

# مرسرایزینگ گرم پارچه مخلوط پنبه - پلی استر

## بررسی تأثیر دمای حمام قلیایی بر استحکام کششی، کاهش وزن و درصد جمع شدگی پارچه

سید مجید مرتضوی\* و مهری صدیقی پور\*\*

دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(دریافت مقاله: ۸۲/۹/۲۶ - دریافت نسخه نهایی: ۸۳/۱۰/۱۶)

چکیده - وجود نواقصی در فرایند مرسرایزینگ سرد کالاهای پنبه‌ای، منجر به ابداع شیوه نوینی به نام مرسرایزینگ گرم شد که در آن از محلول سود در دمای بالا استفاده می‌شود. مرسرایزینگ گرم به طور موفقیت‌آمیزی در مورد مخلوط پنبه با برخی از الیاف دیگر قابل اجراء است. در مخلوطهای پنبه - پلی‌استر، این عملیات از طرفی موجب مرسرایزینگ در جزء پنبه شده و از طرف دیگر باعث آبکافت قلیایی پلی‌استر می‌شود. در این مقاله، عملیات مرسرایزینگ با محلول هیدروکسید سدیم در ۱۶ دمای مختلف از ۱۵°C تا ۹۰°C با گام ۵ درجه، در دو حالت تحت کشش و بدون کشش، بر روی پارچه مخلوط پلی‌استر - پنبه با نسبت ۶۵ به ۳۵ انجام پذیرفت. پس از آن تأثیر دمای حمام قلیایی بر برخی از خواص پارچه نظیر خواص کششی، کاهش وزن و جمع شدگی مورد بررسی قرار گرفت. عملیات مزبور موجب کاهش وزن در پارچه شده که بخش عمده آن به جزء پلی‌استر موجود در مخلوط نسبت داده می‌شود و با افزایش دمای حمام قلیایی میزان آن افزایش می‌یابد. کاهش وزن حاصله موجب آزادی بیشتر نخها و در نتیجه بهبود آویزش و زبردست در پارچه می‌شود ولیکن از استحکام پارچه کاسته و باعث تضعیف آن می‌شود، لذا بایستی مقدار بهینه ای برای دما در نظر گرفته شود. در عملیات قلیائی در حالت بدون کشش، آزادسازی تنشهای موجود در پارچه تا حدودی موجب بروز جمع‌شدگی در کالا خصوصاً در جهت تار می‌شود، لیکن نقش کشش در عملیات قلیایی در خواص پارچه پنبه - پلی‌استر چندان حائز اهمیت نیست.

واژگان کلیدی: مرسرایزینگ گرم، پارچه مخلوط پنبه - پلی‌استر، عملیات قلیایی، هیدروکسید سدیم، کاهش وزن، زبردست، استحکام کششی، جمع شدگی پارچه

## Hot Mercerizing of Cotton/Polyester Blend Fabric Effect of Alkali Treatment Temperature on Tensile Properties, Weight Loss and Shrinkage of Fabric

S.M. Mortazavi and M. Sedighpoor

Textile Engineering Department, Isfahan University of Technology

**Abstract:** The presence of defects in cold mercerizing of cotton goods led to the creation of a new method, called hot mercerizing in which caustic soda solution is used at a high temperature. Hot mercerizing is successfully used in cotton blended with some other fibers. In cotton/polyester blend fabrics, this treatment serves a dual purpose: subjectively, it imparts a silklike

\*\* - کارشناسی ارشد

\* - استادیار

soft handle to the polyester and brings about mercerizing of the cotton. In this work, the mercerizing operation with caustic soda solution was performed on a 65/35 polyester/cotton fabric in sixteen different temperatures (from 15°C to 90°C), in two states: with tension and without tension. Finally, the effect of temperature of treatment on some properties of fabric such as tensile properties, weight loss, and shrinkage have been studied. Alkali treatment cause weight loss in cotton/polyester blend fabrics, the main part of the weight loss attributed to the polyester component of the blend. Increasing temperature leads to a corresponding increased in weight loss. The resulting weight loss leads to more yarn release and consequently, to the improvement of the drape and soft handle in the fabric. However, it decreases the tensile strength and causes weakness of the fabric, therefore, an optimum of temperature must be considered. In the alkali treatment, the internal stresses in the fabric can be released. Release of tension in the fabric causes shrinkage, particularly in the warp direction. The effect of tension on properties of cotton/polyester blend fabric is not considerable in alkali treatment.

**Keywords:** Hot mercerizing, Cotton/Polyester blend fabric, Alkali treatment, Caustic soda solution, Weight loss, Handle, tensile properties, Shrinkage

## ۱- مقدمه

در منسوجات پنبه‌ای، مرسرایزینگ به روش متداول که تحت عنوان مرسرایزینگ سرد از آن نام برده می‌شود، عمدتاً با محلول ۲۰ تا ۲۵ درصد سود سوزآور، در دمای ۱۵ تا ۲۰°C و به مدت ۳۰ تا ۱۸۰ ثانیه صورت می‌گیرد [۱]. عملیات مزبور نظم مولکولی، مورفولوژی، ساختار و درجه کریستالی الیاف را تغییر داده، باعث تورم و مدور شدن سطح مقطع لیف می‌شود. تغییرات مزبور علاوه بر افزایش جلا در کالا، باعث بهبود خواص الیاف نارس شده، جذب رنگ، واکنش پذیری و استحکام کششی لیف را بالا می‌برد [۱ و ۲]. وجود نواقصی در مرسرایزینگ سرد نظیر عدم نفوذ کامل سود به داخل الیاف و سطحی بودن عمل مرسرایزینگ، نایکنواختی عمل، نیاز به مواد خیس کننده گران قیمت و دستگاههای مبرد برای خنک کردن سیستم و... منجر به ابداع شیوه نوینی به نام مرسرایزینگ گرم شد که در آن از محلول سود با دمای بالا استفاده می‌شود [۱، ۳ و ۴]. در مرسرایزینگ گرم در مقایسه با نوع سرد، ویسکوزیته محلول سود و سرعت تورم لیف به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد و همین امر باعث می‌شود که نفوذ سود به داخل مرکز لیف سریعتر و یکنواخت‌تر صورت گیرد و بدون نیاز به مصرف موادخیس کننده، درصد بیشتری از الیاف، مرسریزه و اصلاح می‌شوند. نفوذ بهتر محلول سود در این روش باعث کاهش زمان عمل می‌شود [۵]. در پارچه‌هایی که به روش گرم مرسریزه می‌شوند، سطح الیاف نرمتر و

