



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۲۸۵۱

چاپ اول

۱۳۹۹

INSO

22851

1st Edition

2020

Modification of:
ASTM E 3025:
2016

فناوری نانو - رهیافت‌های ترتیبی برای
آشکارسازی و مشخصه‌یابی نانومواد نقره
در منسوجات - راهنما

Nanotechnologies –Tiered approaches
for detection and characterization of
silver nanomaterials in textiles- Guide

ICS: 07.030.01

استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۸۵۱ (چاپ اول): سال ۱۳۹۹

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروسازوکار (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« فناوری نانو- رهیافت‌های ترتیبی برای شناسایی و مشخصه‌یابی نانومواد نقره در منسوجات-
راهنما»

رئیس:

میر کاظمی، سید محمد
(دکتری مواد و متالوژی)

سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیئت علمی- دانشکده مواد و متالوژی دانشگاه علم و
صنعت

دبیر:

ملک نیا، لاله
(دکتری مهندسی نساجی- شیمی علوم الیاف)

عضو هیئت علمی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب-
مدیر کل کانون‌های دانشگاه، صنعت و جامعه دانشگاه آزاد
اسلامی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسلامی‌پور، الهه

(کارشناسی ارشد زیست‌شناسی)

اکبری بنگر، رضا

(دکتری مهندسی نساجی- تکنولوژی)

چیدری فرد، غزاله

(دکتری مهندسی نساجی- شیمی علوم الیاف)

دباغ کاشانی، فاطمه

(دکتری فیزیک)

سیفی، مهوش

(کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)

میرزاجانی، فاطمه

(دکتری فیتوشیمی)

ورسه‌ای، مهدی

(دکتری مهندسی نساجی)

نایب رئیس - کمیته فنی متناظر فناوری نانو ISIRI/TC 229

عضو هیئت علمی- دانشگاه شهیدبهبشتی- مرکز تحقیقات
پروتئین

عضو هیئت علمی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

ویراستار:

سیفی، مهوش

(کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)

سمت و/یا محل اشتغال:

نایب رئیس - کمیته فنی متناظر فناوری نانو ISIRI/TC 229



فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۱-۳ تعاریف
۵	۲-۳ تعریف اصطلاحات خاص برای این استاندارد
۶	۴ اهمیت و کاربرد
۸	۵ مواد و / یا واکنشگرها
۸	۶ رهیافت ترتیبی
۹	۷ نمونه‌برداری
۱۱	۸ آشکارسازی
۱۵	۹ مشخصه‌یابی
۱۸	۱۰ گزارش
۲۰	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) مفادی برای اندازه‌گیری نقره در منسوجات
۲۵	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) روش‌های آنالیزی برای شناسایی و مشخصه‌یابی نقره در منسوجات
۲۸	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال‌شده در متن در مقایسه با منبع
۳۰	کتاب نامه



پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری نانو- رهیافت‌های ترتیبی برای شناسایی و مشخصه‌یابی نانومواد نقره در منسوجات- راهنما» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره‌شده در مورد پ، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در نودمین اجلاس کمیته ملی استاندارد فناوری نانو مورخ ۱۳۹۹/۰۷/۲۳ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد زیر به روش «ترجمه تغییر یافته» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی همراه با اعمال تغییرات با توجه به مقتضیات کشور است:

ASTM E 3025: 2016, Nanotechnology - Standard guide for tiered approach to detection and characterization of silver nanomaterials in textiles



فناوری نانو- رهیافت‌های ترتیبی برای شناسایی و مشخصه‌یابی نانومواد نقره در

منسوجات - راهنما

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد ارائه نحوه استفاده از رهیافت‌های ترتیبی برای شناسایی و مشخصه‌یابی نانومواد نقره در منسوجات مصرفی ساخته‌شده از هرگونه ترکیبی از الیاف مصنوعی و طبیعی است.

۲-۱ این استاندارد پارچه‌ها^۱ و اجزای آن مانند الیاف و نخ مورد استفاده در ساخت و تولید منسوجات مصرفی دارای نانومواد بر پایه نقره را پوشش می‌دهد (به این موارد محدود نمی‌شود). این استاندارد برای آنالیز نانومواد نقره موجود در ماتریس منسوجات غیرمصرفی و پوشش‌های نقره لایه نازک با فقط یک بعد در مقیاس نانو کاربرد ندارد.

۳-۱ این استاندارد به‌عنوان منبع به‌منظور استفاده توسط سازندگان، تولیدکنندگان، آنالیزکنندگان، سیاست‌گذاران، تنظیم‌کنندگان مقررات و سایر افراد مرتبط با منسوجات تدوین شده‌است.

۴-۱ مفاد این استاندارد به‌طور ویژه برای اندازه‌گیری نانومواد نقره ارائه شده‌است. هر چند که رهیافت ساختاریافته بیان‌شده در این استاندارد برای سایر نانومواد مورد استفاده برای اصلاح و عمل‌آوری منسوجات کاربرد دارد.

۵-۱ مقادیر بیان‌شده در سیستم بین‌المللی یکاها (SI)، به‌عنوان مبنا در نظر گرفته شده‌اند. واحدهای اندازه‌گیری دیگر در شمول این استاندارد نیستند.

۶-۱ این استاندارد همه ملاحظات ایمنی را (در صورت وجود هرگونه ملاحظات در استفاده از آن)، پوشش نمی‌دهد. مسئولیت کاربر این استاندارد است که اقدامات ایمنی و بهداشتی مناسب را رعایت کرده و قابلیت اجرای محدودیت‌های نظارتی را قبل از استفاده، تعیین کند.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به آن‌ها ارجاع شده‌است.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مواردی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربری این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵، فناوری نانو واژه نامه- قسمت اول: اصطلاحات اصلی

2-2 ISO 10136-1, Glass and glassware - Analysis of extract solutions - Part 1: Determination of silicon dioxide by molecular absorption spectrometry

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۶۵۵: سال ۱۳۸۳، شیشه و شیشه‌آلات - تجزیه محلول‌های استخراجی - قسمت اول: اندازه‌گیری دی‌اکسیدسیلیسیم (سیلیس)- روش طیف‌سنجی جذب مولکولی، با استفاده از استاندارد ISO 10136-1: 1993 تدوین شده است

2-3 ISO 16140, Microbiology of the food chain - Method validation - Part 2: Protocol for the validation of alternative (proprietary) methods against a reference method

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۰۵۷۲: سال ۱۳۹۶، میکروبیولوژی زنجیره غذایی- صحه‌گذاری روش‌ها- قسمت: ۲ پروتکل صحه‌گذاری روش جایگزین (اختصاصی) در برابر روش مرجع، با استفاده از استاندارد ISO 16140: 2016 تدوین شده است

2-4 ISO/TR 18196, Nanotechnologies - Measurement technique matrix for the haracterization of nano-objects

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۶۱۱: سال ۱۳۹۶، فناوری نانو- ماتریس روش اندازه‌گیری برای مشخصه‌یابی نانو اشیاء، با استفاده از استاندارد ISO/TR 18196: 2016 تدوین شده است.

