

# بررسی تاثیر نانوذرات $TiO_2$ و BTCA بر نیروی چروک و برگشت پذیری از چروک پارچه های پنبه / پلی استر

ترجمه: آزاده موحد

## چکیده

در این مقاله نیروی چروک و برگشت پذیری از چروک، ازدیاد طول، استحکام، ضریب پواسون و مدول اولیهی پارچه های پنبه / پلی استر (۳۵/۶۵٪) مورد مطالعه قرار گرفته است.

نمونه های مختلفی به روش پد-خشک و توسط ۱ و ۲ و ۳ و ۴ بوتان تترا کربوکسیلیک اسید (BTCA) و کاتالیزور نانوذرات دی اکسید تیتانیوم ( $TiO_2$ ) و سدیم هیدروفسفیت (SHP) مورد عمل قرار گرفتند. رفتار چروک نمونه های عمل شده توسط دستگاه اندازه گیری نیروی چروک و همچنین دستگاه ایتالیایی Mesdan برای بررسی استحکام کششی و دستگاه AATCC ۱۲۸ بررسی شد و سطح نمونه ها نیز توسط میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان می دهد که استفاده ی بهینه از مواد اولیه ی مورد استفاده منجر به بهبود برگشت پذیری از چروک می شود و علاوه بر آن نیروی چروک، ضریب پواسون و مدول اولیه نیز افزایش می یابد. از سوی دیگر مشاهده می شود که خواص کششی در هر دو جهت از پارچه ی تار ی پودی حاصل می شود.

## مقدمه

در سال های اخیر تلاش های زیادی به منظور بهبود برگشت پذیری از چروک منسوجات سلولزی انجام شده است از جمله استفاده از ترکیبات فرمالدهید، ترکیبات فاقد فرمالدهید و همچنین نانوکامپوزیت ها. اگرچه ترکیبات فرمالدهید تاثیر زیادی بر مقاومت در برابر چروک پذیری پارچه دارند اما به دلیل سمی بودن آن ها کاربرد چندانی ندارند.

برای تکمیل پارچه روش های مختلفی وجود دارد که پد کردن شاخص ترین آن هاست و در بیشتر مواقع مورد استفاده قرار می گیرد. اخیرا از چند نوع پلی کربوکسیلیک اسید به عنوان ماده ی ایجاد کننده ی اتصالات عرضی برای تکمیل پارچه های پنبه ای استفاده شده است. پلی کربوکسیلیک اسیدها نظیر BTCA (۱ و ۲ و ۳ و ۴ بوتان تترا کربوکسیلیک اسید) از عوامل ایجاد اتصالات عرضی در پنبه هستند و می توان آن ها را برای تشکیل آنهیدریدها به کار گرفت. می توان از کاتالیزور SHP (سدیم هیدروفسفیت) در یک محیط اسیدی به عنوان کاتالیزور در ایجاد اتصالات عرضی بین CA و BTCA با پارچه های سلولزی بهره گرفت. نانوذرات  $TiO_2$  به عنوان کاتالیزور همراه به کار می روند و انجام عملیات تکمیل را بهبود می بخشند و از اثرات جانبی می کاهند. علاوه بر آن می توان از آن به عنوان یک کاتالیزور نوری برای ایجاد آنهیدرید مالئیک به عنوان یک عامل ایجاد اتصالات عرضی در پارچه های ابریشمی نام برد که باعث بهبود خواص برگشت پذیری از چروک می شود. در بعضی موارد نانوذرات  $TiO_2$  به عنوان یک کاتالیزور همراه برای بهبود مقاومت پارچه های پنبه ای در برابر چروک پذیری کاربرد دارند. علی رغم تمام موارد فوق استفاده از نانوذرات  $TiO_2$  به عنوان یک کاتالیزور همراه برای بهبود خواص مربوط به چروک شدن

کالا های پنبه ای چندان متداول نیست. لازم است تا با توجه به رفتار چروک پذیری پارچه های پنبه ای به ویژه پارچه های مخلوط پنبه / پلی استر و یا ترکیب پنبه با سایر ترکیبات ویسکوالاستیک، بهترین و مطمئن ترین عملیات تکمیلی را روی پارچه به کار گرفت. پارچه های پنبه / پلی استر ممکن است به دلیل مشکلات ناشی از شستشو و اتوکشی مکرر آن ها دچار آسیب دیدگی دائمی شوند. برای جلوگیری از این خطاها و یا به حداقل رساندن آن ها لازم است تا یک سری تکمیل های شیمیایی را مورد توجه قرار داد. به علت این واقعیت که شستشو نقش بسیار مهمی در فرایندهای تکمیل و تولید ایفا می کند و حتی ممکن است گاهی باعث بی دوام شدن پارچه شود، احتمالا عملیات پیشنهادی شامل به کارگیری نانوذرات (برای مثال  $TiO_2$ ) که بر خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه ی تار ی پودی تاثیر گذار است قابل اطمینان می باشد. تحقیقات پیشین به طور مشخص بر خواص چروک پذیری پارچه ی تار ی پودی پنبه ای خاص متمرکز بود.