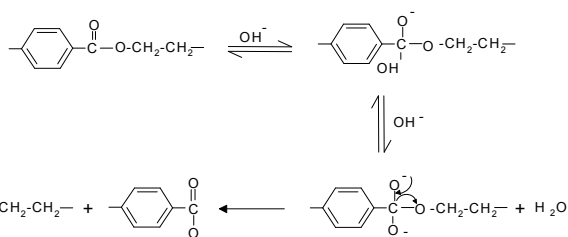
انعطاف‌پذیری آن بیشتر شده، میزان جمع‌شدگی کالا کاهش یافته و چروک پذیری در آنها نیز کمتر می‌شود. به علاوه نسبت به فرایندهای شیمیایی بعدی نیز پذیراتر می‌شوند و از این رو عملیات پخت و سفیدگری در آنها با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد [۳ و ۴]. از آنجایی که خواص جذبی پارچه‌هایی که به روش گرم مرسریزه می‌شوند، تأثیر کمی روی بازده و یکنواختی عمل دارد، لذا فرایند مرسرایزینگ گرم، قابل انجام بر روی پارچه خام نیز هست. به عبارت دیگر در مرسرایزینگ گرم، مرحله آهارگیری صرف نظر از نوع آهار مصرفی، قابل حذف است که منجر به کوتاه شدن خط تکمیل و در نهایت کم شدن هزینه‌های اقتصادی می‌شود [۶].

الیاف پلی‌استر علی‌رغم داشتن خواص مطلوبی نظیر استحکام زیاد، ثبات ابعادی، مقاومت سایشی خوب و... دارای معایبی نظیر آبگریزی، روغن دوستی، کم بودن جذب رطوبت و چسبیدن به بدن، چرک‌پذیری، زبردست غیرطبیعی و تولید الکتریسیته ساکن اند. استفاده از سود از جمله روشهای کاربردی برای اصلاح خواص پلی‌استر است [۷]. پلی‌استر طی یک واکنش هسته دوستی، توسط هیدروکسید سدیم هیدرولیز می‌شود. در این واکنش یونهای هیدروکسیل به گروه کربونیل که دارای کمبود الکترون است، حمله کرده و تشکیل یک آنیون واسطه می‌دهد. به دنبال آن زنجیر پلیمری پاره شده و تشکیل گروههای انتهایی هیدروکسیل و کربوکسیل می‌دهد [۷، ۸]. زرونیان واکنش سود با پلی‌استر را به صورت زیر نشان داد [۹]:

جدول ۱- مشخصات پارچه مصرفی

وزن متر مربع (gr)	تراکم پودی (1/cm)	تراکم تار (1/cm)	تاب در مترنخ پود	تاب در مترنخ تار	نمره نخ پود (Ne)	نمره نخ تار (Ne)
۱۳۷	۲۳	۳۳	۳۷۶Z	۲۱۷Z	۱۸	۳۲

است، لذا تحت عنوان مرسرایزینگ گرم پنبه - پلی استر نیز از آن نام برده می شود.



## ۲- اساس تجربی

### ۱-۲- مشخصات پارچه مصرفی

پارچه مورد استفاده در آزمایشها، پارچه پلی استر - پنبه ۶۵/۳۵ با بافت تافته است که مشخصات آن در جدول (۱) ارائه شده است. لازم به ذکر است که نخ تار و پود پارچه هر دو از جنس پلی استر - پنبه با نسبت مذکور است.

این عملیات باعث جذب بهتر رطوبت، کاهش چرک پذیری، کاهش پزدهی، افزایش مقاومت سایشی، کاهش وزن و بهتر شدن زیردست پارچه شده و زبردستی نرم و ابریشم گونه به آن می دهد [۸].

### ۲-۲- مواد مصرفی

- سود پرک شده با خلوص ۱۰۰-۹۹٪ ساخت شرکت سولیوی  
 - اسید استیک ۹۸٪ ساخت شرکت مرک  
 - اسید کلریدریک ساخت شرکت مرک  
 - کربنات سدیم ساخت شرکت مرک  
 - دتر جنت اولان IW با پایه شیمیایی آلکیل پلی گلیکول اتر ساخت شرکت بایر

شت، رزناک و گروهی دیگر از محققان به بررسی تأثیر محلول قلیایی بر پارچه مخلوط پنبه - پلی استر پرداختند. اساس کار شت بر پایه روش pad-heat-technique و اساس کار رزناک بر پایه مرسرایزینگ پنبه استوار بود. در تحقیقات صورت گرفته توسط این محققان، مشاهده شد که عمل کردن پارچه های مخلوط پنبه - پلی استر با محلول قلیایی داغ در شرایط مناسب، منجر به دستیابی به یک هدف دوگانه در مخلوط می شود. به این ترتیب که از یک طرف باعث مرسرایزینگ گرم در جزء پنبه شده و از طرف دیگر باعث ابریشم گونه شدن زیردست پلی استر و بهبود خواص آن می شود [۹-۱۲].

### ۲-۳- دستگاهها و وسایل مورد استفاده

- دستگاه اندازه گیری استحکام ساخت شرکت زوییک مدل MATERIAL PRUFUNG 1446 با سیستم CRE  
 - دستگاه استتر ساخت شرکت ورنر ماتیس AG  
 - دستگاه رطوبت سنج ساخت شرکت سارتوریوس مدل MA40-00V2 11401125  
 - قاب های چوبی به ابعاد ۱۶×۳۲ cm برای انجام عملیات قلیایی تحت کشش

باتوجه به اینکه مخلوط های پنبه - پلی استر به طور وسیعی در صنعت نساجی مورد استفاده قرار می گیرند و نظر به تأثیر مثبت محلول قلیایی داغ بر روی هر یک از اجزای تشکیل دهنده مخلوط، در این مقاله تأثیر محلول قلیایی هیدروکسید سدیم در دماهای مختلف و در دو حالت تحت کشش و بدون کشش بر روی درصد جمع شدگی، کاهش وزن و خواص کششی پارچه مخلوط پنبه - پلی استر مورد بررسی قرار گرفته است. از آنجائی که تکنیک اعمالی، برگرفته از مرسرایزینگ گرم پنبه

