

تأثیر امواج التراسونیک در افزایش شدت جین شویی

مرسده فاطمه یزدان بخش*	زهرا علی یولداشی	ثریا اکبری
مدرس و عضو شورای پژوهشی دانشگاه	دانشجوی کارشناسی طراحی لباس	دانشجوی کارشناسی طراحی لباس
جامع علمی کاربردی-مرکز آموزش علمی	دانشگاه جامع علمی کاربردی-مرکز آموزش	دانشگاه جامع علمی کاربردی-مرکز آموزش
کاربردی جهاد دانشگاهی کرج- البرز	علمی کاربردی جهاد دانشگاهی کرج- البرز	علمی کاربردی جهاد دانشگاهی کرج- البرز
Yazdanbakhsh1800@gmail.com	Zahrayoldashi91@gmail.com	Sor.akbari1368@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۰۷

چکیده

جین شویی یک فرایند پرداخت هنری به حساب می آید که هدف از آن افزایش جذابیت و استحکام پارچه های جین است. با توجه به اینکه لباس جین پرکاربردترین لباس در تجارت پوشاک و به عنوان پرمصرفترین پوشش در گروه سنی مختلف در صنعت نساجی شناخته می شود. لذا در این تحقیق، به منظور جین شویی یا کثیف شویی از تأثیر همزمان امواج التراسونیک، آنزیم و هیدروسولفیت سدیم با هدف افزایش سرعت تولید محصول، استفاده گردید. پر واضح است که خاصیت مکانیکی امواج فراصوت باعث سرعت بخشیدن و جایگزینی ذرات می شود. ارزیابی نتایج نمونه های جین شویی با میکروسکوپ پروژکتینا^۱ و اسکن از نمونه ها صورت گرفت، نتایج مشاهده چشمی حاصل از نمونه ها و ارزیابی وزنی آنها اثربخشی امواج التراسونیک را تأیید کرد.

واژگان کلیدی: التراسونیک، جین شویی، آنزیم، پوشاک، دنیم

۱. مقدمه

می پردازند تنها تأمین کیفیت بهتر و عرضه کارآمدتر به مشتری و به کارگیری خلاقیت در طراحی، می تواند پاسخگوی نیاز درخواست کننده باشد و کارخانه های تولیدکننده را در سطح مقبولی نسبت به رقبا قرارداد [۱-۲]. به طور کلی، پارچه جین، یک پارچه ۱۰۰٪ پنبه ای است و در حال حاضر، پارچه مورد استفاده در این صنعت، پنبه/پلی استر است که اصولاً به دلیل عدم تمایل به رنگرزی بخش پود پارچه، این قسمت از جنس کالا پلی استر است. بافت پارچه جین از نوع سرژ ۳×۱ است که به ازای هر سه نخ تار روی سطح پارچه، یک نخ پود مشاهده می شود؛ از این رو، بافت پارچه موجب شده تار پارچه، رنگی و پود

زمانی که صحبت از جین به میان می آید، اولین موردی که به ذهن می رسد، نام لیوایز^۲ است. این نام از فردی به اسم لیوایز اشتراوس^۳ گرفته شده است. که در واقع پدر و بنیان گذار پارچه جین است. امروزه لباس های ورزشی، راحتی و لباس های غیررسمی مخاطبین بیشتری دارد. همچنین، به علت اینکه روزبه روز مدهای جدید به بازار عرضه می شود، جهت تأمین نیاز مشتری و پیشبرد خط تولید، پروسه های شستشوی منسوج بیش از همیشه مورد توجه قرار گرفته است. در دنیای حاضر که اکثر صنایع، مخصوصاً نساجی و پوشاک، با یکدیگر به رقابت

آن سفیدرنگ باشد، در نتیجه مرکز لیف سفید باقی می ماند و رنگ دور حلقه را می پوشاند. به منظور رنگرزی پارچه پنبه ای در صنعت جین می توان از رنگزای گوگردی، ایندیگو^۴ و نفتول^۵ استفاده نمود که در حال حاضر، رنگ نفتول سال ها است که در کشور منسوخ شده و رنگزای گوگردی نیز کم و بیش مورد استفاده قرار می گیرد.

نوع رنگرزی پارچه جین جذب سطحی رنگ یا رنگرزی حلقه ای^۶ نام دارد. در این حالت رنگرزی، اطراف یا سطح نخ، رنگ می شود و در اثر سایش، رنگ به مغز نخ می رسد، در نتیجه رنگ روشن تر می گردد. به همین دلیل، وقتی پارچه دچار سائیدگی می شود، رنگ سطحی لیف از بین رفته و رنگ داخل آن که سفید است، نمایان می شود. همین امر، موجب ایجاد جلوه^۷ بر روی سطح کالا شده و ظاهر پارچه جین، حالت قدیمی^۸ یا کهنه به خود می گیرد. این حالت از مد^۹، به تاریخچه استفاده از البسه جین به عنوان لباس کارگری در دنیا برمی گردد. در واقع، البسه جین به واسطه جنس پنبه ای ضخیم خود بسیار مناسب برای پوشاک کار هستند و مشکلات ناشی از عرق کردن و پارگی را ندارند. از لحاظ مد، حالت کهنگی آن موجب افزایش ارزش افزوده نهایی لباس می گردد. در واقع، همین مد پارگی که اخیراً بر روی شلوارهای جین مشاهده می شود، ناشی از ایجاد حالت قدیمی بیشتر است. اصطلاحاً، به عملیاتی که موجب ایجاد حالت کهنه و یا آنتیک بر روی البسه جین می گردد، کیف شویی گفته می شود [۳-۴].

