

# فرایند قلیایی پارچه پنبه/پلی استر با هیدروکسید سدیم داغ

مجید منتظر<sup>i</sup>، علی صدیقی<sup>ii</sup>

## چکیده

در این مقاله کالای پنبه/پلی استر در دمای بالا و زمانهای مختلف با محلول سود 24% w/w عمل شده و برخی خصوصیات کالا شامل کاهش وزن، رطوبت بازیافتی، زمان جذب قطره، استحکام تا پارگی، ازدیاد طول تا پارگی، جذب رنگ، پرزدهی و سفیدی اندازه گیری شده است. همچنین اثر هیدرو سولفیت سدیم به عنوان یک ماده احیا کننده به منظور جذب اکسیژن موجود در محیط فرایند بررسی شده است. نتایج نشان داده است که فرآیند قلیایی در دمای 60°C و زمان 10 یا 20 دقیقه با محلول سود 24% همراه با هیدرو سولفیت سدیم سبب هیدرولیز سطحی قسمت پلی استر و از بین رفتن ناخالصی های قسمت پنبه ای کالا شده و خصوصیات مطلوبی شامل افزایش رطوبت بازیافتی و رنگ پذیری، کاهش زمان جذب قطره و پرزدهی کالا را موجب شده است.

## کلمات کلیدی

پنبه/ پلی استر، هیدرولیز سطحی، هیدروکسید سدیم، هیدرو سولفیت سدیم، فرایند قلیایی

## *Hot Alkali Treatment of Polyester/cotton Fabric with Hydrous*

M. Montazer<sup>i</sup>, A. Sadighi<sup>ii</sup>

### ABSTRACT

In this research the 50/50 cotton/polyester fabric is treated with NaOH 24% w/w in 60, 90°C for 2, 5, 10, 90 min and some of the physical properties of the treated fabric samples including weight loss, regain, water drop absorbed, strength, elongation pilling whiteness and dye absorbed evaluated. The effect of sodium hydrosulphite as a reducing agent for absorption of oxygen in the processing media was studied. The results show that alkali treatment in 60°C for 10-20 min with NaOH 24% can hydrolyze the polyester fiber surface and also remove the impurities from the cotton fiber. This treatment may improve some of the fabric properties, for example increase in moisture regain, dye ability and decrease the water drop absorbed and pilling by the fabric.

### KEYWORDS

Cotton/Polyester, Surface Hydrolysis, Sodium Hydroxide, Sodium Hydrosulphite, Alkali

<sup>i</sup> استادیار دانشکده نساجی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران، خیابان حافظ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر [Tex5mm@aut.ac.ir](mailto:Tex5mm@aut.ac.ir)

<sup>ii</sup> کارشناسی ارشد مهندسی نساجی، دانشکده تحصیلات تکمیلی واحد جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی

در اینچ، نخ پود نمره ۱۰/۱ انگلیسی پنبه/پلی استر ۵۰/۵۰، تعداد ۴۳ پود در اینچ با نوع بافت تافته، عرض ۱۶۰ سانتی متر، وزن یک متر پارچه آهارگیری شده ۳۱۰ گرم (به صورت عرض کامل) بوده است. همچنین الیاف پلی استر بکار رفته دارای طول ۲۸ میلی متر و نمره ۱/۶ دسی تکس و بصورت ۱۰۰ درصد استیپل نیمه مات بوده اند. به منظور قلیایی کردن کالای پنبه/پلی استر از محلول سود با خلوص بیش از ۹۸٪ ایرانی و نفوذ دهنده مقاوم در محیط قلیایی (Cottoclarin OK) از هنکل استفاده شده است. پس از انجام عملیات قلیایی برای خنثی سازی کالا از اسید استیک تجاری با خلوص ۵۶٪ استفاده شده است. شتشوی کالا با شوینده نانینیک از بایر با نام تجاری (Diadavin EWN) انجام شده است. هیدرو سولفیت سدیم چینی با خلوص ۹۰٪ با رنگ سفید و بصورت پودر مورد استفاده قرار گرفته است.

### ۳- روش کار

به منظور قلیایی کردن پارچه با هیدروکسید سدیم از ظرف فولاد ضد زنگ و قاب کشش فولاد ضد زنگ استفاده می شود و کالای مورد نظر در ابعاد ۲۳cm×۲۰cm عمل شده است. برای انجام فرآیند قلیایی از دمای ۶۰°C و ۹۰°C و مدت زمان ۲ و ۵ و ۱۰ و ۲۰ دقیقه و محلول هیدروکسید سدیم ۲۴٪ در روش رمق کشی استفاده شده است. همچنین در فرآیند قلیایی تعدادی از نمونه ها از هیدرو سولفیت سدیم به عنوان عامل جاذب اکسیژن استفاده شده که میزان مصرف آن با توجه به زمان فرایند بین ۲ تا ۶ گرم بر لیتر بوده است. برای زمان فرایند ۲ و ۵ دقیقه میزان ۴ گرم بر لیتر و برای زمان فرایند ۱۰ و ۲۰ دقیقه میزان ۶ گرم بر لیتر هیدرو به حمام فرایند اضافه شده است. پس از انجام فرآیند قلیایی کالا با آب سرد شسته و سپس با محلول اسید استیک ۵ cc/lit خنثی شده است. در پایان نمونه عمل شده با آب گرم و صابون شتشو شده است. به منظور سهولت در شناسایی نمونه های قلیایی در آزمایشات و بررسی آنها، نمونه ها با توجه به شرایط فرآیند مطابق جدول (۱) کدگذاری شده اند.