جدول ۲- شرایط و مواد مصرفی در شستشو

۱	صابون نان یونیک - آنیونیک (gr/li)
۱	کربنات سدیم (gr/li)
۳۰:۱	نسبت حجم حمام به وزن کالا (L/R)
۶۰	دما (°C)
۶۰	زمان (min)

جدول ۳- شرایط کاربردی در عملیات قلیایی

۲۶۰	غلظت سود (gr/li)
۳۰:۱	نسبت حجم حمام به وزن کالا (L/R)
۵	زمان (min)
از ۱۵ تا ۹۰ با گام ۵ درجه	دما (°C)

خوبی شستشو داده شدند. نهایتاً برای خنثی‌سازی قلیایی باقیمانده احتمالی از روی پارچه، نمونه‌ها در محلول اسید استیک ۱٪ به مدت ۴ دقیقه غوطه ور و پس از آن با آب سرد آبکشی و در آخر در هوای آزاد خشک شدند.

کلیه عملیات مزبور در حالت آزاد و بدون اعمال هیچگونه کششی بر روی نمونه‌ها به کاربرده شد. در مرحله بعد برای بررسی تأثیر کشش در عملیات قلیایی کردن، نمونه‌هایی از پارچه به ابعاد ۳۷×۳۲ سانتیمتر بریده شد و تحت کشش ثابت، از هر چهار طرف بر روی قابهای چوبی مخصوص منگنه شدند و عملیات قلیایی کردن بر روی آنها مطابق شرایط ذکر شده در جدول (۳) اعمال شد.

#### ۲-۶- اندازه‌گیری استحکام

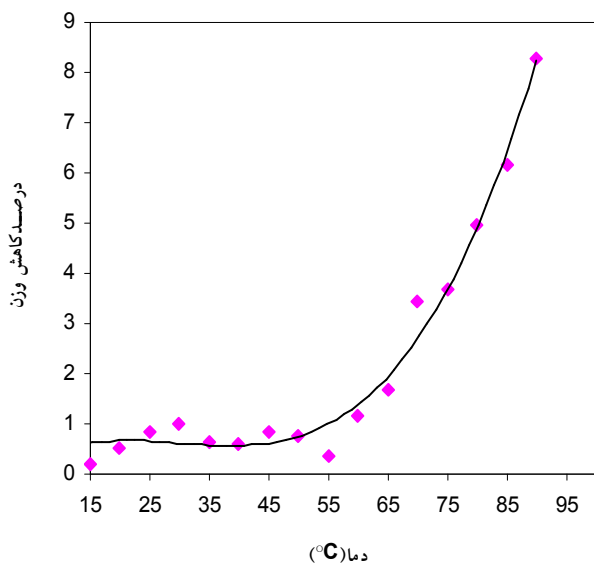
نمونه‌ها به ابعاد ۱۵×۲/۵ cm در دو جهت تار و پود جدا شده و در شرایط استاندارد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند، سپس طبق استاندارد (ASTM D1682-64 (1975) نیروی پارگی و ازدیاد طول نمونه‌ها توسط دستگاه زوییک اندازه‌گیری شد. فاصله بین دو فک ۱۰ cm و سرعت ازدیاد طول برای نمونه‌های تار ۴۵ mm/min و برای نمونه‌های پودی ۷۵ mm/min در نظر گرفته شد. تعداد نمونه لازم برای اندازه‌گیری استحکام در هر حالت، بر اساس استاندارد مذکور و با احتمال صحت ۹۵٪ مطابق با معادله (۱) محاسبه شد.

#### ۲-۴- آماده‌سازی پارچه‌ها

پارچه مصرفی در این تحقیق پارچه خام بوده و عملیات شستشو بر روی این پارچه مطابق با شرایط جدول (۲) انجام شد [۱۳]. پس از آن نمونه‌ها در هوای آزاد خشک و سپس در دمای ۲۰۰°C به مدت ۳۰ ثانیه در دستگاه استتر تثبیت حرارتی شدند [۱۴].

#### ۲-۵- قلیایی کردن نمونه‌ها

در این مرحله تأثیر عملیات قلیایی بر روی بعضی خواص پارچه با تغییر دمای حمام قلیایی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ابتدا حمام قلیایی که محتوی محلول سود سوزآور با غلظت ۲۶۰ gr/li بود، آماده شد و غلظت دقیق محلول قلیایی با استفاده از روش حجم سنجی و تیتراسیون محلول سود با اسید کلریدریک ۱ نرمال، کنترل شد. از پارچه‌ها نمونه‌هایی به ابعاد ۲۵×۵۰ cm بریده شد. بر روی نمونه‌ها، علامت‌هایی با فواصل مشخص در دو جهت تار و پود به منظور اندازه‌گیری درصد جمع‌شدگی در حین عملیات، دوخته شد. نمونه‌ها سپس مطابق با شرایط ذکر شده در جداول (۳)، تحت عملیات قلیایی قرار گرفتند. ترتیب عمل بدین صورت انجام گرفت که نمونه‌ها در محلول سود با غلظت مشخص، در دما و زمان معین غوطه‌ور شدند، سپس ابتدا با آب گرم (با دمای ۶۰°C) و به دنبال آن با آب سرد، به منظور خارج کردن قلیا از پارچه، به



شکل ۱- نمودار تغییرات درصد کاهش وزن نمونه‌های قلیایی شده برحسب دما در غلظت  $C=260\text{gr/li}$  و زمان  $t=5\text{min}$

است به طوری که با افزایش کاهش وزن در پارچه هیدرولیز شده، بهبود زبردست در پارچه مشهودتر است. لذا در این بخش و با توجه به اهمیت قابل توجه زبردست، تأثیر عملیات قلیایی بر کاهش وزن پارچه در دماهای مختلف بررسی می‌شود.