همچنان که گفته شد، اغلب پارچه های جین از پنبه ۱۰۰٪ و یا مخلوط پنبه ۵۰٪ و پلی استر ۵۰٪ تولید می گردند. در بعضی مواقع از الیاف نایلون جهت مخلوط کردن با پنبه یا پلی استر استفاده می شود. اما به طور کلی مخلوط کردن پنبه با پلی استر به منظور افزایش دوام و استحکام کالا، متداول تر است. استفاده از لیزر یا ازن پدینگ^{۱۰} به عنوان یک فناوری ویژه در صنعت جین معرفی شده است. این نوع (جین شویی)، با دستگاهی که اطراف آن خشک و دارای هوای ازن است، انجام می شود. در واقع، پارچه به محض ورود به داخل دستگاه، هوای ازن (O₃)

که دارای یک اکسیژن آزاد است، کار آب ژاول، پرمنگنات و حتی سلولاز را انجام داده تا عملیات رنگبری صورت پذیرد و یک هاله رنگی دیگر پدید آید. به طور کلی، وجود پساب فراوان ناشی از عملیات چاپ و به دنبال آن، مشکلات زیست محیطی متعدد، منجر به استفاده از دستگاه ها و فناوری هایی شده است که ضمن کاهش مصرف آب، با طراحی فضاهایی نسبت به $L:R=1:10$ را به $L:R=1:2$ (یعنی نسبت حجم مایع رنگرزی به وزن کالا) تغییر می دهد. همچنین، افزایش هزینه انرژی و نیروی انسانی در کشورها، دلیلی است که در فناوری های نو دلیل داشتن صرفه اقتصادی، بسیار مورد توجه قرار گیرد. به طور کلی، سنگ شورها بیشتر تمایل به ایجاد تغییراتی در ظاهر و زبردست لباس دارند تا بتوانند کالایی نوین و مطابق با مد روز روانه بازار کنند [۵-۶]. پارچه های جین معمولاً از تراکم بالایی برخوردارند و نفوذپذیری کمی دارند. نخ های تار به کار رفته در پارچه های جین رنگی و اغلب آبی رنگ هستند. اما نخ های پود آن سفید و یا رنگ های روشن دارند. هنوز هم با توجه به ظهور فناوری های نو، اغلب برای ایجاد ظاهری کهنه در پارچه های جین، آنها را تحت پروسه شستشو با آنزیم یا سنگ شویی قرار می دهند. آنزیم ها مولکول های پروتئینی هستند که می توانند واکنش های شیمیایی را سرعت بخشند. آنها به عنوان کاتالیزور عمل می کنند. مقدار کمی از آنزیم شبیه عملکرد چند کیلو سنگ است. اما گران قیمت هستند و در قیمت نهایی کالا تأثیر می گذارند. سلولاز و سایر آنزیم های به کار گرفته شده در صنعت نساجی، هر یک دارای خصوصیات ویژه ای بوده و طیف گسترده ای از آنها، در دسترس است. همین امر سبب گردیده تا طراحان مد و لباس و تولیدکنندگان البسه قادر باشند محصولات خود را با تنوع بیشتری به بازار عرضه نمایند. در ضمن، با امکان ایجاد فرایند تکمیل کنترل شده بر روی سطح کالا، کار طراحان مد و تولیدکنندگان پارچه تسهیل شده است. به طوری که می توان یک طرح رنگی را بر روی دکمه های فلزی و یا مارک های چرمی چاپ نمود بدون آنکه نگران فرسایش و آسیب دیدگی آنها در طی پروسه سنگ شویی

با آنزیم بود. استفاده از آنزیم به جای سنگ در فرایند سنگ‌شویی پارچه‌های جین باعث کاهش مصرف انرژی و کاهش زمان تکمیل می‌شود [۷-۸]. امروزه دستگاه شستشوی مافوق صوت می‌تواند از اندازه‌های کوچک رومیزی مورد استفاده در دندانپزشکی یا مغازه‌های جواهر فروشی تا سیستم‌های عظیم با گنجایش چندین هزار گالن متغیر باشد. انتخاب درست دستگاه فاکتور مهمی در کاربرد مناسب آن به‌شمار می‌آید. ساده‌ترین مدل موجود شامل یک مخزن شستشویی با گرم‌کن است که آبکشی آن در یک سینک یا مخزن دیگری انجام می‌شود [۹-۱۰]. سیستم‌های پیشرفته‌تر می‌توانند دارای چندین ظرف آبکشی، مخازن فرایندی اضافه و خشک‌کن‌هایی با هوای داغ باشند. این دستگاه‌ها می‌توانند به‌صورت اتوماتیک کار کنند در این صورت هزینه کارگری کاهش یافته و ضمانت‌های فرایندی بیشتر می‌شود. محققان دریافته‌اند که استفاده از انرژی مافوق صوت در عملیات شستشو به‌صورت غوطه‌ورسازی یا آبکشی نتایج مطلوبی مثل افزایش سرعت عملیات تولید به‌علت پدیده کویتاسیون دارد. فرکانسی که در مافوق صوت ایجاد می‌شود منجر به فروپاشی هزاران حباب در سیال شده، که خود تغییراتی را در کالا ایجاد می‌کند. همچنین استفاده از مواد شوینده محلول در آب به همراه این پدیده اثرات مطلوب‌تری به دنبال دارد و با ترکیب آنها اثر پاک‌کنندگی مطلوب‌تری حاصل می‌شود [۱۱-۱۲].

