مجله علمی پژوهشی علوم و تکنولوژی نساجی
سال سوم ، شماره چهارم ، بهار و تابستان ۸۷
رسید : بهار ۸۸ ، پذیرش : تابستان ۸۹

تأثیر آنزیم سلولاز در خمیر چاپ، هنگام عملیات چاپ بر روی کالای پنبه ای

شیرین بیرانوند*[۱]، ابوسعید رشیدی[۲]، رامین خواجوی[۳]

چکیده

در این تحقیق از ترکیب دو روش چاپ سوخت و چاپ برداشت، روشی منحصر به فرد ارائه گردیده است که در آن چاپ سوخت و برداشت به صورت بیولوژیکی و همزمان در یک پروسهٔ عملیاتی انجام گرفته است. در هنگام چاپ بر روی پارچهٔ مخمل پنبه، از آنزیم سلولاز استفاده شد. قبل از چاپ نمونه ها به دو دسته تقسیم شدند. دستهٔ اول نمونه هایی که اول چاپ و سپس رنگرزی بر روی آنها انجام شد و دستهٔ دوم نمونه هایی که ابتدا رنگرزی و سپس چاپ بر روی آنها انجام شد. نمونه ها پس از چاپ با خمیر چاپ حاوی آنزیم سلولاز، برای مدتهای ۲، ۴، ۶ و ۱۰ روز نگهداری و سپس شستشو شدند. درصد کاهش وزن و همچنین کاهش ضخامت پارچه در اثر هیدرولیز سلولز توسط آنزیم سلولاز اندازه گیری شد. اسپکتروفوتومتری انعکاسی به منظور بررسی تأثیر آنزیم سلولاز بر روی رنگ و شفافیت کالا انجام شد. نتایج نشان دهندهٔ از بین رفتن پرزها در اثر هیدرولیز سلولز و تا حدی برداشت رنگی از روی کالا بود و میزان کاهش رنگ در مناطق چاپ خورده، برای نمونه هایی که ابتدا رنگرزی و سپس چاپ شده بودند بیشتر از نمونه هایی بود که ابتدا چاپ و سپس رنگرزی شده بودند.

واژگان کلیدی: آنزیم سلولاز، چاپ، کالای پنبه ای.

Abstract

In this research, from the combination of both burnt and burnished printing methods, a unique model is presented, in which both methods have been carried out biologically in an operational process at the same time. During printing on the cotton velvet cloth, cellulase enzyme was applied. Before printing, the samples were divided into two groups. The first group consisted of samples which were first printed and then dyed. The second group involved samples which were first dyed and then printed. The samples, after being printed with a printing paste containing cellulase enzyme, were conserved for 2, 4, 6 and 10 days and were then rinsed. Weight loss percentage and also cloth thickness decline due to cellulose hydrolysis were measured by means of cellulase enzyme. In order to study the effect of cellulase enzyme on the article's color and brightness, reflexive spectrophotometry was conducted. The results indicated the removal of piles because of cellulose hydrolysis and, to some extent, the color of the article. The amount of color fading at printed points in the first group was more than that of the second group.

Key words: Cellulase enzyme, Printing, Cotton article.

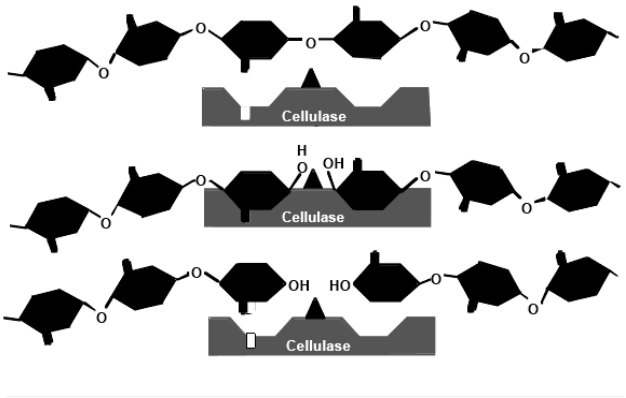
*۱ .دانش آموخته و کارشناس ارشد ،گروه مهندسی نساجی ،دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب ،تهران ،ایران .
مسئول مکاتبات: Sh_beyranvand@yahoo.com
۲. گروه مهندسی نساجی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران ، تهران ، ایران.
۳.گروه مهندسی نساجی ،دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب ،تهران ،ایران.