2-5 ISO/IEC Guide 99, International Vocabulary of Metrology- Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM)

2-6 ASTM D 123, Standard Terminology Relating to Textiles

2-7 ASTM D 6413, Standard Test Method for Flame Resistance of Textiles (Vertical Test)

2-8 AATCC 135, Dimensional Changes of Fabrics after Home Laundering

۳ اصطلاحات و تعاریف

۱-۳ تعاریف

برای تعاریف بیشتر مرتبط به فناوری نانو، به استاندارد ملی ایران-ایزو شماره ۸۰۰۰۴-۱، برای تعاریف بیشتر مربوط به منسوجات به واژه‌نامه ASTM D123، و برای تعاریف بیشتر مرتبط به اندازه‌گیری، به راهنمای ISO/IEC 99 مراجعه شود.

۱-۱-۳

آنالیت

analyte

عنصر یا جزئی که اندازه‌گیری می‌شود.

[منبع: استاندارد ASTM D 123]

۲-۱-۳

محصول منسوج مصرفی

consumer textile product

محصولی در حوزه نساجی که به‌منظور برآورده کردن خواسته‌ها و نیازهای بشر در نظر گرفته شده‌است.

۳-۱-۳

الیاف ساخته‌شده (مصنوعی)

manufactured fiber

نام طبقه‌ای برای جنس‌های مختلف رشته، فتیله (تانه) یا الیاف کوتاه^۱ تولیدشده از مواد تشکیل‌دهنده لیف که ممکن است شامل (۱) پلیمرهای سنتزی از ترکیبات شیمیایی، (۲) عمل‌آوری یا تبدیل پلیمرهای طبیعی و یا (۳) شیشه باشند.

۴-۱-۳

اندازه‌ده

measurand

1- Staple fiber

کمیت موردنظر برای اندازه‌گیری است.

یادآوری ۱- تعیین مشخصات یک اندازه‌دهه مستلزم آگاهی از نوع کمیت، توصیف وضعیت پدیده، جسم یا ماده حامل کمیت، هر یک از مولفه‌های مربوط و موجود شیمیایی دخیل است.

یادآوری ۲- در استانداردهای IES 60050-300: 2001 و ویرایش دوم VIM^۱، اندازه‌دهه به‌صورت «کمیت ویژه‌ای که اندازه‌گیری می‌شود» تعریف شده‌است.

یادآوری ۳- اندازه‌گیری شامل سامانه اندازه‌گیری و شرایطی است که تحت آن اندازه‌گیری انجام می‌شود و ممکن است پدیده، جسم یا ماده را به‌گونه‌ای تغییر دهد که کمیت مورد اندازه‌گیری با اندازه‌دهه تعریف شده، اختلاف پیدا کند. در چنین موردی، اعمال اصلاح ضروری است.

مثال: طول یک میله فولادی در تعادل با دمای ۲۳ درجه سلسیوس با طول آن در دمای مشخص ۲۰ درجه سلسیوس (که اندازه‌دهه است)، اختلاف دارد. در چنین مواردی، اعمال اصلاح ضروری است.

یادآوری ۴- در شیمی، آنالیت یا نام یک ماده یا ترکیب، واژه‌هایی است که گاهی اوقات برای «اندازه‌دهه» استفاده می‌شود. استفاده از این واژه‌ها اشتباه است زیرا به کمیت‌ها اشاره نمی‌کند.

[منبع: زیربند ۳-۲-۳، استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۲۵۸: سال ۱۳۹۵]

۵-۱-۳

نانوماده

nanomaterial

ماده‌ای که هر بعد خارجی آن نانومقیاس است یا ساختار داخلی یا ساختار سطحی آن نانومقیاس است.

یادآوری ۱- این اصطلاح عمومی شامل نانوشیء و ماده نانو ساختار است.

یادآوری ۲- نانوماده مهندسی‌شده، نانوماده ساخته‌شده و نانوماده تصادفی نیز مشاهده شوند.

[منبع: زیربند ۲-۴، استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۶-۱-۳

نانومقیاس

nanoscale

گستره اندازه تقریباً بین ۱ nm تا ۱۰۰ nm است.

1- International Vocabulary of Metrology

یادآوری - خواصی که از اندازه‌های بزرگ‌تر، برون‌یابی نمی‌شوند، غالباً در این گستره نشان داده می‌شوند.

[منبع: زیربند ۱-۲، استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۸۰۰۰۴-۱: سال ۱۳۹۵]

۷-۱-۳

لیف طبیعی

natural fiber

نام طبقه‌ای برای جنس‌های مختلف الیاف (از جمله رشته‌ها)^۱ (۱) حیوانی (۲) معدنی و یا (۳) منشاء گیاهی است.

[منبع: استاندارد ASTM D 123]

۸-۱-۳

روش کیفی

qualitative method

روش آنالیزی است که در نتیجه آن آنالیت به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم در مقدار معینی از نمونه خاص شناسایی می‌شود و/یا نمی‌شود.

[منبع: استاندارد ISO 16140]

۹-۱-۳

روش کمی

quantitative method

یک روش آنالیز است که پاسخ آن مقدار آنالیت اندازه‌گیری‌شده به‌طور مستقیم (شمارش در یک توده یا یک حجم) یا غیرمستقیم (امپدانس (رهبندی)، جذب رنگ)، در مقدار معینی از نمونه است.

[منبع: استاندارد ISO 16140]

۱۰-۱-۳

منسوج

textile

1- Filaments

اصطلاح کلی برای الیاف، واسطه‌های نخ^۱، پارچه‌ها و محصولات است که همه خصوصیات استحکام، انعطاف‌پذیری و دیگر خواص معمول الیاف یا رشته‌های اصلی را حفظ می‌کند.

[منبع: استاندارد ASTM D 123]

۲-۳ تعریف اصطلاحات خاص برای این استاندارد

۱-۲-۳

مشخصه‌یابی

characterization

شناسایی و کمی‌سازی مقدار یک یا چند خاصیت شیمیایی یا فیزیکی آنالیت است.

۲-۲-۳

آشکارسازی

detection

تشخیص کیفی حضور آنالیت هدف در یک نمونه است.

۳-۲-۳

نقره

silver

عنصری با عدد اتمی ۴۷ که می‌تواند به شکل یون، فلزی یا فلز صفر ظرفیتی (Ag^0)، آلیاژ، اکسید، ترکیبات نمکی، و یا ترکیبی از همه این‌ها وجود داشته باشد.