عملیات مرسریزاسیون پنبه در محیط آبی هیدروکسید سدیم، عملیاتی شناخته شده برای ایجاد برخی از خواص فیزیکی مطلوب در کالا می باشد. اخیرا محققین دریافته اند که اگرچه عملیات مرسریزاسیون در دمای پایین می تواند موجب تورم الیاف پنبه و ایجاد خواص مورد نظر در آن شود اما ممکن است عملیات یکنواخت نباشد و در فرآیندهای صنعتی تنها به واکنش با سطح الیاف محدود شود و مغز الیاف غیر متورم باقی بماند. به هرحال با استفاده از محلول هیدرو کسید سدیم ۶۰-۷۰°C، محلول به سرعت در الیاف پنبه نفوذ کرده و در نتیجه سبب یکنواختی بیشتر آن میشود [۶]-[۱]. استفاده از هیدرو سولفیت سدیم در فرآیند پخت پنبه در ماشین کی یر در درجه حرارت بالا موجب جذب اکسیژن محیط می شود و از تشکیل اکسی سلولز در کالا جلوگیری می کند و در نهایت سبب کاهش صدمه به کالای پنبه می شود [۱]. از طرف دیگر شینرولیز الیاف پلی استر با استفاده از محلول سود در دمای بالا انجام می شود چرا که هیدرولیز سطحی پلی استر می تواند سبب کاهش قطر الیاف و بهبود خیس شدن و نرمی و لطافت آنها شود [۱۰]، [۷].

پس از آنکه استفاده از مخلوط الیاف در تهیه پارچه ها توسعه یافت، اثر قلیا بر روی خواص فیزیکی مکانیکی آنها نیز مورد توجه قرار گرفت. عملیات قلیایی گرم بر روی کالای پنبه/پلی استر می تواند موجب بدست آمدن نرمی ابریشمی مانند الیاف پلی استر و بهبود آبدوستی و رنگ پذیری الیاف پنبه ای شود. بنابراین انجام عملیات قلیایی در دمای بالا بر روی پارچه پنبه/پلی استر می تواند علاوه بر ایجاد خواص ذکر شده در جزء پلی استر خاصیت آب دوستی و رنگ پذیری جزء پنبه را در کالای مخلوط بهبود بخشد. در گزارش تحقیقات انجام شده، روش قلیایی کردن مداوم بدون کشش توضیح داده شده و به تغییر رنگ در پارچه توجه ای نشده است [۱۲]-[۱۱]. در تحقیق حاضر روش بسته (رمق کشی) مورد توجه قرار گرفته و بویژه تغییر رنگ بررسی و چگونگی کاهش زردی بوسیله هیدرو سولفیت سدیم مطالعه شده است. ضمنا اثرات دیگر استفاده از هیدرو سولفیت سدیم در فرآیند قلیایی بر روی کالا بررسی شده است.

### ۲- مواد و کالای مورد استفاده

پارچه مورد استفاده پنبه/پلی استر ۵۰/۵۰ بوده که تار آن پنبه/پلی استر ۵۰/۵۰ با نمره ۳۰/۲ انگلیسی و تعداد ۵۹ تار

جدول (۱): کدگذاری نمونه ها بر اساس شرایط فرآیند

نمونه های عمل شده	دما (°C)	زمان (Sec)	نمونه های عمل شده با هیدرو زمان (Sec)	دما (°C)	زمان (Sec)
قلیایی نشده	-	-	قلیایی نشده	-	-
T 60-t 2	60	2	T 60-t 2H	60	2
T 60-t 5	60	5	T 60-t 5H	60	5
T 60-t 10	60	10	T 60-t 10H	60	10
T 60-t 20	60	20	T 60-t 20H	60	20
T 90-t 2	90	2	T 90-t 2H	90	2
T 90-t 5	90	5	T 90-t 5H	90	5
T 90-t 10	90	10	T 90-t 10H	90	10
T 90-t 20	90	20	T 90-t 20H	90	20

آون با دمای °C ۱۰۰ تا °C ۱۱۰ گذاشته شود و پس از گذشت ۳۰ دقیقه یکی از نمونه‌ها از آون خارج و به سرعت وزن شده و دوباره به داخل آون بازگردانده شود. بعد از گذشت ۱۵ دقیقه همان نمونه را از آون خارج و به سرعت وزن می‌کنیم چنانچه اختلاف بدست آمده خیلی کم باشد نمونه‌ها خشک و برای توزین آماده هستند. برای کاهش خطا ۵ نمونه بررسی شده است.

به منظور بررسی تغییرات زمان جذب قطره آب بر روی نمونه‌های قلیایی شده از قطره چکان و زمان سنج استفاده شده است. در تمام مراحل آزمایش سعی شده تا قطره‌ها همگی به یک اندازه باشد و از یک فاصله بر روی پارچه قرار داده شوند. همچنین برای افزایش دقت آزمایش در زیر نمونه یک صفحه شیشه ای قرار داده شد تا نمونه به صورت کاملاً صاف و مسطح نگه داشته شود. از فاصله ۵ سانتیمتری قطره‌ای بر روی نمونه چکانده می‌شود و پس از مدتی قطره شروع به جذب می‌کند و سپس پخش می‌شود. مدت زمان جذب قطره بر روی نمونه، به وسیله زمان سنج اندازه‌گیری شده است. به منظور کاهش خطا برای یکسان بودن فاصله قطره چکان تا نمونه از یک پایه استفاده می‌شود و همچنین برای تعیین زمان جذب قطره آب هر نمونه، ۱۰ قطره در قسمت‌های مختلف نمونه چکانده و میانگین زمان جذب آنها محاسبه شده است.