شکل (۱) نشان‌دهنده نمودار تغییرات درصد کاهش وزن نمونه‌های قلیایی شده بر حسب دما است. همان گونه که ملاحظه می‌شود، در اثر افزایش دما، کاهش وزن نیز افزایش یافته و روند تغییرات درصد کاهش وزن بر حسب دمای حمام قلیایی از یک معادله نمایی (معادله ۴)، با ضریب همبستگی  $0.98$  پیروی می‌کند، بدین ترتیب که نرخ افزایش کاهش وزن تا حدود دمای  $60^\circ\text{C}$  پائین بوده در حالی که با افزایش دما به مقادیر بالاتر، کاهش وزن به طور چشمگیری افزایش یافته است.

$$y = 4E-05x^3 - 0.0033x^2 + 0.091x - 0.1157 \quad (4)$$

رفتار کاهش وزن حاصله در جزء پنبه و پلی‌استر موجود در مخلوط و نیز تأثیر دما بر روی این پارامتر، در هریک از اجزای مزبور کاملاً متفاوت است. از این رو به طور مختصر به شرح این امر پرداخته می‌شود:

$$(1) \quad n = 0.11v^2$$

در این معادله  $n$  تعداد نمونه مورد نیاز برای هر آزمایش و  $v$  ماکزیمم ضریب تغییرات بین مشاهدات است.

### ۲-۷- اندازه‌گیری درصد کاهش وزن

وزن خشک نمونه‌ها قبل و بعد از واکنش با دستگاه سارتوریوس، بر اساس روش ذکر شده در کاتالوگ دستگاه اندازه‌گیری شد و درصد کاهش وزن آنها مطابق معادله (۲) محاسبه شد.

$$(2) \quad \text{درصد کاهش وزن} = (W_1 - W_2) / W_1 \times 100$$

$W_1$  = وزن خشک نمونه قبل از آزمایش

$W_2$  = وزن خشک نمونه بعد از آزمایش

### ۲-۸- اندازه‌گیری درصد جمع‌شدگی

فاصله بین علامتهای دوخته شده روی پارچه‌ها در دو جهت تار و پود، قبل و بعد از عملیات قلیایی، با خط کش اندازه‌گیری شد و درصد جمع‌شدگی مطابق معادله (۳) محاسبه شد.

$$(3) \quad \text{درصد جمع‌شدگی} = (L_1 - L_2) / L_1 \times 100$$

$L_1$  = فاصله بین علامتها قبل از قلیایی کردن

$L_2$  = فاصله بین علامتها بعد از قلیایی کردن

### ۳- بحث و بررسی نتایج

#### ۳-۱- بررسی تأثیر عملیات قلیایی بر کاهش وزن پارچه

بهبود زبردست در پارچه‌های مخلوط پنبه - پلی‌استر که عمدتاً ناشی از کاهش قطر در جزء پلی‌استر است، از جمله اهداف اصلی در مرسرایزینگ گرم پارچه‌های مزبور به شمار می‌رود. در اثر کاهش قطر، آزادی نخها در ساختار پارچه بیشتر شده و در نتیجه آویزش پارچه و به همراه آن زبردست بهبود می‌یابد [۱۶ و ۱۵، ۷]. از آنجایی که کاهش قطر پلی‌استر منجر به کاهش وزن در پارچه می‌شود، در نتیجه کاهش وزن محک مناسبی برای تخمین میزان تأثیر عملیات بر زبردست پارچه

در اکثر الیاف سلولزی تورم و تخریب از جمله عواملی هستند که منجر به کاهش وزن در عملیات قلیایی می‌شوند. البته در مورد پنبه، رفتار کاهش وزن تا حدودی متفاوت از سایر الیاف سلولزی است. از ویژگی‌های بارز این الیاف، ظرفیت تورم زیاد در آنها بدون حل شدن است که ممکن است به علت وجود لایه محافظ کوتیکول در ساختارشان باشد و چنانچه لایه مزبور نبود لیف پنبه در اثر تورم ناشی از مرسرایزینگ به صورت محلول در می‌آمد در حالی که حالیت پنبه پس از عملیات مرسرایزینگ در حد ناچیز است [۱۶]. تحقیقات صورت گرفته حاکی از آن است که در مرسرایزینگ گرم پارچه‌های ۱۰۰٪ پنبه در غلظت ۲۶۰ gr/li و زمان ۵ دقیقه، با افزایش دما از ۱۵ °C به ۹۰ °C تغییر محسوس در کاهش وزن نمونه‌های پنبه‌ای حاصل نشده و تنها از ۱/۱۲٪ در دمای ۱۵ °C به ۱/۵۶٪ در دمای ۹۰ °C افزایش یافته است [۱۷] و اما در جزء پلی‌استر در اثر هیدرولیز قلیایی و طی یک واکنش هسته دوستی، یونهای هیدروکسیل به گروه کربونیل حمله کرده و به دنبال آن زنجیر پلیمری پاره می‌شود. در این حالت اجزایی با وزن مولکولی کم پدید می‌آیند که در محیط واکنش محلول بوده و باعث کاهش وزن در الیاف می‌شوند. در این الیاف با افزایش دما، سرعت واکنش به تدریج افزایش یافته و یک افزایش ناگهانی در دماهای بالا و خصوصاً در محدوده دمای شیشه‌ای پلی‌استر رخ داده که به حرکت بیشتر زنجیرهای پلیمری و راحت‌تر جدا شدن زنجیرهای هیدرولیز شده نسبت داده شده است. به علاوه در دماهای بالا، انرژی سینتیک یونهای هیدروکسیل افزایش یافته که افزایش هیدرولیز و کاهش وزن را به همراه دارد [۸ و ۷].

