

اثر هیدرولیز آنزیمی بر کاهش وزن و میزان پرزدهی پارچه‌های پنبه‌ای و مخلوط پنبه- پلی‌استر

Effect of the Enzymatic Hydrolysis on the Weight Loss and Pilling of Cotton & Cotton/Polyester Fabrics

اکبر خدای، محمد مرشد، شادی هوشیار، مریم شیشه‌بران

دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی نساجی

دریافت: ۷۶/۸/۲۴، پذیرش: ۷۷/۶/۱۵

چکیده

زیست‌پرداخت پارچه‌های پنبه‌ای و مخلوط پنبه-پلی‌استر با تغییر زمان هیدرولیز آنزیمی انجام یافت. اثر هیدرولیز بر نمونه پارچه‌ها با تعیین میزان پرزدهی و تراکم پرزها بررسی شد. این کار به وسیله شمارش پرزدها پس از آزمایش پرزدهی و مقایسه آنها با عکسهای استاندارد عملی شد. تراکم پرزهای سطح پارچه‌ها پیش از هیدرولیز آنزیمی و پس از آن با هم مقایسه و معلوم شد برای اینکه کاهش میزان پرزدهی و پرزهای سطح نمونه‌های صدرصد پنبه‌ای در حد قابل قبولی باشد، لازم است که زمان هیدرولیز و سایش مکانیکی اعمال شده کافی باشد. عکسهای میکروسکوپی نشان می‌دهند که بر اثر هیدرولیز، در شرایطی که پارچه‌های صدرصد پنبه‌ای دارای سطحی صاف (بدون پرز) می‌شوند، در نمونه‌های مخلوط. پرزهای پلی‌استر روی سطح پارچه‌ها باقی می‌مانند. از آزمایش استحکام مکانیکی نخهای تار و بود و اندازه‌گیری کاهش وزن نمونه‌ها مشخص شد که الیاف پلی‌استر تحت تاثیر هیدرولیز سلولولیتی قرار نمی‌گیرند. با وجود این، در صورتی که شرایط مناسب برای زیست‌پرداخت بکار برده شود، میزان تشکیل پرزدها در پارچه‌های مخلوطی که هیدرولیز می‌شوند کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: زیست‌پرداخت، هیدرولیز آنزیمی، سلولاز، پرزدهی، پارچه پنبه-پلی‌استر

Key Words: biopolishing, enzymatic hydrolysis, cellulase, pilling, cotton-polyester fabric

مقدمه

همگام با رشد فزاینده بکارگیری فرایندهای بیوتکنولوژی در صنعت، استفاده از آنزیمها در صنعت نساجی نیز گسترش چشمگیری داشته است. واکنشهایی که به کمک کاتالیزور آنزیم انجام پذیر است نیاز به دمای بالا ندارند و به دلیل سرعت زیاد این واکنشها، آنزیمها باعث صرفه‌جویی در انرژی و زمان می‌شوند. آنزیمها قابلیت کاربرد در فرایندهای پیوسته را دارند، بنابراین از جنبه‌های اقتصادی نیز استفاده از آنها مقرون به صرفه است. آنزیمها موجب آلودگی محیط زیست

نمی‌شوند. افزون بر این، از آنزیمها برای کاربردهای خاص نیز می‌توان استفاده کرد. زیرا، شرایط عمل آنزیمها نسبت به مواد شیمیایی با آثار مشابه ملایمتر بوده و قابلیت کنترل عمل آنها بیشتر است. همچنین، آنزیمها خیلی ویژه عمل می‌کنند.

هیدرولیز آنزیمی کنترل شده (زیست‌پرداخت) کالاهای سلولوزی بویژه پارچه‌های پنبه‌ای شاید مهمترین کاربرد آنزیمها در صنعت نساجی باشد. تاکنون مقالات متعددی درباره زیست‌پرداخت پارچه‌های سلولوزی در مجلات معتبر دنیا به چاپ رسیده است [۴-۱].

جدول ۱ - مشخصات پارچه‌های مورد استفاده در آزمایشها (نوع بافت تمام پارچه‌ها تافته است).

| وزن (g/m ²) | تراکم (cm) | | نمره نخ (انگلیسی) | | نوع پارچه |
|----------------------------|------------|-----|-------------------|------|---------------------------------|
| | تار | پود | تار | پود | |
| ۱۵۱ | ۲۲ | ۲۲ | ۲۰/۱ | ۲۰/۱ | ۱۰۰ درصد پنبه‌ای |
| ۱۶۵ | ۲۹ | ۲۲ | ۴۰/۲ | ۴۰/۲ | ۶۵ درصد پلی‌استر و ۳۵ درصد پنبه |
| ۱۰۰ | ۳۵ | ۲۲ | ۳۶/۱ | ۳۶/۱ | ۵۰ درصد پلی‌استر و ۵۰ درصد پنبه |
| ۱۵۰ | ۲۶ | ۲۴ | ۴۰/۲ | ۵۰/۱ | ۸۰ درصد پلی‌استر و ۲۰ درصد پنبه |