با توجه به زرد شدن پارچه پنبه/پلی استر در فرآیند قلیایی در دمای بالا، سفیدی نمونه‌های قلیایی شده با اسپکتروفتومتر انعکاسی (Texflash) و با استفاده از روش Hunter در زیر نور D<sub>65</sub> اندازه‌گیری شده است [۱۴]-[۱۳].

به منظور بررسی تغییرات استحکام تا پارگی و ازدیاد طول تا پارگی نمونه‌های قلیایی شده از دستگاه مقاومت سنج (سنجش استحکام) از نوع ازدیاد طول با سرعت ثابت (CRE) و از روش نوار باریک به اندازه (۵۰ × ۲۰۰ میلی متر) استفاده شده است. سرعت حرکت فک متحرک ۱۰۰ میلی متر بر دقیقه

نمونه‌های فرآیند شده قبل از آزمایش‌های فیزیکی به مدت ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد (دمای °C ۲۰ و رطوبت ۶۵٪) قرار داده شده‌اند.

#### ۴- اندازه‌گیری خواص فیزیکی

به منظور تعیین میزان درصد کاهش وزن نمونه‌های قلیایی شده، وزن اولیه نمونه (قبل از انجام فرآیند قلیایی) و وزن ثانویه آنها (بعد از انجام فرآیند قلیایی) در شرایط استاندارد اندازه‌گیری و پس از توزین میزان درصد کاهش وزن محاسبه شده است. برای کاهش خطا در تعیین میزان درصد کاهش وزن ۵ نمونه مورد بررسی قرار گرفته و میانگین درصد کاهش وزن محاسبه شده است.

برای تعیین میزان درصد پلی استر باقیمانده در نمونه‌های قلیایی شده ابتدا هر یک از نمونه‌ها، توزین (وزن اولیه) شده و به صورت مجزا به مدت ۴۵ دقیقه در اسید سولفوریک ۷۵٪ قرار گرفته تا جزء پنبه‌ای آنها در اسید تجزیه و سپس باقیمانده نمونه بوسیله کاغذ صافی جدا و پس از شستشو با آب گرم و صابون و آب سرد، در شرایط استاندارد خشک و توزین شده‌اند. در این آزمایش شرایط استاندارد در تمام مراحل آزمایش بخصوص مراحل توزین و خشک کردن نمونه‌ها رعایت شده و برای کاهش خطا ۵ نمونه در هر مورد بررسی شده است.

برای تعیین میزان درصد رطوبت بازیافتی نمونه‌های قلیایی شده، لازم است نمونه‌ها قبل از توزین به مدت ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد قرار بگیرد و سپس وزن نمونه همراه با رطوبت موجود در آن (وزن اولیه) و وزن نمونه کاملاً خشک (وزن ثانویه) تعیین و میزان درصد رطوبت بازیافتی محاسبه شود.

برای خشک کردن نمونه‌ها، لازم است نمونه‌ها در داخل

بوده است. برای کاهش خطا ۵ نمونه در هر مورد اندازه گیری شده است [۱۵].

آزمایش پرزدهی به وسیله دستگاه مارتیندل انجام شده و با استفاده از این دستگاه یک تکه از پارچه مورد نظر در تعداد دور (حداقل ۲۰۰ دور) با پارچه هم جنس خود ساییده و در انتها میزان پرز ایجاد شده در سطح آن با نمونه های شاخص مقایسه شده اند. در این آزمایش بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۲-۴۱۳۰ از وزنه ۴۱۵ گرمی در دستگاه مارتیندل استفاده و به منظور تهیه نمونه برای آزمایش از هر نمونه سه آزمون به قطر ۱۴۰ میلیمتر تهیه شده است [۱۶].

با توجه به اهمیت رنگری کالای نساجی، هر فرآیندی که موجب تغییر در اجزای کالای نساجی شود باید از جهت تاثیر بر رنگری بررسی شود. به همین دلیل نمونه های پنبه/پلی استر قلیایی شده در یک حمام به روش رمق کشی، رنگری شده و سپس بوسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر مورد سنجش و مقایسه قرار گرفته اند. نسخه های رنگری که برای این منظور استفاده شده بشرح زیر است:

۱- رنگری جزء پلی استر با رنگزای دیسپرس (Resolin Dark Blue 5R) به میزان ۴٪ نسبت به وزن کالای همراه کریر (Levegal-DTE) و دیسپرس کننده (Setamol WS) از شرکت بایر و اسیداستیک به روش رمق کشی با  $L:G$  (نسبت حجم حمام به وزن کالای) برابر ۳۰:۱ و دمای  $100^{\circ}C$  و مدت زمان ۹۰ دقیقه انجام شده است. پس از آب کشی نمونه ها با آب سرد به منظور کریر زدایی از محلول ۲ سی سی در لیتر سود ۲۶ درجه بومه به همراه ۲ گرم در لیتر هیدروسولفیت سدیم برای مدت ۱۰ دقیقه در دمای  $60^{\circ}C$  درجه سانتیگراد استفاده و سپس شستشو با آب گرم، صابون و آب سرد انجام شده است.

