

دلآرام درخشنده^۱، بهبود محبی^۲ و سعید مهدوی فیض آبادی^۳

www.tmu.ir/wood : mohebyb@modares.ac.ir :

۳- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر تیمار استیلاسیون بر روی ثبات ابعادی کاغذ ساخته شده صورت گرفت. نمونه‌های کاغذ تحریر و مقوای کفش (Texon) درون فلاسک شیشه‌ای و در دمای 120°C با انیدرید استیک، بدون حضور کاتالیست و در طی مدت ۳۰ و ۶۰ دقیقه تیمار شدند. کاغذهای تیمار شده به مدت ۲ و ۲۴ ساعت در آب غوطه‌ور شدند و سپس درصد حجیم‌شدگی ناشی از استیلاسیون، واکنشیدگی ضخامت و قابلیت ضد واکنشیدگی استیلاسیون در آنها تعیین شدند. نتایج نشان دادند که درصد حجیم‌شدگی در مقوای کفش و کاغذ تحریر، با افزایش مدت زمان واکنش افزایش یافت؛ ولی در مقوای کفش (Texon) پس از ۳۰ دقیقه حجیم‌شدگی روند کندی پیدا کرد. در مقایسه با نمونه‌های شاهد، درصد واکنشیدگی ضخامت هر دو نوع نمونه پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب کاهش قابل توجهی داشت. همان‌طور که انتظار می‌رفت، ویژگی ضد واکنشیدگی ناشی از استیلاسیون مقوای کفش و کاغذهای تحریر افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: استیلاسیون، مقوای کفش (Texon)، کاغذ تحریر، واکنشیدگی ضخامت، اثر ضد واکنشیدگی، ثبات ابعاد.

مقدمه

کاغذ و فرآورده‌های آن عمدتاً از منابع جنگلی تولید می‌شوند. با توجه به بهره‌برداری‌های بی‌رویه منابع جنگلی و کاهش روز افزون آنها، لزوم بالا بردن کیفیت و عمر مفید فرآورده‌هایی با منشأ لیگنوسلولزی امری ضروری به نظر می‌رسد. به عبارتی، با افزایش عمر مفید هر محصول، می‌توان دوره‌های برداشت از منابع لیگنوسلولزی را طولانی‌تر کرد و فرصت بیشتری به تجدید و احیا منابع زنده جنگل داد. وابستگی تولید کاغذ به برداشت از منابع جنگلی و افزایش جمعیت بشری؛ به ویژه در کشورهای در حال توسعه و توسعه نیافته و تغییر الگوهای مصرف و توسعه

فناوری‌ها، بهره‌برداری‌های غیر اصولی از منابع تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید، سبب بروز خطر کمبود مواد اولیه سلولزی در بسیاری از نقاط شده است و جنگل‌های دنیا در اثر بهره‌برداری‌های بی‌رویه با شتاب در معرض خطری جدی نابودی قرار گرفته‌اند. بدین سبب می‌توان با افزایش کیفیت، افزایش دوام و عمر مفید فرآورده‌های حاصل از منابع جنگلی؛ مانند کاغذ می‌توان به حفظ جنگلها نیز کمک کرد. این فرآورده‌ها، الزاماً باید از کیفیت بسیار بالایی برخوردار باشند تا بتوانند در مقابل شرایط متنوع و بعضاً حاد کاربردی مانند شرایط رطوبتی متغییر و جذب رطوبت، اشعه ماورای بنفش، حمله عوامل مخرب قارچی و غیره از خود پایداری مناسبی نشان بدهند. متأسفانه

لیگنوسولوزی خاصیت آب‌گریزتری پیدا می‌کنند (محبی، ۱۳۸۲؛ Larsson-Briedl، ۱۹۹۶؛ Mohebbi، ۲۰۰۳).

