دریافت مقاله: ۹۵/۰۳/۰۳
پذیرش مقاله: ۹۶/۰۳/۲۰

تهیه نمونه آزمایشگاهی در ترشویی منسوجات تاریخی (پنبه) با تأکید بر ارزیابی میزان، وسعت و یکنواختی آلودگی*

محمدمهدی کریم‌نژاد** مهرناز آزادی بویاغچی*** بهزاد ذوالفقاری****

چکیده

از دغدغه‌های متولیان و محققین مرتبط با منسوجات تاریخی، حفاظت و پاک‌سازی آنها است. به واسطه ساختار و ساختمان این آثار، شناخت بستر، آلودگی و روش‌های مواجه با آن از اهمیت زیادی برخوردار است. در این راستا محققین زیادی طی مطالعه بر روی آلودگی‌های منسوجات تاریخی، آنها را شناسایی، طبقه‌بندی و معرفی کرده‌اند؛ اما برای طراحی مهندسی معکوس و به منظور دست یافتن به نتیجه عملکرد عوامل متغیر، ارزیابی یک شوینده یا مکانیسم شستشو، لازم است آلودگی با ویژگی‌های یکسان در دست باشد. هدف از نوشتن این مقاله، ارزیابی روش‌های متداول انتقال آلودگی و ارائه شیوه‌های مناسب بر روی نمونه آزمایشگاهی است. به این منظور مؤلفه‌های وسعت، میزان و یکنواختی موردنظر است. از این رو با مطالعات کتابخانه‌ای و تحقیقات میدانی و انجام آزمایش‌ها، داده‌های گردآوری‌شده؛ به روش توصیفی و تجربی، تحلیل محتوا و به صورت کمی و کیفی گزارش گردیده است؛ به طوری که سه مؤلفه میزان، وسعت و یکنواختی سطح آلودگی، اندازه‌گیری و بررسی شده‌اند. در فرایند تحقیق، پس از آماده‌سازی پارچه و آلودگی، با بهره‌مندی از شیوه سیلک اسکرین تخت غیر خودکار، آلودگی به پارچه سلولزی، انتقال داده شد که میزان آلودگی نمونه‌ها با محاسبه حجم عبوری توری بکار گرفته‌شده، تعیین گردید. وسعت آلودگی با تهیه استنسیل، مشخص شد و میزان یکنواختی سطح آلودگی به وسیله اسپکتروفتومتر انعکاسی اندازه‌گیری و گزارش گردید. نتایج به دست آمده به صورت کمی در سه مؤلفه مذکور، نشان داد که روش چاپ سیلک اسکرین می‌تواند راه مناسبی برای انتقال آلودگی به سطح پارچه به منظور دست‌یابی به تهیه نمونه‌های یکسان و آماده‌سازی آن برای انجام آزمایش‌های بعدی باشد.

کلیدواژه‌ها: منسوجات تاریخی، پنبه، شستشو، آلودگی، سیلک اسکرین

---

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری محمدمهدی کریم‌نژاد با عنوان کاربرد شوینده‌های طبیعی و سنتی (اشنان، چوبک، باقلا) در چرک زدایی از منسوجات پنبه‌ای تاریخی با روش طرح مرکب مرکزی به راهنمایی دکتر مهرناز آزادی و دکتر بهزاد ذوالفقاری در دانشگاه هنر اصفهان است.

** دانشجوی دکتری رشته مرمت، دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان. mm.karimnejad@gmail.com
*** استادیار، دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان. (نویسنده مسئول) mehrnaz_azadi@yahoo.com
**** استاد، دانشکده داروسازی و علوم دارویی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