زوئیک مدل ۱۴۴۶ بکار برده شد. آزمایشهای پرزدهی به کمک دستگاه هانس بائر مدل ۳۵ Strsse انجام شد. این دستگاه دارای چهار محفظه است که دیواره آنها به وسیله نئوپرن پوشیده شده است. برای بررسی میزان پرزدهی لازم است دو نمونه ۷×۷ cm×cm از هر پارچه تهیه شود. پس از قراردادن یک قطعه کاتوجویی بین نمونه‌ها، دور آنها دوخته می‌شود. نمونه‌های تهیه شده همراه با دو گلوله لاستیکی در این محفظه‌ها قرار می‌گیرند. با چرخش محفظه، نمونه‌ها به آزادی حرکت کرده و بر اثر تماس با دیواره‌ها و گلوله‌های لاستیکی تحت سایش مکانیکی قرار می‌گیرند.

عکسهای میکروسکوپی به وسیله میکروسکوپ نوری اپترونیک (A-kruss) تهیه و با استفاده از کارت نرم‌افزار Video Bluster ذخیره شدند و برای ویرایش و چاپ آنها از نرم‌افزار Paint Brush استفاده شد.

روشها

هیدرولیز آنزیمی

هدف از آزمایشهایی که در این مرحله انجام شد، بررسی اثر زیست‌پرداخت بر خواص پارچه‌ها و نیز اثر مقدار لیاف پلی‌استر آنها بر شدت هیدرولیز آنزیمی پارچه‌ها بود. بدین منظور، نمونه‌های مختلف تحت شرایط آماده در جدول ۲ هیدرولیز شدند. روش آزمایش بدین ترتیب بود که ابتدا محلول بافر با استفاده از استیک‌اسید و سدیم‌هیدروکسید ساخته شد و پس از افزودن مقدار لازم از آنزیم، نمونه پارچه وارد محلول شد و در زمانهای معین تحت واکنش قرار

جدول ۲ - تعداد پرزده‌های تشکیل شده بر سطح پارچه‌های پنبه‌ای.

| زمان هیدرولیز نمونه (h) | زمان آزمایش پرزدهی (h) | |
|-------------------------------|------------------------|-----|
| | ۱ | ۱/۵ |
| - (شاهد) | ۴۱ | ۴۹ |
| ۰/۵ | ۲۹ | ۳۱ |
| ۲ | ۲۲ | ۲۲ |

اما، در مورد پارچه‌های تهیه شده از مخلوط لیاف سلولوزی با دیگر لیافی که در تولید پوشاک کاربرد دارند، تحقیقات چندانی صورت نگرفته است. مخلوط لیاف پنبه و پلی‌استر از جمله مخلوطهایی است که در تهیه پوشاک کاربردهای فراوانی دارد. در این پژوهش، اثر هیدرولیز آنزیمی کنترل شده سلولوزی بر خواص پارچه‌هایی که با درصد‌های مختلفی از لیاف پنبه و پلی‌استر تهیه شده‌اند بررسی می‌شود.

تجزیه

مواد

پارچه‌های مورد استفاده در این آزمایشها خصوصیات ارائه شده در جدول ۱ را دارند. این پارچه‌ها برای مطابقت با شرایط عملی کار در صنعت از کارخانه‌های ایران پوپلین رشت و سیمین اصفهان تهیه شدند. این نمونه‌ها در قسمت تکمیل تحت عملیات آهارگیری (desizing)، پخت (scouring) و سفیدگری (bleaching) قرار گرفتند. تمام مواد شیمیایی مصرفی از نوع تجزیه‌ای و ساخت شرکت مرک آلمان بود. آنزیمهای سلولاز بکار برده شده با نام تجاری پریمفاست ۱۰۰ محصول شرکت بین‌المللی جن‌انکور بود.

دستگاهها

هیدرولیز نمونه‌ها به وسیله دستگاه آهیابلی مت انجام شد. برای اندازه‌گیری استحکام (نیروی پارگی) نمونه‌ها دستگاه ساخت شرکت

جدول ۲ - شرایط هیدرولیز نمونه‌ها.

| | |
|-----------------|---------------------------------------|
| ۳ | غلظت آنزیم (g/L) |
| ۰/۵ | سطح فعال غیر یونی (g/L) |
| ۵/۵ | pH (بافر استیک اسید و سدیم هیدروکسید) |
| ۵۵ | دما (°C) |
| ۱۲۰، ۹۰، ۶۰، ۳۰ | زمان واکنش (min) |
| ۱/۲۰ | نسبت حجم محلول به وزن کالا (L/g) |

جدول ۴- تعداد پرزدهای تشکیل شده بر سطح پارچه تهیه شده از مخلوط ۶۵ درصد پلی‌استر و ۳۵ درصد پنبه.

| زمان هیدرولیز نمونه | زمان آزمایش پرزدهی (h) | | | | | (b) تعداد پرزدهاها |
|------------------------|------------------------|----|----|----|-----|-----------------------|
| | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱/۵ | |
| - (شاهد) | ۲۳ | ۲۰ | ۱۹ | ۱۶ | ۱۲ | ۱۰ |
| ۰/۵ | ۱۵ | ۱۴ | ۱۳ | ۱۲ | ۸ | ۶ |
| ۲ | ۱۲ | ۱۱ | ۱۱ | ۷ | ۶ | ۶ |

دستگاه پرزدهی آزمایش شدند. نمونه‌های مورد آزمایش در زمانهای مشخص شده از محفظه‌های دستگاه پرزدهی خارج می‌شد و با استفاده از ذره‌بین و شمارش پرزدهاها و مقایسه آنها با عکسهای استاندارد شدت پرزدهی معین می‌شد.