۴ اهمیت و کاربرد

۱-۴ الیاف طبیعی و ساخته‌شده (مصنوعی) که می‌تواند با ترکیبات شیمیایی به‌منظور افزایش خواص ضد میکروبی (قارچ، باکتری، ویروس) عمل‌آوری شود. در برخی موارد، نانومواد نقره ممکن است به‌منظور عمل‌آوری الیاف منسوج استفاده شود [1]. نانومواد نقره به‌منظور عمل‌آوری طیف گسترده‌ای از محصولات منسوج مصرفی شامل انواع مختلفی از لباس‌ها، پوشاک اولیه (پیراهن، شلوار)، لباس بیرونی (دستکش، ژاکت)، لباس داخلی (جوراب، لباس زیر)، لباس کودکان (لباس خواب)؛ اسباب‌بازی‌های پارچه‌ای کودکان، حوله‌های

1- Yarn intermediates

حمام و کالای خواب (ملافه، بالش) و وسایل پزشکی (زخم‌پوش‌ها) استفاده می‌شود، اما محدود به این موارد نیست [2].

۲-۴ شکل‌های^۱ مختلف فیزیکی و شیمیایی از نقره وجود دارد که برای عمل‌آوری منسوجات استفاده می‌شود و یک مرور کلی درباره این موضوع در پیوست الف ارائه شده است.

۳-۴ چندین روش کاربردی برای شناسایی و مشخصه‌یابی در پیوست ب فهرست و شرح داده شده است که کاربران این استاندارد می‌توانند سازگاری روش خاصی را برای منسوج ویژه و نیاز اندازه‌گیری نقره درک کنند.

۴-۴ دلایل متفاوت زیادی برای سنجش نانومواد نقره در منسوجات در هر زمان از چرخه عمر محصول وجود دارد. به‌عنوان مثال، یک تولیدکننده ممکن است بخواهد صحت‌گذاری کند که یک منسوج ویژگی‌های کنترل-کیفی داخلی را برآورده کرده است و یا ممکن است یک تنظیم‌کننده مقررات بخواهد از خواص نانومواد نقره استفاده‌شده برای تولید یک محصول نساجی مصرفی تحت نظارت خود یا کمیت نانومواد نقره که به‌طور بالقوه برای رهایش از منسوج عمل‌آوری‌شده حین فرایند شستشو در دسترس است، اطلاع یابد. صرف‌نظر از یک دلیل خاص، یک رهیافت ساختاریافته برای شناسایی و مشخصه‌یابی وجود نانومواد نقره در منسوج، اندازه‌گیری‌ها و مقایسه داده را تسهیل می‌کند.

۵-۴ رهیافت ارائه‌شده در این استاندارد (به شکل ۱ مراجعه شود) شامل سه مرحله متوالی است: فراهم آوردن یک نمونه منسوج (بند ۷)، شناسایی نانوماده نقره (بند ۸)، و مشخصه‌یابی نانوماده نقره (بند ۹). اگر با استفاده از روش‌های آنالیز مناسب (مناسب برای هدف) هیچ شکلی از نقره در نمونه منسوج شناسایی نشود، می‌توان آزمون را خاتمه داد. در صورتی که نقره در منسوج شناسایی شود اما در شکل نانومقیاس نباشد، منسوج به‌عنوان ماده توده^۲ عمل‌آوری می‌شود؛ هرچند که هنوز ممکن است پتانسیل رهایش یون‌های نقره‌ای که تبدیل به ذرات حاوی نقره نانومقیاس شده‌اند، وجود داشته باشد. اگر نقره در شکل نانومقیاس شناسایی شود، می‌توان نتیجه گرفت که نانوماده نقره در نمونه منسوج وجود دارد و می‌توان اندازه‌گیری‌های بعدی را برای مشخصه‌یابی خواص فیزیکی و شیمیایی آن انجام داد.

۶-۴ روش‌های بی‌شماری برای شناسایی و مشخصه‌یابی نانومواد نقره در منسوجات در دسترس است که ممکن است باعث سردرگمی بسیاری از افراد شود که در صدد توسعه راهبرد آنالیز و انتخاب روش‌های مناسب هستند.

1- Forms

1- Bulk

برخی از روش‌ها فقط در مورد شکل‌های شیمیایی خاصی از نقره اجزاشدنی هستند و همه آن‌ها با توجه به اندازه‌ده، بازه محدودی از قابلیت اجرا را دارند. روش منفرد مناسبی وجود ندارد که هم نانومواد نقره را به‌طور کامل در منسوجات شناسایی و هم آن‌ها را مشخصه‌یابی کند. به‌این‌ترتیب، در این استاندارد تلاش براین است که یک رهیافت ترتیبی از روش‌های اندازه‌گیری در دسترس تجاری شرح داده‌شود، به‌گونه‌ای که سازندگان، تولیدکنندگان، آنالیزکنندگان، سیاست‌گذاران، تنظیم‌کنندگان مقررات و سایرین بتوانند انتخابی آگاهانه و مناسب برای سنجش نانومواد نقره در منسوجات در چارچوبی استانداردسازی‌شده داشته باشند. کاربر توجه داشته باشد که این استاندارد ادعایی مبنی بر همه ملاحظات موجود برای آنالیز منسوج ندارد و ممکن است برای همه موقعیت‌ها مناسب نباشد. در این موارد، قضاوت حرفه‌ای ضروری است.

۷-۴ در این استاندارد سعی براین است که یک رهیافت ترتیبی برای تعیین روش اجرایی موثر و اثربخش برای شناسایی و مشخصه‌یابی نقره در منسوجات به‌منظور تعیین اینکه آیا نانوماده نقره موجود است یا خیر، ارائه شود. این رهیافت ترتیبی همچنین ممکن است برای تعیین اینکه آیا اندازه‌ده گزارش‌شده برای نانومواد نقره در منسوج به روش مناسب و هدفمند به‌دست آمده‌است یا خیر، مورد استفاده قرارگیرد.

۸-۴ اندازه‌گیری بسیاری از خواص ماده به روش وابسته است. به‌عنوان مثال، هنگام مقایسه داده‌ها برای اندازه‌ده‌های یکسان از دستگاه‌هایی که براساس اصول مختلف شیمیایی و فیزیکی یا بازه‌های اندازه‌گیری مختلف عمل می‌کنند، احتیاط لازم است.

۹-۴ از آنجا که فلز نقره یا ترکیبات نقره می‌تواند با اکسیژن و دیگر عامل‌های فعال اکسایش-کاهش حاضر در محیط‌زیست واکنش دهد تا گونه‌های یونی^۱ قابل حل شکل گیرد، مقدار نقره در منسوج تمایل به کاهش در طی زمان دارد. این یون‌ها در تماس با رطوبت (به‌عنوان مثال، رطوبت محیط، شستشو، عرق بدن، باران و یا منابع دیگر) رها می‌شوند. همانگونه که در پیوست ب توضیح داده شده‌است، رهائش گونه‌های نقره یونی ممکن است با نرخ‌های مختلفی اتفاق بیفتد که به بسیاری از مشخصات از جمله ماهیت شیمیایی، مساحت سطح، بلورینگی و شکل منبع نقره و همچنین جایی که نقره در منسوج استفاده می‌شود (روی سطح لیف، در حجم لیف و موارد دیگر) و اینکه به چه شکلی نقره بر منسوج اعمال می‌شود (ذرات گسسته، با حامل و موارد دیگر) بستگی دارد. از این‌رو، اگر نقره در منسوج شناسایی و خواص آن مشخصه‌یابی شود، نتیجه فقط می‌تواند نشانگر آن لحظه در چرخه عمر کالا باشد و برای نگاشتن استنباط‌های زمانی از نتایج توجه زیادی لازم است.