آلودگی‌ها و چرک‌ها جزء مواردی هستند که به صورت ناخواسته بر روی بافته‌های تاریخی ایجادشده و موجب زوال و بدمنظر شدن اثر می‌شوند. تاکنون مطالعات زیادی بر روی پاکسازی منسوجات تاریخی در حوزه‌های مختلف در محیط‌های تر یا خشک صورت گرفته است. به واسطه عدم برگشت‌پذیری، اهمیت مطالعه و دقت در این موضوع بیشتر می‌شود (Eastop, 2005). به منظور طراحی آزمایش در این حوزه، در عرصه‌های علمی همچون بهداشت و سلامت و مهندسی شیمی و نساجی، بهره‌مندی از چرک‌های یکسان استاندارد و صنعتی برای سنجش و پایش ابزار، روش و مواد، سال‌هاست که متداول و رایج است؛ اما در حوزه مرمت آثار تاریخی و به ویژه منسوجات، به دلیل شرایط شستشو از قبیل دما، زمان، pH و سیستم شستشو کاربرد چندانی ندارد و از طرفی محدودیت‌هایی از قبیل عدم دسترسی مناسب و قیمت زیاد، پژوهشگران این عرصه را به انتخاب راه‌هایی مجبور می‌کند که ممکن است مطالعه را با مشکل روبرو سازد. از آنجایی که میزان چرک در به‌کارگیری و مقایسه قدرت و میزان تمیزکنندگی شوینده بسیار حائز اهمیت است، به دلیل عدم کنترل میزان چرک و نایکنواختی در انتقال روی نمونه، ممکن است این روش‌ها نتیجه مطالعات را با مشکل روبرو سازد. تهیه نمونه بر اساس روش‌های متداول انتقال آلودگی بر روی نسج، نمونه را با چالش‌هایی از قبیل عدم یکنواختی، وسعت و میزان آلودگی روبرو می‌کند که در طراحی آزمایش و تهیه نمونه‌های مطالعاتی بسیار حائز اهمیت است و مشخص نمودن آنها از ابتدا برای استناد به نتایج به دست آمده ضرورت دارد.

پیشینه تحقیق

مطالعاتی زیادی تاکنون در خصوص انتقال آلودگی، تهیه نمونه، بررسی مواد شوینده و روش‌های شستشو صورت گرفته است. حسین‌بر، در مطالعه خود تحت عنوان بررسی تأثیر کاربرد گیاه بومی آنابازیس در ترشویی ابریشم‌های تاریخی، مقادیری آلودگی را به‌وسیله قلم‌مو بر روی نمونه موردمطالعه انتقال داده است (حسین‌بر، ۱۳۹۳: ۷۷). به منظور ارزیابی کاربرد سدیم لوریل اتر سولفات در شستشوی پارچه‌های پنبه‌ای، در تهیه نمونه‌ها، آلودگی به صورت خشک و نامعین به سطح پارچه انتقال داده شده است (قبادی و همکاران، ۱۳۹۴: ۳۱). در برخی دیگر از مطالعات از محیط‌های مایع برای انتقال آلودگی بهره گرفته‌اند که در این روش میزان و مقدار آلودگی قابل‌کنترل و تکرار آن امکان‌پذیر است، اما با توجه به نوع محلول، خالی از اشکال نیست. جان‌ویلد برای تهیه نمونه، آلودگی را در محیط استون بر روی پارچه انتقال داد (Wild, 2006). ابوالتختی، از محیط گلیسیرین مایع و ذرات دوده و اکسید آهن برای تولید آلودگی روغنی استفاده نمود و برای انتقال به سطح پارچه، از قطره‌چکان برای کنترل مقدار بهره گرفت (ابوالتختی، ۱۳۸۹: ۶۷). آزادی و همکاران در مطالعات خود جهت ایجاد لکه، آلودگی را با استفاده از پیپت به مقدار ۱ سی‌سی و از فاصله ۱ سانتی‌متر به پارچه پنبه‌ای انتقال دادند (Azadi et al, 2013). در تحقیق دیگری در حوزه منسوجات تاریخی به منظور نمونه‌سازی از قطره‌چکان استفاده گردید (صامتی، ۱۳۷۷). در بررسی ارزیابی میزان خود تمیزشوندگی منسوجات عمل شده با تیتانیوم دی‌اکسید، در تمامی موارد میزان آلودگی در کلیه نمونه‌های آزمایشگاهی یکسان و در انتقال آن به روش محلول و با استفاده از قطره‌چکان عمل گردیده است (Karimi et al, 2010; Nazari et al, 2010; Zohoori et al, 2014). در بررسی خواص چندمنظوره بادوام نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید و پلی‌سایلوکسان بر روی پارچه‌های اکرلیک، پس از عمل‌آوری پارچه، لکه به میزان یک قطره و با فاصله ۱/۵ سانتیمتر از سطح نمونه با قطره‌چکان انتقال داده شد (Nazari et al, 2014). در نمونه‌های اخیر حجم و وسعت نمونه‌ها تقریباً کنترل شده است، اما یکنواختی آنها خیر. از این رو همچنان این سؤال باقی است که چگونه می‌توان روش مناسبی برای انتقال آلودگی بر روی نمونه‌های آزمایشگاهی برای منسوجات تاریخی ارائه نمود؟