بنابر مطالب مزبور کاهش وزن در جزء پنبه موجود در مخلوط در حین عملیات قلیایی و حتی در دماهای بالا در حد ناچیز بوده و می‌توان گفت بخش اعظم کاهش وزن حاصله به جزء پلی‌استر موجود در مخلوط پنبه - پلی‌استر نسبت داده می‌شود و در کل نتیجه گرفته می‌شود که در مخلوط پنبه - پلی‌استر، در محدوده ۶۰-۱۵ °C، میزان کاهش وزن در هر دو جزء مخلوط پایین است. با افزایش دما به بالای ۶۰ °C، کاهش

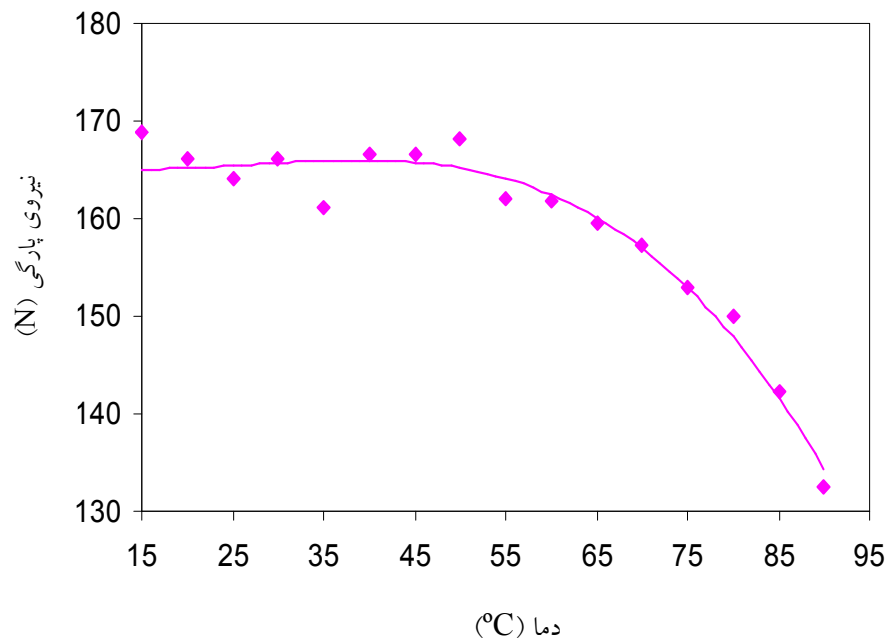
وزن در جزء پنبه تغییر محسوس نکرده، در حالی که در جزء پلی‌استر به شدت افزایش می‌یابد و افزایش ناگهانی مشاهده شده در کاهش وزن مخلوط پنبه - پلی‌استر در دماهای بالا را می‌توان به کاهش وزن زیاد در جزء پلی‌استر مربوط دانست.

### ۳-۲- بررسی تأثیر عملیات قلیایی بر استحکام کششی پارچه

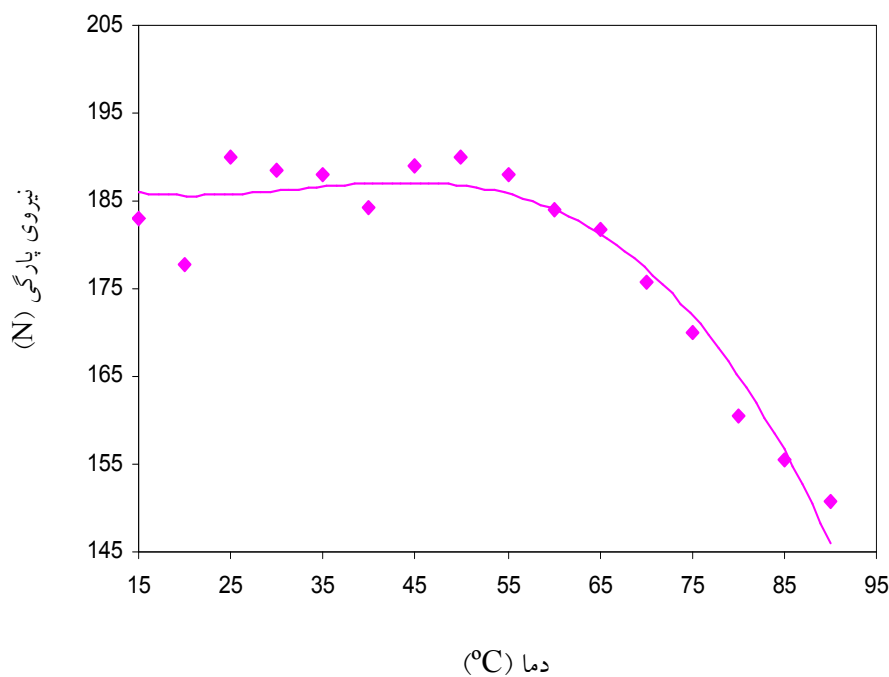
با ملاحظه شکل (۲) که مبین تغییرات استحکام تار بر حسب دما است، مشاهده می‌شود که تا دمای ۵۰ °C، تغییرات در نیروی پارگی نسبت به دما و همچنین نسبت به نمونه عمل نشده که دارای استحکام ۱۶۵/۳ نیوتن است، چندان محسوس نبوده ولی در دماهای بالاتر، با افزایش دما نیروی پارگی به شدت کاهش می‌یابد. برای توجیه روند مزبور به بررسی تأثیر محلول هیدروکسید سدیم بر نیروی پارگی هر یک از اجزای موجود در مخلوط پرداخته می‌شود:

در جزء پلی‌استر، در اثر عمل کردن الیاف با محلول قلیایی هیدروکسید سدیم، قطر الیاف کاهش می‌یابد. کاهش قطر الیاف که خود منجر به کاهش وزن میشود از جمله عوامل اصلی در کاهش نیروی پارگی به شمار می‌رود. به علاوه عملیات هیدرولیز قلیایی پلی‌استر، باعث به وجود آمدن حفره‌هایی در سطح الیاف در اثر خوردگیهای موضعی و پاره شدن زنجیرهای پلیمری میشود. وجود این حفره‌ها نیز باعث کاهش استحکام در الیاف می‌شود، چرا که به عنوان نقطه‌ای ضعیف در طول الیاف عمل می‌کنند [۱۸ و ۱۹].