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

همگام با رشد فزایندهٔ استفاده از فرآیندهای بیوتکنولوژی در صنعت، استفاده از آنزیم ها در صنعت نساجی رشد چشمگیری داشته است. به عنوان مهمترین نمونه از این موارد می توان استفاده از آمیلازها در آهارگیری، سلولازها در زیست پرداخت کالاهای سلولزی و سنگ شویی کالاهای جین ، پروتئاز ها در عمل آوری پشم و ابریشم[۷و۶] و لاکازها در رنگبری کالاهای نساجی را نام برد[۱۴و ۴]. سلولاز قابل استفاده در صنعت نساجی درحدود ۱۲ روش مختلف تهیه می شود. دسته بندی آنزیم های سلولاز معمولاً با توجه به محدودهٔ pHآنها صورت می گیرد، که منظور آن است که در این pH بالاترین فعالیت را دارند که بر این اساس آنزیم های سلولاز به سه دستهٔ اسیدی، بازی و خنثی تقسیم می شوند. رایج ترین آنزیم های مورد استفاده جهت پارچه های پنبه ای آنزیم های خنثی می باشند[۴].

رطوبت موجود، اندازه خصوصیات نفوذ پذیری ملکولهای سلولز ، درجه تبلور، ابعاد سلول واحد، ساختار فضایی و ممانعت فضایی واحدهای گلوکز و درجه پلیمر شدن از جمله عواملی هستند که بر فعالیت سلولاز اثر می گذارند[۱]. آنزیم سلولاز الیاف سلولزی را از طریق پیوندهای ۴ و ۱- β گلوکزاید هیدرولیز کرده و زنجیره‌های سلولزی را به دو بخش تقسیم می‌کند. یک بخش دارای گروه انتهایی احیا شونده بوده و بخش دیگر فاقد گروه احیا شونده می‌باشد[۱۰و۹و۸]. شکل۱ هیدرولیز آنزیمی الیاف پنبه را نشان می‌دهد.



شکل۱. هیدرولیز آنزیمی الیاف پنبه[۸].

تحقیقات نشان می دهد که مقدار آرایش یافتگی، تخلخل و مقدار سطح داخلی قابل دسترس الیاف سلولزی از عوامل بسیار مؤثر در شدت هیدرولیز آنزیمی می باشند[۲]. در تمام پارچه‌های سلولزی هیدرولیز شده استحکام کاهش یافته و خواص ارتجاعیت افزایش می‌یابد که این امر نشان می‌دهد که پارچه‌ها در اثر هیدرولیز شدن نرم تر (شل تر) شده و راحت‌تر کش می‌آیند و ساختمان آنها نرم تر می‌گردد. همچنین گزارش شده است که پارچه‌های سلولزی هیدرولیز شده تغییراتی در درجه آرایش یافتگی از خود نشان نمی‌دهند و این موضوع به کمک پراش اشعه X ثابت شده است و پارچه‌های هیدرولیز آنزیمی شده، تغییر قابل توجهی در جذب رطوبت از خود نشان نداند و این نکته مبین این امر است که نسبت مناطق آرایش

Archive of SID

www.SID.ir

یافته به مناطق بی نظم در اثر تجزیه با آنزیم تغییری نمی یابد[۱]. از این رو می‌توان انتظار داشت که مکانیزم حمله آنـزیم بـه الیاف سلولزی از نوع حمله نوک به نوک بوده که در این مکانیزم آنزیم سلولاز به صورت نوک به نوک به کریسـتالهای سـطحی زنجیره‌های سلولزی قابل دسترس حمله می‌کند[۳]. تحقیقات انجام شده بر روی هیدرولیز آنزیمی پارچه‌های سلولزی بازیـابی شده و استات نشان داده است که آنزیم سلولاز پیوندهای ۴ و ۱ - β گلوکزاید از الیاف سلولزی بازیابی شده و الیـاف سـلولزی اصلاح شده را مورد حمله قرار می‌دهد[۱۳].