در این تحقیق نمونه ها به صورت ترکیبی از پنبه و پلی استر هستند. وجه تمایز این تحقیق به کارگیری نیروی تماسی بر اساس استاندارد بازگشت پذیری چروک AATCC ۱۲۸ و همچنین ابداع یک روش تجربی جدید (هزاه ای و همکاران) می باشد.

پایه و اساس تحقیق حاضر استفاده از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم ( $TiO_2$ ) به عنوان کاتالیزور همراه است که می بایست در رابطه با بهبود خواص پارچه های پنبه / پلی استر مورد توجه قرار گیرد. انتظار می رفت که اصلاح پارچه باعث تغییرات اساسی در پارامترهای ساختاری پارچه شود برای مثال در رفتار چروک پذیری در جهت تار و پود پارچه های تار ی پودی. علاوه بر آن خواص مکانیکی پارچه های تار ی پودی پنبه / پلی استر با بافت ساده نیز مورد بحث و





جدول ۱- ویژگی های کلی پارچه

وزن، G/M <sup>2</sup>	تعداد نخ پود در سانتی متر	تعداد نخ تار در سانتی متر	نمره نخ، تکس		نوع پارچه
			پود	تار	
۲۰۶	۲۸	۳۴	۲۲/۶۹	۱۹/۶۶	پنبه ۳۵٪ / پلی استر ۶۵٪

بررسی قرار خواهد گرفت.

## بخش تجربی

## مواد اولیه و روش ها

در این تحقیق از پارچه های تار پودی با بافت ساده استفاده شده است. جدول ۱ ویژگی های کلی پارچه را نشان می دهد.

جدول ۲- میزان مواد اولیه مورد استفاده در هر نمونه

نوع پارچه	نوع عملیات انجام شده	%BTCA	TiO <sub>2</sub>	%SHP
A	BTCA	۶	-	۶
B	TiO <sub>2</sub>	-	۲	-
C	TiO <sub>2</sub>	-	۱	-
D	BTCA → TiO <sub>2</sub>	۶	۱	۶
E	BTCA → TiO <sub>2</sub>	۶	۱	۶
F	BTCA → TiO <sub>2</sub>	۶	۱	۶
G	BTCA → TiO <sub>2</sub>	۶	۲	۶
H	عمل نشده	-	-	-

## مواد اولیه شیمیایی

مواد شیمیایی مورد استفاده عبارتند از ۱ و ۲ و ۳ و ۴ بوتان تترا کربوکسیلیک اسید (BTCA) تولید کمپانی مرک آلمان، سدیم هیپوفسفیت (SHP) تولید کمپانی سویسی Fluka و نانوذرات دی اکسید تیتانیوم (TiO<sub>2</sub>) تولید کمپانی آلمانی Degussa.

## میزان مصرف مواد اولیه

میزان مصرف مواد اولیه مورد استفاده به طور خلاصه در زیر آورده شده است: BTCA و SHP ۶٪، TiO<sub>2</sub> به تنهایی و همراه با BTCA به ترتیب ۱٪ و ۲٪ بر اساس وزن نمونه. ترتیب انجام عملیات و همچنین درصد مصرف مواد در جدول ۲ آورده شده است. به دلیل انجام عملیات متفاوت ۸ نمونه ی پارچه ای آماده سازی شد. همان طور که در جدول ۲ مشاهده می شود فرایند آماده سازی نمونه های D و E متوالیا توسط مواد شیمیایی ذکر شده انجام شد. به طور خلاصه نمونه ی D در ابتدا با TiO<sub>2</sub> و در مرحله ی بعدی با BTCA عمل شد. برای مشخص کردن ترتیب مراحل از یک فلش استفاده شده است. ترتیب انجام عملیات بر روی نمونه ی E برعکس بود یعنی نمونه ابتدا توسط BTCA و سپس TiO<sub>2</sub> عمل شد. شرایط عمل برای نمونه های F و G متفاوت بود. این نمونه ها در یک مرحله با ترکیبی از TiO<sub>2</sub> و BTCA مورد عمل قرار گرفتند.