با توجه به اینکه امروزه از امواج فراصوت در شاخه‌های مختلف نساجی مانند، شستشو، آهارزدایی کالا، رنگرزی و تکمیل استفاده می‌شود و به‌عنوان فناوری مطلوب در زیر شاخه‌های علوم مهندسی، کاهش هزینه و اثرات زیست‌محیطی معرفی می‌شود، که با تحقیقات اولیه قدمت آن به ۱۹۵۴ میلادی می‌رسد [۱۲]. اما همچنان در کشور ایران از این فناوری به‌منظور تولید مؤثر منسوجات کمتر استفاده می‌شود.

لذا، در تحقیق حاضر، هدف کهنه‌شویی یا جین‌شویی پارچه جین آبی با امواج التراسونیک است تا ضمن دستیابی به نتایج مطلوب، از مصرف زیاد آنزیم جلوگیری شود و علاوه بر افزایش سرعت

تولید، قیمت نهایی کالا کمتر گردد. بنابراین، انتظار می‌رود، پرداخت هنری و سریع پارچه جین آبی را از طریق شستشوی التراسونیک با آنزیم و هیدروسولفیت سدیم داشت. در ادامه ارزیابی چشمی نمونه‌ها با میکروسکوپ پروژکتینا و اسکنر انجام شد.

۲. مواد و دستگاه‌های مورد استفاده

در این تحقیق از پارچه جین آبی با مشخصات نمره نخ تار ۱۱۰/۴۳ تکس و نخ پود با نمره ۶۶/۷ تکس، وزن پارچه g/m^2 ۴۲۶، تراکم تاری ۲۳ در سانتی‌متر و تراکم پودی ۲۰ در سانتی‌متر استفاده شده است. نمونه‌های مورد استفاده به تعداد ۳۴ نمونه، در ابعاد ۷ در ۱۰ سانتی‌متر با سه تکرار، به‌علت محدودیت حجم ظرف التراسونیک بریده شدند. هیدروسولفیت سدیم، اسید هیدروکلریدریک، هیدروکسید سدیم از قطران شیمی تهیه شدند. آنزیم‌های پودری سلولاز خنثی (GI, GJX-) (100, Tj-2000) از داو کمیکال^{۱۱} مورد استفاده قرار گرفتند.

۲-۱. دستگاه‌ها

دستگاه التراسونیک: حجم ۲/۶ لیتر، فرکانس $28 \pm 10\%$ ، توان ۵۰ وات از شرکت پارس نهند. هیتر ۱۰۰ وات ساخت شرکت مهندسی پارس نهند استفاده شد.

میکروسکوپ پروژکتینا: مدل ۴۰۱۴ ساخت کشور سوئیس.

اسکنر: تمامی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسکنر فوجیتسو^{۱۲} مدل ۴۰۱۰ cu-Fi با رزولوشن ۱۰۰ اسکن گردید.

اندازه‌گیری میزان کاهش وزن پارچه جین آبی: جهت اندازه‌گیری وزن نمونه‌های مورد آزمایش از ترازوی دیجیتالی متلر^{۱۳} ساخت سوئیس با دقت ۰/۰۰۰۰۱ گرم استفاده گردید.

۳. روش کار

الف) شناسایی رنگینه بر روی جین آبی: ۲۵ گرم هیدروسولفیت سدیم را در ۵۰۰ میلی لیتر محلول ۲٪ هیدروکسید سدیم حل کرده ۵ میلی لیتر از آن را روی نمونه مورد نظر در لوله آزمایش ریخته و به مدت ۳-۴ دقیقه جوشانده گردید. به‌علت تغییر رنگ

رنگزا مشخص شد، که رنگ کالای جین از نوع رنگزای خمی است.

ب) جین شویی: عملیات کهنه شور نمودن به سه طریق در دستگاه التراسونیک و بدون دستگاه التراسونیک با مواد ذکر شده به صورت یک مرحله ای و دو مرحله ای، انجام گرفت: ۱- استفاده از هیدروسولفیت سدیم ۲- استفاده از آنزیم ۳- استفاده از آنزیم همراه با هیدروسولفیت سدیم.

برای انجام عملیات کهنه شویی در دستگاه التراسونیک از هیدروسولفیت سدیم با دو مقدار مختلف (۲/۵ و ۵g/l) استفاده شد. ۱۱۲ عدد نمونه به ابعاد ۱۰×۷ سانتی متر برای کلیه مراحل آزمایش، از نمونه پارچه جین تهیه شد (۳۴ نمونه در سه تکرار). مقادیر (۲/۵ و ۵g/l) هیدروسولفیت سدیم، یک بار تحت شرایط التراسونیک و یک بار تحت شرایط غیرالتراسونیک به کار رفت. دما، زمان و L:R در انجام مراحل مختلف آزمایشات ثابت و به ترتیب ۵۰°C و ۶۰min و ۱:۱۰ بودند که جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. جین شویی با هیدروسولفیت سدیم با و بدون التراسونیک

شماره نمونه	مقدار هیدروسولفیت سدیم g/l	محیط
۱	۲/۵	US ¹⁴
۲	۲/۵	WUS ¹⁵
۳	۵	US
۴	۵	WUS