بنابراین پارچه های تولید شده از الیاف سلولزی بعد از هیدرولیز آنزیمی نرم تر شده پرزهای سطحی خود را از دست می دهند و در هنگام مصرف، پرز کمتری در سطح آن ایجاد می گردد و سـطح ظـاهری ایـن پارچـه بعـد از چنـد بـار شستشـو و همچنین قابلیت پوشش آنها بهبود میابد[۱۲و۱۱].

با توجه به خصوصیاتی که از آنزیم سلولاز و نحوه عملکرد آن روی پارچه پنبه ای بیان شـد، از آنـزیم سـلولاز در چـاپ روی کالای پنبه ای استفاده شد. چاپ مجموعه ای از هنر ،علم شیمی و مکانیک است که مـی توانـد طـرح یـا تصـویری را بـر سطحی مانند پارچه یا هرسطح دیگر ایجاد کند[۵]. به همین دلیل و در همین راستا در ایـن تحقیـق تـاثیر آنـزیم سـلولاز در عملیات چاپ بر روی کالای پرزدار پنبه ای با توجه به خصوصیاتی که برای آنزیم های سلولاز بیان شد، به منظور ایجاد طـرح، کاهش موضعی پرز و جذب رنگ، شفافیت و جذب رطوبت در مواضع مشخص بر روی پارچهٔ مخمل پنبه ای بررسی شده است.

۲. مواد و روش ها

۱،۲. مواد مورد استفاده

پارچـه مخمـل پنبـه ای بـا وزن $^{gr}/_{m^2}$ ۲۸۲ و ضـخامتmm ۱/۰۴ آنـزیم سـلولاز بـا نـام تجـاری *"Neutral GI Enzyme"* محصول شرکت *DAWCHEM* – شابلون توری با مش نمره ۲۰ رنـگ مسـتقیم آبـی بـه نـام *Imcosol BR Blue* جهت رنگرزی پارچه.

۲،۲. روش کار

به منظور آماده سازی پارچه، قبل از شروع آزمایش عملیات پخت بر روی نمونه ها انجام شد و سپس تعـدادی از پارچـه ها در ابعاد $۲۰cm \times ۲۰cm$ بریده شد و عملیات پخت به مدت ۲۰ دقیقه بر روی آنها انجام شد. سپس پارچه های پخـت شـده به دو دسته تقسیم گردیدند:

- دستهٔ اول: نمونه هایی که ابتدا رنگرزی و سپس چاپ بر روی آنها انجام شد.
- دستهٔ دوم: نمونه هایی که ابتدا چاپ و سپس رنگرزی بر روی آنها انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

۱،۲،۲. مرحله اول آزمایش

در این مرحله نمونه ها ابتدا رنگرزی شدند و سپس عملیات چاپ بر روی آنها انجام گرفت. برای رنگرزی نمونه ها از رنگ مستقیم آبی استفاده شد و نمونه ها با توجه به نسخه رنگرزی رنگ های مستقیم برای کالای پنبه ای رنگرزی شدند و سپس عملیات چاپ بر روی آنها انجام شد.

- مواد مورد استفاده درخمیر چاپ:

آنزیم سلولاز= ۱۵ gr

محلول کتیرا = ۲۵ ml

آب = ۱۰ ml

برای مقایسه بهتر، عملیات چاپ روی ۴ نمونه از پارچه های رنگرزی شده انجام شد و نمونه ها به ترتیب ۲، ۴، ۶ و ۱۰ روز در دمای ۴۰ درجهٔ سانتیگراد نگهداری شدند. همچنین یک نمونه از پارچه ها به عنوان شاهد با خمیر چاپ بدون آنزیم چاپ زده شد. در پایان هرکدام از نمونه ها بعد از اتمام مدت زمان داده شده شستشو شد.

۲،۲،۲. مرحلهٔ دوم آزمایش

در این قسمت ابتدا بر روی نمونه ها عملیات چاپ با خمیر چاپ حاوی آنزیم انجام شد و نمونه ها برای مدت ۲، ۴، ۶ و ۱۰ روز در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد نگهداری و در پایان شستشو شدند. سپس نمونه ها طبق نسخه رنگرزی کالای پنبه ای با رنگزای مستقیم رنگرزی شدند.