هم اکنون استیله کردن چوب و مواد لیگنوسولوزی به عنوان یکی از روش‌های اصلاح شیمیایی مورد استقبال جهانی قرار گرفته است و در برخی از کشورهای اروپایی؛ مانند هلند، سوئد و انگلستان، واحدهای تولیدی جدیدی در این زمینه راه اندازی شدند و فعالیت خود را آغاز نمودند. استیله کردن مواد لیگنوسولوزی یکی از روش‌های اصلاح شیمیایی دوستدار طبیعت است و علاوه بر تأثیر مثبت بر روی ویژگیهای کاربردی این فرآوردهها، مسایل و عوارض مواد حفاظتی خطرناک را نیز ندارد. یکی از مهم‌ترین اثرات استیله کردن در چوب، کاهش جذب آب و در نتیجه ثبات ابعادی در چوب و محصولات مرکب چوبی می‌باشد که تحقیقات بسیاری در این زمینه انجام شده‌اند. به طوری که اثر مثبت استیله کردن الیاف مورد استفاده در تخته فیبر، در کاهش جذب آب و رطوبت و در نتیجه کاهش مقدار و سرعت واکنشیدگی ضخامت و افزایش ثبات ابعاد فرآوردههای حاصل در تحقیقات متعددی به اثبات رسیده‌اند (حاجی حسنی، ۱۳۸۴؛ Gomez-Bueso، ۱۹۹۹ a,b؛ Rowell و Keany، ۱۹۹۱). در تحقیقی استیله کردن الیاف مورد استفاده در ساخت کاغذ سولفات نیز کاهش اندکی در جذب رطوبت کاغذ تیمار شده نسبت به نمونه شاهد نشان داد (Ebrahimzadeh، ۱۹۹۸). اثر استیله کردن لایه‌های راش مورد استفاده در صنایع تخته لایه، تأثیر بازدارندگی آن را بر روی واکنشیدگی و جذب آب به اثبات رسانیده است (Mohebbi و Talaii، ۲۰۰۵). از سوی دیگر اثر بازدارندگی استیله کردن بر روی جذب رطوبت توسط الیاف استیله شده صنوبر مشاهده شده است (Mohebbi و Hadjhasani، ۲۰۰۵، ۲۰۰۸).

چوب و مواد لیگنوسولوزی دارای ویژگیهای نامطلوبی؛ مانند عدم ثبات ابعاد هستند که از جذب و تبادل رطوبتی با محیط پیرامون ناشی می‌شود. در واقع رطوبت کلیه ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی این مواد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کاغذ نیز مانند سایر مواد چوبی بر اثر تغییر مقدار رطوبت دچار تغییرات ابعادی می‌شود. عدم ثبات ابعادی کاغذ ناشی از حساسیت نسبت به رطوبت و واکنشیدگی دیواره سلول می‌باشد. بر اثر جذب رطوبت مقاومت‌های مکانیکی، قابلیت چاپ پذیری و بسته بندی کاغذ کاهش پیدا می‌کند و شرایط را برای حمله عوامل مخرب زیستی آماده می‌کند (Caulfield، ۱۹۸۸). در تمامی این رفتارها، گروهها هیدروکسیل بسپارهای دیواره‌های سلولی نقش اساسی را ایفا می‌کنند. گروهها هیدروکسیل فعال‌ترین محل‌های واکنش هستند و عهده دار ناپایداری ابعاد فرآورده‌های چوبی و لیگنوسولوزی بر اثر ایجاد پیوندهای هیدروژنی با آب هستند (Matsuda، ۱۹۹۶). با حذف یا مهار (بلوکه) کردن این گروهها می‌توان از اثرات نامطلوب پیوندهای هیدروژنی اجتناب کرد و به ویژگی‌های بهتری در مواد دست یافت. یکی از شیوه‌های حذف و بی اثر کردن نقش گروهها هیدروکسیلی انجام واکنش‌های شیمیایی است که به صورت جایگزینی گروهها هیدروکسیلی با یک ماده شیمیایی پایدار، پیوند پذیر و دارای کمترین گروهها آب دوست می‌باشد. برای مثال، استیله کردن از سری واکنشهای استری کردن چوب است که در حضور موادی؛ مانند انیدرید استیک، اسید استیک، تری کلرو استیل و کتن‌ها و دی‌کتن‌ها انجام می‌شود. در واکنش با این مواد گروهها استیل که آب‌گریز هستند به جای گروهها آب‌دوست هیدروکسیل می‌نشینند. بسته به میزان جانشینی گروهها آب‌گریز مزبور به جای گروهها آب‌دوست هیدروکسیل، چوب و فرآوردههای

۲۴ ساعت قرار گرفتند تا خشک شوند. وزن خشک آنها با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه گیری شد. ضخامت اولیه آنها نیز توسط میکرومتر دیجیتالی در ۵ نقطه مختلف از نمونه‌ها ثبت گردید.

برای استیلاسیون نمونه‌ها از انیدرید استیک ۹۵٪ استفاده شد. بدین منظور، در هر مورد ۲۵ نمونه کاغذ در درون بشر حاوی انیدرید استیک پیش گرم شده در دمای ۸۵ درجه سانتیگراد، طوری قرار داده شدند که هیچ‌گونه تماسی با هم نداشته باشند و نفوذ محلول در هر کدام از آنها به راحتی و به طور یکنواخت صورت گیرد. سپس دمای محلول به ۱۲۰ درجه سانتیگراد افزایش یافت تا واکنش در شرایط فشار متعارف اتمسفری و به مدت زمانهای ۳۰ و ۶۰ دقیقه انجام شود. پس از تیمار نمونه‌ها با آب نسبتاً گرم شسته شدند تا مواد اضافی و بوی تند اسید استیک از بین برود. نمونه‌های شسته شده در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد و در گرم‌خانه خشک شدند تا درصد افزایش وزنی آنها طبق رابطه ۱ محاسبه گردد. ضخامت ثانویه نیز در ۵ نقطه دو باره اندازه‌گیری شد تا میزان حجیم‌شدگی (Bulking) ناشی از استیله شدن کاغذها تعیین گردد. حجیم‌شدگی بر اساس رابطه ۲ محاسبه شد.