سپس، نمونه ها به تعداد ۶ و ابعاد ۷ در ۱۰ سانتی متر بریده شدند و با سه نوع آنزیم مختلف با مقدار ثابت ۴/۵ g/l طبق دستورالعمل گفته شده (دما و زمان و نسبت L:R) قرار گرفتند. همچنین برای غیرفعال سازی، نمونه های آنزیمی در انتها به مدت ۵ دقیقه در درجه حرارت ۷۰°C قرار گرفتند و تحت شرایط محیطی خشک شدند که در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲. شرایط عملکرد نمونه ها در آنزیم

شماره نمونه	نوع آنزیم	محیط
۵	GI ¹⁶	US
۶	GI	WUS
۷	JX ¹⁷	US
۸	JX	WUS
۹	TJ ¹⁸	US
۱۰	TJ	WUS

سپس ۱۲ سری نمونه بعدی به طور همزمان با و بدون التراسونیک همراه با هیدروسولفیت سدیم و آنزیم با نسبت های ذکر شده در مراحل قبلی قرار گرفتند و برای غیرفعال سازی، نمونه های آنزیمی در انتها به مدت ۵ دقیقه در درجه حرارت ۷۰°C قرار گرفتند و تحت شرایط محیطی خشک شدند که نتایج در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. شرایط عملکرد نمونه ها در یک مرحله با آنزیم و

هیدروسولفیت سدیم

شماره نمونه	نوع آنزیم	مقدار هیدروسولفیت سدیم g/l	محیط
۱۱	GI	۲/۵	US
۱۲	GI	۲/۵	WUS
۱۳	GI	۵	US
۱۴	GI	۵	WUS
۱۹	JX	۲/۵	US
۲۰	JX	۲/۵	WUS
۲۱	JX	۵	US
۲۲	JX	۵	WUS
۲۷	TJ	۲/۵	US
۲۸	TJ	۲/۵	WUS
۲۹	TJ	۵	US
۳۰	TJ	۵	WUS

در ادامه، برای انجام عملیات کهنه‌شویی در دستگاه التراسونیک از سه نوع آنزیم مختلف با مقدار ثابت $4/5 \text{ g/l}$ همراه با هیدروسولفیت سدیم در دو مقدار مختلف $2/5 \text{ g/l}$ و 5 g/L به صورت غیرهم‌زمان استفاده شد. زمان برای هر آزمایش به دو مقطع ۴۵ دقیقه‌ای تقسیم گشت، ۴۵ دقیقه اول برای آنزیم و ۴۵ دقیقه دوم برای افزودن هیدروسولفیت سدیم اختصاص یافت. دما، زمان و L:R در انجام این آزمایشات ثابت و به ترتیب 50°C ، ۹۰ و $1:100$ دقیقه بودند. همچنین برای غیرفعال‌سازی، نمونه‌های آنزیمی در انتها به مدت ۵ دقیقه در درجه حرارت 70°C قرار گرفتند و تحت شرایط محیطی خشک شدند و جدول ۴ قابل مشاهده است.

جدول ۴. شرایط عملکرد نمونه‌ها در دو مرحله با آنزیم و

هیدروسولفیت سدیم

شماره نمونه	نوع آنزیم	مقدار هیدروسولفیت سدیم g/l	محیط
۱۵	GI	$2/5$	US
۱۶	GI	$2/5$	WUS
۱۷	GI	۵	US
۱۸	GI	۵	WUS
۲۳	JX	$2/5$	US
۲۴	JX	$2/5$	WUS
۲۵	JX	۵	US
۲۶	JX	۵	WUS
۳۱	TJ	$2/5$	US
۳۲	TJ	$2/5$	WUS
۳۳	TJ	۵	US
۳۴	TJ	۵	WUS

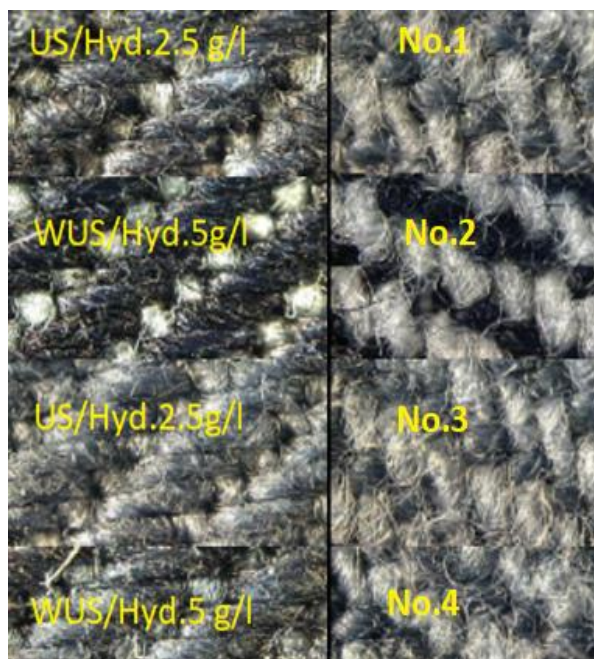
۴. نتایج و بحث

۴-۱. تصاویر میکروسکوپی نمونه‌های عمل شده

جین آبی

در شکل ۱ الی ۵، تصاویر مربوط به جداول ۱ الی ۴ دیده می‌شود. پرزدار شدن سطح نمونه‌های التراسونیکی و تغییر