۳،۲،۲. اندازه گیری درصد کاهش وزن

برای اندازه گیری در صد کاهش وزن، ۸ نمونه در ابعاد $۲۰cm \times ۲۰cm$ انتخاب شدند. سپس نمونه ها در آون قرار گرفتند و رطوبت خود را از دست دادند و با ترازوی دیجیتال ۳رقم اعشاری توزین شدند. ۴ نمونه از آنها با خمیر چاپ حاوی آنزیم و ۴ نمونهٔ دیگر با خمیر چاپ بدون آنزیم کاملاً پوشش داده شدند. سپس ۲ نمونه برای مدت ۲ روز (یک نمونه با آنزیم و یک نمونه بدون آنزیم) و ۲ نمونه برای مدت ۴ روز (یک نمونه با آنزیم و یک نمونه بدون آنزیم) و ۲ نمونه برای مدت ۶ روز (یک نمونه با آنزیم و یک نمونه بدون آنزیم) و ۲ نمونه برای مدت ۱۰ روز (یک نمونه با آنزیم و یک نمونه بدون آنزیم) در دمای ۴۰ درجهٔ سانتیگراد نگهداری شدند. پس از شستشو، نمونه ها دوباره در آون قرار گرفتند و پس از اینکه رطوبت خود را کاملا از دست دادند، با ترازوی دیجیتال ۳رقم اعشاری توزین شدند و در صد کاهش وزن آنها طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{درصدکاهش وزن} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \qquad (۱)$$

که W_1 وزن اولیه و W_2 وزن ثانویهٔ نمونه ها می باشد.

-جدول های اندازه گیری درصد کاهش وزن:

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱. درصد کاهش وزن نمونه های چاپ شده با خمیر چاپ حاوی آنزیم سلولاز.

درصد کاهش وزن	وزن بعد از چاپ (gr)	وزن قبل از چاپ (gr)	زمان (روز)
٪۰/۷	۱۰/۱۹۵	۱۰/۲۶۴	۲
٪۰/۸	۱۰/۵۳۵	۱۰/۶۲۱	۴
٪۰/۹	۱۰/۲۳۲	۱۰/۳۲۵	۶
٪۱/۰۱	۱۰/۳۴۶	۱۰/۴۵۹	۱۰

جدول۲. درصد کاهش وزن نمونه های چاپ شده با خمیر چاپ بدون آنزیم سلولاز.

درصد افزایش وزن	وزن بعد از چاپ (gr)	وزن قبل از چاپ (gr)	زمان (روز)
٪ -۰/۱۵	۱۰/۱۸۸	۱۰/۲۰۴	۲
٪ -۰/۱۶	۱۰/۵۷۵	۱۰/۵۹۲	۴
٪ -۰/۱۴	۱۰/۶۹۱	۱۰/۷۰۶	۶
٪ -۰/۱۱	۱۰/۲۰۴	۱۰/۲۱۵	۱۰

۴،۲،۲. اندازه گیری ضخامت الیاف

ضخامت نمونه ها توسط دستگاه ضخامت سنج دیجیتال اندازه گیری شد. پنج نقطه به طور تصادفی از سطح هـر یـک از نمونه ها انتخاب و ضخامت آن نقاط محاسبه گردید.

جدول۳. اندازه گیری ضخامت نمونهٔ شاهد و نمونه های چاپ شده با خمیر چاپ حاوی آنزیم سلولاز برحسب mm