1- Ionic species

۱۰-۴ گردآوری منسوج، انبارش، جابه‌جایی و آماده‌سازی آن نیز می‌تواند نتایج گزارش‌شده را تحت‌تاثیر قرار دهد.

۵ مواد و / یا واکنشگرها

خلوص واکنشگرها- توصیه می‌شود واکنشگرهایی با درجه خلوص بالا، در همه آزمون‌ها استفاده شود [7]. در صورتی که درجه‌های خلوص دیگر نیز ممکن است مورد استفاده قرار گیرند، شرط آن این است که در ابتدا مشخص شود که واکنشگر از خلوص به‌اندازه کافی بالا برخوردار است، تا استفاده آن را بدون کاهش دقت مجاز کند.

۶ رهیافت ترتیبی

۱-۶ رهیافت ترتیبی یک راهبرد مقرون به‌صرفه است که به‌صورت پیش‌رونده از دستگاه تخصصی‌تر استفاده می‌کند تا مشخص کند که نقره در یک منسوج وجود دارد یا خیر و خواص فیزیکی و شیمیایی آن را اندازه‌گیری کند (به شکل ۱ مراجعه شود) [3].

۲-۶ در ابتدا، از یک روش کارآمد^۱ آنالیز توده برای شناسایی کیفی نقره صرف‌نظر از شکل (به عنوان مثال، Ag° $AgCl$) یا اندازه در آزمون منسوج استفاده می‌شود.

۳-۶ اگر نقره در آزمون منسوج آشکارسازی شود، اندازه‌گیری‌های اضافی برای تعیین اینکه آیا این نانوماده نقره است، انجام می‌شود.

۴-۶ توصیه می‌شود نتایج حاصل از این اندازه‌گیری‌ها اطلاعات کافی را برای کاربر فراهم کند تا تصمیم بگیرد که آیا نانوماده نقره در منسوج وجود دارد یا ندارد.

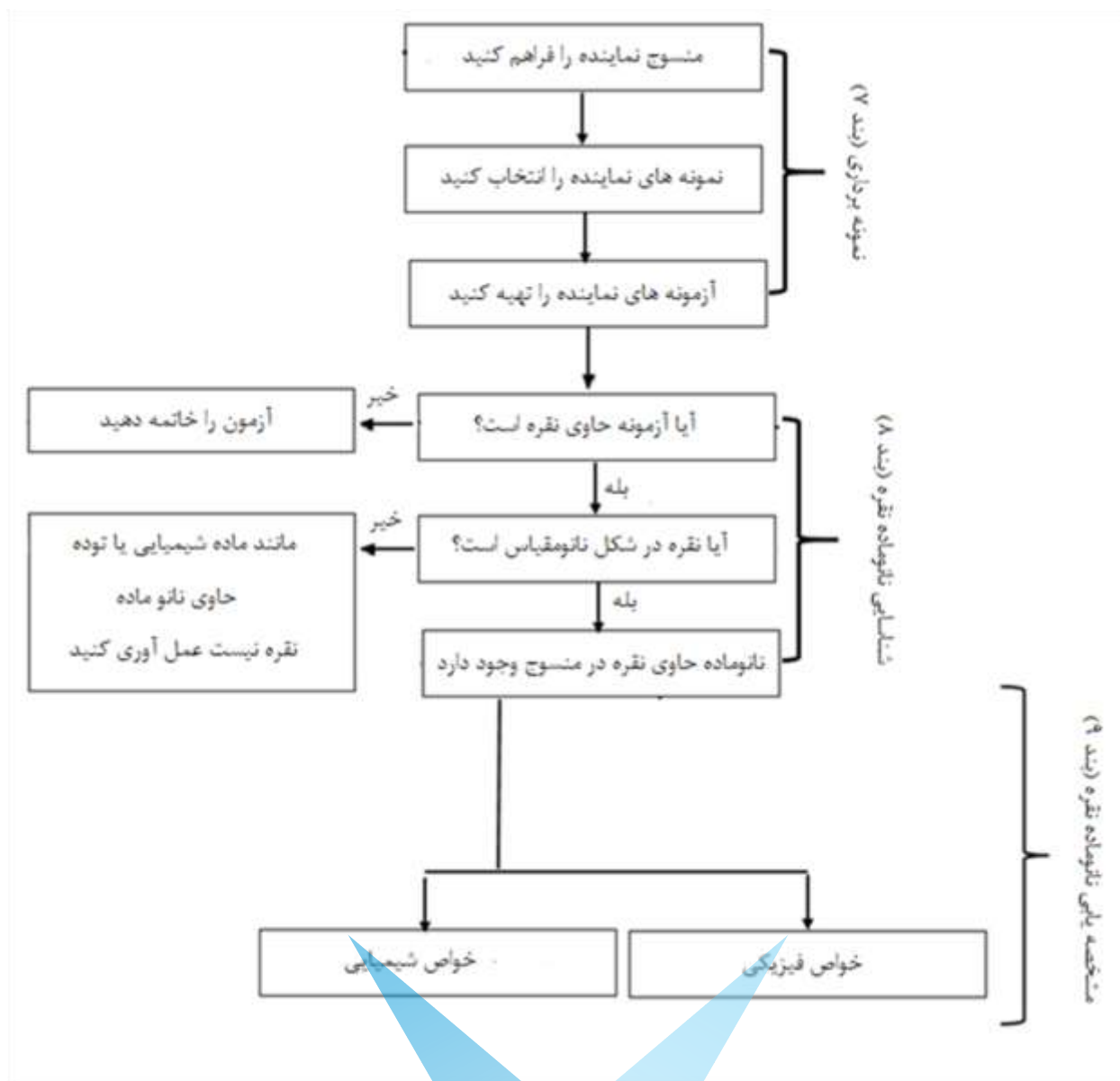
۵-۶ اگر نانوماده نقره در منسوج موجود باشد، از روش‌های مکمل و تاییدی برای مشخصه‌یابی خواص فیزیکی و شیمیایی آن استفاده می‌شود.