رنگشان با این میکروسکوپ قابل رؤیت است. همچنین بیشترین اثر جین‌شویی در نمونه‌های عمل شده با هیدروسولفیت سدیم به تنهایی و هیدروسولفیت سدیم به همراه آنزیم‌های GI و TJ (یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای) مشاهده می‌شود. تغییرات روی نمونه‌های عمل شده با آنزیم به تنهایی به اندازه تغییرات حاصله از مواد شیمیایی نیست. همچنین نمونه‌های عمل شده با آنزیم JX به همراه هیدروسولفیت سدیم نتایج مشابه دو آنزیم دیگر نداشته که به نظر می‌رسد آنزیم JX بر روی عملکرد متعارف هیدروسولفیت سدیم نیز تأثیر منفی داشته است. با توجه به تغییرات مشاهده شده چشمی در ادامه وزن نمونه‌ها مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفت.

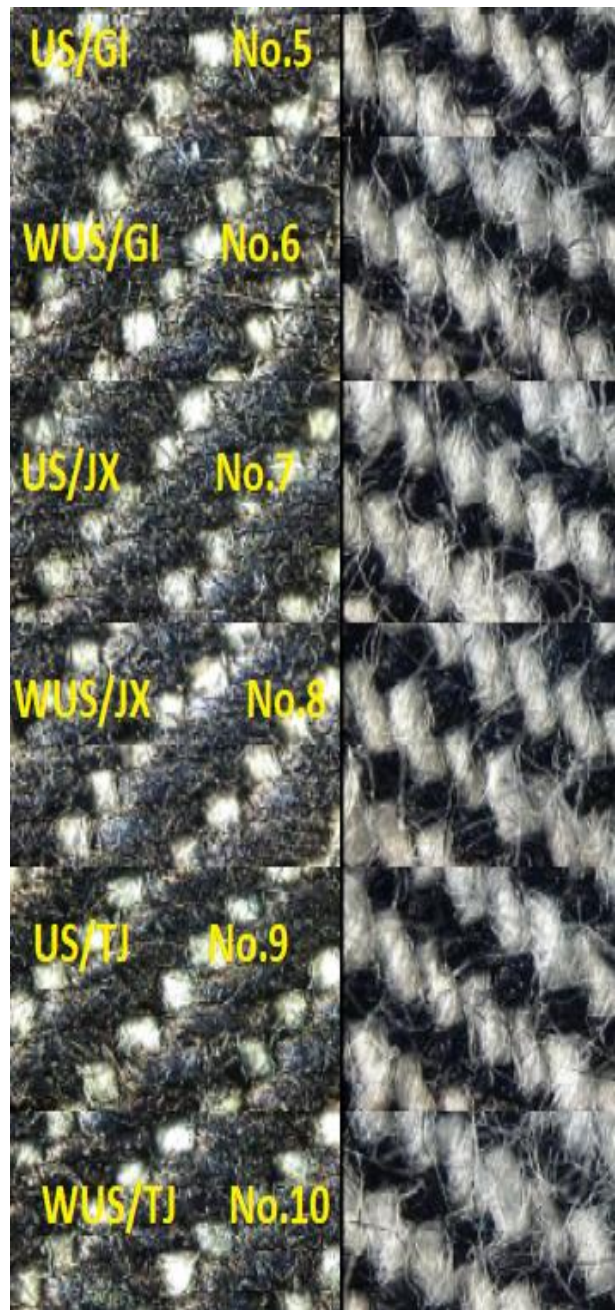


شکل ۱. تصویر میکروسکوپی نمونه‌های عمل شده تحت تأثیر

هیدروسولفیت سدیم، با و بدون التراسونیک



شکل ۳. تصویر نمونه‌های عمل شده یک و دو مرحله‌ای با آنزیم GI



شکل ۲. تصویر نمونه‌های عمل شده با و بدون آنزیم



شکل ۵. تصویر نمونه‌های عمل شده یک و دو مرحله‌ای با آنزیم TJ

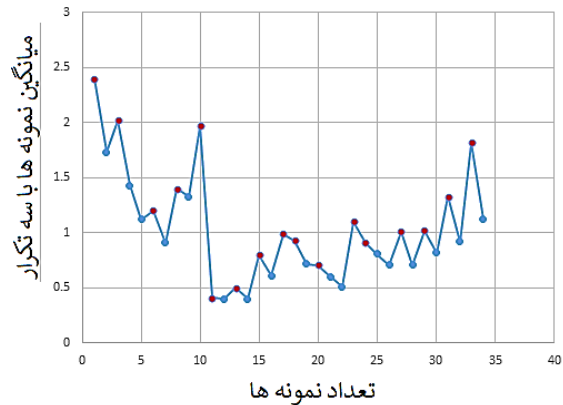


شکل ۴. تصویر نمونه‌های عمل شده یک و دو مرحله‌ای با آنزیم JX

۴-۲. بررسی کاهش وزن نمونه‌های عمل شده در

هر مرحله

برای هر مرحله از آزمایش، ۳ نمونه به کار برده شد که استفاده از آن با توجه به حجم و ابعاد دستگاه التراسونیک بود. نتایج نمونه‌ها در نمودار ۱ دیده می‌شود.



