).

در این تحقیق بدون در نظر گرفتن تحلیل‌های آماری و تنها با لحاظ نمودن میانگین‌های 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 روشنی (۴۰/۹۹ درصد) و کمترین بازده (۴۰/۱۰ درصد) بود، به عنوان تیمار برتر انتخاب می‌شود. توجه به نتایج آماری و گروه‌بندی میانگین‌ها مشخص می‌کند که دست کم میانگین ویژگی‌های روشنی و بازده بعد از رنگ‌بری تیمار F با میانگین همین ویژگی‌ها در تیمار E در یک گروه قرار می‌گیرند که در این خصوص و تنها با در نظر گرفتن نتایج دو ویژگی ذکر شده، شاید بتوان تیمار E را نیز در زمره تیمار برتر قرار داد. البته باید این نکته را ذکر نمود که تیمار F عدد کاپا و درصد پراکسید هیدروژن مصرفی کمتری نسبت به تیمار E دارد که این خود ویژگی مثبتی برای تیمار F می‌باشد. همچنین مشخص گردید که وجود مرحله کی‌لیت‌سازی نیز برای جلوگیری از تخریب پراکسید هیدروژن می‌تواند در افزایش ویژگی روشنی و کاهش عدد کاپا بسیار موثر 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 هیدروزن به همراه مرحله کی‌لیت‌سازی می‌توان به کاغذهایی با روشنی بهتر و خمیر کاغذی با عدد کاپای پایین‌تر دست پیدا کرد که البته در این حالت بازده خمیر کاغذ بعد از رنگ‌بری کاهش پیدا کرده و ضمنا میزان پراکسید مصرف شده نیز کم می‌گردد که غیر از کاهش بازده سایر موارد از نکات مثبت این موضوع هستند. البته همانگونه که قبلا نیز ذکر شد در گروه‌بندی میانگین ها، بین میانگین ویژگی روشنی و همچنین بین میانگین بازده بعد از رنگ‌بری تیمارهای F و E تفاوت چندانی وجود نداشت. بنابراین برای پیدا کردن بهترین تیمار به ویژه زمانی که دیدگاه اقتصادی هم مدنظر باشد بهتر است با مطالعه دقیق ویژگی‌ها و تحلیل آنها بهترین گزینه را انتخاب نمود.

منابع

زینلی، ف.، دهقانی، م.ر.، زینلی، ف. و میرمهدی، م. (۱۳۸۸) رنگ‌بری خمیرکاغذ سودای پوست کنف با استفاده از پراکسید قلیایی. مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۱۶(۱): ۱۰۵-۱۱۳.

سید شریفی، ر. (۱۳۸۸) گیاهان صنعتی ، چاپ دوم. انتشارات عمیدی دانشگاه محقق اردبیلی. تبریز، ۳۹۳ صفحه.

میرشکرایی، س.ا. (۱۳۸۷) فن‌آوری خمیر و کاغذ. انتشارات آییژ. تهران، ۵۰۱ صفحه.

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.

Denis, 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, Boston, U.S.A. November: 215-222.

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. Cellulose, 15(4): 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.

TAPPI., 2000-2001. TAPPI Test Methods, TAPPI.

Tutus, A. (2004) Bleaching of rice straw pulps with hydrogen peroxide. Pakistan Journal of Biological Sciences. 7: 1327-1329.

Bleaching of Tobacco stalk (*Nicotiana tabacum* L.'PVH 19') soda pulp with alkaline peroxide

Seyed Pedram Hashemi, Asghar Tabei* and Seyed Peyman Hashemi

Department of Wood and Paper Science, Islamic Azad University, Astara Branch, Astara, Iran; Young Researchers Club, Islamic Azad University, Astara Branch, Astara, Iran. *Corresponding Author Email Address: tabei_asr@yahoo.com

Abstract

In this study, the effect of different values of peroxide in three levels 3%, 4%, 5% and sodium hydroxide in two levels 2%, 3%, on bleaching of tobacco stalks (*Nicotiana tabacum* L.'PVH 19') soda pulp was investigated. Tobacco stalks were soda pulped using 22% alkali at 170°C for 100 min. Produced pulp had 36.2% yield and kappa number of 77. Bleaching process was included two stages of chelating and alkali peroxide bleaching. Results indicated that brightness increased and kappa number decreased by increasing sodium hydroxide and hydrogen peroxide level. The data related to 3% caustic soda and 5% peroxide treatment without chelating stage indicated that initial chelating stage significantly affected on the brightness, kappa number and yield of the bleached pulp, and this treatment had the lowest brightness and the highest kappa number and yield among the treatments. Finally, 3% caustic soda-5% peroxide treatment with initial chelating stage had the highest brightness (40.99%) and the lowest yield (40.10%), was selected as the best treatment.

Keywords: bleaching, tobacco stalks, chelating, brightness, yield.