۷ نمونه‌برداری

۱-۷ نخستین گام در رهیافت ترتیبی فراهم ساختن منسوجی است که نماینده مرحله چرخه عمری باشد که برای آن با استفاده از راهبرد نمونه‌برداری مناسب برای اندازه‌گیری، نیاز است (شکل ۱). بسته به نیاز کاربر به

1- Robust bulk analytical technique

اندازه‌گیری ویژه، یک منسوج ممکن است از مرحله فراوری ساخت پارچه، مرحله عمل‌آوری تکمیل، کالای تکمیل‌شده^۱ یا محصول نهایی یا هر بخش دیگری از چرخه عمر آن فراهم شود. توصیه می‌شود برای فراهم آوردن نخ‌ها، اجزای تزئینی و دیگر اجزای مورد استفاده برای هم‌گذاری (مونتاژ) یک منسوج، ملاحظات لازم در نظر گرفته شود. توصیه می‌شود که طرح نمونه‌برداری برای هدف مورد نظر آن مناسب باشد و به اندازه کافی مطلوب^۲ باشد تا تغییرات مورد نیاز یا ویژه برای یک ماده ناهمگن را ارائه دهد.



2- Finished lot

3- Good

شکل ۱ - رهیافت ترتیبی برای تعیین این که آیا منسوج حاوی نانومواد نقره است یا خیر

۲-۷ به محض فراهم آوردن، نیاز است تعداد مطلوب نمونه‌های نماینده با استفاده از یک راهبرد نمونه‌برداری مناسب که نواحی حاوی نانومواد نقره را پوشش می‌دهد، از منسوج برش داده شود. در صورت فقدان دانش در مورد نحوه توزیع نقره در منسوج، یک رهیافت محافظه‌کارانه این است که فرض شود که نقره به صورت ناهمگن توزیع شده است، مگر اینکه غیر از این اثبات شود. اگر توزیع نقره در یک منسوج شناخته شده باشد یا فرض شود که همگن است، توصیه می‌شود کاربر با استفاده از برخی شکل‌های نمونه‌برداری تصادفی که توزیع اندازه‌گیری را برای نیازهای ویژه خود شرح می‌دهد، نمونه‌ها را برش دهد تا این تغییرات را در برگیرد. یک محاسبه کارآمد می‌تواند به منظور تخمین تعداد نمونه‌های مورد نیاز برای دستیابی به سطح مطلوب دقت مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۲-۷ مکان‌ها و ابعاد نمونه‌ها نیز بستگی به اندازه کالای منسوج ویژه دارد، ممکن است آن‌ها از بخشی از یک منسوج بزرگ (به عنوان مثال ملحفه‌ها و روبالشی‌ها، شلوارها) بریده شوند یا ممکن است کل یک منسوج برای کالای کوچک‌تر (به عنوان مثال انگشت یا کف یک دستکش) برش داده شود.

۳-۷ در نهایت، تعداد مطلوب از آزمون‌ها از هر نمونه نماینده بریده می‌شوند. اگر توزیع نقره در یک منسوج شناخته شده باشد یا اینکه بتواند ناهمگن باشد، توصیه می‌شود آزمون‌ها از نقاط مختلفی از نمونه‌ها بریده شوند تا تغییر پذیری را پوشش دهد. مکان‌ها و ابعاد آزمون‌ها به نمونه منسوج ویژه بستگی دارد.

یادآوری - اگر توزیع نقره در منسوج همگن شناخته شده باشد، نمونه‌های نماینده (و آزمون‌ها) می‌توانند از هر محلی از کالا بریده شوند. برای مثال از مکان‌های مختلف در عرض منسوج.

۴-۷ مثال‌هایی از مجموعه منسوج، نمونه و آزمون برای فرایندهایی که چرخه عمر کالا را دربرمی‌گیرد، در روش‌های آزمون AATCC 135 و ASTM D 6413 شرح داده شده است.

۵-۷ توصیه می‌شود منسوجات، نمونه‌ها و آزمون‌ها به شیوه‌ای انبار شوند که خواص نقره موجود در آن‌ها تغییر نکند و اهداف جمع‌آوری داده مورد نظر بالقوه سوگیری نشود. ملاحظات انبارش شامل دما، رطوبت نسبی، مواجهه با نور مستقیم خورشید و جو هستند، اما تنها محدود به این موارد نمی‌شوند.

۸ آشکارسازی

۱-۸ تعیین کیفی نقره در آزمون‌های آماده شده می‌تواند شامل روش‌های اندازه‌گیری مستقیم یا غیرمستقیم یا هردو باشد. در ابتدا توصیه می‌شود آزمون‌ها با استفاده از روش‌های آنالیز توده قوی که ترجیحاً با قابلیت شناسایی نقره با توان عملیاتی بالا باشند، اندازه‌گیری شوند (برای مثال‌ها به پیوست ب مراجعه شود). در این

مرحله، نیازی به اندازه‌گیری‌های نقره با استفاده از روش‌های کمی نیست و نیازی به تفاوت قائل شدن بین شکل‌ها نیست.

۸-۱-۱ اگر هیچ نقره‌ای شناسایی نشود، توصیه می‌شود از روش آنالیزی توده حساس‌تری (حد آشکارسازی روش کمتر MDL^۱) برای تعیین وجود نقره در آزمون استفاده شود. این اندازه‌گیری‌های تاییدکننده^۲ نیاز به کمی‌سازی ندارند.

۸-۱-۲ اگر اندازه‌گیری برای نقره زیر MDL روش‌های حساس‌تر باشد، نتیجه را می‌توان به عنوان تاییدی بر آن که نقره در کمیت قابل اندازه‌گیری در آزمون وجود ندارد، به کار برد. بنابراین توصیه می‌شود همه آزمون‌ها در این گام خاتمه یابد.

۸-۲ اگر نقره به صورت کیفی بالای MDL روش‌های آنالیزی توده اولیه یا تاییدی شناسایی شد، اندازه‌گیری‌های افزوده‌ای برای شکل نقره در آزمون منسوج نیاز است. این گام ضروری است، زیرا همان‌طور که در پیوست الف ذکر شده است، منسوجات ممکن است با مواد نقره‌ای به شکل‌های مختلف از نانوذرات نمک نقره تا الیاف نقره در مقیاس میکرومتر عمل‌آوری شوند و گام شناسایی عنصری مذکور برای تمایز بین شکل‌های فیزیکی طراحی نشده است. به این ترتیب، به خودی خود، شناسایی نقره برای تعیین اینکه آیا منسوج حاوی نانوماده نقره است یا خیر، کافی نیست.

۸-۳ روش‌های در دسترس برای تعیین اینکه آیا نانوماده نقره در یک منسوج وجود دارد یا خیر، شامل طیف‌سنجی جذبی فرابنفش - مرئی (UV-vis)^۳، میکروسکوپی الکترونی (SEM)^۴، میکروسکوپی پروبی (کاوندی) روبشی (SPM)^۵ و طیف‌سنجی پلاسمای جفت‌شده القائی - طیف‌سنجی جرمی تک ذره‌ای (sp-ICP-MS)^۶ است. خلاصه‌ای از این روش‌ها در پیوست ب ارائه شده است.