## روش انجام فرایند

مواد مورد استفاده توسط امواج فراصوت در حمام دیسپرس شدند و برای خنک کردن و فرایند پخت نیز از یک آون حرارتی استفاده شد. برای انجام فرایند نیز یک ماشین پد آزمایشگاهی با قابلیت تنظیم فشار غلتکها به کار رفت. نمونه های پد شده با درصد ۷۰٪ برداشت و به مدت ۵ دقیقه در دمای ۸۰°C خشک شدند و سپس به مدت ۳ دقیقه در دمای ۱۵۰°C مورد پخت قرار گرفتند. برای انجام تحقیقات بر روی خواص مکانیکی از دستگاه تست استحکام کششی ساخت کمپانی ایتالیایی Mesdan استفاده شد که توسط آن مدول اولیه، ضریب پواسون و همچنین استحکام پارچه ها در جهت تار و پودی مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر آن برای بررسی نیروی چروک و برگشت پذیری از چروک نمونه ها از دستگاه AATCC-128-M272 تولید کمپانی شرلی استفاده شد. میکروسکوپ الکترونی پوشی ۳۰XL (SEM) تولید کمپانی فیلیپس نیز برای بررسی مورفولوژی ساختاری نمونه ها به کار رفت.

## آزمایش برگشت پذیری از چروک

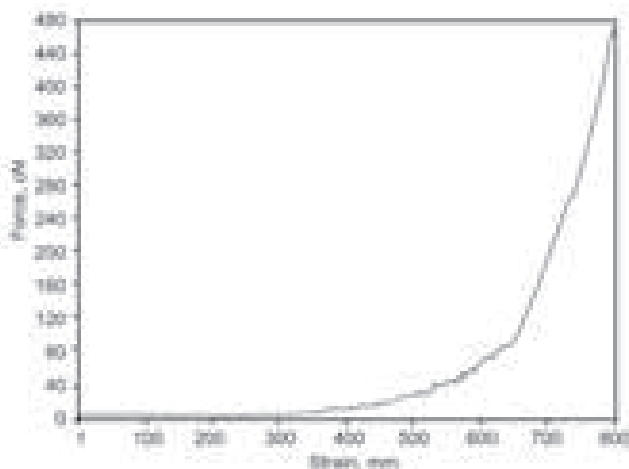
همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود برگشت پذیری از چروک نمونه ها توسط

دستگاه AATCC-128 بررسی می گردد. بر اساس استاندارد AATCC-128 این آزمایش ۹ بار برای هر کدام از ۸ نمونه در جهت های تار و پودی انجام شد.

## آزمایش نیروی چروک

در شکل ۱ نمودار نیروی چروک-فشار پیچشی نشان داده شده است که از روی آن می توان نیروی چروک پارچه های تار پودی را محاسبه کرد. نتایج محاسبات در جدول ۳ نشان داده شده است.

طول کلی موثر: ۱۱۰ mm، زاویه مارپیچ: ۳۲/۱۴ درجه. در این حالت نیز آزمایش ۹ بار برای هر کدام از ۸ نمونه در جهت تار و پودی انجام شد.



شکل ۱- نمودار نوعی نیروی چروک برای پارچه G در جهت تار



### استحکام کششی

ندارد که از این رو می توان به تاثیر تکمیل با مواد شیمیایی پی برد. به منظور درک بیشتر این موضوع تفاوت بین خصوصیات مختلف به طور دقیق در نمودارهای میله‌ای شکل ۲ تا ۷ نشان داده شده است.

خواص کششی نمونه ها نظیر استحکام، ازدیاد طول، مدول اولیه و ضریب پواسون پارچه های تار پودی اندازه گیری شد. نتایج عددی در جدول ۳ نشان داده شده است. این آزمایش ۵ بار برای هر کدام از ۸ نمونه در جهت تار و پودی انجام شد.

### بحث و نتایج

**تاثیر نوع پارچه بر برگشت پذیری از چروک در جهت تار و پودی**  
در شکل ۲ برگشت پذیری از چروک نمونه های تکمیل شده در جهت تار و پودی مشخص شده است.

در جدول ۴ خلاصه ای از تست آنوا برای نیروی چروک، برگشت پذیری از چروک، استحکام، ضریب پواسون و مدول اولیه در فاصله اطمینان ۹۵٪ در ۷ حالت مختلف در جهت تار و پودی نمونه ها آورده شده است. نمودار تغییرات خواص فیزیکی و مکانیکی در برابر نوع پارچه ی تار پودی نیز در شکل های ۲ تا ۷ قابل مشاهده است.

با توجه به شکل ۲ می توان مشاهده کرد که نمونه ی D در جهت پود بهترین برگشت پذیری از چروک را دارد. نمونه ی H در مقایسه با D برگشت پذیری پایین تری هم در جهت تار و هم در جهت پودی از خود نشان می دهد. علاوه بر آن برگشت پذیری از چروک نمونه های ۱ به طور چشمگیری بیشتر از نمونه های عمل نشده (H) می باشد. واکنش بین BTCA و گروه هیدروکسیل سلولز به طور خود به خود و در دو مرحله رخ داد. BTCA با ملکول های سلولز (۳۵٪ پنبه) واکنش داده و آنهیدریدهای دوره ای را تشکیل می دهد که به عنوان یک واسطه ی واکنشی عمل کرده و باعث استری شدن سلولز پنبه می شوند.