$$WPG = (W_2 - W_1) / W_1 \times 100$$

$$B = (T_2 - T_1) / T_1 \times 100$$

(mm)

(mm)

به رغم پژوهش‌های گسترده که بر روی چوب انجام شده‌اند، تاکنون گزارش‌های اندکی درباره اثر استیله کردن بر ویژگیهای کاغذ وجود دارند. بدین خاطر این پژوهش با نگرش تیمار کاغذهای ساخته شده در صدد است تا امکان‌پذیری استیلاسیون کاغذ را پس از ساخت دریابد. در صورت پاسخ مثبت به این نکته، می‌توان هنگام نیاز، به استیله کردن کاغذ ساخته شده مبادرت ورزید، بدون آن که نیازی باشد تا در ابتدای فرآیند تولید کاغذ، الیاف را پیشاپیش استیله نمود. در این پژوهش سعی شد تا به بررسی اثر استیله کردن کاغذ تحریر معمولی و کاغذ مورد استفاده در صنایع کفش‌سازی به نام Texon برآمد. با این هدف، ویژگیهای بازدارندگی جذب آب و رطوبت همراه با اثر استیله کردن بر ثبات ابعادی آنها بررسی شدند.

مواد و روش‌ها

در این بررسی از نمونه‌های کاغذ تحریر تولید شرکت چوب و کاغذ مازندران و مقوای کفش (Texon) (مورد استفاده در صنایع کفش‌سازی) استفاده شد. برای تهیه نمونه‌های آزمونی، کاغذها به ابعاد ۵۰ × ۵۰ میلیمتر بریده و کدگذاری شدند. سپس تعدادی نمونه از هر کاغذ در درون گرم‌خانه و در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد، به مدت

.....

(%)

=WPG

(g)

=W₁

(g)

=W₂

.....

(%)

=B

=T₁

=T₂

۲۴ ساعت در آب با دمای ۲۰°C غوطه ور شدند تا واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها و اثر ضد واکشیدگی

برای بررسی ثبات ابعادی کاغذهای استیله شده، نمونه‌های تیمار شده و تیمار نشده (شاهد) به مدت ۲ و

واکشیدگی (Anti-Swelling-Effect (ASE)) محاسبه گردید.

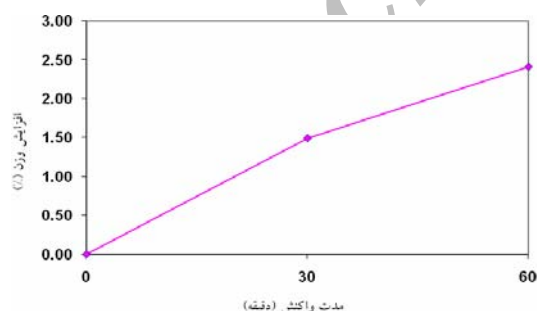
$$S = (t_2 - t_1) / t_1 \times 100$$

$$\begin{aligned} & (\%) = S \\ & (\text{mm}) = t_1 \\ & (\text{mm}) = t_2 \end{aligned}$$

$$ASE = (S_{unt} - S_{ac}) / S_{unt} \times 100$$

$$\begin{aligned} & (\%) = ASE \\ & (\%) = S_{unt} \\ & (\%) = S_{ac} \end{aligned}$$

دلیل ماهیت بازیافتی بودن آن و حضور نرمه‌های کمتر و فقدان هرگونه آهار، افت وزن روی نداده است. افزایش وزن ناشی از استیله شدن در چوب و الیاف مواد لیگنوسلولزی امری ثابت شده است و در بسیاری از گزارشها از شاخص مزبور استفاده می‌شود؛ اما در این پژوهش شاخص مزبور برای کاغذهای ساخته شده توصیه نمی‌شود و استفاده از شاخص مدت زمان واکنش می‌تواند گزینه مناسبی برای نشان دادن اثر استیلاسیون باشد.



رابطه تغییرات درصد افزایش وزن با مدت زمان واکنش در مقوای کفش

استیلاسیون تعیین گردد. ضخامت نمونه‌ها بعد از غوطه‌وری در همان ۵ نقطه تعیین شده قبلی اندازه‌گیری شدند و از روابط ۳ و ۴ میزان واکشیدگی و اثر ضد