۸-۴ طیف‌سنجی فرابنفش - مرئی سیگنال جذبی ناشی از تشدید پلاسمون سطحی (SPR)^۷ نانومواد نقره فلزی را اندازه‌گیری می‌کند. با افزایش اندازه ذرات، اگر ذرات کلوخه تشکیل دهند، طول موج جذبی جابه‌جا می‌شود. این روش در صورتی کاربرد دارد که نانوماده فلزی نقره روی یا نزدیک سطح لیف منسوج باشد و فقط

1- Lower Method Detection Limit

2- Confirmatory measurement

1- Ultraviolet-Visible absorbance spectroscopy

2- Electron Microscopy

3- Scanning Probe Microscopy

4- Single Particle Inductively Coupled Plasma-Mass Spectroscopy

5- Surface Plasmon Resonance

یک نشانه غیرمستقیم از حضور نانومواد نقره فلزی را فراهم می‌کند. از این‌رو، فقدان سیگنال طیف‌سنجی فرابنفش - مرئی UV-vis به‌عنوان شاهی (بر این موضوع) گرفته شود که نانوماده نقره در منسوج وجود ندارد زیرا ممکن است نانوماده نقره فلزی در حجم الیاف محصور شده‌باشد یا ممکن است نقره به شکل یون‌های نقره یا آلیاژ، اکسید، یا نمک نقره حاضر باشد که SPR را نشان نمی‌دهند.

۵-۸ روش sp-ICP-MS در اصل ثابت‌افزار^۱ و نرم‌افزاری بر پایه اصلاح روش آنالیزی ICP-MS سنتی است. در sp-ICP-MS، سیگنال حالت پایدار مشاهده‌شده، نشان‌دهنده سهم محلول شکل یونی عنصر (به‌عبارت دیگر نقره) است و پیک‌های گسسته یا پرشار^۲ یونی نشان‌دهنده نانوذرات منفرد است. الگوریتم‌های نرم‌افزاری برای شناسایی و جداسازی این دو سیگنال و گزارش غلظت عنصر محلول یونی، محلول و همچنین اندازه نانوذرات، توزیع اندازه و غلظت ذرات مورد استفاده قرار می‌گیرد. شدت هر پیک گسسته متناسب با تعداد یون‌های شناسایی‌شده در آشکارساز و همچنین جرم ذره است و این اطلاعات برای تبدیل جرم مشاهده‌شده به اندازه ذره و توزیع اندازه ذره استفاده می‌شود. در حال حاضر، فقط نمونه‌های مایع با دستگاه‌های در دسترس تجاری sp-ICP-MS می‌تواند آنالیز شود، به این ترتیب منسوجات برای آنالیز ابتدا باید آماده‌سازی شوند. برای تعیین نانومواد نقره در منسوجات، نیاز است نانومواد از منسوج استخراج شوند یا الیاف منسوج در حلال مناسبی که تاثیر منفی بر نانوماده نمی‌گذارند، حل شود. همچنین لازم است تعلیق‌های^۳ مایع رقیقی از نانومواد آماده شود تا از هم‌رخدادی یا شناسایی چند ذره به‌طور هم‌زمان منتج به سوگیری مثبت اندازه ذره می‌شود، اجتناب شود.

۶-۸ در میان روش‌های شرح داده‌شده در پیوست ب، میکروسکوپی الکترونی و میکروسکوپی پروبی روشی تایید دیداری مستقیم شکل و ابعاد ذرات را فراهم می‌کنند، که این روش‌ها را به‌ویژه برای ارزشیابی اینکه آیا ذرات در شکل نانومقیاس وجود دارند یا خیر، سودمند می‌کند. به‌کارگیری میکروسکوپ الکترونی و میکروسکوپ پروبی روشی برای دیداری‌سازی و اندازه‌گیری هر ذره نانومقیاس موجود در یک نمونه منسوج مورد استفاده خاص هستند، زیرا این روش‌ها می‌توانند روش‌های شناسایی شیمیایی، مانند آنالیز پراش پرتو ایکس یا پراش الکترون ناحیه انتخاب‌شده^۴ را برای تعیین این که آیا نمونه‌ها واقعاً دارای نقره هستند، تکمیل کنند. اندازه‌گیری شیمیایی نیازی نیست کمی باشد.

-
- 1- Firmware
 - 2- Plumes
 - 3- Suspensions
 - 4- Selected area electron diffraction

۷-۸ نوع عمل‌آوری (تبادلگر یون، نمک، فلز) استفاده‌شده روی منسوج در هنگام استفاده از میکروسکوپی الکترونی برای تعیین شکل و ابعاد نقره موجود در گام شناسایی رهیافت ترتیبی، یک ملاحظه مهم است.

۱-۷-۸ در تبادلگرهای یون نقره، نقره روی منسوج به شکل یون‌های نقره‌ای گسسته (Ag^+) اعمال می‌شود که به همراه ذرات حاملی مانند زئولیت متخلخل یا شیشه توزیع می‌شوند. زئولیت‌های آلومینا سیلیکات‌هایی هستند که تمایل به داشتن اندازه‌ای در مقیاس میکرومتر دارند [4]. به این ترتیب، میکروسکوپی الکترونی تکمیل‌شده، یک روش شناسایی شیمیایی برای صحنه‌گذاری این مورد است که آیا ذرات قابل‌مشاهده در یک نمونه منسوج تولیدشده با استفاده از عمل‌آوری تبادلگر یونی، حامل‌ها هستند و نانوماده نقره نیستند، مفید است.

۲-۷-۸ عمل‌آوری‌های منسوج با نمک‌های نقره می‌تواند شامل استفاده از هر دو مورد، ذرات نمک نقره خاص ($AgCl$, Ag_2SO_4 و موارد دیگر) و میکروچندسازه‌های^۱ شامل ذرات نمک متصل‌شده به تیتانیوم‌دی‌اکسید به‌عنوان ماده حامل، باشد. از این‌رو، بسته به نوع کاربرد عمل‌آوری، شکل ذرات قابل‌مشاهده در منسوجات تولیدشده با استفاده از نمک‌های نقره می‌تواند ذرات نمک حاوی نقره خالص یا ذرات حاوی نقره متصل‌شده به ماده حامل، باشد. در روش دوم به استفاده از روش‌های شناسایی شیمیایی نیاز است تا میان ذرات حاوی نقره از ماده حامل تمایز قائل شود.