روش تحقیق

در این تحقیق داده‌های گردآوری‌شده از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و تحقیقات میدانی، از طریق روش تحقیق تجربی، به صورت کمّی، تحلیل محتوا گردید. برای انجام آزمایش‌ها و پیاده‌سازی مطالعات و نمونه‌های در نظر گرفته شده به صورت پیش‌فرض، نیاز به منسوج پنبه‌ای بود که به این منظور پارچه‌ای با مشخصات فنی زیر (جدول ۱) در نظر گرفته شد.

به منظور تهیه و آماده‌سازی آلودگی از مواد و مقادیر زیر که در جدول ذکر گردیده است به عنوان ترکیب نمونه استفاده گردید (لازم به ذکر است این ترکیب می‌تواند با مواد یا استاندارد دیگری جایگزین گردد).

با آماده شدن مواد فوق، برای یکسان‌سازی اندازه ذرات، این مواد از الک ریز (Mesh 200) عبور داده شد و سپس با توجه به مقادیر جدول ۲ کاملاً باهم ترکیب و مخلوط شدند و محصول به صورت پودری به رنگ سیاه و چرب به دست آمد. برای آماده‌سازی خمیر چاپ، این مقادیر بر اساس نسخه‌های چاپ رنگ‌های پیگمنت انتخاب گردیده است (سهی‌زاده،

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳۸۴: ۳۰۱) که به اقتضای شرایط این مقادیر و مواد تعاونی تغییر می‌کند. در طراحی این آزمایش، مطلوب‌ترین ترکیب بر اساس آزمایش‌های اولیه، ترکیب جدول ۳ بود. بر اساس نسخه عمومی خمیر چاپ پیگمنت با استفاده از نفت سفید و آب همراه با مقادیر کمی امولگاتور بی‌رنگ SA ساخت شرکت سایار ایران بر اساس جدول ۳، تهیه و با روش سیلک اسکرین تخت غیر خودکار اجرا گردید.

جدول ۴ مشخصات توری ساخت کشور ایتالیا با نام تجاری Saatilene HITECH که در این تحقیق از آن استفاده گردید را نشان می‌دهد.

پس از تهیه و آماده‌سازی آلودگی، لازم است آن را بر روی پارچه پنبه‌ای انتقال داد. به این منظور، استنسیل با کادر مربع به ابعاد ۲ سانتی‌متر تهیه شد و از روش سیلک اسکرین تخت غیر خودکار، با دو بار حرکت پاروی چاپ، با فشار و سرعت یکنواخت استفاده گردید. نتیجه سه بار تکرار چاپ نمونه در تصویر ۱ قابل‌مشاهده است.

در روش چاپ سیلک اسکرین، میزان حجم آلودگی که در اثر حرکت تیغه چاپ از توری به زمینه منتقل می‌شود برای شماره‌های مختلف توری متفاوت است. در صورت ثابت بودن کلیه پارامترها، این حجم تابعی از درصد سطح آزاد توری و همچنین ضخامت آن است که با داشتن این دو عامل می‌توان حجم نظری چرک را به دست آورد. این حجم مربوط است به حداکثر حجم چرک برای پر کردن سوراخ‌های توری با فرض اینکه دو صفحه صاف، زیر و روی توری چسبیده باشد (تصویر ۲). برای سهولت کار حجم منافذ توری‌های مختلف محاسبه گردیده و با واحد cm3/m2 نشان داده می‌شود که می‌توان آن را به اینچ مکعب بر یارد مربع cu.in/sq.yd تبدیل نمود (آندره، ۱۳۸۳).