نتایج و بحث

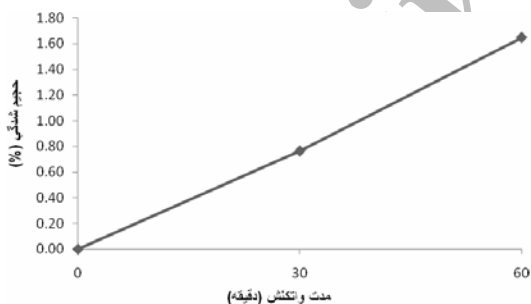
استیلاسیون- رابطه افزایش وزن (WPG) ناشی از واکنش با انیدرید استیک در مقوای کفش (Texon) و کاغذ تحریر با مدت زمان واکنش به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. همان گونه که در شکل ۱ دیده می‌شود، وزن مقوای کفش بر اثر واکنش با انیدرید استیک افزایش یافته است؛ در حالی که شکل ۲ نشان می‌دهد، در کاغذ تحریر و در طی واکنش کاهش وزن روی داده است. از آن جایی که کاغذ مورد استفاده، عملاً یک فرآورده نهایی ساخت کاغذ به روش نیمه شیمیایی می‌باشد و بر روی آن عملیات آهارزنی انجام شده است و همچنین در درون بافت آن نیز نرمه‌های زیادی وجود دارند؛ احتمالاً این مواد در طی واکنش و شستشوی کاغذ پس از استیلاسیون از بافت کاغذ تحریر خارج شده‌اند. در نهایت، اثر افزایش وزن ناشی از واکنش به نسبت خروج مواد مزبور نمایان نشده است؛ اما در مورد مقوای کفش، به

1 -Weight Percent Gain (WPG)

2 -Sizing

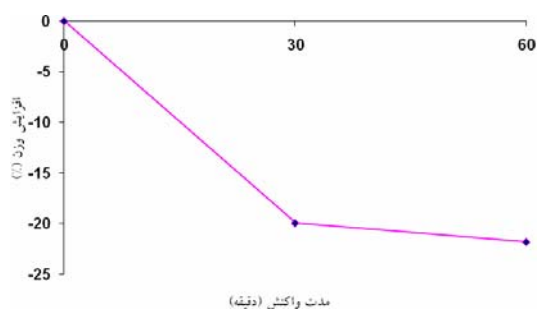
3 -Fines

ساختار شیمیایی آن دانست؛ زیرا این ماده جزو محصولات نفاخته سلولزی محسوب می‌گردد و از نظر شیمیایی در ساختار آن لیگنین بیشتر از کاغذ تحریر وجود دارد (Anonymous, ۲۰۰۵)؛ زیرا فرآیند سفیدسازی برای آن صورت نمی‌گیرد. وجود لیگنین بیشتر در ساختار آنها امکان واکنش بیشتر با انیدرید استیک را فراهم می‌نماید و سبب حجیم شدن بیشتر نسبت به کاغذ تحریر می‌گردد که اساساً نیمه شیمیایی است و درصد سلولز بیشتری دارد. حجیم شدن ناشی از واکنش استیلایون در چوب به اثبات رسیده است (José Villalón-Robles, ۲۰۰۱؛ Sander و همکاران، ۲۰۰۳). از آن جایی که سرعت و میزان واکنش لیگنین در طی واکنش استیلایون بیش از سلولز است (Ohkoshi و Kato, ۱۹۹۷؛ Ohkoshi و همکاران، ۱۹۹۷)، می‌توان انتظار حجیم شدن بیشتری را در مقوای کفش نسبت به کاغذ تحریر داشت. چون بخش عمده‌ای از لیگنین کاغذ تحریر در طی فرایند ساخت و سفیدسازی از بین می‌رود.



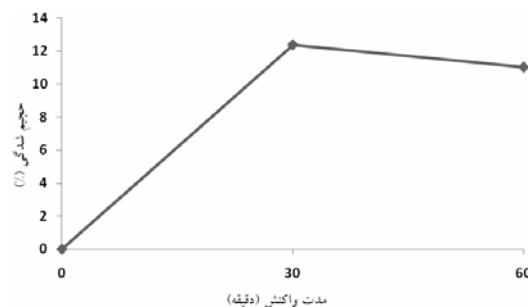
شکل ۴- رابطه درصد حجیم شدن با مدت زمان استیلایون برای کاغذ تحریر

در سرعت واکنش پذیری لیگنین نسبت به سلولز است که از سرعت بالاتری نیز برخوردار است (Ohkoshi و Kato, ۱۹۹۷؛ Ohkoshi و همکاران، ۱۹۹۷)، کاهش اندک حجیم شدن در مدت زمان واکنش ۶۰ دقیقه نسبت به ۳۰ دقیقه معنی‌دار نیست.