نمودار ۱. کاهش درصد میانگین نمونه‌ها با و بدون التراسونیک

(نمونه‌های جین شویی شده با التراسونیک به رنگ قرمز مشخص شده است) و (نمونه‌های جین شویی شده بدون التراسونیک با رنگ آبی مشخص شده است)

مقرون به صرفه نیستند اما اگر کار شستشو در محیط التراسونیک انجام شود، در کل نسبت به محیط غیرالتراسونیک شدت عملیات بیشتر است، که بیشترین شدت عملیات مربوط به نمونه‌های دو مرحله‌ای بود. در ادامه از نتایج بهینه التراسونیک شده هر مرحله اسکن صورت گرفت. که در شکل ۶ ملاحظه می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان سفیدی در نمونه‌های التراسونیکی متغیر است، که می‌توان از لحاظ سفیدی آنها را دسته‌بندی نمود.

تغییرات کم	تغییرات متوسط	تغییرات زیاد
1	13	3
11	29	17
15		33
27		
31		

شکل ۶. اسکن نمونه‌های بهینه در هر مرحله التراسونیک

با توجه به نتایج چشمی اسکن می‌توان گفت، نمونه‌های gr/l ۵ هیدروسولفیت سدیم به تنهایی و نمونه‌های gr/l ۵ دو مرحله‌ای هیدروسولفیت سدیم به همراه آنزیم‌های GI و TJ و چهار تغییرات زیاد، نمونه‌های gr/l ۵ یک مرحله‌ای هیدروسولفیت سدیم به همراه آنزیم‌های GI و TJ و چهار تغییرات متوسط و نمونه‌های gr/l ۲/۵ هیدروسولفیت سدیم به تنهایی و نمونه‌های gr/l ۲/۵ یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای هیدروسولفیت سدیم به همراه آنزیم‌های GI و TJ و چهار تغییرات کم شده‌اند و در واقع اثربخشی فرایند التراسونیک تأیید می‌شود. همان‌طور که طبق نظر محققین خاصیت مکانیکی انرژی مافوق صوت باعث سرعت بخشیدن به عملیات انحلال و جایگزینی ذرات می‌شود. این روش در شستشوی کالا مؤثر بوده و می‌تواند در فرایندهای آبکشی نیز تأثیرگذار و مفید باشد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود نمونه‌های کهنه‌شور شده در محیط التراسونیک کاهش وزن بیشتری یافته‌اند که در واقع مشخص می‌شود شدت عملیات در این محیط بیشتر است. نمونه‌های دو مرحله‌ای کهنه‌شور شده با آنزیم و هیدروسولفیت سدیم در محیط التراسونیک کاهش وزن بیشتری یافته‌اند که نشان می‌دهد شدت عملیات هیدروسولفیت سدیم در مقایسه با آنزیم در این محیط بیشتر بوده است. بیشترین کاهش وزن در محیط التراسونیک مربوط به آنزیم TJ همراه با gr/l ۵ هیدروسولفیت سدیم و کمترین آن مربوط به آنزیم GI همراه با gr/l ۲/۵ هیدروسولفیت سدیم است. در واقع هیدروسولفیت سدیم در محیط التراسونیک باعث افزایش شدت عملیات شده است. در مقایسه نتایج می‌توان گفت در محیط غیرالتراسونیک، تنها آنزیم‌ها باعث افزایش سرعت واکنش شده و تولید را سرعت می‌بخشند که البته با توجه به گران‌قیمت بودن آنها

چنانکه گفته شده، اگر آبکشی به روش مافوق صوت انجام پذیرد بقایای مواد شیمیایی موجود در فرایند شستشو به سرعت و به طور کامل خارج می‌گردند. در واقع در تحقیقات در زمینه شستشو ثابت شد، پدیده مافوق صوت در واقع اثر بیشتری در مقایسه با روش‌های دیگر مثل شستشو به روش افشانه، برس زدن، هم‌زدن به کمک هوا و یا حتی شستشوی الکتریکی دارد. قدرت نفوذ پدیده مافوق صوت در تمیز کردن سطوح داخلی قسمت‌های برآمدگی و فرورفتگی بسیار بالا و قابل توجه بود [۱۳-۱۴]. در تحقیق حاضر، تأثیر امواج التراسونیک با آنزیم و هیدروسولفیت سدیم اثبات شد. چراکه، استفاده از مواد آنزیمی از نظر محیط زیست مورد نظر است، زیرا آنها را جایگزین مواد شیمیایی مضر و ترکیبات ارگانیک و غیرارگانیک کرده است. استفاده از فراصوت طی فرایند آنزیمی مزایای قابل توجهی مانند مصرف کم انرژی، مصرف کم آنزیم‌های گران قیمت، کوتاه‌تر شدن زمان فرایند، صدمه کم کالا و کاهش قابل ملاحظه در میزان سمیت فاضلاب دارد. همچنین، طبق نظر محققین، فناوری‌های جدید مثل لیزر در البسه جین رایانه‌ای محور هستند و جایگزین استفاده از آب، مواد شیمیایی و سنگ هستند؛ هر چند که می‌تواند الگوهای دقیق، قابل تکرار و پیچیده‌ای را ایجاد کند. با این حال این فرایند نیز معایب عمده‌ای دارد که برخی از آنها عبارتند از: هزینه بیشتر، لزوم عمل‌آوری جداگانه هر تکه لباس و احتمال عمل‌آوری لباس فقط در یک جهت. فناوری‌های لیزر و پلاسما نشان داده‌اند که پتانسیل ایجاد جلوه‌های سطحی مختلف بر روی پارچه را بدون استفاده زیاد از آب و مواد شیمیایی دارند. از نظر شیمیایی از روش تخلیه انفعالی پلاسما در صنایع مختلف برای اصلاح ویژگی‌های سطحی مواد استفاده می‌شود؛ در دو دهه گذشته به صورت گسترده‌ای از این روش در فراوری منسوجات استفاده شده است. شستشوی لباس‌های جین یک فرایند آلاینده در صنعت نساجی محسوب می‌شود؛ با این حال اگر از پلاسما بر روی پارچه جین استفاده شود میزان استفاده از آب به حداقل و یا حتی در مواردی به صفر می‌رسد. تاکنون از پلاسما عمدتاً برای کمرنگ کردن