۲- رنگری جزء پنبه با رنگزای مستقیم (Youhao Direct Blue 5B) به میزان ۲/۵٪ نسبت به وزن کالای به همراه کلرور سدیم به روش رمق کشی با  $L:G$  برابر ۳۰:۱ و دمای جوش در مدت زمان یک ساعت انجام شده و پس از آب کشی نمونه های رنگری شده با آب سرد با فیکسه کننده آرکوفیکس به میزان ۲۰ گرم در لیتر و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای  $60^{\circ}C$  تثبیت و سپس با آب گرم و صابون و آب سرد شستشو شده است.

## ۵- بررسی نتایج

### ۵-۱- کاهش وزن

با توجه به نتایج جدول (۲) و (۱) و (۲) مشاهده می شود که افزایش وزن و دمای فرآیند قلیایی ( $60^{\circ}C$  و  $90^{\circ}C$ )

باعث افزایش میزان درصد کاهش وزن کالای پنبه/پلی استر می شود که می توان علت را افزایش هیدرولیز قسمت پلی استری کالای و تبدیل قسمت سلولزی کالای به اکسی سلولز و از بین رفتن ناخالصی های آن دانست.

با بررسی نتایج در جدول شماره ۲ ملاحظه می شود که در دمای  $60^{\circ}C$  و  $90^{\circ}C$  به علت افزایش دمای فرآیند هیدرولیز قسمت پلی استر کالای افزایش یافته به طوری که درصد پلی استر باقی مانده در نمونه قلیایی شده کمتر از ۵۰ درصد است. این نتیجه نشان دهنده کاهش بیشتر وزن قسمت پلی استر نسبت به قسمت پنبه ای کالای است. با توجه به نتایج جدول ۲ مشاهده می شود که استفاده از هیدرو سولفیت سدیم در محلول قلیایی در دمای بالا ( $60^{\circ}C$  و  $90^{\circ}C$ ) میزان درصد کاهش وزن کالای را کمتر کرده است. دلیل آن را می توان کاهش هیدرولیز قسمت پلی استری کالای و کاهش تولید اکسی سلولز بدلیل کاهش اکسیژن محیط فرآیند در قسمت پنبه ای کالای در نظر گرفت که مورد نوم توسط کارماکار اظهار شده است که وجود احیا کننده سبب جذب اکسیژن محیط می شود و به عنوان حافظ پنبه عمل می کند [۱].

همچنین نتایج جدول (۲) نشان می دهد که در دمای  $60^{\circ}C$  و  $90^{\circ}C$  وجود هیدرو سولفیت سدیم در فرآیند سبب افزایش میزان درصد پلی استر باقی مانده در نمونه می شود که نمایانگر کاهش هیدرولیز قسمت پلی استر کالای است.

به علاوه از بررسی نتایج جدول (۲) می توان دریافت که هیدرو سولفیت سدیم علاوه بر جذب اکسیژن محیط که موجب اکسید شدن قسمت سلولزی (پنبه ای) کالای می شود، ممکن است با محلول سود، پنبه و یا پلی استر نیز واکنش داده و بر فرآیند قلیایی تاثیر گذارد. همچنین با توجه به وجود پلی استر در محیط فرآیند امکان تولید آب اکسیژنه (با توجه به روش تولید آب اکسیژنه در حضور کتونها) که یک واکنش مصرف کننده اکسیژن است، وجود دارد و می تواند در سفیدی کالای نیز موثر باشد [۱].

### ۵-۲- رطوبت بازیافتی

با توجه به نتایج جدول (۲) مشاهده می شود که در همه نمونه ها فرآیند قلیایی سبب افزایش درصد رطوبت بازیافتی شده است. همچنین نتایج نشان می دهد که با افزایش غلظت و زمان فرآیند میزان درصد رطوبت بازیافتی افزایش یافته است. با افزایش غلظت و زمان فرآیند، قلیایی بیشتری جذب الیاف پنبه می شود و همراه با کاهش درصد قسمت پنبه ای کالای و افزایش هیدرولیز پلی استر، سبب کاهش وزن پارچه شده است.

افزایش درجه حرارت به علت افزایش هیدرولیز پلی استر و کاهش وزن پارچه، سبب افزایش میزان درصد رطوبت بازیافتی کالا در دمای بالا (به ویژه  $90^{\circ}\text{C}$ ) شده است. در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  در زمان فرآیند کوتاه با افزایش تورم جزء پنبه‌ای موجب افزایش خاصیت جذب رطوبت می شود و از آنجا که در این شرایط محلول قلیا اثر چندانی بر جزء پلی استری ندارد، میزان درصد رطوبت بازیافتی تنها به دلیل تاثیر قلیا بر پنبه افزایش یافته است.

در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  و  $90^{\circ}\text{C}$  و زمان ۱۰ و ۲۰ دقیقه، محلول سود بر قسمت پلی استری کالا موثرتر است و هیدرولیز آن افزایش می یابد ولی همراهی هیدرو سولفیت سدیم در محلول سبب کاهش هیدرولیز پلی استر می شود و در نتیجه رطوبت بازیافتی کالا در مقایسه با نمونه عمل شده بدون هیدرو سولفیت سدیم، کاهش یافته است.