شکل ۲- رابطه تغییرات درصد افزایش وزن با مدت زمان واکنش در کاغذ تحریر

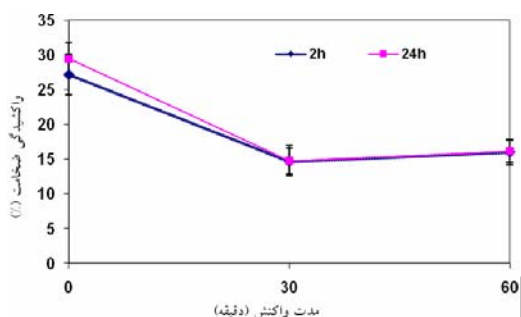
حجیم شدن - با جایگزینی گروهها بزرگتر و آب‌گریز استیل به جای گروهها کوچک هیدروکسیل در بسپارهای دیواره سلولی، انتظار می‌رود که حجم دیواره‌های سلولی در نهایت حجم کاغذ در طی انجام واکنش استیلایون افزایش یابد. نتایج بررسی حجیم شدن نمونه‌ها نشان می‌دهند که بر اثر استیله شدن حجم کاغذهای تحریر و مقوای کفش افزایش یافته‌اند؛ ولی افزایش حجم در مقوای کفش بیش از کاغذ تحریر است (شکل‌های ۳ و ۴). می‌توان دلیل حجیم شدن بیشتر ک مقوای کفش را ناشی از



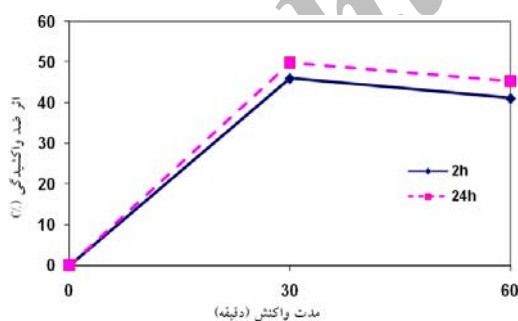
شکل ۳- رابطه درصد حجیم شدن با مدت زمان استیلایون برای مقوای کفش

درصد حجیم شدن در مقوای کفش در طی ۳۰ دقیقه نخست به حداکثر (۱۲/۳۶٪) رسیده است؛ در حالی که در کاغذ تحریر با ادامه مدت زمان واکنش کماکان حجیم شدن ادامه می‌یابد؛ اما از سرعت و مقدار کمتری نسبت به مقوای کفش برخوردار است. علت این امر نیز تفاوت

کفش پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب از ۱۹/۱۷٪ به ۹/۴۴٪ و پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری از ۲۷/۱۷ به ۹/۵۷٪ در ۳۰ دقیقه تیمار رسید. در کاغذ تحریر نیز واکنشیدگی پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، به ترتیب از ۲۷/۱۹٪ به ۱۴/۶۸٪ و از ۲۹/۴۶٪ به ۱۴/۷۸٪ در ۳۰ دقیقه تیمار رسید. در هر دو نوع کاغذ بین تیمارهای ۳۰ دقیقه و ۶۰ دقیقه از نظر واکنشیدگی ضخامت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. این نکته نشان داد که کاغذ تحریر و مقوای کفش پس از ۳۰ دقیقه واکنش با نیدرید استیک به ثبات ابعاد می‌رسند.



شکل ۶- رابطه واکنشیدگی ضخامت با مدت زمان استیلایون در کاغذ تحریر

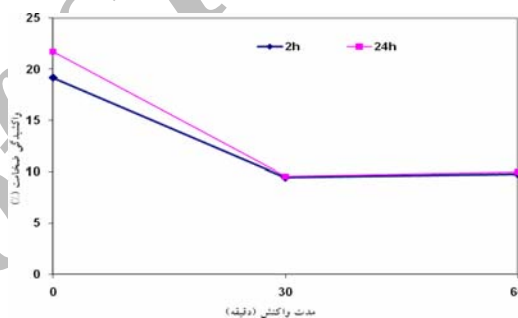


شکل ۸- اثر ضد واکنشیدگی استیلایون بر کاغذ تحریر

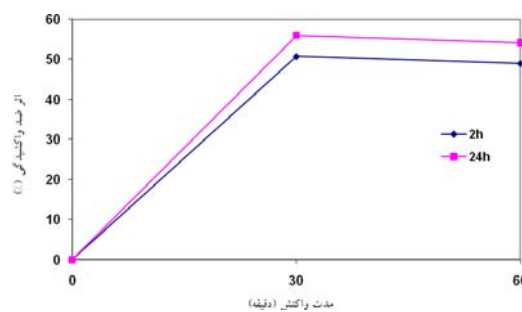
گذشت ۳۰ دقیقه از شروع واکنش روند فزاینده و سپس تقریباً روند کند یا ثابتی را طی می‌کند. میزان افزایش اثر ضد واکنشیدگی تیمار استیلایون پس از گذشت ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب در جدول ۱ آورده شده است.