عکسهای میکروسکوپی با بزرگنمایی ۴۰ برابر از نمونه‌های شاهد و نمونه‌های هیدرولیز شده قبل و بعد از آزمایش پرزدهی تهیه شدند. هدف از تهیه این عکسها، مشاهده اثر زیست‌پرداخت بر کاهش پرزهای سطح پارچه و تشکیل پرزدهایی بود که بر اثر آزمایش پرزدهی بوجود می‌آمدند.

نتایج و بحث

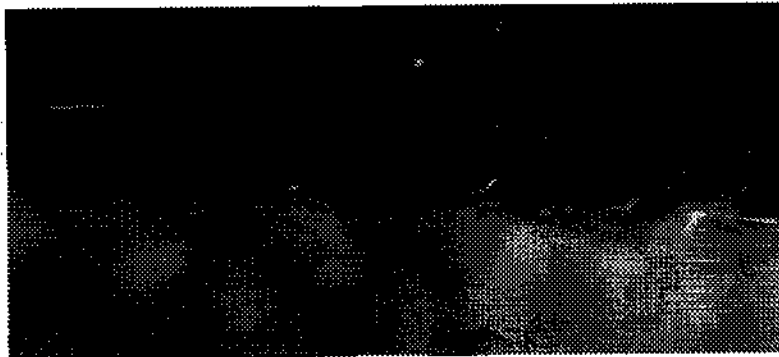
پرزدهی و تشکیل پرزدها مهمترین خواص مورد مطالعه در این پژوهش‌اند. الیاف پلی‌استر در منسوجات به علت خواص آبریزی و الکترواستاتیکی تمایل زیادی به جذب اجسام خارجی دارند. اجسام خارجی می‌توانند سبب شکل‌گیری هسته پرزدها شوند [۵]. تشکیل پرزدهاها به‌گونه‌ای است که بررسی اثر کاهش پرزهای پنبه‌ای در پرزدهی پارچه‌های مخلوط پنبه-پلی‌استر، اهمیت دارد. برای ارزیابی اثر زیست‌پرداخت بر تشکیل پرز و پرزدها در سطح پارچه، نمونه‌ها در زمانهای مختلف آزمایش و علاوه بر شمارش پرزدهاها با عکسهای

گرفت. در پایان نیز برای خنثی‌سازی و غیرفعال ساختن آنزیمها پس از زمانهای یادشده، ۱ g/L سدیم کربنات به محلولها اضافه شد. سپس، پارچه‌ها آبکشی و در دمای محیط خشک شدند. در تمام مراحل آزمایش، به منظور افزایش سایش مکانیکی به هر حمام ۲۵ ساچمه فولادی هر یک به وزن ۷/۰ g اضافه شد.

بررسی اثر هیدرولیز بر خواص پارچه‌ها

اثر هیدرولیز بر خواص نمونه‌ها با اندازه‌گیری مقدار کاهش وزن، کاهش نیروی پارگی نخهای تار و پود، شدت پرزدهی و تهیه عکسهای میکروسکوپی بررسی شد. کاهش وزن به وسیله توزین هر نمونه قبل و بعد از واکنش و پس از خشک شدن به مدت ۴ ساعت در دمای ۱۰۵ °C محاسبه شد. اندازه‌گیری نیروی پارگی نخها مطابق استاندارد (۱۹۸۴) ASTM D ۲۲۵۶ انجام شد، اما به علت اینکه نمونه‌های نخ از پارچه جدا می‌شد طول نخها ۵۰ mm بود.

آزمایش پرزدهی مطابق دستور کار مشخص شده از طرف شرکت هانس بائر انجام یافت. برای مقایسه آثار هیدرولیز بر شدت پرزدهی نمونه‌ها، پارچه‌های ۱۰۰ درصد پنبه‌ای و مخلوط ۶۵ درصد پلی‌استر و ۳۵ درصد پنبه آزمایش شدند. نمونه‌هایی از این دو نوع پارچه که به مدت زمانهای مختلف هیدرولیز شده بودند، یک بار به مدت ۱، ۱/۵ و ۲ ساعت و بار دیگر به مدت ۳، ۴ و ۵ ساعت در



شکل ۱- عکس میکروسکوپی (با بزرگنمایی ۴۰) نمونه شاهد پارچه ۱۰۰ درصد پنبه‌ای پس از ۲ ساعت آزمایش پرزدهی.