### ۵-۳- جذب قطره

نتایج جدول (۲) نشان می دهد که زمان جذب قطره آب بر کالاهای قلیایی شده به مقدار زیادی کاهش یافته است. به علاوه میزان زمان جذب قطره توسط نمونه هایی که مدت زمان فرایند قلیایی آنها کوتاه (۲ و ۵ دقیقه) است، بسیار کمتر از کالای فرآیند نشده می باشد. به هرحال مدت زمان فرآیند بر روی زمان جذب قطره در کالاهای فرایند شده موثر بوده است، به طوری که زمان جذب آب بر روی کالای فرآیند شده در مدت ۲ تا ۲۰ دقیقه تقریباً نصف شده است. با توجه به اینکه فرایند قلیایی سبب هیدرولیز پلی استر می شود و گروه های آب دوست (OH- و COOH-) در سطح لیف افزایش می یابد، انتظار می رود که زمان جذب قطره قسمت پلی استر کاهش یابد. ولی نتایج آزمایشها بر روی کالای ۱۰۰٪ پلی استر قلیایی شده نشان می دهد که میزان زمان جذب قطره بر روی پلی استر تغییر چندانی نداشته است و تنها استفاده از محلول قلیایی غلیظ می تواند زمان جذب قطره بر روی پلی استر را کاهش دهد. زمان جذب قطره کالای ۱۰۰٪ پلی استر در تمام شرایط فرایند قلیایی بیش از ۱۸۰۰ ثانیه و بر روی کالای ۱۰۰٪ پنبه ای در تمام شرایط آزمایش کمتر از یک ثانیه بوده است. نتایج جدول ۲ همچنین نشان می دهند که در دمای بالا ( $60^{\circ}\text{C}$  و  $90^{\circ}\text{C}$ ) با افزایش زمان و دمای فرایند قلیایی، هیدرولیز قسمت پلی استری و نفوذ قلیا در قسمت پنبه ای بیشتر شده و در نتیجه کاهش ناخالصی های آب گریز در لیاف پنبه، زمان جذب قطره بر روی کالای پنبه/پلی استر کاهش یافته است. همین نتایج نشان می دهد که استفاده از هیدرو سولفیت

سدیم در فرآیند قلیایی به علت کاهش هیدرولیز قسمت پلی استری، جلوگیری از ایجاد اکسی سلولز در قسمت پنبه ای و احتمالاً کاهش ریزش لیاف سطحی و آزاد، موجب کاهش زمان جذب قطره کالای پنبه/پلی استر شده است.

### ۵-۴- استحکام و ازدیاد طول تا پارگی

نتایج آزمون استحکام تا پارگی در جهت تار در جدول (۲) و شکل های (۳) و (۴) نشان می دهد با افزایش زمان فرآیند قلیایی در دمای ( $60^{\circ}\text{C}$  و  $90^{\circ}\text{C}$ )، استحکام تا پارگی کاهش یافته است. این کاهش می تواند بدلیل افزایش هیدرولیز پلی استر و آسیب جزء پنبه ای کالا باشد. با افزایش دمای فرآیند قلیایی ( $60^{\circ}\text{C}$  و  $90^{\circ}\text{C}$ ) هیدرولیز لیاف پلی استر بیشتر می شود و همچنین قسمت پنبه ای کالا نیز آسیب دیده و نهایتاً استحکام تا پارگی کالای پنبه/پلی استر کاهش یافته است. با توجه به نتایج آزمون ازدیاد طول تا پارگی در جدول ۲ دیده می شود که در دمای بالا ( $60^{\circ}\text{C}$  و  $90^{\circ}\text{C}$ ) با افزایش زمان فرایند، میزان درصد ازدیاد طول تا پارگی کاهش یافته است. علت آن را می توان افزایش هیدرولیز پلی استر و آسیب به لیاف پنبه در کالا دانست. همچنین افزایش دما موجب افزایش هیدرولیز و نازک شدن لیاف پلی استر شده و میزان درصد ازدیاد طول تا پارگی را کاهش داده است.

نکته جالب اینکه افزایش هیدروسولفیت سدیم به فرآیند قلیایی در دمای بالا ( $60^{\circ}\text{C}$  و  $90^{\circ}\text{C}$ ) به علت کاهش هیدرولیز قسمت پلی استری و جلوگیری از اکسید شدن قسمت سلولزی (پنبه ای) موجب کاهش کمتر استحکام تا پارگی و درصد ازدیاد طول تا پارگی کالای پنبه/پلی استر شده است.

### ۵-۵- پرزدهی

با توجه به نتایج جدول (۳) مشاهده می شود که در برخی از موارد میزان پرزدانه تشکیل شده بر روی نمونه های قلیایی شده در مقایسه با نمونه قلیایی نشده (پارچه مرجع) کاهش می یابد و در چند مورد نیز افزایش یافته است. علت کاهش پرزدانه در برخی از نمونه ها را می توان در کاهش لیاف یک سر آزاد و از بین رفتن لیاف سطحی پارچه و علت افزایش پرزدانه در برخی دیگر از نمونه ها را می توان افزایش لیاف یک سر آزاد بر اثر عملیات قلیایی در شرایط سخت و یا عدم امکان از بین رفتن پرزها و لیاف یک سر آزاد در شرایط ملایم دانست.