سنجش و پایش آلودگی

به منظور اطمینان از یکسان بودن نمونه‌ها و ارزیابی از یکنواختی و میزان پراکندگی آلودگی در مواضع چاپ‌شده، نمونه‌های عمل شده، با دستگاه اسپکتروفتومتر انعکاسی ساخت کشور آلمان مدل BYK در شرکت خضراء یزد مورد آزمایش قرار گرفت. برای سهولت در گزارش نتایج آزمایش، نمونه‌ها با شماره‌های ۱، ۲ و ۳ نام‌گذاری و مشخص گردیدند. در جدول ۵ میانگین مقادیر کمی انعکاس هر سه نمونه در مقابل طول موج‌های مختلف از ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر در سه

جدول ۱. مشخصات فنی پارچه

بافت	تراکم تار	تراکم پود	نمره نخ تار	نمره نخ پود	جنس تار	جنس پود	وزن پارچه	نوع تاب تار	نوع تاب پود
تافته	۳۳	۲۲.۵	Ne۴۰	Ne۳۰	پنبه	پنبه	۹۰ گرم/متر	Z	Z

(نگارندگان)

جدول ۲. ترکیبات چرک تاریخی

ردیف	ماده تشکیل‌دهنده	میزان بر حسب درصد
۱	خزه تورب شده (PM.suli flor هلندی)	۳۸٪
۲	سیمان (سیاه - یزد)	۱۸٪
۳	خاک کائولن	۱۸٪
۴	سیلیکا (Merck)	۱۸٪
۵	روغن معدنی(Nujol)	۲/۶٪
۶	دوده	۵/۱٪
۷	آهن اکسید قرمز (Merck)	۳/۰٪
	جمع	٪۱۰۰

(Wild, 2006)

Archive of SID

www.SID.ir

بار تکرار گزارش گردیده است.به منظور نمایش بهتر نتایج جدول ۵ که مبین میانگین مقادیر کمّی انعکاس نمونه‌ها در طول موج‌های مختلف است، از نمودارهای تطبیقی تصویر ۳ جهت مقایسه نقاط مذکور به صورت نقطه به نقطه، استفاده گردید.

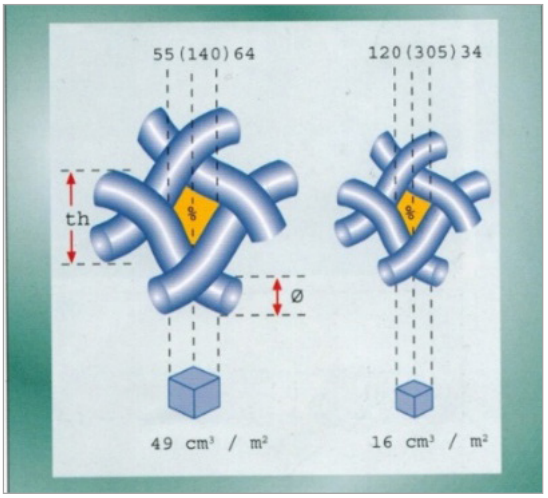
در بررسی دقیق‌تر نمونه‌ها، به لحاظ یکنواختی، میانگین مقادیر مؤلفه‌های رنگی L*، a*، b*، c* و h* و میزان اختلاف بین هر کدام از نمونه‌ها به صورت کمّی و جداگانه در جداول ۶، ۷ و ۸ نشان داده شده است.

در تحلیل‌های اسپکتروفتومتری، محل تقاطع محورهای عمودی و افقی (تصویر ۴)، مکان استاندارد مؤلفه‌های رنگی نمونه شاهد و کادر وسط و محدوده مجاز به لحاظ تشابه نسبت به آن محسوب می‌گردد. نقطه درج‌شده، بیانگر موقعیت مؤلفه‌های رنگی نمونه دیگر نسبت به شاهد پس از تحلیل سیستمی است.

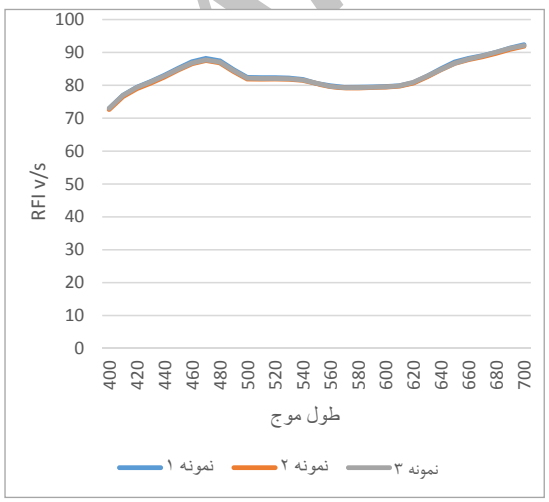
پیشنهاد

می‌توان از این روش با تغییر محتوای خمیر چاپ به ویسکوزیته و غلظت مناسب مواد دست یافت تا آلودگی‌های دیگر با ماهیت غیر روغنی را نیز محاسبه و روی بستر دلخواه انتقال داد.