جدول ۵- نتایج آزمایش پرزدهی که به روش مقایسه با عکسهای استاندارد بدست آمده است.

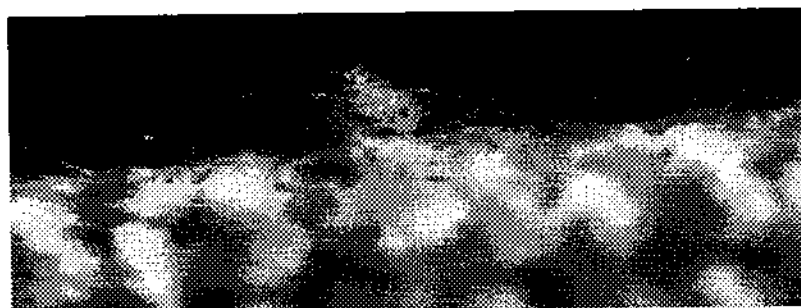
| زمان آزمایش پرزدهی (h) | | | زمان هیدرولیز نمونه (h) | نوع پارچه |
|------------------------|-----|-----|----------------------------|---------------------------------|
| ۵ | ۴ | ۳ | | |
| درجه استاندارد | | | | |
| ۳ | ۳ | ۳-۴ | - (شاهد) | ۱۰۰ درصد پنبه‌ای |
| ۳-۴ | ۳-۴ | ۴ | ۰/۵ | " |
| ۳-۴ | ۴ | ۴ | ۱ | " |
| ۴ | ۴-۵ | ۴-۵ | ۲ | " |
| ۳-۴ | ۳-۴ | ۳-۴ | - (شاهد) | ۶۵ درصد پلی‌استر و ۳۵ درصد پنبه |
| ۳-۴ | ۴ | ۴ | ۰/۵ | " |
| ۴ | ۴ | ۴ | ۱ | " |
| ۴-۵ | ۴-۵ | ۴-۵ | ۲ | " |

پرزدها کاملاً مشخص و مقایسه نتایج راحت‌تر انجام می‌گیرد. کاهش پرزدهی پارچه‌ها به دو طریق امکان‌پذیر است. اولین روش، کاهش پرزهای سطح پارچه است که بدین ترتیب از تشکیل پرزدها جلوگیری می‌شود. دومین روش شامل تضعیف پرزها و الیاف سطحی است، زیرا با این کار پرزدهای تشکیل شده براحتی از پارچه کنده می‌شوند [۶].

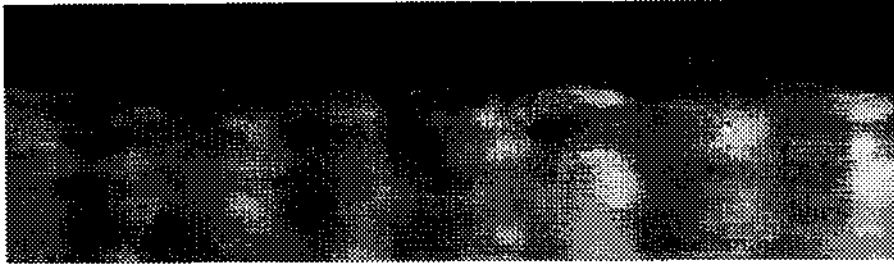
شدت هیدرولیز سوبستراهای سلولوزی بستگی به سطح جانبی در دسترس آنها برای آنزیمهای سلولاز دارد [۷]. بهمین دلیل، در زیست‌پرداخت پارچه‌ها، پرزها و الیاف با سر آزاد تضعیف می‌شوند و

استاندارد نیز مقایسه شدند. نتایج بدست آمده از این آزمایشها در جدولهای ۳ تا ۵ و شکل‌های ۱ تا ۸ نشان داده شده است.