در مورد جزء پنبه، تحقیقات صورت گرفته [۱۷] مبین این است که استحکام کالای ۱۰۰٪ پنبه ای پس از مرسرایزینگ تحت شرایط مزبور، افزایش می‌یابد و علت این افزایش را به کاهش زاویه پیچش در امتداد محور طولی الیاف نسبت داده‌اند. لیکن بررسی شکل (۲) هیچ افزایشی در نیروی پارگی مخلوط پنبه - پلی‌استر که ناشی از افزایش استحکام در جزء پنبه باشد، نشان نمی‌دهد. بنابراین نتیجه گرفته می‌شود که نقش کاهش نیروی پارگی در اثر کاهش وزن، بر افزایش نیروی پارگی ناشی از مرسرایزینگ در جزء پنبه غالب است که احتمال می‌رود به



شکل ۲- نمودار تغییرات استحکام تاری نمونه‌های قلیائی شده بر حسب دما در غلظت  $C=260\text{gr/li}$  و زمان  $t=5\text{min}$



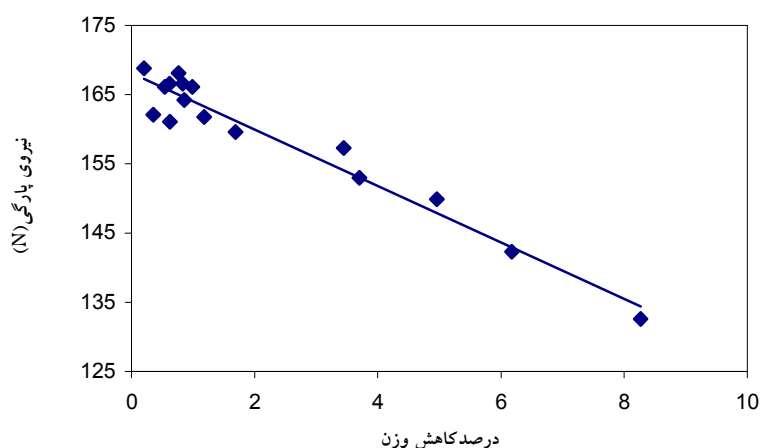
شکل ۳- نمودار تغییرات استحکام پودی نمونه‌های قلیائی شده بر حسب دما در غلظت  $C=260\text{gr/li}$  و زمان  $t=5\text{min}$

روند تغییرات آن مشابه روند تغییرات استحکام کالا در جهت تار میباشد.

برای یافتن ارتباط بین استحکام و کاهش وزن، منحنی نیروی پارگی حاصله از عملیات هیدرولیز قلیایی با محلول سود

علت کمتر بودن نسبت جزء پنبه موجود در مخلوط در مقایسه با جزء پلی‌استر باشد.

شکل (۳) نشان دهنده نمودار تغییرات نیروی پارگی کالای هیدرولیز شده بر حسب دما، در جهت پودی می‌باشد که



شکل ۴- نمودار ارتباط نیروی پارگی و درصد کاهش وزن در عملیات قلیائی با محلول هیدروکسید سدیم در ۱۶ دمای مختلف، در غلظت  $C=260\text{gr/li}$  و زمان  $t=5\text{min}$

با افزایش دما، رطوبت و نیروی مکانیکی، Relaxation در کالا تشدید شده و خود را به صورت جمع شدگی نشان می‌دهد. دستیابی به حالت تعادل و استراحت، می‌تواند یکی از عواملی باشد که منجر به جمع شدگی پارچه پس از عملیات قلیایی می‌شود.

در شکل (۵) ملاحظه می‌شود که با افزایش دما، درصد جمع شدگی در پارچه افزایش می‌یابد که می‌توان آن را به تشدید حالت Relaxation نسبت داد. علاوه بر آزادسازی تنش، پارامترهای دیگری نیز در جمع شدگی پارچه مخلوط پنبه - پلی استر در حین عملیات قلیایی دخیل اند که از جمله می‌توان به کاهش قطر الیاف پلی استر و تورم در الیاف پنبه پس از قلیایی کردن اشاره کرد. شرایط حاکم بر عملیات قلیایی باعث تورم پنبه شده و چون سطح خارجی الیاف پنبه از لایه الاستیک کوتیکول تشکیل شده است، لذا تورم مزبور منجر به جمع شدگی در کالا می‌شود. در مورد پلی استر، در اثر عملیات قلیایی، قطر الیاف کاهش می‌یابد. کاهش قطر در الیاف و وجود تاب در نخ، باعث فرو ریختگی نخ و بروز جمع شدگی در آن می‌شود. در شکل (۵) همچنین ملاحظه می‌شود که میزان جمع شدگی در جهت تار پارچه به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از جهت پودی است و علت آن را می‌توان به این امر نسبت داد که تنشهای موجود در پارچه در جهت تار بیشتر از پودند.

۲۶۰ gr/li در ۱۶ دمای مختلف از ۱۵ تا ۹۰ درجه سانتیگراد برحسب درصد کاهش وزن رسم شد شکل (۴). در این شکل مشاهده می‌شود که نیروی پارگی در مقابل درصد کاهش وزن می‌تواند از یک معادله خطی با ضریب همبستگی ۰/۹۷۲ به شرح زیر پیروی کند:

$$Y = -4.0743X + 168.09$$

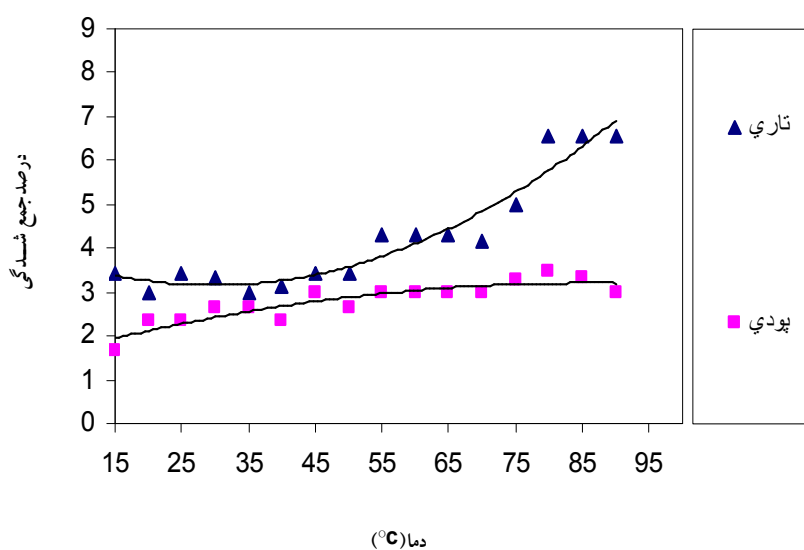
که در این معادله  $Y$ ، نیروی پارگی بر حسب نیوتن و  $X$ ، درصد کاهش وزن است.