واکنشیدگی ضخامت و اثر ضد واکنشیدگی - شکل‌های ۵ و ۶

واکنشیدگی ضخامت را در مقوای کفش و کاغذ تحریر پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نشان می‌دهند. نتایج نشان دادند که با افزایش شدت استیلایون، میزان واکنشیدگی ضخامت هر دو نوع کاغذ نیز کاهش می‌یابد. بدین معنی که استیلایون تأثیر مثبتی بر روی افزایش مقاومت کاغذها در برابر جذب آب و واکنشیدگی شدن می‌گذارد. کاهش واکنشیدگی در هر دو نوع کاغذ تا گذشت ۳۰ دقیقه از شروع واکنش کاهنده و سپس تقریباً ثابت بود. میزان کاهش واکنشیدگی در حدی بود که پس از ۲ ساعت غوطه‌وری، درصد واکنشیدگی مقوای



شکل ۵- رابطه واکنشیدگی ضخامت با مدت زمان استیلایون در کاغذ مقوای کفش



شکل ۷- اثر ضد واکنشیدگی استیلایون بر کاغذ مقوای کفش

شکل‌های ۷ و ۸ نیز نتایج اثر ضد واکنشیدگی تیمار استیلایون را بر روی کاغذهای مزبور نشان می‌دهند. در هر دو شکل دیده می‌شود که با افزایش مدت واکنش، اثر ضد واکنشیدگی نیز افزایش می‌یابد. این افزایش تا

جدول ۱- واكشیدگی و اثر ضد واكشیدگی استیلاسیون در كاغذهای تحریر و مقوای كفش

		(%)	(%)	()	
•	•	۲۹/۴۶	۲۷/۱۹	•	
۴۹/۸۳	۴۶/۰۱	۱۴/۷۸	۱۴/۶۸	۳۰	تحریر
۴۵/۲۸	۴۱/۰۹	۱۶/۱۲	۱۶/۰۱۸	۶۰	
•	•	۲۱/۱۷	۱۹/۱۷	•	
۵۵/۹۳	۵۰/۷۶	۹/۵۷	۹/۴۴	۳۰	Texon
۵۴/۰۵	۴۸/۹۹	۹/۹۸	۹/۷۸	۶۰	

حاصل از چوب به غیر از کاغذ بوده‌اند. البته محدود پژوهش‌هایی نیز در باره الیاف انجام شده‌اند و همگی مبین نکته یاد شده می‌باشند. Ebrahimpzadeh (۱۹۹۶) با بررسی خمیرهای کاغذ سولفات استیله شده، نشان داد که در کاغذهای ساخته شده از آن خمیرها نیز که با شدت ۱۰/۵٪ استیله شده بودند، مقدار رطوبت جذب شده، اندکی کمتر از کاغذهای تیمار نشده بود. Mohebbi و Hadjhasani (۲۰۰۵ و ۲۰۰۸) در بررسی اثر بازدارندگی جذب رطوبت الیاف استیله شده صنوبر بدین نتیجه پی بردند که با افزایش شدت تیمار استیلاسیون، میزان بازدارندگی جذب رطوبت ناشی از تیمار افزایش می‌یابد و این افزایش با شدت تیمار رابطه مستقیم دارد.

Rowell و Keany (۱۹۹۱) در مورد تخته فیبرهای ساخته شده از الیاف باگاس استیله شده، به نتایجی مشابه با این تحقیق رسیدند. آنها نشان دادند که استیلاسیون سبب کاهش جذب آب تخته‌ها می‌شود و در نتیجه، تثبیت ابعاد آنها را در بردارد که مهم‌ترین شاخص تثبیت ضخامت تخته است. ایشان نیز دلیل این امر را جایگزینی گروه‌ها آب‌گریز استیل با گروه‌ها آب‌دوست هیدروکسیل یاد می‌نمایند. Usta و Serin (۲۰۰۲) نیز دلیل کاهش جذب آب و واكشیدگی ضخامت تخته فیبرهای ساخته

از مقایسه دقیق اثر استیله کردن بر کاهش واكشیدگی و یا افزایش اثر ضد واكشیدگی مقوای كفش و كاغذ تحریر چنین استنباط می‌گردد که افزایش مدت زمان واكش تا ۳۰ دقیقه بالاترین و کارآمدترین تأثیر را داشت و با طولانی‌تر شدن مدت واكش، تغییر چندانی در کاهش واكشیدگی و یا اثر ضد واكشیدگی مشاهده نمی‌گردد.

دلیل اصلی کاهش جذب آب و افزایش اثر ضد واكشیدگی استیلاسیون، جایگزینی گروه‌ها آب‌گریز استیل به جای گروه‌های آب‌دوست هیدروکسیل می‌باشد. با گذشت زمان واكش تا ۳۰ دقیقه نخست، میزان جایگزینی‌ها نیز بیشتر می‌شود و از میزان جذب آب یا رطوبت نیز کاسته می‌گردد و کاغذ با افزایش ثبات ابعاد روبه‌رو می‌شود؛ اما به نظر می‌رسد که در طی این مدت زمان واكش، بیشترین تعداد گروه‌ها هیدروکسیل با گروه‌ها آب‌گریز استیل جایگزین می‌شوند و امکان ادامه روند واكش بسیار محدودتر می‌گردد. در نتیجه با افزایش مدت زمان واكش به ۶۰ دقیقه تأثیر قابل ملاحظه‌ای در میزان کاهش واكشیدگی و یا افزایش اثر ضد واكشیدگی مشاهده نمی‌شود.