تصویر ۱. سه آلودگی به دست آمده با روش سیلک اسکرین تخت (نگارندگان)



تصویر ۲. میزان حجم نظری خمیر چاپ در توری سیلک اسکرین (پی‌اسکنز، ۱۳۸۳: ۴۷)



تصویر ۳. انطباق نقاط انعکاس نمونه‌های ۱ و ۲ و ۳ در طول موج‌های مختلف (نگارندگان)

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳. نسخه خمیر چاپ

ردیف	ماده تشکیل‌دهنده	میزان
۱	نفت سفید	٪۸۷
۲	امولگاتور	٪۱
۳	آب	٪۱۱/۵
۴	آلودگی	٪۰/۵
	جمع	٪۱۰۰

(نگارندگان)

جدول ۴. مشخصات فنی توری سیلک اسکرین مورداستفاده

ردیف	Cm	Inch	بافت	جنس	قطر نخ میکرون	اندازه چشمه میکرون	درصد سطح آزاد	ضخامت توری میکرون	حجم نظری Cm3/m2
۱	۶۲	۱۵۸	pw	پلی‌استر	۶۴	۹۰	۳۲	۱۰۶	۳۴

(پی‌اسکنز، ۱۳۸۳: ۱۵)

جدول ۵. نتایج(RFL Reflectance Values) برای هر نمونه

طول موج	میانگین نمونه ۱	میانگین نمونه ۲	میانگین نمونه ۳	طول موج	میانگین نمونه ۱	میانگین نمونه ۲	میانگین نمونه ۳
360	0.000	0.000	0.000	540	81.819	81.495	81.610
370	0.000	0.000	0.000	550	80.583	80.562	80.654
380	0.000	0.000	0.000	560	79.884	79.605	79.667
390	0.000	0.000	0.000	570	79.443	79.187	79.259
400	72.994	72.645	72.983	580	79.417	79.180	79.261
410	76.989	76.575	76.959	590	79.521	79.308	79.383
420	79.427	78.973	79.346	600	79.625	79.435	79.503
430	81.138	80.658	81.024	610	79.897	79.745	79.861
440	83.058	82.531	82.862	620	80.816	80.702	80.916
450	85.213	84.628	84.913	630	82.797	82.617	82.813
460	87.193	86.554	86.796	640	85.057	84.737	84.797
470	88.209	87.535	87.756	650	87.096	86.680	86.707
480	87.462	86.823	87.070	660	88.222	87.827	87.986
490	84.763	84.211	84.497	670	89.033	88.673	88.973
500	82.406	81.912	82.176	680	90.071	89.723	90.084
510	82.332	81.846	82.061	690	91.353	90.967	91.271
520	82.344	81.914	82.071	700	92.354	91.906	92.079
530	82.194	81.825	81.959				

(نگارندگان)