نتایج مزبور تأیید کننده این است که عامل اصلی در کاهش نیروی پارگی در مخلوط پنبه - پلی استر، کاهش وزن است و از آنجایی که در دماهای پایین، کاهش وزن حاصله در مخلوط پنبه - پلی استر در حد ناچیز است، لذا نیروی پارگی نیز تغییر چندانی نیافته ولی با افزایش دما، به علت افزایش کاهش وزن، نیروی پارگی به شدت کاهش می‌یابد.

### ۳-۳- بررسی تأثیر عملیات قلیائی بر درصد جمع شدگی پارچه

در حین تولید نخ و پارچه، الیاف در اثر نیروهای کششی وارده، شکل جدیدی به خود می‌گیرند. کالای پس از رهایی از این نیروها سعی به یافتن یک حالت تعادل و استراحت می‌کند.





شکل ۵- نمودار تغییرات درصد جمع شدگی نمونه‌های قلیایی شده در دو جهت تاری و پودی برحسب دما در غلظت  $C=260\text{gr/li}$  و زمان  $t=5\text{min}$

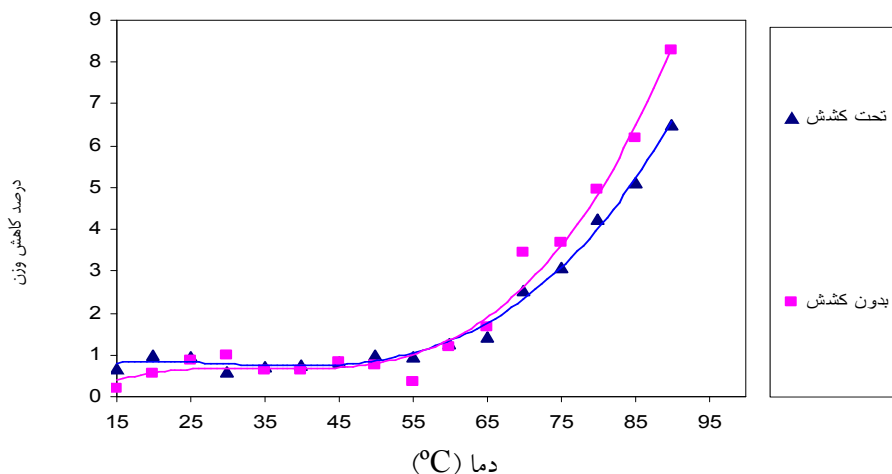
### ۳-۴- بررسی تأثیر کشش در عملیات قلیایی بر استحکام

#### کششی و کاهش وزن پارچه

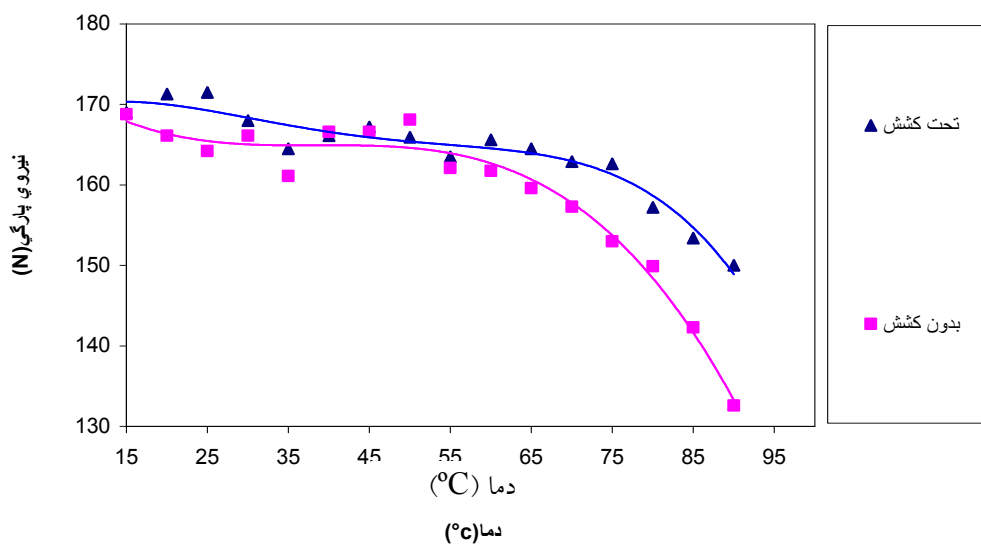
برای بررسی تأثیر کشش در عملیات قلیایی، نتایج حاصله از دو روش تحت کشش وبدون کشش، توأمأ در یک نمودار رسم ونتایج حاصل در شکل‌های (۶) و (۷) ارائه شده است. همان گونه که در شکل (۶) ملاحظه می‌شود، میزان کاهش وزن در حالت بدون کشش اندکی بیشتر از حالت تحت کشش است و در نتیجه انتظار می‌رود که نیروی پارگی در حالت تحت کشش بیشتر از بدون کشش باشد که شکل (۷) تأییدکننده همین امر است و به علت این است که با اعمال کشش در پارچه، میزان نفوذ محلول سود به داخل کالا کاهش یافته و در نتیجه درصد کاهش وزن کم می‌شود. البته میزان این اختلاف، یعنی اختلاف بین مقادیر کاهش وزن و نیروی پارگی در دو حالت تحت کشش و بدون کشش، چندان محسوس و قابل ۳ ملاحظه نیست. به طور کلی می‌توان گفت، نقش کشش در خواص پارچه پنبه - پلی‌استر قلیایی شده، چندان حائز اهمیت نبوده در حالی که در پارچه‌های ۱۰۰٪ پنبه‌ای، اعمال کشش، باعث اختلافات بارزی در نتایج حاصله در مقایسه با حالت بدون کشش می‌شود.