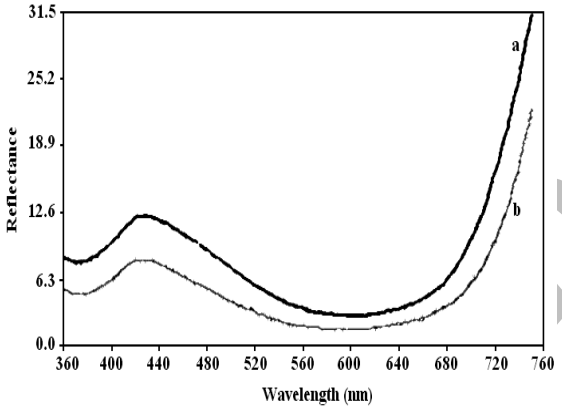
نوع نمونه / تکرار آزمایش	۱	۲	۳	۴	۵	$\overline{X}$
شاهد	۱/۰۲	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۰۵	۱/۰۷	۱/۰۴
۲ روزه	۰/۹۱	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۹۲
۴روزه	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۸۷	۰/۸۶
۶روزه	۰/۷۹	۰/۷۷	۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۷۶	۰/۷۷
۱۰روزه	۰/۶۶	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۶۸	۰/۷۱	۰/۶۹

Archive of SID

www.SID.ir

۵،۲،۲. اسپکتروفتومتری

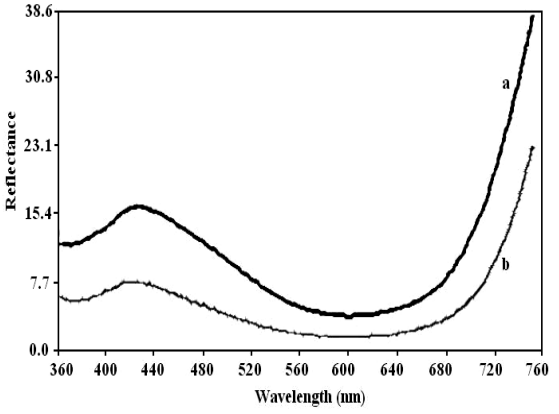
از آنجایی که چاپ آنزیمی بر روی نمونه ها همراه با تغییرات رنگی بوده است، برای تشخص میزان این تغییرات، نمونه ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتری انعکاسی مورد بررسی قرار گرفتند و از بین ۴نمونه از آزمایشات انجام شده دو نمونه ۶و۱۰روزه را انتخاب شدوروی آن ها اسپکتوفتومتری انجام گردید.



شکل ۲. اسپکتو فتومتری نمونه های ۶ روزه- منحنی a برای نمونه ای است که ابتدا رنگرزی و سپس چاپ، و منحنی b برای نمونه ای است که ابتدا چاپ و سپس رنگرزی شده است.

جدول۴. مقایسه شفافیت نمونه های ۶ روزه.

مشخصات نمونه	نمونه‌ی ۶ روزه که ابتدا رنگرزی سپس چاپ شده است	نمونه‌ی ۶ روزه که ابتدا چاپ سپس رنگرزی شده است
L*	۲۶/۱۸۳	۱۸/۶۳۹
a*	۲/۳۴۹	۱/۵۲۲
b*	-۲۲/۶۲۰	-۲۱/۸۲۹



شکل ۳. اسپکتوفتومتری نمونه های۱۰ روزه - منحنی a برای نمونه ای است که ابتدا رنگرزی و سپس چاپ، و منحنی b برای نمونه ای است که ابتدا چاپ و سپس رنگرزی شده است

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵. مقایسه شفافیت نمونه های۱۰ روزه.

مشخصات نمونه	نمونه‌ی ۱۰ روزه که ابتدا رنگرزی سپس چاپ شده است	نمونه‌ی ۱۰ روزه که ابتدا چاپ سپس رنگرزی شده است
L*	۹۷۱/۳۰	۳۸۹/۱۸
a*	۷۴۳/۱	۳۲۹/۴
b*	-۰۳۶/۲۴	-۹۰۵/۲۰

۳. نتایج تجربی

پارچه پنبه ای چاپ شده به وسیله آنزیم سلولاز سبب هیدرولیز سلولز و در نتیجه جدا شدن پرز های سطحی می شود. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می شود، در اثر هیدرولیز سلولز و از دست دادن فیبریل های سطحی وزن نمونه ها کم شده و این امر در جدول ۳ که کاهش ضخامت نمونه های چاپ شده را نشان میدهد نیز مشخص می باشد. البته افزایش وزن نمونه هایی که بدون استفاده از آنزیم چاپ شده اند، و در جدول۲ به چشم می خورد به دلیل باقی ماندن کتیرا بر روی کالا می باشد. جدول های ۴ و ۵ و شکل ۲و۳ نیز نشان میدهد که آنزیم سلولاز باعث افزایش شفافیت و تا حدی از بین بردن رنگ کالا شده است.