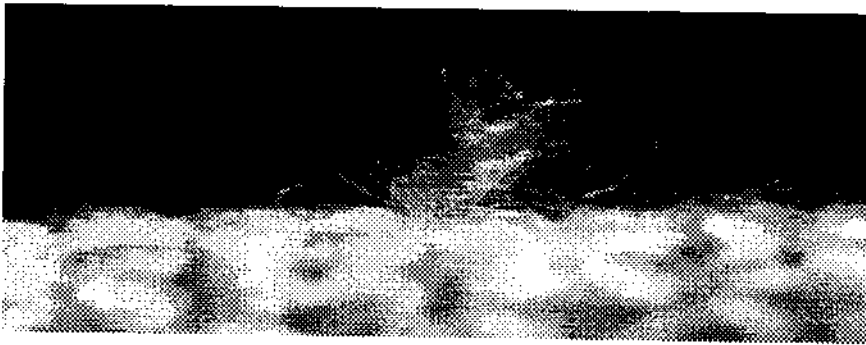
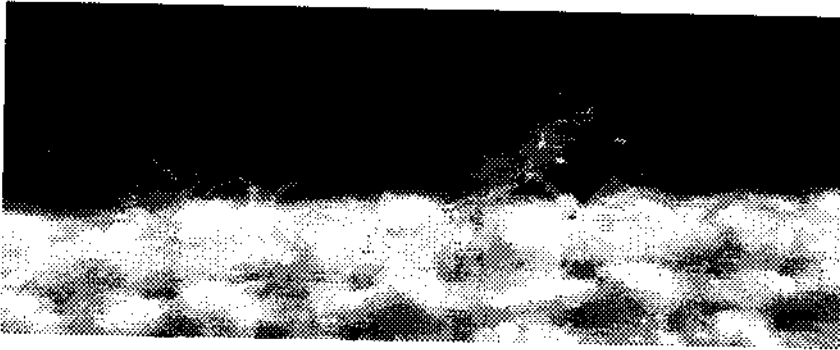
اولین نتیجه‌ای که از آزمایشهای پرزدهی حاصل شد دلالت بر این دارد که در دستگاههای پرزدهی مورد استفاده در این تحقیق برای دستیابی به نتایج قطعی و روشن حداقل زمان آزمایش باید بیش از ۲ ساعت باشد. در این دستگاه، سایش مکانیکی چندانی به نمونه‌ها وارد نمی‌شود، بنابراین، همان‌طور که شکل‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهند، در زمانهای کوتاه تعداد پرزدهای تشکیل شده چندان زیاد نیست. اما، در نمونه‌هایی که بمدت ۵ ساعت مورد آزمایش قرار گرفتند شکل‌گیری



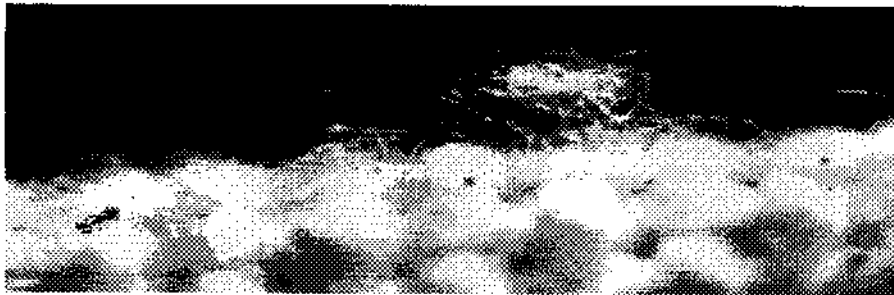
شکل ۲- عکس میکروسکوپی (با بزرگنمایی ۴۰) نمونه شاهد پارچه ۱۰۰ درصد پنبه‌ای پس از ۵ ساعت آزمایش پرزدهی.



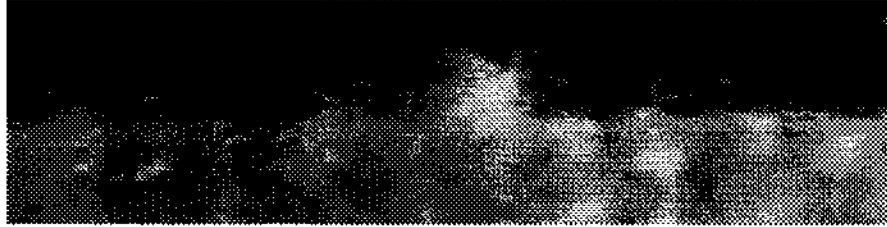
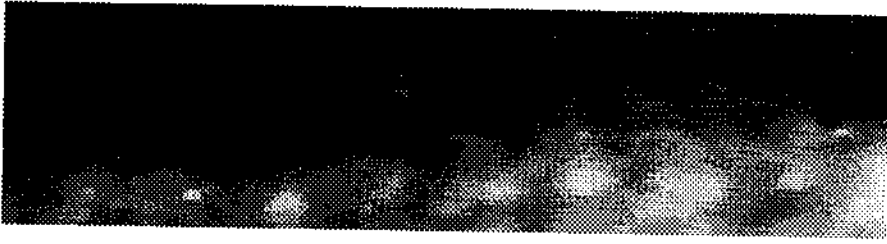
شکل ۳- عکس میکروسکوپی (با بزرگنمایی ۴۰) نمونه پارچه ۱۰۰ درصد پنبه‌ای که به مدت ۲ ساعت هیدرولیز شده و ۵ ساعت تحت آزمایش پرزدهی قرار گرفته است.



شکل ۴- عکس میکروسکوپی (با بزرگنمایی ۴۰) نمونه پارچه ۱۰۰ درصد پنبه‌ای که به مدت ۰/۵ ساعت هیدرولیز شده و ۵ ساعت تحت آزمایش پرزدهی قرار گرفته است.