### ۴- نتیجه گیری

انجام عملیات قلیایی در دماهای بالا و خصوصاً در حدود دمای شیشه‌ای پلی‌استر (حدود  $74^\circ\text{C}$ ) و بالاتر از آن موجب کاهش وزن در مخلوط پنبه - پلی‌استر می‌شود که بخش عمده آن به جزء پلی‌استر موجود در مخلوط نسبت داده می‌شود. کاهش وزن حاصله در مخلوط پنبه - پلی‌استر، عامل اصلی در کاهش استحکام در پارچه قلیایی شده به شمار می‌رود، علاوه بر این، حفره‌های سطحی حاصله در جزء پلی‌استر هیدرولیز شده نیز به عنوان نقاطی ضعیف در طول الیاف عمل کرده و موجب تضعیف پارچه و کاهش نیروی پارگی می‌شوند. با افزایش کاهش وزن در نمونه قلیایی شده، زبردست پارچه به علت آزادی بیشتر نخها و آویزش بهتر پارچه بهبود می‌یابد ولیکن از استحکام پارچه کاسته شده و باعث تضعیف آن می‌شود، لذا بایستی مقدار بهینه‌ای برای آن بر اساس زبردست و استحکام مطلوب مدنظر قرارگیرد. در حین تولید نخ و پارچه، الیاف در اثر نیروهای کششی وارده، شکل جدیدی به خود می‌گیرند. انجام عملیات قلیایی منجر به آزادسازی تنشهای موجود در ساختار پارچه شده که خود را به صورت جمع شدگی نشان می‌دهد. با افزایش دمای حمام



شکل ۶- نمودار تغییرات درصد کاهش وزن نمونه‌های قلیائی شده بر حسب دما در غلظت  $C=260\text{gr/li}$  و زمان  $t=5\text{min}$



شکل ۷- نمودار تغییرات استحکام تار نمونه‌های قلیائی شده بر حسب دما در غلظت  $C=260\text{gr/li}$  و زمان  $t=5\text{min}$

جمله می‌توان به کاهش قطر الیاف پلی‌استر و تورم در الیاف پنبه اشاره کرد. تحقیقات صورت گرفته حاکی از آن بود که نقش کشش در عملیات قلیایی در خواص پارچه پنبه - پلی‌استر چندان حائز اهمیت نیست.

قلیایی، درصد جمع‌شدگی افزایش می‌یابد که می‌توان آن را به تشدید حالت Relaxation در کالا نسبت داد. علاوه بر آزادسازی تنش، پارامترهای دیگری نیز در جمع‌شدگی پارچه مخلوط پنبه - پلی‌استر در حین عملیات قلیایی دخیل‌اند که از

## مراجع

1. Niaz, A. , and Tahir, K.D. , “ Mercerize Warm,” *Textile Horizons*, Vol. 5, No. 2, PP. 20-21, February, 1985.
2. Niaz, A. , and Tahir, K.D. , “ Effect of Temperature of Alkali Solution on Mercerization,” *Textile Research Journal*, PP. 772-774, 1989.

3. Ruznak, I. , “ Hot Mercerizing ,” American Dyestuff Reporter, Vol. 64, PP. 24-25, September, 1975.
4. Duckworth, C. , Wrennall, L.M. , “ Proceedings: Process Advantages and Economics of Hot Mercerizing / Flash Scouring ,” *J.S.D.C.* ,Vol. 93, No. 11, PP.407- 412, November , 1977
5. Brinkman, K. , “ A New Ecological and Economical Mercerizing Process ,” *ITR, Dyeing, Printing, Finishing*, Vol. 38(fourth-quarter), PP.1-7, 1992
6. Shenai. V.A. , *Technology of Textile Processing*, Vol. III, Technology of Bleaching and Mercerizing, Sevak Publication, 1975.
7. Latta, B.M. , “ Improved Tactile and Sorption Properties of Polyester Fabrics through Caustic Treatment ,” *T.R.J.* ,Vol. 54, PP. 766-775, 1984.
8. Houser, K.D. , “ Caustic Reduction of Polyester Fabrics ,” *Textile Chemist and Colorist*, Vol. 15, PP. 70-73, 1983.
9. Shet, R.T. , Zeronian, S.H. , Siddiqui, S.A. , and Needles, H.L. , “ Modification of Polyester and Polyester/Cotton by Alkali Treatment ,” *Textile Chemist and Colorist*, Vol. 14, PP. 233-237, November 1982.
10. Rusznak, I. , “ Hot Mercerizing of Cotton and Polyester/Cotton Knitted Fabrics ,” *Industrie-Textile*, No.1149, PP. 1029-1030, November 1984.
11. Needles, L. , Brook ,B. , and Keighley, H. , “ How Alkali Treatments Affect Selected Properties of Polyester,Cotton and Polyester/Cotton Fabrics ,” *Textile Chemist and Colorist*, Vol. 17, No.7, PP. 177-180, July,1985.
12. Shet, R.T. , Zeronian, S.H. , and Needles, H.L. , “ Modification of Polyester-Cotton Blend Fabrics by Hot Alkali Treatment ,” *Blended Textile, Papers of the 38 th All India Textile Conference* , PP. 261-268, 1981.
13. Buchholz, S. , Schönplflug, E. , and Würz,A. , Dyeing and Finishing of Polyester Fibres and Polyester Fibre Blends, BASF, Communication from Textile Laboratories of the Badische Anilin & Soda-Fabric AG, Ludwigshafen am Rhein , 1966.
14. Nunn, D.M. , *The Dyeing of Synthetic Polymer and Acetate Fibers*, Dyers Company Publication Trust, 1979.
15. Barella, A. , and Manish, M.A. , “ Mercerizing of Cotton and Cotton-Polyester Rotor Yarns, It's effect on mechanical characteristics of yarns as a function of total draft and twist applied in spinning ,” *Blended Textile, Papers of the 38 th All India Textile Conference* , PP. 250-260, 1981.
16. Lewin, M. , Sello, S.B. , *Hand book of Fiber Science and Technology*, Vol. I, Part A, Chemical Processing of Fibers and Fabrics, Marcel Dekker, New york, 1983
۱۷. صدیقی، ش.، “ بررسی تأثیر مرسرایزینگ گرم بر خواص پارچه ۱۰۰٪ پنبه‌ای،” دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی اصفهان، پروژه کارشناسی ارشد، ۱۳۸۱.
18. Dave, I. , Kumar, R. , and Stivastave, H.C. , “ Studies on Modification of Polyester Fabrics I:Alkaline Hydrolysis ,” *J.of.Appl.Polym.Sci.* , Vol. 33, PP.455-477, 1987.
19. Zeronian, S.H. , and Collins, M.J. , “ Surface Modification of Polyester by Alkaline Treatment ” , *Textile Progress*, Vol. 20, No. 2, PP. 1-29, 1989.