پژوهش‌های بسیاری حکایت از اثر کاهنده استیلاسیون بر جذب رطوبت، جذب آب، واكشیدگی دارند. اما بخش عمده‌ای از نتایج درباره چوب و یا فرآورده لیگنوسلولزی

اثر ضدواکسیدگی گردید که به دلیل جایگزینی گروهها آب گریز به جای گروهها آب دوست هیدروکسیل می باشد. این پدیده بر اثر افزایش تعداد گروهها استیل و کاهش پیوندهای هیدورژنی است که در حضور گروهها هیدروکسیل می توانستند برقرار شوند.

پس به طور کلی، می توان گفت که بر اثر استیله شدن، کاغذها دچار حجیم شدگی می شوند و واکسیدگی آنها کاهش و اثر ضد واکسیدگی در آنها افزایش می یابند. مدت زمان مناسب برای واکنش ۳۰ دقیقه است. همچنین لزوم بررسی واکنش در زمانهای کوتاه تر نیز پیشنهاد می شود.

منابع مورد استفاده

حاجی حسنی، ر.، ۱۳۸۴. تأثیر استیله کردن الیاف صنوبر بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر با دانسیته متوسط، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس. ۸۱ ص.

طلایی آ.، ۱۳۸۴. اثر استیله کردن بر رفتار حرارتی و مقاومت به آتش تخته لایه راش، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس. ۵۰ ص.

محبی، ب.، ۱۳۸۲. اصلاح چوب و مواد لیگنوسلولزی و فن آوری هایشان، اولین همایش ملی فرآوری مواد سلولزی، ۹-۱۰ مهر، پردیس ۳ دانشکده فنی دانشگاه تهران، رضوان شهر: ۴۰۵-۴۰۸/۱۲.

Anonymous, 2005. Texon International, Inner sole, Online at: [http://www.themanufacturer.com/uk/profile/5170/Texon International](http://www.themanufacturer.com/uk/profile/5170/Texon%20International)

Caulfield, D.F., 1988. Dimensional stability of paper: Papermaking methods and stabilization of cell walls, In: Suchsland, O. (ed.): Wood Science Seminar 1, Michigan State University: 87-98.

Chow P., Youngquist J.A., Rowell R.M., Muehl J.H. & Krzysik A.M., 1996. Properties of hardboards made from acetylated Aspen and Southern pine, Wood and Fiber Science, 28(2): 252-258.

Ebrahimzadeh P.R., 1998. Effect of impregnation on mechano-sorption in wood and paper studied by dynamic mechanical analysis, Wood Science and Technology, 32(2): 101-118.

Gomez-Bueso J., Westin M., Torgilsson R., Olesen P.O. & Simonson R., 1999a. Composites made from

شده با الیاف استیله شده گونه صنوبر را جایگزینی گروهها استیل به جای گروهها هیدروکسیل عنوان می نمایند.

حاج حسنی (۱۳۸۴) طی آزمایشهای خود کاهش قابل توجهی را در جذب رطوبت و در نتیجه کاهش واکسیدگی ضخامت و افزایش اثر ضد واکسیدگی تخته فیبرهای ساخته شده از الیاف استیله شده را گزارش نمود که مشابه نتایج این مطالعه می باشد.

بررسیهای Chow و همکاران (۱۹۹۶) بر روی مقوایی که از الیاف استیله شده ساخته شده بودند، کاهش قابل توجهی در جذب آب و واکسیدگی ضخامت ناشی از استیلاسیون نشان دادند. Rowell و همکاران (۱۹۹۵) پس استیله کردن الیاف و ساخت تخته فیبر، به ثبات ابعاد و افزایش اثر ضد واکسیدگی استیله کردن اشاره می کنند. بررسیهای Gomez-Bueso و همکاران (۱۹۹۹b.a) بر روی استیلاسیون الیاف و ساخت فرآوردههای مرکب از آن، مبین افت جذب رطوبت و آب و تغییر ضخامت بود.