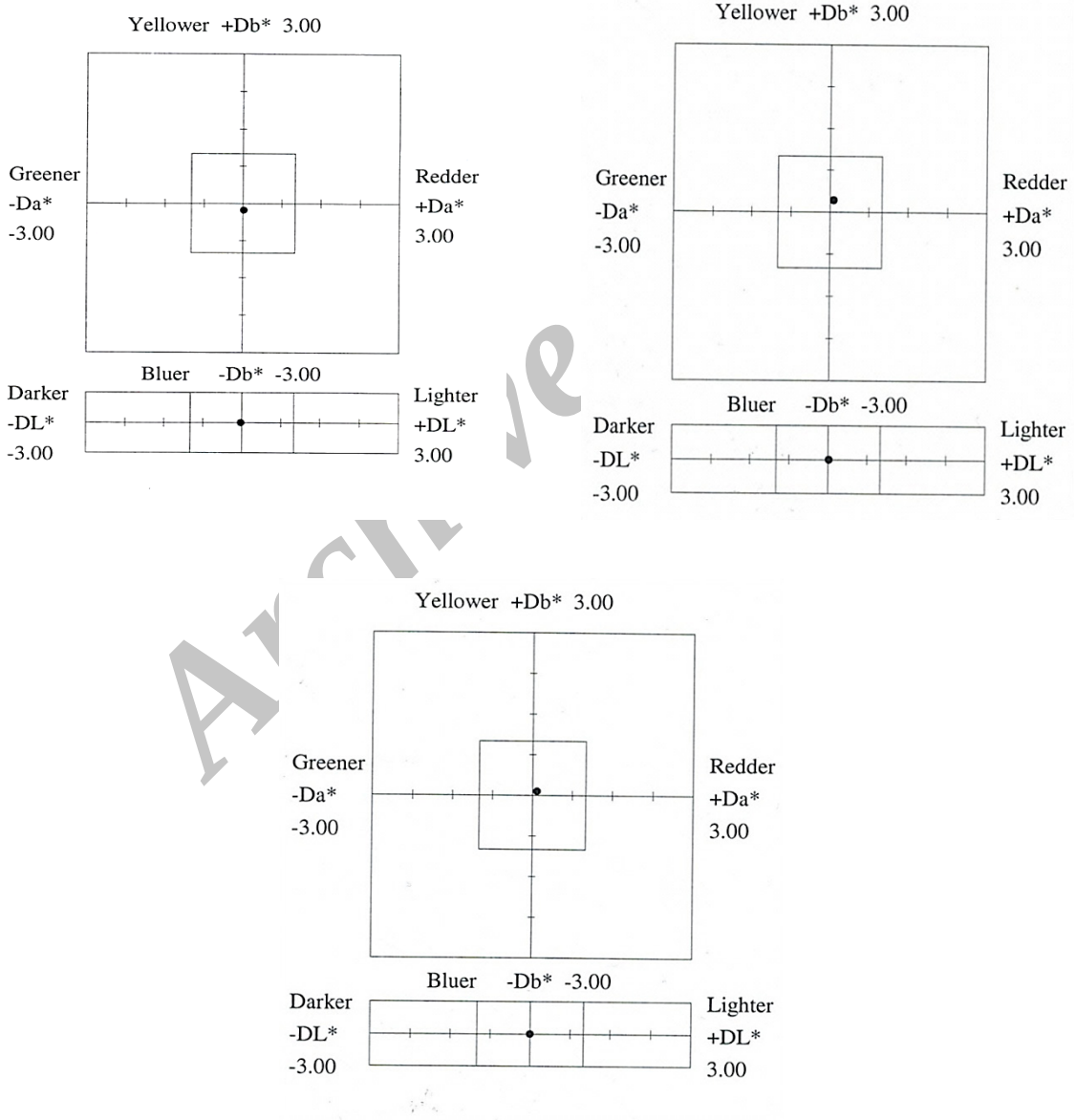
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶. نتایج و تفاوت مؤلفه‌های رنگی بین نمونه‌های ۱ و ۲

فاکتور	نمونه ۱	نمونه ۲	میزان اختلاف	نتیجه
*L	۹۲,۳۸۹	۹۲,۴۰۳	۰,۰۱۴	روشن‌تر
*a	۰,۱۹۸-	۰,۱۳۰-	۰,۰۶۸	قرمزتر
*b	۲,۱۴۰-	۱,۹۳۲-	۰,۲۰۸	زردتر
*c	۲,۱۴۹	۱,۹۳۶	۰,۲۱۳-	کدرتر
*h	۲۶۴,۶۸۰	۲۶۶,۱۱۶	۰,۰۵۱	–

(نگارندگان)



تصویر ۴. بالا راست: موقعیت قرارگیری نمونه ۲ نسبت به نمونه ۱، بالا چپ: موقعیت قرارگیری نمونه ۳ نسبت به نمونه ۱ پایین: موقعیت قرارگیری نمونه ۳ نسبت به نمونه ۲ (نگارندگان)