لباس‌های جین آبی نیلی و لباس‌های جینی که با رنگینه گوگردی رنگ شده‌اند استفاده شده است. غالباً استفاده از پلاسمای سرد اکسیژن برای کمرنگ کردن و آهارزدائی پارچه جین آزمایش شده است. جین شسته شده، ظاهر مطلوبی است که ایجاد آن مستلزم انجام فرایندهای وقت‌گیر و آلوده‌کننده است. اما فرایند استفاده از پلاسمای فشار جو جزء فرایندهای سازگار با محیط زیست و ارزان محسوب می‌شود. اما هنوز این فناوری کاملاً در دسترس نیست و به راحتی هم قابل اجرا نیست [۱۱-۱۳]. با توجه به اینکه روش‌های مختلفی برای فراوری پارچه‌های جین وجود دارد و حتی طبق نظر سایر محققین، برای دستیابی به ظاهر خاص پارچه‌های جین و تغییر روند مد از روش‌های شستشویی مانند سنگ‌شویی، شن‌شویی و شستشوی سفیدگری در صنعت استفاده می‌شود. در مورد روش سنگ‌شویی مسائلی مانند جدا کردن سنگ‌های پوکه از پارچه‌های فراوری شده و اطمینان از کاهش خسارات وارده بر دستگاه‌ها در اثر اضافه بار سنگ‌های افتاده، خود مشکلی عمده محسوب می‌شوند. ضمناً سنگ‌های پوکه و ذرات معلق می‌توانند مسیرهای تخلیه ماشین‌آلات، فاضلاب و خطوط زهکشی دستگاه‌ها را مسدود کنند. همچنین، در روش سندبلاست^۹/ شن‌شویی، که یک روش جدید مناسب برای دستیابی به جلوه‌های قدیمی و رنگ و رو رفته در صنعت نساجی است، با استفاده از انواع خاصی از ماسه، بخش‌هایی از پارچه جین ساییده شده و به رنگ آبی نیلی در می‌آید. در واقع سندبلاست یک فرایند مکانیکی است که برای ایجاد جلوه‌های رنگ پریده بر روی پارچه‌های سنگین مانند پارچه‌های جناعی، جین، کرباس و غیره مناسب است. در این فرایند از پودرهای دانه‌ای بسیار ریز و اکسید آلومینیوم برای سندبلاست پارچه‌های دنیم^{۲۰} استفاده می‌شود. در خلال این فرایند، دانه‌های بسیار ریز اکسید آلومینیوم مخلوط شده با هوای خشک با سرعت بالایی از نازل عبور داده شده و بر روی لباس جین پاشیده می‌شوند و بدین گونه تأثیرات عمل سندبلاست خود را بر روی پارچه نشان می‌دهند. سپس دانه‌های ریز از بخش‌های خاص لباس پاک

گرفته شد، و عملکرد هم‌زمان آنزیم و هیدروسولفیت سدیم در اسکن مشخص گردید.

۵. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج موفق این تحقیق از دید بصری که در صنعت طراحی لباس ارزیابی چشمی کالا بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌توان نتیجه گرفت، برای ایجاد تغییر در کالای جین و افزایش بهره‌وری یک واحد تولیدی، استفاده از دستگاه التراسونیک و کاربرد هم‌زمان آن با سایر روش‌های شستشو می‌تواند ثمربخش باشد. همچنین با توجه به محدودیت‌های ظرف التراسونیک که در حجم‌های مختلف وجود دارد، یک طراح به‌راحتی می‌تواند از این فناوری در خلق ظاهری کهنه و کثیف بر روی کالا که مطابق با مد روز باشد، بهره‌مند گردد.

۶. تشکر و قدردانی:

نویسندگان بر خود لازم می‌دارند از مرکز علمی کاربردی واحد جهاد دانشگاهی کرج البرز که فرصت انجام این تحقیق را فراهم کردند، تشکر نمایند. این تحقیق حاصل کار دانشجویان مقطع کارشناسی در دوره کارورزی است.