جدول (۲): نتایج آزمایشهای فیزیکی بر روی کالای پنبه/پلی استر قلیایی شده و نشده

کد نمونه های عمل شده	کاهش وزن کالا (%)	پلی استر باقی مانده (%)	رطوبت بازیافتی (%)	زمان جذب قطره (Sec)	استحکام تا پارگی در جهت تار (Kgf)	ازدیاد طول تا پارگی در جهت تار (%)
قلیایی نشده	0.00	50.00	3.22 ± 0.3	Above 1200	70.51 ± 1.5	41.46 ± 1.2
T 60-t 2	2.33	49.88	4.29 ± 0.2	49.00 ± 1.0	66.54 ± 2.2	35.78 ± 1.4
T 60-t 5	3.53	49.41	4.42 ± 0.3	18.70 ± 0.5	64.79 ± 1.6	32.99 ± 1.3
T 60-t 10	7.71	47.99	4.61 ± 0.3	13.83 ± 0.7	61.04 ± 2.0	29.65 ± 1.1
T 60-t 20	9.89	47.28	4.82 ± 0.2	9.83 ± 0.6	56.63 ± 2.5	27.69 ± 1.2
T 90-t 2	4.50	49.00	4.51 ± 0.2	24.00 ± 0.6	63.13 ± 1.7	31.84 ± 1.2
T 90-t 5	10.74	46.49	4.76 ± 0.3	11.83 ± 0.4	55.94 ± 2.4	27.33 ± 1.4
T 90-t 10	28.91	39.38	5.15 ± 0.2	5.58 ± 0.5	35.12 ± 2.2	24.50 ± 1.3
T 90-t 20	42.83	26.70	6.79 ± 0.2	5.40 ± 0.2	26.46 ± 1.6	22.18 ± 1.3
T 60-t 2 H	1.99	49.98	4.13 ± 0.2	32.00 ± 0.4	67.64 ± 2.5	38.21 ± 1.4
T 60-t 5 H	2.26	49.82	4.31 ± 0.4	9.56 ± 0.5	66.67 ± 2.3	36.02 ± 1.4
T 60-t 10 H	6.19	48.18	4.51 ± 0.3	6.50 ± 0.6	62.66 ± 1.8	31.09 ± 1.3
T 60-t 20 H	7.37	47.64	4.87 ± 0.4	6.16 ± 0.7	61.69 ± 2.3	30.31 ± 1.1
T 90-t 2 H	4.26	49.24	4.24 ± 0.3	8.75 ± 0.6	64.09 ± 2.6	32.40 ± 1.2
T 90-t 5 H	8.54	47.56	4.43 ± 0.2	5.50 ± 0.5	58.41 ± 1.9	29.10 ± 1.4
T 90-t 10 H	18.65	43.57	4.69 ± 0.3	1.50 ± 0.4	43.85 ± 1.6	25.86 ± 1.1
T 90-t 20 H	37.61	30.27	6.40 ± 0.3	1.16 ± 0.5	28.27 ± 2.2	23.10 ± 1.1

است. این کاهش به دلیل جلوگیری از هیدرولیز قسمت پلی استری کالا و ممانعت از تبدیل سلولز به اکسی سلولز و جلوگیری از آسیب قسمت پنبه ای کالا بوده که در نهایت سبب کاهش الیاف یک سر آزاد در سطح پارچه شده و امکان تشکیل پرزدانه را کم کرده است.

#### ۵-۶- سفیدی

با توجه به نتایج جدول (۳) مشاهده می شود که فرایند قلیایی در مدت زمان کوتاه به علت از بین بردن ناخالصی ها و مرسریزاسیون قسمت پنبه ای کالا موجب افزایش سفیدی شده است. اما افزایش غلظت و زمان فرایند قلیایی سبب کاهش سفیدی نمونه ها می شود که دلیل آن را می توان افزایش هیدرولیز قسمت پلی استر و افزایش خلل و فرج در سطح این الیاف و در نتیجه کاهش درخشندگی آن و نیز ایجاد اکسی سلولز در قسمت پنبه ای کالا دانست.

بررسی نتایج جدول (۲) نشان می دهد که استفاده از دمای بالا (۹۰°C) موجب افزایش میزان پرزدهی کالای پنبه/پلی استر می شود، چرا که هیدرولیز قسمت پلی استر کالا افزایش می یابد و در نتیجه همراه با نازک شدن الیاف پلی استر، میزان الیاف یک سر آزاد در سطح پارچه افزایش یافته است. همچنین نتایج نشان می دهد که فرآیند قلیایی در دمای ۶۰°C و مدت زمان ۵ و ۱۰ دقیقه، میزان بیشتری از الیاف یک سر آزاد را از بین می برد و پرزدانه کمتری بر روی کالای پنبه/پلی استر ایجاد می شود. افزایش زمان فرایند قلیایی در دمای بالا (۶۰°C و ۹۰°C) به علت افزایش میزان الیاف یک سر آزاد در سطح پارچه، تشکیل پرزدانه را افزایش داده است.

با توجه به نتایج حاصل در جدول (۳) مشاهده می شود که استفاده از هیدرو سولفیت سدیم در فرایند قلیایی موجب کاهش تشکیل پرزدانه بر روی کالای پنبه/پلی استر شده



جدول (۳): میزان پرزدهی و سفیدی نمونه های قلیایی شده و نشده

میزان سفیدی	میزان پرزدهی	کد پارچه	میزان سفیدی	میزان پرزدهی	کد پارچه
60.4	2	قلیایی نشده	60.4	2	قلیایی نشده
61.2	2-3	T 60-t 2- H	60.7	2	T 60-t 2
64.1	3-4	T 60-t 5- H	61.5	2-3	T 60-t 5
62.8	3	T 60-t 10- H	60.1	2-3	T 60-t 10
62.3	2-3	T 60-t 20-H	56.2	1-2	T 60-t 20
64.9	2-3	T 90-t 2- H	61.1	2	T 90-t 2
62.9	2	T 90-t 5- H	59.7	2-3	T 90-t 5
61.5	1-2	T 90-t 10- H	47.2	1-2	T 90-t 10
60.8	1	T 90-t 20- H	37.9	1	T 90-t 20

نایکتواختی در سطح الیاف پلی استر دانست.