همان طور که در جدول ۴ دیده می شود نوع پارچه ی تار پودی تاثیر چشمگیری بر برگشت پذیری از چروک، نیروی چروک، ضریب پواسون، مدول اولیه، استحکام و ازدیاد طول در هر دو جهت تار و پودی دارد. این جدول نشان می دهد که شباهت آشکاری بین میانگین ها در هر نمونه وجود

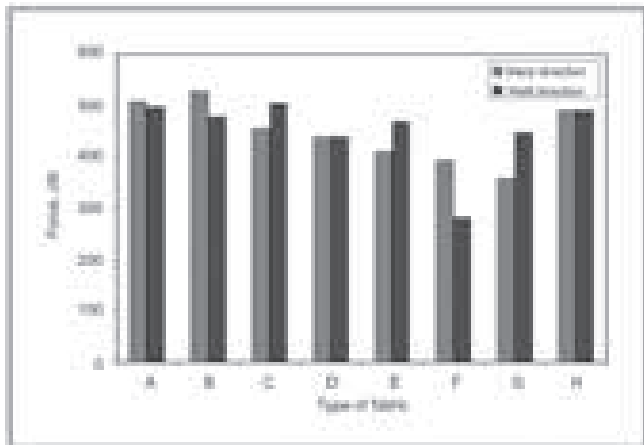
جدول ۳- نتایج تجربی به دست آمده از برگشت پذیری از چروک، نیروی چروک و خواص کششی؛ \*مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده ی انحراف از استاندارد است.

نوع پارچه	برگشت پذیری از چروک (Recovery)		نیروی چروک N		استحکام N		ازدیاد طول mm		مدول اولیه N/mm		ضریب پواسون	
	تار	پود	تار	پود	تار	پود	تار	پود	تار	پود	تار	پود
A	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
B	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
C	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
D	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
E	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
F	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
G	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
H	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8

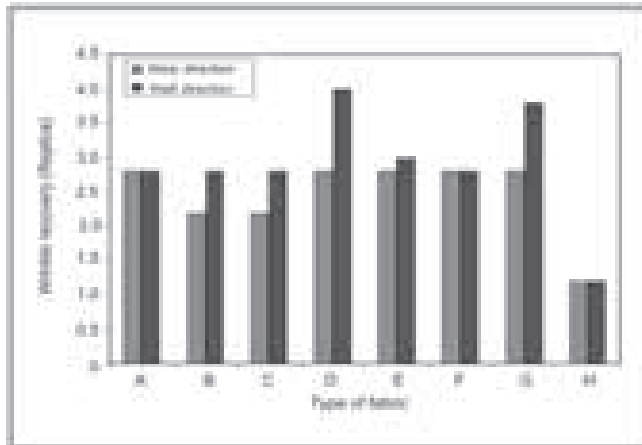
جدول ۴- خلاصه نتایج حاصل از آنالیز آماری آنوا

نوع پارچه	برگشت پذیری از چروک		نیروی چروک N		استحکام N		ازدیاد طول mm		مدول اولیه N/mm		ضریب پواسون	
	Sig	F	Sig	F	Sig	F	Sig	F	Sig	F	Sig	F
در جهت تار	0.000	11.765	0.000	11.765	0.000	11.765	0.000	11.765	0.000	11.765	0.000	11.765
در جهت پود	0.000	11.765	0.000	11.765	0.000	11.765	0.000	11.765	0.000	11.765	0.000	11.765

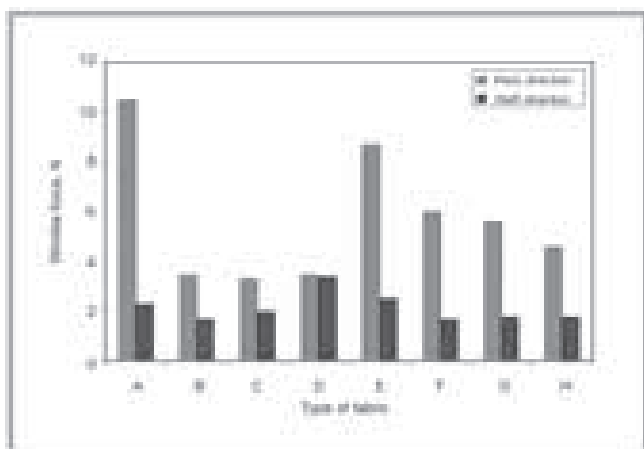




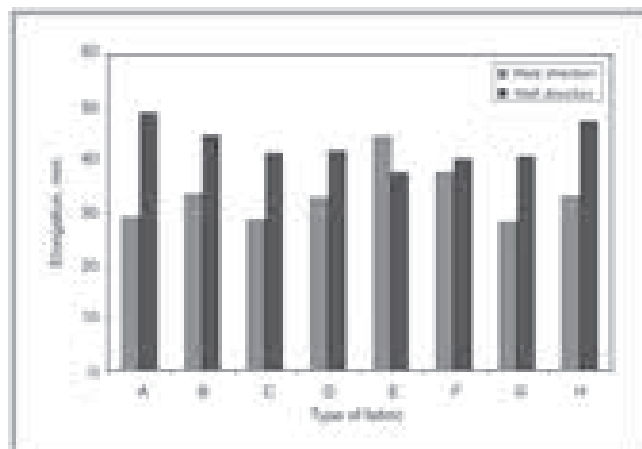
شکل ۳-مقایسه استحکام در نقطه پارگی در دو جهت تاری و پودی