۴. نتیجه گیری

از آنجایی که عملیات و ضربات مکانیکی بر روی سرعت واکنش آنزیم سلولاز با سلولز تأثیر بسیار زیادی دارد و با توجه به این که در عملیات چاپ نمی توان از ضربات مکانیکی بر روی کالا استفاده کرد، طولانی بودن زمان عملیات دور از توقع نبوده است. اما نکتهٔ حائز اهمیت اینجاست که در این روش، هیدرولیز آنزیمی سلولاز که منجر به کاهش پرزهای پارچهٔ مخمل شده است کاملاً تحت کنترل بوده و با افزایش و یا کاهش زمان می توان شدت عملیات را کنترل کرد. همچنین همانطور که آزمایشات نشان میدهند، هیدرولیز آنزیمی پنبه باعث تخریب شدن رشته های سلولزی شده و به سبب آن مقداری از ملکولهای رنگ آزاد شده است که تفاوت در مناطق چاپ شده و نشده با چشم نیز به وضوح قابل رؤیت می باشد و از ترکیب این دو روش (کاهش پرز و کاهش رنگ)، طرحی منحصر به فرد ایجاد شده که در آن چاپ سوخت و برداشت به صورت بیولوژیکی و همزمان در یک پروسهٔ عملیاتی انجام شده است.

۵. مراجع

[۱] خدامی، اکبر. بررسی اثرات هیدرولیز آنزیمی الیاف و پارچه‌های پنبه‌ای و کاربرد آن در صنعت نساجی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷۴.

[۲] ح. عاشوری کجیدی، "علوم و تکنولوژی پلیمر"، سال ۱۱ ، شماره ۴، صفحات ۲۵۰-۲۴۳.

[۳] ا.نحوی، ا. امتیازی، گیتی، دانشگاه اصفهان، مجله پژوهشی، سال۱۰، شماره ۱،۲، صفحات ۲۸-۱۵،۱۳۷۷.

Archive of SID

www.SID.ir

[۴]س. صارم نژاد نمینی، تولید آنزیم سلولاز با استفاده از قارچهای نوروسپورا اینترمدیا و آسپرژیلوس نـایجر بـه روش تخمیـر حالت جامد، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۳.

[۵] ح.توانایی، "چاپ در صنعت نساجی"، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۱.

[۶] حاجی زاده، افرا. کلهری، داود. هفتمین کنگرهٔ مهندسی شیمی ایران، دانشکدهٔ فنی دانشگاه تهران، آبان ۱۳۸۱.

[۷] پور رحیم، رضا. کاربرد بیوتکنولوژی آنزیمی در صنایع، سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران، مرکز تحقیقات گسـترش، واحد بیوتکنولوژی، ۱۳۸۱.

[۸]ن. صامعی، بررسی اثرات متقابل رنگهای راکتیو وآنزیم سلولاز هنگام استفاده بر روی کالای پنبه ای، پایان نامه کارشناسـی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷۶.

[۹] م.شهبازی، ل.ملک نیا." بیو شیمی عمومی"، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۴.

[۱۰] کلبی، دایان." چکیده بیوشیمی"، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۴.

[11] E. Karapinar, M. Ones Sariisik, Fibres & Textiles in Eastern Europe, Vol. **12**, No. 3, 2004.

[12] O.pwis, k. knittel, D. Schol leyer ,E. Dorfter, Ch. Bachus, H. Koppe, A. Melliand International, pp.130-133, 2005.

[13] Schindler.W.D.Hauser. P.J, " Finishing with Enzyme: Bio-Finishes for Cellulose", Chemical Finishing of TextilesBy Woodhead Publishing LTD, 2004.

[14] H. Claus,G. Faber, H. Konig , Apple Microbial Biotechnol, 672-678, 2002.

Archive of SID

www.SID.ir