با توجه به نتایج جدول (۴) مشاهده می شود که با تغییر شرایط فرایند قلیایی و تغییر درصد اجزای کالای پنبه/پلی استر میزان رنگ نمونه های قلیایی شده تغییر کرده است. افزایش زمان و دما در فرایند قلیایی موجب افزایش هیدرولیز پلی استر و کاهش میزان آن در کالا و همچنین بهبود جذب رنگ در قسمت پنبه ای شده و در نتیجه کالا تیره تر بنظر می رسد. بعلاوه، ملاحظه می شود که فرایند قلیایی کالای پنبه/پلی استر علاوه بر کاهش میزان  $L^*$  که موجب تیره تر شدن رنگ کالا شده در مقادیر  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h$  نیز تغییراتی ایجاد شده است. بررسی نتایج جدول (۴) نشان می دهد که فرایند قلیایی سبب تغییر در انرژی رنگ شده و در نتیجه  $\Delta E^*$  مثبت شده که نشانگر تیره تر شدن رنگ کالا می باشد. این تغییر در زمان کوتاه (۱۰ دقیقه) بیشتر از زمان طولانی (۲۰ دقیقه) بوده است.

جالب اینکه استفاده از هیدرو سولفیت سدیم در فرایند قلیایی موجب افزایش سفیدی در نمونه های قلیایی شده است. دلیل آن را می توان در عملکرد هیدرو سولفیت سدیم در فرآیند دانست. به نحوی که با کاهش هیدرولیز پلی استر و جلوگیری از تشکیل اکسی سلولز پنبه توانسته است میزان سفیدی کالا را بهبود دهد.

#### ۵-۷- رنگریزی

با توجه به نتایج جدول (۴) مشاهده می شود که فرایند قلیایی سبب کاهش میزان  $\Delta L^*$  در کالای پنبه/پلی استر می شود و میزان تیرگی رنگ نمونه های قلیایی شده را نسبت به نمونه فرایند نشده (پارچه مرجع) افزایش داده است. علت این تغییر را می توان در افزایش میزان جذب رنگ بر روی قسمت پنبه ای و کاهش جذب رنگ دیسپرس و افزایش لکه گذاری رنگ مستقیم) بر روی قسمت پلی استر در کالای پنبه/پلی استر با افزایش گروه های انتهایی زنجیرها ( $-OH$  و  $-COOH$ ) در الیاف پلی استرو همچنین در نتیجه ایجاد خلل و فرج و

جدول (۴): مقایسه میانگین نتایج بررسی مشخصه های رنگ نمونه قلیایی شده و قلیایی نشده

کد پارچه	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*$
قلیایی نشده	20.65	7.49	-15.34	17.07	296.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T 60-t 10	20.10	4.84	-11.03	12.04	293.71	-0.54	-2.64	4.30	-5.02	-2.31	5.08
T 60-t 20	19.56	6.30	-13.30	14.72	295.36	-1.09	-1.18	2.04	-2.35	-0.67	2.59
T 60-t 10H	20.37	5.48	-11.56	12.79	295.37	-0.28	-2.00	3.78	-4.28	-0.66	4.28
T 60-t 20H	20.13	5.94	-12.14	13.51	296.1	-0.52	-1.54	3.20	-3.56	0.07	3.59

۷/۳۷٪ می باشد). این کاهش وزن بیشتر در نتیجه هیدرولیز و نازک شدن الیاف پلی استر و از بین رفتن ناخالصی های سلولزی کالا است. فرآیند قلیایی موجب تورم قسمت پنبه ای در کالا و افزایش گروه های ( $-OH$  و  $-COOH$ ) در سطح الیاف پلی استر می شود که رطوبت بازیافتی را از ۲/۵۲٪ به ۴/۸۲٪ افزایش می دهد. استفاده از هیدرو سولفیت سدیم در فرآیند

#### ۶- نتیجه گیری :

فرآیند قلیایی سبب تغییر خصوصیات کالای پنبه/پلی استر می شود. انجام فرآیند قلیایی بر کالای پنبه/پلی استر در دمای  $60^\circ C$  در مدت زمان ۲۰ دقیقه با استفاده از محلول سود ۲۴٪ سبب ۹/۸۹٪ کاهش وزن شده است (اگر فرآیند قلیایی در حضور هیدرو سولفیت سدیم انجام شود میزان کاهش وزن

قلیایی رطوبت بازیافتی را به ۴/۸٪ رسانده است. همچنین نتایج آزمایش زمان جذب قطره نشان داده است که زمان جذب قطره بر روی کالا بسیار کاهش یافته، از ۱۲۰۰ ثانیه در کالای فرآیند نشده به ۹/۸ ثانیه در کالای فرآیند شده انتخابی رسیده است. در حالی که استفاده از هیدرو سولفیت سدیم در محلول قلیایی زمان جذب قطره را به ۶/۱۶ ثانیه کاهش داده است. با توجه به نتایج آزمایش پرزدهی، فرآیند قلیایی بر روی کالای پنبه/پلی استر بعلت کاهش پرزدهی ها و الیاف یک سرآزاد سطحی سبب شده است تا میزان پرزدهی کالا به میزان یک درجه بهبود یابد و از ایجاد پرزدهی در زمان مصرف کالا کاسته شود.

فرآیند قلیایی با توجه به شرایط عمل موجب تغییر رنگ کالای پنبه/پلی استر می شود، چرا که فرآیند قلیایی تا زمانی که به الیاف کالا آسیب نرساند موجب از بین رفتن ناخالصی های قسمت سلولزی می شود و در نتیجه کالا سفیدتر به نظر می رسد. چنانچه از هیدرو سولفیت سدیم در فرآیند قلیایی استفاده شود به دلیل جلوگیری از اکسیداسیون پنبه و کاهش هیدرولیز قسمت پلی استری کالا به دلیل مصرف قلیا و کاهش غلظت آن، سبب افزایش میزان سفیدی کالا شده و کیفیت کالا را برای عرضه به صورت سفید و رنگی بهبود می بخشد.