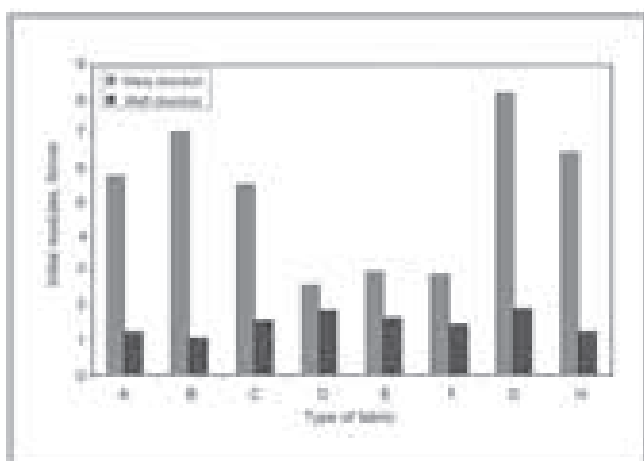
شکل ۲-مقایسه برگشت پذیری از چروک در دو جهت تاری و پودی



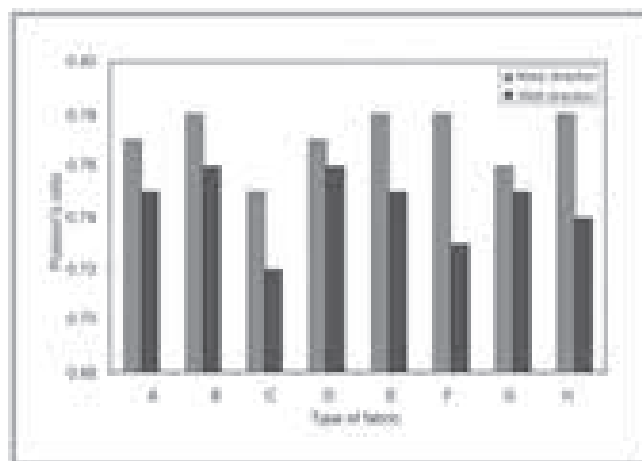
شکل ۵-مقایسه نیروی چروک در دو جهت تاری و پودی



شکل ۴-مقایسه ازدیاد طول در دو جهت تاری و پودی



شکل ۷-مقایسه مدول اولیه در دو جهت تاری و پودی



شکل ۶-مقایسه ضریب پواسون در دو جهت تاری و پودی

تاثیر نوع پارچه بر خواص کششی در جهت تاری و پودی خواص کششی نمونه های تکمیل شده در جهت تاری و پودی به ویژه نیرو در هنگام پارگی در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج موجود در شکل ۳ نشان دهنده ی استحکام کششی کمتری است که مربوط به ترکیب کربوکسیلیک اسید و نانوذرات  $TiO_2$  می باشد، بنابراین می تواند در

به کارگیری نانوذرات  $TiO_2$  به تنهایی ممکن است باعث افزایش جاذبه ی دو قطبی بین زنجیرهای پلی استر شود اما به دلیل این که پلی استر فاقد گروه های آزاد می باشد احتمالاً اتصالات عرضی ایجاد نمی کند و در نتیجه ترکیب نانوذرات و اسیدها باعث بهبود یافتن بیشتر برگشت پذیری از چروک در مقایسه با حالتی می شود که هر کدام از این مواد را جداگانه به کار گیریم.





فرایند برگشت پذیری از چروک موثر واقع گردد. همان طور که در بخش برگشت پذیری از چروک ذکر شد، بیشترین برگشت پذیری از چروک در جهت پودی در نمونه های عمل شده با BTCA و  $TiO_2$  مشاهده شد چون در این دو مورد اتصالات عرضی جانبی زیادی شکل می گیرد. از سوی دیگر استحکام کششی نوعی از استحکام است که به موازات محور نمونه ها اعمال می شود. به دلیل تشکیل اتصالات عرضی استحکام کاهش یافته و در نتیجه در نمونه های تکمیل شده استحکام کششی پایین تر است.