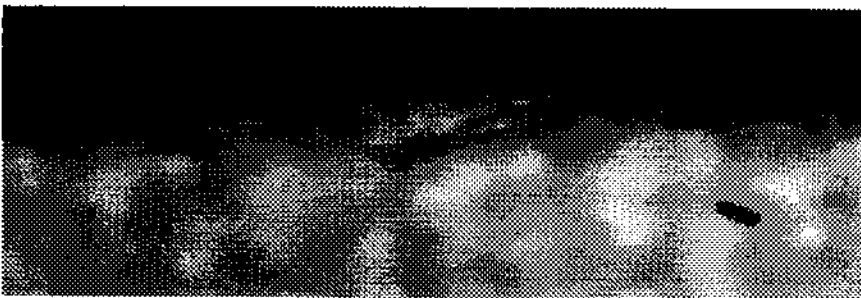
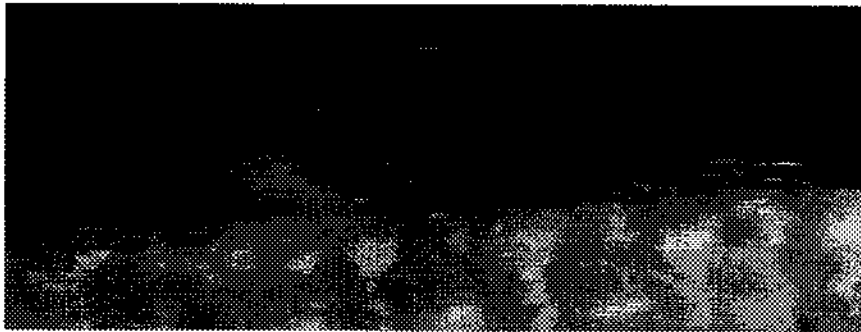
شکل ۵- عکس میکروسکوپی (با بزرگنمایی ۴۰) نمونه پارچه ۱۰۰ درصد پنبه‌ای که به مدت ۱ ساعت هیدرولیز شده و ۵ ساعت تحت آزمایش پرزدهی قرار گرفته است.



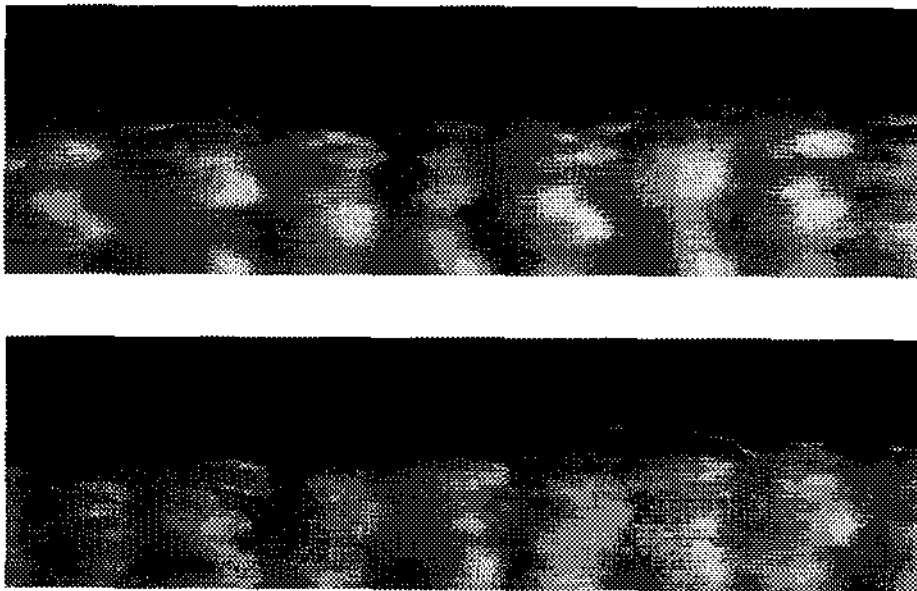
شکل ۶ - عکس میکروسکوپی (با بزرگنمایی ۴۰) نمونه شاهد پارچه مخلوط ۶۵ درصد پلی‌استر و ۳۵ درصد پنبه که به مدت ۵ ساعت تحت آزمایش پرزدهی قرار گرفته است.

با توجه به شکل‌های ۲ تا ۵ و جدول‌های ۳ و ۵ مشخص می‌شود که زمان لازم برای دستیابی به سطحی صاف و بدون پرز کمتر از ۱ ساعت نمی‌تواند باشد. زیرا، همان‌طور که شکل‌های ۴ و ۵ نشان می‌دهند، در این نمونه‌ها پرزدهانه‌هایی وجود دارد هرچند که تعداد آنها خیلی کمتر از نمونه شاهد است. رفتار پارچه‌های مخلوط ۶۵ درصد

اگر هیدرولیز همراه با سایش مکانیکی انجام شود، تعدادی از آنها نیزکنده می‌شوند و تراکم پرزها کاهش می‌یابد. اثر زیست‌پرداخت بر پارچه‌های ۱۰۰ درصد پنبه‌ای، کاهش تراکم و تضعیف تمام پرزهاست. بنابراین، پارچه ضد پرزدهی می‌شود. این آثار را با مقایسه شکل‌های ۲ و ۳ می‌توان مشاهده کرد.