۳-۷-۸ عمل‌آوری منسوجات با نقره عنصری یا صفر ظرفیتی (Ag^0) شامل شکل‌های گوناگون فیزیکی است که به‌صورت بالقوه تعیین ابعاد ذرات نقره را پیچیده می‌کند. سازندگان ممکن است نقره را به‌شکل فیزیکی رشته‌ها (نخ‌ها) یا پوششی روی الیاف پلیمری، اعمال ذرات روی سطح منسوجات یا الیاف، جادادن ذرات در حجم خود الیاف یا متصل کردن به میکروچندسازه‌های متشکل از ذرات فلز نقره یا چسبیده‌شده یا جاسازشده در ماده حامل است. از این‌رو، بازرسی شکل فیزیکی ذرات در منسوجات تولیدشده با نقره فلزی می‌تواند ابعاد ذرات نقره فلزی را در داخل یا روی الیاف بدهد یا اینکه نیاز به تمایز ذرات فلزی نقره از ماده حامل با استفاده از روش‌های شناسایی شیمیایی است تا ترکیب‌بندی ذرات کاویده شود.

۱-۳-۷-۸ تعیین اندازه ذرات نقره عنصری با میکروسکوپی الکترونی ممکن است برای منسوجاتی که ذرات در حین ساخت درون حجم الیاف جا داده می‌شوند، چالش برانگیز باشد. در این موقعیت، ممکن است یک حلال مناسب برای حل کردن الیاف بدون انحلال ذرات نقره استفاده شود تا آلاینده‌های^۲ آماده‌سازی نمونه را کمینه کند. انتخاب حلال مناسب به نوع ویژه لیف طبیعی یا مصنوعی بستگی خواهد داشت. به‌عنوان مثال، الیاف اسپندکس

1- Microcomposites

2- Artifacts

را می‌توان با استفاده از N,N -دی متیل فرمامید، N,N -دی متیل استامید یا عمل‌آوری حرارتی و شستشو با استون یا اتانول حل کرد [5].

۸-۸ اگر نقره در منسوج در شکل نانومقیاس نباشد (به‌عنوان مثال یون‌های درون یک حامل یا ذره‌ای با همه ابعاد $> 100\text{ nm}$)، منسوج را می‌توان به‌عنوان ماده شیمیایی یا توده‌ای که حاوی نانوماده نقره نیست، عمل‌آوری کرد. هرچند، هنوز ممکن است پتانسیل رهاسازی یون‌های نقره‌ای که به ذرات حاوی نقره نانومقیاس تبدیل شده‌اند، باشد.

۹-۸ اگر بخشی از ذرات حاوی نقره دارای هر بعد خارجی در نانومقیاس باشند یا ساختار داخلی یا ساختار سطحی در نانومقیاس داشته‌باشند، سپس می‌توان نتیجه گرفت که نانومواد نقره در منسوج وجود دارد. این نتیجه‌گیری فقط نمود ابعادی نقره را نشان می‌دهد و هیچ خواص فیزیکی یا شیمیایی ویژه نانو سکویی واقعی یا بالقوه را که ممکن است وجود داشته باشد، نشان نمی‌دهد (به بند ۹ مراجعه شود).

۱۰-۸ این امکان وجود دارد که ذرات حاوی نقره هم به‌عنوان نانوماده و هم شکل غیرنانومقیاس در منسوج وجود داشته باشد.

۹ مشخصه‌یابی

۱-۹ اگر یک نانوماده نقره در منسوج وجود داشته باشد، می‌توان اندازه‌گیری‌های اضافی برای مشخصه‌یابی خواص فیزیکی و شیمیایی آن انجام داد. خلاصه‌ای از چندین روش کاربردی برای مشخصه‌یابی خواص فیزیکی و شیمیایی نانوماده نقره در پیوست ب ارائه شده‌است.

۲-۹ خواص شیمیایی بسیاری از نانومواد وجود دارند که ممکن است برای مشخصه‌یابی و خواص ویژه که وابسته به اهداف کاربر برای اندازه‌گیری خواهد بود، استفاده شود. در میان رایج‌ترین موارد ذکر شده خواص شیمیایی برای مشخصه‌یابی نانومواد، ترکیب‌بندی عنصری توده، ترکیب‌بندی سطح، گونه‌زایی^۱ و ساختار بلوری وجود دارد [6].

۱-۲-۹ این مهم است که تشخیص داده شود که درحال حاضر هیچ روش آنالیز شیمیایی که بتواند به‌صورت کمی میان مقادیر (در توده یا روی سطح)، گونه‌ها، یا ساختارهای بلوری نانومقیاس و غیرنانومقیاس در یک منسوج تمایز قائل شود، وجود ندارد (فقط اگر همه نقره در یک نمونه در شکل نانوماده باشد، اندازه‌گیری فقط به

1- Speciation

نانونقره مرتبط است). به این ترتیب، برای مشخصه‌یابی خواص شیمیایی نقره در منسوجات، روش‌های چندگانه مکمل و تاییدی لازم است.

۹-۲-۱-۱ تعیین کمی مقدار (کل) توده نقره موجود در یک آزمون منسوج با استفاده از روش‌های مبتنی بر محلول که به هضم ماتریس منسوج و نقره با کمک اسید پیش از آنالیز، نیاز دارد یا می‌توان با روش‌های اندازه‌گیری مستقیم معین، مانند طیف‌سنجی فلورسانس پرتو ایکس، سنجید. بسته به نوع کاربرد عمل‌آوری (به زیربند الف-۱ مراجعه شود) و مرحله چرخه عمر، یون‌ها یا ذرات نقره، یا هر دو، ممکن است در یک منسوج وجود داشته باشند. در این سناریوها، جداسازی یون‌ها از ذرات به‌عنوان بخشی از آماده‌سازی نمونه برای جلوگیری از سوگیری در تعیین جرم نانوماده نقره ضروری است. علاوه‌براین، اگر نقره در یک توزیعی از اندازه‌های ذرات در بازه‌ای از نانومقیاس یا غیرنانومقیاس وجود داشته‌باشد، کسر نانومقیاس به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شود تا از زیادندمی^۱ جرم نانوماده نقره جلوگیری شود. اندازه‌گیری‌های کمی قابل‌قبول با قابلیت ردیابی (درستی براساس کالیبراسیون دستگاهی با استانداردهای مواد مرجع شناخته‌شده یا مبتنی بر اصول اولیه)، دقت بالا، و دانش عدم قطعیت مربوط به نتیجه مشخصه‌یابی می‌شود. یکاهای مناسب در سیستم بین المللی (SI) برای نتایج، جرم نقره (kg)/جرم منسوج (m²) است.

۹-۲-۱-۲ ترکیب‌بندی سطح به ترکیب‌بندی عنصری سطح نمونه منسوج اشاره دارد. آنالیز سطح معمولاً روش ویژه‌ای است. به‌عنوان مثال، برخی از روش‌های حساس به سطح ممکن است نسبت به سایر روش‌ها دارای نفوذ عمیق‌تری باشند، بنابراین ترکیب‌بندی سطح باید در متن روش همراه با تخمین ضخامت سطحی که در آنالیز مشارکت دارد، ارائه شود. یکاهای مناسب در سیستم بین‌المللی (SI) برای ترکیب‌بندی سطح، جرم نقره (kg)/مساحت منسوج (m²) است.