قلیایی کردن کالای پنبه/پلی استر بدلیل تغییرات مثبت در قسمت پنبه ای و هیدرولیز قسمت پلی استری و افزایش گروه های (OH- و COOH-) در سطح الیاف پلی استر سبب افزایش رنگ پذیری کالای پنبه/پلی استر در نمونه انتخابی شده است (با توجه به تغییر میزان  $L^*$  از ۲۰/۶۵ به ۲۰/۱۳).

نتایج آزمایشهای استحکام و ازدیاد طول تا پارگی نیز نشان می دهد که فرآیند قلیایی وابسته به شرایط فرآیند، به علت ایجاد تغییرات مثبت در قسمت پنبه ای کالا و موازی شدن زنجیرهای سلولزی و تورم الیاف در قسمت پنبه ای سبب افزایش استحکام تا پارگی پنبه می شود ولی از طرف دیگر با نازک شدن الیاف پلی استر موجب کاهش استحکام تا پارگی و ازدیاد طول تا پارگی کالای مخلوط پنبه/پلی استر شده است. در اکثر موارد فرآیند قلیایی به علت هیدرولیز الیاف پلی استر، سبب کاهش استحکام تا پارگی و ازدیاد طول تا پارگی کالا شده است. در مجموع، عملیات قلیایی در شرایط مناسب می تواند بدون اینکه موجب آبرفتگی زیاد در کالای پنبه/پلی استر شود، سبب ایجاد خواص مطلوبی مثل کاهش وزن که سبب افزایش عبور آسان هوا و بخار می شود، افزایش رطوبت بازیافتی، کم شدن زمان جذب قطره، کاهش میزان پرزدهی، افزایش میزان رنگ پذیری و بهبود زیردست کالا شود و در واقع با نزدیک

کردن خواص پنبه و پلی استر که اجزای تشکیل دهنده کالا هستند یکنواختی کالا افزایش می یابد.

#### ۷- مراجع

- [۱] Karmakar S. R., *Chemical Technology in the Pre-treatment Process of Textile*, Textiles Science and Technology 12, Elsevier, 1st Ed., pp. 291-292 & 309-316, 1999.
- [۲] SMurphy W., *Textile Finishing*, Abhishek Pub., 1st Ed., p.42-60, 2000.
- [۳] Shenai V. A., *Technology of Bleaching and Mercerizing*, Sevak Pub., MUMBAI, 3rd Ed., Vol.III, pp.472-596, 1996.
- [۴] Kokot S., Stewart S., *An Exploratory Study of Mercerized Cotton Fabrics by DRIFT Spectroscopy & Chemometrics*, Textile Res.J., 65(11), p.p. 643-651, 1995.
- [۵] Broadbent D., Fecteau T., Maisonneuve R., Belkacemi K., *Vacuum Extraction of Caustic Soda Solution from Fabrics Containing Cotton: Impact on Mercerization*, Textile Res. J., 61 (8), p.p. 471-475, 1991.
- [۶] Balazsy A.T., Eastop D., *Chemical Principles of Textile Conservation*, B. H, p.p.19-36, 1999.
- [۷] Moncrieff R.W., *Man-Made Fibers Fact Book*, Butterworths Co. Pub., Section II, p.p. 20-21, 1982.
- [۸] SBP Board of Consultants & Engineers, *Handbook of Textile Auxiliaries & Chemicals*, SBP Consultants & Engineers Pvt. Ltd Pub., p.p. 34-36, 1998.
- [۹] Hsieh Y.L., Miller A.& Thompson J., *Wetting Pore Structure & Liquid Retention of Hydrolyzed Polyester Fabrics*, Textile Res.J., 66(1), p.p. 1-10, 1996.
- [۱۰] Shet R.T., Zeronian S.H., Needles H.L.& Siddiqui S.A., *Modification of Polyester and Polyester/Cotton by Alkali Treatment*, AATCC Vol.14, no. 11, p.p. 233-237, 1982.
- [۱۱] Needles H.L., Brook D.B.& Keighley J.H., *How Alkali Treatments Affect Selected Properties of Polyester, Cotton and Polyester/Cotton Fabrics*, AATCC Vol. 17, No. 9, p.p. 177-180 Sep 1985.
- [۱۲] Haghghat Kish H., and Nouri M., *J. App. Polym. Sci.*, p.p. 631, 1999.
- [۱۳] Choudhury A.K.R., *Modern Concepts of Color & Appearance*, Science Publisher, Inc., Enfield, NH, USA, p.p. 222-225, 2000.
- [۱۴] Billmeyer F.W., Saltzman Jr & M., *Principle of Color Technology*, John Wiley & Sons Pub., New York, 1981.
- [۱۵] استاندارد شماره ۱-۱۱۴۷، خواص کششی پارچه روش اندازه گیری نیرو و ازدیاد طول در حداکثر نیروی اعمال شده با استفاده از روش نوار باریک، نشر موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۳۸۰).
- [۱۶] استاندارد شماره ۲-۴۱۳۰، روش تعیین تغییرات سطحی و پرزدهی پارچه - بخش دوم: روش آزمون توسط دستگاه مارتیندل، نشر موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۳۸۰).