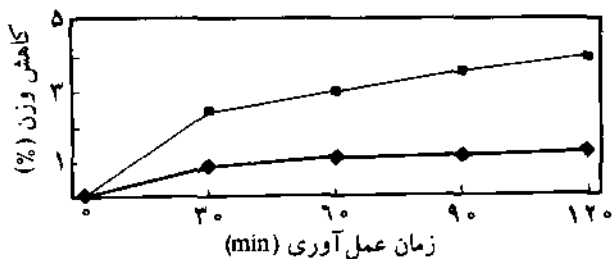
شکل ۷ - عکس میکروسکوپی (با بزرگنمایی ۴۰) نمونه پارچه مخلوط ۶۵ درصد پلی‌استر و ۳۵ درصد پنبه که به مدت ۰/۵ ساعت هیدرولیز شده و ۵ ساعت تحت آزمایش پرزدهی قرار گرفته است.



شکل ۸- عکس میکروسکوپی (با بزرگنمایی ۴۰) نمونه پارچه مخلوط ۶۵ درصد پلی‌استر و ۳۵ درصد پنبه که به مدت ۲ ساعت هیدرولیز شده و ۵ ساعت تحت آزمایش پرزدهی قرار گرفته است.

مخلوط نیز می‌توان کاهش وزن را به عنوان معیاری برای اندازه‌گیری شدت هیدرولیز آنزیمی بکار برد. تغییرات مقدار کاهش وزن نسبت به زمان واکنش در شکل ۹ نشان داده شده است. از آنجا که کاهش وزن نمونه‌های دارای ۸۸ درصد پلی‌استر به دلیل وجود مقدار ناچیز جزء سلولوزی عملاً قابل چشم‌پوشی است. بنابراین، ملاحظه می‌شود که با افزایش درصد الیاف پلی‌استر در پارچه‌ها مقدار کاهش وزن و در نتیجه شدت هیدرولیز آنزیمی آنها کاهش یافته است.

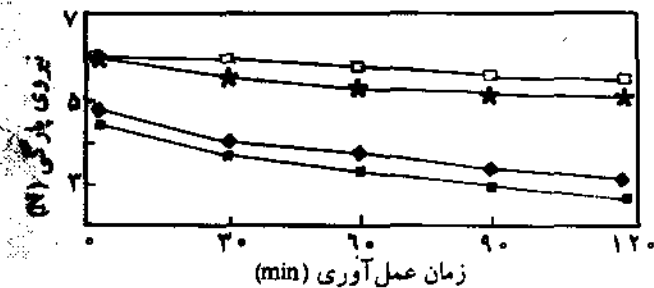
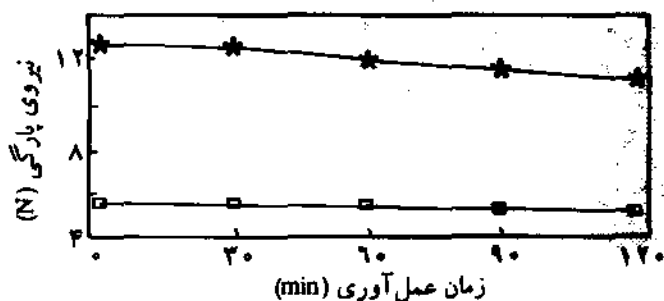
استحکام نمونه‌ها بر اثر هیدرولیز کاهش می‌یابد. کاهش نیروی پارگی نخهای تار و پود در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که با افزایش زمان واکنش، شدت هیدرولیز و کاهش استحکام نیز بیشتر می‌شود. در نمونه ۱۰۰ درصد پنبه‌ای (شکل ۱۰)



شکل ۹- تغییرات کاهش وزن نسبت به زمان عمل آوری نمونه‌های: (■) ۱۰۰ درصد پنبه‌ای و (◆) مخلوط ۶۵ درصد پلی‌استر و ۳۵ درصد پنبه.

پلی‌استر و ۳۵ درصد پنبه در آزمایش پرزدهی، شیبه پارچه‌های ۱۰۰ درصد پنبه‌ای است. همان‌طور که جدول‌های ۴ و ۵ و شکل‌های ۶ تا ۸ نشان می‌دهند، در این پارچه‌ها بر اثر هیدرولیز آنزیمی، پرزدهی کمتری نسبت به نمونه شاهد تشکیل می‌شود و در این مورد نیز اثر زیست‌پرداخت با هیدرولیز به مدت زمانهای ۵/۰ و ۱ ساعت بخوبی مشخص نمی‌شود. شکل ۸ نشان می‌دهد که در سطح این پارچه‌ها پرزهایی وجود دارد. این نمونه‌ها به مدت ۲ ساعت تحت سایش مکانیکی، هیدرولیز شده‌اند. در چنین شرایطی، همان‌طور که نمونه‌های پنبه‌ای نشان می‌دهند، پرزهای پنبه‌ای کنده می‌شوند، بنابراین به احتمال قوی این پرزها به جزء پلی‌استری مربوط‌اند. با وجود باقیماندن پرزهای پلی‌استری، به علت کنده شدن پرزهای پنبه‌ای، کاهش پرزدهی نمونه‌ها بویژه پارچه‌هایی که به مدت ۲ ساعت هیدرولیز شده‌اند مشخص است. این موارد در شکل ۸ و جدول‌های ۴ و ۵ نشان داده شده‌اند. طبق یافته‌های برخی از پژوهشگران [۵] مشخص شده است که در پارچه‌های تهیه شده از مخلوط الیاف پنبه و پلی‌استر هسته پرزدهی الیاف پلی‌استری تشکیل می‌دهند، سپس الیاف پنبه وارد پرزدهی می‌شوند و بصورت فعال به کامل شدن و رشد پرزدهی کمک می‌کنند. بنابراین، شدت پرزدهی پارچه‌های مخلوط پنبه و پلی‌استر بازدهی شدن پرزهای پنبه‌ای، کاهش می‌یابد، ولی پرزهای ناشی از الیاف پلی‌استر همواره روی سطح باقی خواهند ماند. اندازه‌گیری کاهش وزن و استحکام پارچه‌های مختلف نیز مؤید این نتیجه‌گیری است.