می‌گردند و در نهایت فقط جلوه‌های مد روز بر روی لباس جین باقی می‌مانند. پس از سند بلاست، لباس با آنزیم‌ها و نرم‌کننده‌های سیلیکونی شسته می‌شود تا پارچه نرم‌تر شود. به دلیل آسیب سایشی، میزان نخ‌های تار و نخ‌های پود مشاهده شده در هر اینچ پارچه افزایش پیدا می‌کند و به همین دلیل تراکم سطحی پارچه کاهش می‌یابد. علاوه بر این، به دلیل شستشوی آنزیمی و انجام سند پلاست (شن‌شویی)، مقاومت کششی و مقاومت درزهای پارچه کاهش پیدا می‌کند [۹-۱۱]. اما در فرایند التراسونیک سایش ایجاد شده تحت فرکانس و ایجاد موج در دستگاه بر روی کالا ایجاد می‌شود و نسبت به سال‌ها تحقیق که در خصوص فرایند التراسونیک توسط محققین بسیاری صورت گرفته این فناوری با توجه به شواهد علمی موجود گزینه بهتری در خصوص استفاده صنعتی خواهد بود [۱۴-۱۵]. همچنان که در شرایط آزمایش این تحقیق در مدت زمان کوتاهی تسریع عملکرد جین‌شویی دیده شد و با توجه به عدم راحتی اجرای فرایند تولید در برخی از روش‌های نوین، می‌توان بهره کافی از روش التراسونیک در طراحی پارچه جین برد. برای کویتاسیون بهینه باید میزان گازهای محلول در مایع شوینده حداقل باشد. ویسکوزیته اکثر مایعات با افزایش درجه حرارت کاهش می‌یابد [۱۵] که به همین دلیل، در این تحقیق دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد با توجه به جنس پارچه در نظر

۷. مأخذ

- [1] Easson, Michael, Brian Condon, Andres Villalpando, and SeChin Chang, "The application of ultrasound and enzymes in textile processing of greige cotton", *Ultrasonics*, 2018, Vol.84, pp.223-233.
- [2] Khajavi, Ramin, Bita Novinrad, and Amir Kiumarsi, "The effect of ultrasonic on the denim fabric worn out process", *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 2007, Vol.10, no.4, pp.645-648.
- [3] Yachmenev, Val G., Eugene J. Blanchard, and Allan H. Lambert, "Study of the Influence of Ultrasound on Enzymatic Treatment of Cotton Fabric", *Textile Chemist & Colorist & American Dyestuff Reporter*, 1999, Vol.1, no.1.
- [4] Easson, Michael, Brian Condon, Andres Villalpando, and SeChin Chang, "The application of ultrasound and enzymes in textile processing of greige cotton," *Ultrasonics*, 2018, Vol.84, pp.223-233.
- [5] Ben Fraj, Abir, and Boubaker Jaouachi, "Effects of ozone treatment on denim garment properties", *Coloration Technology*, 2021, Vol.137, no.6, pp.678-688.

- [6] Juciene, Milda, Virginijus Vytautas Urbelis, Žaneta Juchnevičienė, Virginija Sacevičienė, and Vaida Dobilaitė, "The influence of laser treatment and industrial washing on denim fabric tension properties", *International Journal of Clothing Science and Technology*, 2018.
- [7] Fuchs, F. John, "Ultrasonic cleaning: Fundamental theory and application", In *NASA. Marshall Space Flight Center, Aerospace Environmental Technology Conference*, 1995.
- [8] Wang, Wei-ming, Bo Yu, and Cheng-jia Zhong, "Use of ultrasonic energy in the enzymatic desizing of cotton fabric", *Journal of Cleaner Production*, 2012, Vol.33, pp.179-182.
- [9] Horrocks, A. Richard, Sara Eivazi, Maram Ayesh, and Baljinder Kandola, "Environmentally sustainable flame retardant surface treatments for textiles: The potential of a novel atmospheric plasma/UV laser technology", *Fibers*, 2018, Vol.6, no.2, p.31.
- [10] Gonçalves, Idalina, Victor Herrero-Yniesta, Iratxe Perales Arce, Monica Escrigas Castañeda, Artur Cavaco-Paulo, and Carla Silva, "Ultrasonic pilot-scale reactor for enzymatic bleaching of cotton fabrics", *Ultrasonics sonochemistry*, 2014, Vol.21, no.4, pp.1535-1543.
- [11] Hao, Longyun, Rui Wang, Kuanjun Fang, and Jingquan Liu, "Ultrasonic effect on the desizing efficiency of α -amylase on starch-sized cotton fabrics", *Carbohydrate polymers*, 2013, Vol.96, no.2, pp.474-480.
- [12] Shi, Wen Qi, Dan Ying Zuo, Yu Bo Chen, and Chang Hai Yi, "Study on chlorine bleaching-washing of denim fabric under ultrasonic conditions", In *Key Engineering Materials*, 2016, Vol.671, pp.202-209. Trans Tech Publications Ltd.
- [13] Shu-zhen, G. A. O., "APPLICATION OF ULTRASONIC WAVE IN ENZYME DISIZING [J]", *Textile Auxiliaries*, 2003, Vol4.
- [14] Yachmenev, Val G., Noëlie R. Bertoniere, and Eugene J. Blanchard, "Intensification of the bio-processing of cotton textiles by combined enzyme/ultrasound treatment", *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 2002, Vol.77, no.5, pp.559-567.
- [15] Kim, Chae Min, Ji Won Yoon, and Dong Gun Lee, "Scientific Investigation on Ultrasonic Washing Efficiency" *APEC Youth Scientist Journal*, 2016, Vol.8, no.1, pp.83-87.

پی نوشت

1. Projectina
2. Levis
3. Leivs Struss
4. Indigo
5. Naphthol
6. Ring Dyeing
7. Effect
8. Old Looking
9. Fashion
10. Ozon Padding
11. Dow Chemical
12. Fujitsu
13. Mettler
14. Without Ultrasonic
15. Ultrasonic
16. Roglyr 97655
17. Rucolase Jex
18. Denilite ITS
19. Sandblast
20. Denim