استحکام کششی نمونه ی مذکور در هر دو جهت تاری و پودی خوب است. عدم کاهش استحکام کششی دلیلی بر وجود نانوذرات بود که این بدان معناست که نانوذرات در نمونه های B و C احتمالا اتصالات عرضی جانبی ایجاد نمی کنند و همان طور که قبلا ذکر شد استحکام کششی به دلیل اتصالات عرضی ایجاد شده با سلولز افزایش می یابد.

بنابراین احتمال دارد جاذبه ی دو قطبی بین زنجیرهای پلی استر نیز افزایش پیدا کند. البته کمترین استحکام کششی در جهت پودی نمونه ی F به چشم می خورد. در شکل ۴ از دیاد طول تا حد پارگی در هر دو جهت تاری و پودی نشان داده شده است. نمونه هایی که تنها با BTCA عمل شده بودند به عنوان نمونه ی مرجع در نظر گرفته شدند و نمونه های عمل شده با نانوذرات  $TiO_2$  یعنی H، G و A تنها از دیاد طول از خودشان دادند. این امر می تواند به علت عدم توانایی این مواد به عنوان عامل ایجاد اتصالات عرضی باشد.

در نتیجه نمونه ها کشیدگی بیشتری را متحمل می شوند. نتایج حاصل از مقایسه نمونه ها با هم در مورد به کارگیری BTCA و نانوذرات  $TiO_2$  در جهت پودی نشان می دهد که استفاده از  $TiO_2$  به عنوان یک کاتالیزور در فرایند عمل با BTCA اگر چه از از دیاد طول می کاهد اما بر فرایند برگشت پذیری از چروک نمونه ها موثر است.

#### تاثیر نوع پارچه بر نیروی چروک در جهت تاری و پودی نیروی چروک

نیروی چروک در جهت تاری و پودی در شکل ۵ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده از شکل ۵ می توان مشاهده کرد که نیروی چروک نمونه هایی که توسط BTCA آماده سازی شده بودند نسبت به سایر نمونه ها افزایش بیشتری دارد. لازم به ذکر است که اتصالات جانبی ایجاد شده توسط کربو کسلیک اسید باعث افزایش نیرو شده است.

اتصالات عرضی بین زنجیرهای سلولزی که باعث جابجایی زنجیرها شده و یا مانع تغییر موقعیت می گردد نیرویی نیز به زنجیر اعمال می کند که در اثر آن مقاومت پارچه افزایش می یابد. در مورد نانوذرات  $TiO_2$  باید گفت هنگامی که این ذرات بین زنجیرها قرار می گیرند ممکن است ساختمان سلولزی باعث افزایش اصطکاک بین زنجیرها شده و از سر خوردن آنها بر روی هم جلوگیری کند. احتمالا چنین حرکتی نیروی چروک را افزایش می دهد.

همان طور که مشاهده می شود نیروی چروک از جهت تاری بیشتر از نیرو در جهت پودی می باشد. بیشترین از دیاد طول در جهت تار در پارچه های A و E و کمترین آن در پارچه های B و C مشاهده می شود. بیشترین نیروی چروک در جهت پودی در نمونه ی D مشاهده شد و کمترین میزان آن در نمونه های F بوده است. نمونه ی D در جهت پودی بهترین برگشت پذیری از چروک را نشان داد در حالی که نمونه F که با ترکیبی از BTCA و نانوذرات  $TiO_2$  عمل شده بود بدترین برگشت پذیری از چروک را داشت چون بر اساس بررسی

های میکروسکوپی انجام شده توسط میکروسکوپ الکترونی پویشی ممکن است مقدار کافی از BTCA و  $TiO_2$  برای ایجاد اتصالات عرضی یا جانبی وجود نداشته باشد، بنابر این امکان تشکیل اتصالات جانبی کاهش می یابد. نمونه ی A که توسط BTCA آماده سازی شده بود به دلیل جاذبه ی دو قطبی مربوط به زنجیرهای پلی استر و همچنین پیوند های استری بین چهار گروه اسیدی (OH) با سلولز نیروی چروک مناسبی از خود نشان داد.

علاوه بر آن نمونه ی E به دلیل مشابهی نیروی چروک و برگشت پذیری از چروک خوبی در جهت تاری داشت. احتمال دارد در نمونه ی E اتصالات جانبی موثری شکل گیرد که باعث افزایش شکل گیری اتصالات جانبی سلولزی شود. بنابر این ممکن است نیروی چروک افزایش یابد. علاوه بر آن نمونه ی E برگشت پذیری از چروک خوبی نشان می دهد.

بنابراین می توان نتیجه گرفت که ارتباط مناسبی بین نیروی چروک و برگشت پذیری از چروک وجود دارد.