Archive
www.SID.ir

جدول ۷. نتایج و تفاوت مشخصه‌های رنگی بین نمونه‌های ۱ و ۳

نتیجه	میزان اختلاف	نمونه ۲	نمونه ۱	فاکتور
تیره‌تر	-0.006	92.383	92.389	L*
قرمزتر	0.081	-0.117	-0.198	a*
زردتر	0.075	-2.065	-2.140	b*
کدرتر	-0.081	2.068	2.149	c*
_	0.075	266.722	264.680	h*

(نگارندگان)

جدول ۸. نتایج و تفاوت مشخصه‌های رنگی، بین نمونه‌های ۲ و ۳

نتیجه	میزان اختلاف	نمونه ۲	نمونه ۱	فاکتور
تیره‌تر	-0.021	92.220	920241	L*
قرمزتر	0.015	-0.118	-0.133	a*
آبی‌تر	-0.136	-2.108	-1.972	b*
درخشان‌تر	0.135	2.111	1.976	c*
_	0.023	266.761	266.107	h*

(نگارندگان)

نتیجه‌گیری

با توجه به تأثیر سه متغیر وسعت، میزان و یکنواختی آلودگی در مطالعات آزمایشگاهی، نتایج را می‌توان بدین صورت بیان نمود: وسعت آلودگی معیاری است که در روش‌های متداول ذکرشده، به آن توجه چندانی نشده و یا قابل‌کنترل نیست. در این پژوهش با تهیه استنسیل به شکل مربع در ابعاد ۲ سانتی‌متر، مساحت مواضع چاپ‌شده برای تمامی نمونه‌ها به صورت یکسان و برابر با ۰,۰۰۰۴ مترمربع انتخاب شد. از لحاظ میزان آلودگی، در روش مذکور طی حرکت رفت و برگشت پاروی چاپ و با سرعت و فشار یکسان، میزان مشخصی از حجم آلودگی ($۳۴\ cm^3/m^2$) از توری عبور کرده و به پارچه انتقال داده شد. با توجه به غلظت آلودگی در نسخه خمیر چاپ، میزان حضور آلودگی به صورت کمّی قابل‌محاسبه بود. از طرف دیگر پس از فرآیند چاپ، در طی مرحله خشک شدن، نفت سفید و آب تبخیر و فقط آلودگی باقی ماند که ماهیت رنگی داشت. در این آزمایش با محاسبات صورت گرفته، میزان آلودگی هر نمونه ۰,۰۰۰۱۴ گرم بود. ریز بودن عدد، مبین دقت در اندازه‌گیری است که با روش‌های رایج نمی‌توان این مقدار را به راحتی، اندازه‌گیری و انتقال داد. در صورتی که وسعت و میزان آلودگی از ابتدا در نمونه‌های تهیه‌شده یکسان باشند، در ادامه می‌توان تأثیر متغیرهای وابسته را بررسی و تحلیل نمود. نتایج حاصل از اسپکتروفتومتر انعکاسی، یکنواختی نمونه‌های به دست آمده را تائید نمود. به بیان دیگر با ملاحظه نمودار به صورت نقطه به نقطه، متشابه بودن واکنش انعکاسی هر سه نمونه نسبت به هم در طول موج‌های مختلف مشاهده شد و تقریباً هر سه نمودار بر روی‌هم منطبق شدند. مقادیر میزان اختلاف فاکتورهای L*، a*، b*، c* و h* نزدیک بودن نمونه‌ها را به لحاظ رنگی نشان می‌دهد که بسیار ناچیز است. همچنین تصویر ۳ نه‌تنها قرارگیری اطلاعات به دست آمده از نمونه‌ها را در محدوده مجاز تائید می‌کند، بلکه تشابه و یکنواختی آنها را بسیار نزدیک به نمونه دیگر نشان می‌دهد. لازم به ذکر است چنانچه در جداول و نمودارها مغایرتی دیده شود، می‌توان قسمتی از آن را به حساب خطاهای انسانی و

Archive of SID
www.SID.ir

شرایط آزمایشگاهی گذاشت.با توجه به مباحث مطرح‌شده، روش سیلک اسکرین را می‌توان یک روش مناسب و کم‌هزینه در انتقال آلودگی به بستر موردنظر در تهیه نمونه مطالعاتی به شمار آورد. این روش قادر است نمونه‌هایی در اختیار محققان قرار دهد که تا حد زیادی نسبت به هم در میزان آلودگی، وسعت و یکنواختی تشابه دارند و ضمن تکرارپذیر بودن مراحل تولید، این امکان را فراهم می‌سازد تا پژوهشگر محتوا، وسعت و میزان آلودگی را با توجه به شرایط آزمایشگاهی تعریف نماید.