نتایج آزمایشها مشخص می‌سازند که در مورد پارچه‌های



شکل ۱۰- کاهش نیروی پارگی نخهای تار و پود نمونه‌های: (■) تار (□) پود پارچه ۱۰۰ درصد پنبه‌ای و (●) تار و (○) پود پارچه مخلوط ۶۵ درصد پلی‌استر و ۳۵ درصد پنبه.

شدت هیدرولیز آنزیمی پارچه‌هایی که از مخلوط الیاف پنبه و پلی‌استر تهیه می‌شوند، به مقدار الیاف پلی‌استر بستگی دارد. با افزایش مقدار جزء پلی‌استر در مخلوط الیاف، شدت هیدرولیز و در نتیجه کم شدن وزن نمونه‌ها کاهش می‌یابد. هیدرولیز سلولولیتی بر الیاف پلی‌استر اثر ندارد. اگر درصد پلی‌استر موجود در پارچه‌های مخلوط افزایش یابد، شدت هیدرولیز جزء پنبه‌ای کاهش پیدا می‌کند، بنابراین درصد کاهش استحکام این نوع پارچه‌ها نیز کمتر می‌شود.

مراجع

- 1 Kumar A., Purtell C. and Lepola M.; *Text. Chem. Color.*; 26, 10, 25-8, Oct. 1992.
- 2 Cavaco A. and Almeida L.; *Biocatalysis*; 10, 353-60, 1994.
- 3 Pederson G. L., Screw G. A. and Cedron D. M.; *Can. Text. J.*; 31-5, Dec. 1992.
- 4 Chong C. L. and Yip P. C.; *Amer. Dyestuff Rep.*; 54-9, March 1994.
- 5 Goswami B. C., Duckett K. and Vigo T. L.; *Text. Res. J.*; 50, 8, 481-85, Aug. 1980.
- 6 Hearn J. W. S., Lomas B., Duerden I. J. and Cooke W. D.; *Fibre Failure and Wear of Material*; Ellis Horwood., 1989.
- 7 Buschle-Diller G., Zeronian S. H., Pan N. and Yoon M. Y.; *Text. Res. J.*; 64, 5, 270-79, May 1994.

بیشترین و در نمونه‌ای که دارای ۸۰٪ درصد الیاف پلی‌استر است (شکل ۱۱) کمترین کاهش استحکام نسبت به نمونه شاهد از همان نوع پارچه مشاهده می‌گردد. بنابراین، مشخص می‌شود که شدت هیدرولیز پارچه‌ها به درصد الیاف پنبه در مخلوطها بستگی دارد و همچنین، تضعیف کالا بر اثر هیدرولیز جزء پنبه‌ای در پارچه‌هایی که از مخلوط الیاف تهیه شده‌اند با افزایش درصد الیاف پلی‌استر کاهش می‌یابد. زیرا، قابلیت دسترسی آنزیمهای سلولاز به اجزای سلولوزی کمتر می‌شود. به همین علت در پارچه‌هایی که از مخلوط ۸۰ درصد پلی‌استر و ۲۰ درصد پنبه تهیه شده‌اند، تنها در صورتی که زمان هیدرولیز طولانی باشد، استحکام کالا بمقدار ناچیزی کاهش می‌یابد. بنابراین، همان گونه که پیش‌بینی می‌شود و با توجه به مقادیر کاهش وزن و استحکام، الیاف و پرزهای سطحی پلی‌استر تحت تاثیر هیدرولیز قرار نمی‌گیرند.

نتیجه‌گیری

برای دستیابی به اثر زیست‌پرداخت، باید زمان هیدرولیز نمونه‌ها و سایش مکانیکی اعمال شده کافی باشد. اثر زیست‌پرداخت بر پارچه‌های پنبه‌ای به صورت کاهش تراکم و تضعیف تمام پرزهاست. بنابراین، پارچه‌های ۱۰۰ درصد پنبه‌ای در مقایسه با پارچه‌های مخلوط، سطحی صافتر و مقدار پرز کمتری خواهند داشت و پارچه بیشتر ضد پرزدهی می‌شود. اما در نمونه‌های مخلوط، پرزهای ناشی از الیاف پلی‌استر همواره روی سطح پارچه باقی می‌مانند.