#### تاثیر نوع پارچه بر ضریب پواسون در جهت تاری و پودی

ضریب پواسون در جهت تاری و پودی در شکل ۶ نشان داده شده است. همان طور که در شکل مشخص است نمونه ی F ( $TiO_2$  + BTCA) بیشترین ضریب پواسون و نمونه ی C ( $TiO_2$ ) کمترین ضریب پواسون را در جهت تاری دارد. ضریب پواسون در جهت پودی در نمونه ی D ( $TiO_2$  + BTCA) بیشترین مقدار و در نمونه ی C ( $TiO_2$ ) کمترین مقدار می باشد. همان طور که مشاهده می شود نمونه ی C کمترین ضریب پواسون را هم در جهت تاری و هم در جهت پودی را داراست.

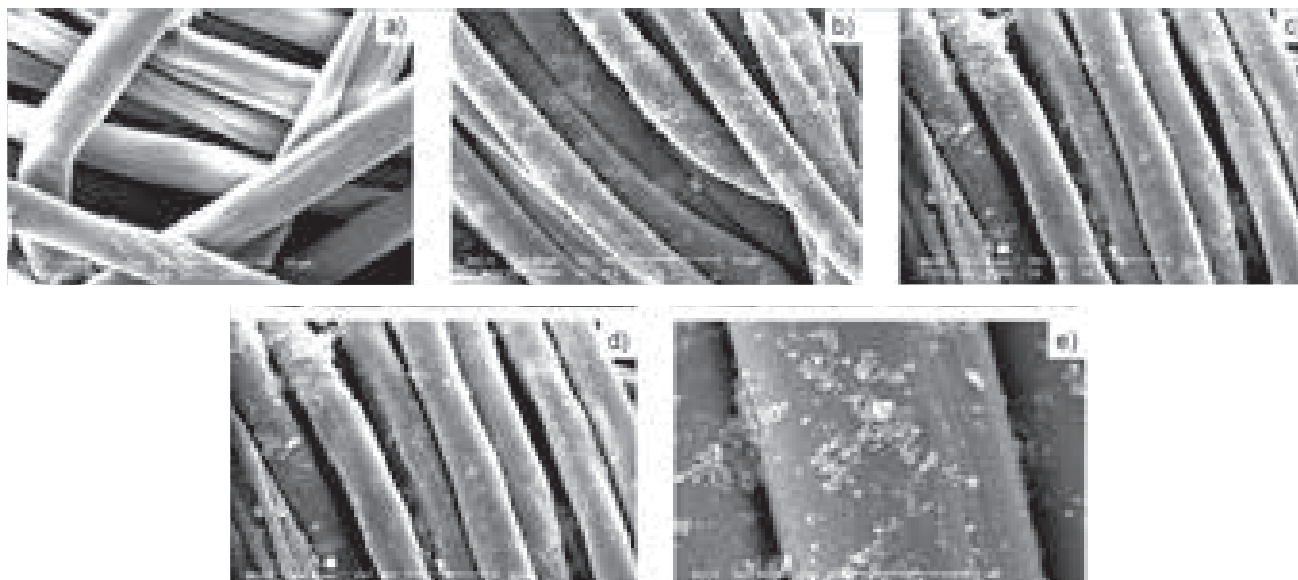
از آن جایی که دانسیته در جهت پودی کمتر از دانسیته در جهت تاری می باشد، ذرات  $TiO_2$  در جهت پود به خوبی می توانند یک پیوند الکترواستاتیک قوی با BTCA ایجاد کنند، در ضمن BTCA نیز به خودی خود یک اتصال عرضی قدرتمند با سلولز به وجود می آورد، به همین دلیل است که نمونه ی D بیشترین ضریب پواسون را در جهت پودی پارچه از خود نشان می دهد. در نتیجه ثبات ابعادی پارچه به مراتب بیشتر شده و از نظر برگشت پذیری از چروک و نیروی چروک نسبت به سایر وضعیت ها بهتر می شود. اما در مورد نمونه هایی که دانسیته در جهت تاری بیشتر است مثل نمونه ی F که با ترکیبی از  $TiO_2$  + BTCA عمل شده است، می توان مشاهده کرد که مواد به خوبی در پارچه پراکنده می شوند و اتصال خوبی را با پارچه ایجاد می کنند. به نظر می رسد در چنین ترکیباتی جاذبه ی قطبی در زنجیرهای پلی استری بیشتر به چشم می خورد که با افزایش دانسیته در جهت تار کاملا مشهود است.

#### تاثیر نوع پارچه بر مدول اولیه در جهت تاری و پودی

مدول اولیه در جهت تاری و پودی در شکل ۷ نشان داده شده است. از نتایج به دست آمده می توان دریافت که بیشترین مدول اولیه در جهت پودی در نمونه ی G ( $TiO_2$  و BTCA) مشاهده می شود.