منابع و مآخذ

- ابوالتختی، حامد. (۱۳۸۹). *بررسی تکمیل کالای فاستونی به منظور بهبود ویژگی‌های سطحی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته شیمی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران.
- پی‌اسکنز، آندره. (۱۳۸۳). **اصول فنی ساخت شابلون تخت برای چاپ سیلک**. ابراهیم سبط (مترجم)، چاپ اول، تهران: بدرقه جاویدان.
- حسین‌بر، زبیده. (۱۳۹۳). *بررسی تأثیر کاربرد گیاه بومی آنابازبس ستیفرا در تر شویی ابریشم تاریخی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته مرمت اشیاء تاریخی فرهنگی، دانشگاه هنر اصفهان.
- سهی‌زاده ابیانه، مرتضی و داوودی رکنابادی، ابوالفضل. (۱۳۸۴). **فراورده‌های چاپ در صنعت نساجی**. جلد دوم، چاپ اول، تهران: آروَن.
- صامتی، مریم. (۱۳۷۷). *اسید زدایی ولکه برنی در بافته‌های قدیمی و بررسی مقاومت فیزیکی آنها*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته مرمت اشیاء تاریخی فرهنگی، دانشگاه هنر اصفهان.
- قبادی، مهری؛ احمدی، حسین؛ مرتضوی، سید مجید و محمدی آچاچلویی، محسن. (۱۳۹۴). ارزیابی کاربرد سدیم لوریل اتر سولفات در شستشوی پارچه‌های پنبه‌ای تاریخی با استفاده از نمونه‌های پیرشده تسریعی. **مرمت و معماری**

- Aslanidou, D.; Tsioptsias, C. & Panayiotou, C. (2013). A Novel Approach for Textile Cleaning Based on Supercritical CO 2 and Pickering Emulsions. **Journal of Supercritical Fluids**, 83-93.
- Azadi M.; Zolfaghari B. & Karimnejad M. (2013). **Optimization of Cleaning Condition of Historic Textiles Based on Iranian Ancient Texts**. Malaysia. 11th – 12th November.
- Eastop, D. (2005). **Chemical Principles of Textile Conservation**. London: Butterworth-Heinemann.
- Ahmed, H. E. & Ziddan, Y. E. (20011). A new approach for conservation treatment of a silk textile in Islamic Art Museum. **Journal of Cultural Heritage**, 412-419.
- karimi, L.; Mirjalili, M.; Yazdanshenas, M. & Nazari, A. (2010). Effect of Nano TiO2 on Self-cleaning Property of Cross-linking Cotton Fabric with Succinic Acid under UV Irradiation. **Photochemistry and Photobiology**, (86), 1030–1037.
- Murrells, C. M.; Tao, X. M.; Xu, B. G.; & Cheng, K. P. S. (2009). An Artificial Neural Network Model for the Prediction of Spirality of Fully Relaxed Single Jersey Fabrics. **Textile Research Journal**, 227-234.
- Nazari, A. & Montazer. M. M. (2011). Self- cleaning properties of bleached and cat ionized cotton using nanoTIO2: A statistical approach. **Carbohydrate Polymers**, (83), 1119-1127.
- Nazari, A. & Montazer, M. (2014). Durable Multifunctional Properties on Acrylic Fabric Using Nano TiO2 and Polysiloxane. **Fibers and Polymers**, 15 (4), 698-706.
- Wild, J. (2006). Experimental Work Comparing the Performance of Wash Bath Additives Used in the Aqueous Immersion Cleaning of a Series of Standard Soiled Fabrics. **AICCM TEXTILE SYMPOSIUM**.

Archive of SID

www.SID.ir

- Zohoori, S.; Karimi, L. Nazari A. (2014). Photocatalytic Self-cleaning Synergism Optimization of Cotton Fabric using Nano SrTiO3 and Nano TiO2. **FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe**, (104), 91-95.

Archive of SID

www.SID.ir