نتیجه گیری

بررسی حاضر مبین امکان پذیر بودن استیله کردن کاغذ و مقوای کفش پس از ساخت بود؛ اما نتایج حاکی از نامناسب بودن استفاده از شاخص درصد افزایش وزن (WPG) در تعیین شدت تیمار در کاغذهای استیله شده بود. دلیل این امر خروج نرمةها و مواد آهارزنی شده از بافت کاغذ تحریر در مقایسه با مقوای کفش (Texon) و بروز خطای فاحش بود؛ بنابراین استفاده از شاخص مدت زمان واکنش، منطقی تر به نظر رسید. از سوی دیگر، بررسی کنونی نشان داد که بر اثر استیله شدن کاغذ تحریر و مقوای کفش، حجیم شدگی روی می دهد که دلیل این پدیده ورود گروهها بزرگ استیل و جایگزینی آنها به جای گروهها کوچکتر هیدروکسیل می باشد. همچنین، استیله کردن کاغذ سبب کاهش واکسیدگی ضخامت و افزایش

- Mohebbi B, Talaii A., 2005: Smoke analysis of acetylated Beech layers, Proceedings of the second European Conference on Wood Modification, 6-7th Oct., Göttingen, Germany: 145-155.
- Ohkoshi M., Kato A., Hayashi N., 1997. ¹³CNMR Analysis of acetyl groups in acetylated wood: I. Acetyl groups in cellulose and hemicellulose, *Mukuzai Gakkaishi*, V. 43: 327-336.
- Ohkoshi M., Kato A., 1997. ¹³CNMR Analysis of acetyl groups in acetylated wood: II. Acetyl groups in lignin, *Mukuzai Gakkaishi*, V. 43: 364-369.
- Rowell R.M., 1998. Property enhanced natural fiber composite materials based on chemical Modification, *Science and Technology of Polymers and Advanced Materials*: 717-732.
- Rowell R.M., S. Kawai & M. Inoue, 1995. Dimensionally stabilized, very low density fiberboards, *Wood and Fiber Science*, 27(4): 428-436.
- Rowell R.M., Keany F.M., 1991. Fiberboards made from acetylated bagasse fiber, *Wood and Fiber Science*, 23(1): 15-22.
- Sander C., Beckers E.P.J., Militz H., van Veenendaal W., 2003. Analysis of acetylated wood by electron microscopy, *Wood Science & Technology*, 37: 39-46.
- Usta M., Serin Z., 2002. The effects of acetylation on some properties of medium density fiberboards. The Fourth European Panel products Symposium North Wales Conference, Liandudno UK, The Biocomposites Centre.
- acetylated lignocellulosic fibers of different origin. Part I: Properties of dry-formed fiberboards, *Holz als- und Werkstoff*, 57: 433-438.
- Gomez-Bueso J., Westin M., Torgilsson R., Olesen P.O., Simonson R., 1999b. Composites made from acetylated lignocellulosic fibers of different origin. Part II: The effect of nonwoven fiber mat composition upon molding ability, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 57: 178-184.
- José Villalón-Robles M., 2001. Bulking effect acetylation compared to water adsorption, MSc. Thesis, Wageningen University, Wageningen: 114 p.
- Larsson-Breild P., 1998. Acetylation of solid wood: Wood properties and process development, Ph.D. Thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden: 68 p.
- Matsuda H., 1996. Chemical modification of solid wood, In: Hon D.N.S. (ed.). *Chemical modification of lignocellulosic materials*, Marcel Dekker, Inc., New York, Basel, Hong Kong: 159-183.
- Mohebbi B., 2003. Biological attack of acetylated wood, Ph.D. Thesis, Göttingen University, Göttingen: 147 p.
- Mohebbi B., Hadjassani R., 2005. Water repellent effect of the acetylation on Poplar fibers, Proceedings of the European Conference on Wood Modification, 6-7th Oct., Göttingen, Germany: 138-144.
- Mohebbi B., Hadjassani R., 2008. Moisture repellent effect of the acetylation on poplar fibers, *Journal of Agricultural Science*: In press

Archive of SID

Influences of Acetylation on Water Absorption and Dimensional Stability of Manufactured Paper

Delaram Derakhshandeh¹, Behbood Mohebbi² & Saeed Mahdavi-Feizabadi³

1- M. Sc. in Wood Science and Technology

2- Corresponding author: Dep. Of Wood and Paper Sciences, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, P.O. Box 46414-356, Noor, Iran, @: mohebbi@modares.ac.ir, W: www.tmu.ir/wood

3- Ph.D. in Wood Science and Technology, Research Institute Forests and Rangelands

Abstract

This research was carried out to study the influence of acetylation on paper dimensional stability. Specimens from printing paper and Texon paperboard were oven dried and then treated with acetic anhydride at 120°C for 30 and 60 min without catalyst. Acetylated papers were soaked in water for 2 and 24 h. Afterwards, bulking effect of the acetylation and thickness swelling of the specimens as well as anti-swelling-effect (ASE) were determined in the treated specimens.

Results revealed that the bulking of the specimens were increased by reaction time. However, in case of Texon, it was slowed down after 30 min of the reaction time. The thickness swelling of the treated specimens was significantly reduced after soaking in water for 2 and 24 h compared with untreated samples. As it was expected the acetylation increased ASE in Texon and the printing papers.

Keywords: Acetylation, Texon paper, Printing paper, Thickness swelling, Anti-Swelling-Effect (ASE), Dimensional stability

Archive of SID