همان طور که پیش از این نیز بیان شد بهترین برگشت پذیری از چروک را در جهت پودی دارا بودند. البته نمونه ی B ( $TiO_2$ ) کمترین مدول اولیه را از خود نشان داد در حالی که بیشترین مدول اولیه در جهت تاری در نمونه ی G ( $TiO_2$  + BTCA) و نمونه ی B ( $TiO_2$ ) مشاهده شد. نمونه ی D ( $TiO_2$  و BTCA) کمترین مدول اولیه را در جهت تاری داشت. این امر نشان می دهد که هر گاه پارچه بر اساس قانون





شکل ۸- میکروگراف های SEM (a، نمونه ی عمل شده با BTCA (نمونه A) ، b، نمونه ی آماده سازی شده با ۲٪ TiO<sub>۲</sub> (نمونه B) ، c، نمونه عمل شده با TiO<sub>۲</sub> و پس از آن BTCA (نمونه D) ، d، نمونه ی عمل شده با BTCA و سپس TiO<sub>۲</sub> (نمونه E) ، e، نمونه ی آماده سازی شده با BTCA+TiO<sub>۲</sub> (نمونه G)

ایجاد اتصالات عرضی را افزایش می دهد، هنگامی که نمونه با BTCA عمل می شود محدودیت های فضایی مانع از این می شود که ذرات TiO<sub>۲</sub> به خوبی در نمونه پخش شوند. بنابراین برگشت پذیری از چروک این نمونه ها به خوبی نمونه ی D نمی باشد.

#### نتیجه گیری

این تحقیق به منظور بررسی خواص برگشت پذیری از چروک پارچه ی پنبه/پلی استر عمل شده با BTCA و SHP و نانوذرات TiO<sub>۲</sub> در حالت های مختلف و به روش پد-خشک انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده می توان دریافت که به کارگیری BTCA و نانوذرات TiO<sub>۲</sub> در هر دو حالت ترکیبی و متناوب نتایج بهتری را نسبت به کاربرد جداگانه ی آن ها حاصل می کند.

علاوه بر آن می توان گفت که به دلیل ایجاد اتصالات عرضی کربوکسیلیک اسیدها با سلولز و همچنین تاثیر مثبت TiO<sub>۲</sub> بر این فرایند و افزایش جاذبه ی قطبی بین زنجیرهای پلی استر، برگشت پذیری از چروک نمونه های عمل شده با این ماده بهبود می یابد.

در پایان از نتایج مربوط به برگشت پذیری از چروک نمونه ها می توان یک سری تفاوت هایی را بین پارامترهای مختلف در جهت تاری و پودی مشاهده کرد که به رفتار ارتوتروپیک پارچه های تاری پودی نسبت داده می شود.

مرجع:

A.Azad, E.Hezavehi, M.Shahvazian, P.Zolgharnein, "Study of BTCA and nano-TiO<sub>۲</sub> Effect on Wrinkle Force and Recovery of Cotton/Polyester Blended Fabric", *Fibers & Textiles in Eastern Europe* ۶۵-۶۰: (۹۴)۵, ۲۰, ۲۰۱۰.

هوک عمل کند و مدول اولیه در منطقه ی خطی واقع شده باشد برگشت پذیری از چروک پارچه نیز مناسب است.

#### بررسی میکروسکوپی نمونه ها

با توجه به میکروگراف های حاصل از تصاویر SEM از نمونه ی D (TiO<sub>۲</sub> و BTCA) و G (۱٪ TiO<sub>۲</sub> و BTCA) می توان مشاهده کرد در این دو نمونه نانوذرات بیشتری دور هم جمع شده اند که این مانع از حرکت در میان اتصالات عرضی جانبی BTCA و زنجیره ی سلولزی می شود. بنابراین نمونه ی D دارای برگشت پذیری از چروک، ضریب پواسون و نیروی چروک بالاتر و استحکام کششی و استحکام مخصوص پایین تری است. از سوی دیگر از دید طول و استحکام برشی آن کاهش چندان محسوسی از خود نشان نمی دهد.

شکل ۸ تصاویر میکروسکوپ الکترونی پویشی از نمونه های A، B، D، E و G را نشان می دهد.

میکروگراف نمونه ی B نشان می دهد که TiO<sub>۲</sub> نمی تواند به خوبی بر روی سطح پارچه پخش شود چون TiO<sub>۲</sub> پیوندهای الکترواستاتیکی محکمی با بخش های سلولزی برقرار می کند و می تواند پلاریته ی پلی استر را افزایش دهد. در نتیجه برگشت پذیری از چروک آن در مقابل نمونه ی A بهتر است. با بررسی گراف های نمونه ی E می توان دریافت که نمونه ای که نخست با BTCA و سپس با TiO<sub>۲</sub> عمل شده باشد بهترین برگشت پذیری از چروک را در مقابل نمونه های عمل نشده به ویژه نمونه های A و B نشان می دهد. البته در مقایسه با نمونه های که با BTCA و نانوذرات TiO<sub>۲</sub> آماده سازی شده بودند نتایج مشابهی حاصل نشد.

این امر ممکن است به دلیل این واقعیت باشد که علی رغم این که TiO<sub>۲</sub> امکان