۹-۲-۱-۳ گونه‌زایی به شکل شیمیایی نقره اشاره دارد (به‌عنوان مثال نقره با صفر ظرفیتی، نقره یونی، نمک و موارد دیگر). چند روش برای تعیین گونه‌زایی نقره در دسترس است. این روش‌ها بازه‌ای از روش‌های مبتنی بر پایه میکروسکوپ در دسترس تجاری از همادهای^۲ ذرات یا ذره منفرد مانند میکروسکوپ الکترونی عبوری با طیف‌سنجی اتلاف انرژی الکترون یا با پراش الکترونی ناحیه انتخاب‌شده را دربر می‌گیرد تا روش‌های بسیار

1- Overstating

2- Ensembles

تخصصی برای تعیین توزیع گونه‌زایی میانگین، مانند طیف‌سنجی ساختار لبه^۱ نزدیک جذب پرتو ایکس، که نیاز به دسترسی ستکروترون برای انجام اندازه‌گیری دارد. گونه‌زایی یک خاصیت کیفی است بنابراین نمی‌توان واحدی به آن اختصاص داد.

۹-۲-۱-۴ ساختار بلوری ممکن است شامل اندازه بلورک اندازه‌دهها (اندازه بلورهای تک، به‌طور معمول میکروسکوپی یا نانوسکوپی در ابعاد و تشکیل مواد چندبلوری^۲ در صورت نگه‌داشتن آن‌ها با یکدیگر به‌وسیله لایه‌های بی‌شکل^۳ یا معیوب)، بلورینگی (تناسب نسبی مواد بلوری و بی‌شکل در یک نمونه)، شکل بلورینگی، و ساختار فیزیکوشیمیایی (بی‌شکل، پارابلوری^۴، یا بلوری) باشد. اندازه بلورک‌ها در سیستم بین‌المللی یکاها (SI)، متر است، بلورینگی یک واحد بدون بعد دارد و شکل بلور و ساختار فیزیکوشیمیایی خواص کیفی هستند، بنابراین واحدی به آن‌ها اختصاص داده نمی‌شود.

۹-۳ خواص فیزیکی بسیاری در نانومواد وجود دارند که می‌تواند برای مشخصه‌یابی و خواص ویژه‌ای که وابسته به اهداف اندازه‌گیری موردنظر کاربر خواهد بود، استفاده شود. در میان رایج‌ترین موارد ذکر شده، خواص فیزیکی برای مشخصه‌یابی نانومواد، اندازه، توزیع اندازه، شکل و توزیع فضایی هستند [6]. در زمینه منسوجات، توزیع فضایی به مکانی اشاره دارد که نانوماده در الیاف واقع شده‌است (روی سطح، در حجم لیف و موارد دیگر).

۹-۳-۱ دیداری‌سازی مستقیم به وسیله میکروسکوپی الکترونی یا میکروسکوپی پروبی روبشی مناسب‌ترین روش برای تعیین خواص فیزیکی ذره است، اگرچه برخی از روش‌های غیرمستقیم مانند طیف‌سنجی و پراکندگی پرتو ایکس نیز اطلاعات مفیدی را فراهم می‌کند (همان‌طور که در بند ۸ شرح داده شده‌است).

۹-۳-۱-۱ در مرحله آشکارسازی رهیافت ترتیبی، میکروسکوپ الکترونی (یا روش‌های آنالیزی دیگر) برای شناسایی حضور نانومواد نقره در آزمون منسوج استفاده می‌شود. در فاز مشخصه‌یابی، همان روش‌ها یا روش‌های دیگر یا هر دو برای تعیین کمی اندازه نانومواد نقره در یک آزمون منسوج استفاده می‌شود. همانگونه که پیش از این اشاره شد، اندازه‌گیری‌های کمی با قابلیت ردیابی (درستی براساس کالیبراسیون دستگاهی با استفاده از استانداردهای مواد مرجع شناخته شده مانند توری) دقت بالا و دانش عدم قطعیت مربوط به نتیجه، مشخصه‌یابی می‌شوند. یکای مناسب در سیستم بین‌المللی یکاها (SI) برای اندازه ذره، متر است. به‌عنوان مثال، آنالیز توزیع اندازه ممکن است به‌وسیله تعداد ذرات شمارش شده و توانایی تمایز قائل‌شدن بین ذرات تماس‌یافته یا

3- Near edge structure spectroscopy

4- Polycrystalline

1- Amorphous

2- Paracrystalline

پوشیده شده محدود شود. در نتیجه، توزیع اندازه می تواند فقط اطلاعات نیمه کمی^۱ یا کیفی در مورد وسعت یا شکل کلی توزیع را فراهم کند. یکای مناسب در سیستم بین المللی یکاها (SI) برای توزیع اندازه ذره، به نوع توزیع اندازه گیری شده (حجم، جرم و موارد دیگر) بستگی خواهد داشت.

۹-۳-۱-۲ نانومواد نقره ممکن است دارای تنوع گسترده ای از شکل ها مانند ذرات کره وار^۲، سیم ها، میله ها، و کلوخه ها یا انبوه هایی باشند که می تواند به شکل ذرات خالص باشد یا مواد حامل میکروچندسازه متصل شود. اندازه گیری هایی که به تعریف شکل کمک می کنند مانند طول و عرض میله، در سیستم بین المللی یکاها (SI)، متر هستند (نسبت نظری، طول/عرض، بدون بعد هستند)، اگرچه که تشریح کننده های شکل از قبیل «کره وار» یک خاصیت کیفی هستند و بنابراین نمی توان هیچ یکایی در سیستم بین المللی یکاها (SI)، به آن اختصاص داد.

۹-۳-۱-۳ ممکن است تشریح توزیع فضایی نقره در منسوج مطلوب باشد. همانگونه که پیش از این اشاره شد، نانومواد نقره ممکن است حین ساخت در حجم الیاف جا داده شوند. در این موقعیت، برخی از محققان از عمل آوری حرارتی با بیش از ۵۰۰°C برای احتراق الیاف استفاده کرده و ذرات باقیمانده در خاکستر منسوج را با استفاده از میکروسکوپی الکترونی ارزشیابی کرده اند. هرچند، استفاده از حرارت ممکن است باعث تَف جوشی^۳ ذرات مجاور و تشکیل ذرات بزرگ تر شود. به این ترتیب، اطلاعات اندازه ذرات به دست آمده ممکن است نماینده ذرات نقره درجا نباشد [7]. به صورت متناوب، ممکن است برای حل لیف از حلالی آلی یا حلال های دیگر استفاده شود تا ماتریس منسوج پس از بازرسی به وسیله میکروسکوپی حذف شود [5].

۱۰ گزارش

۱۰-۱ حداقل، اطلاعات زیر را گزارش دهید:

۱۰-۱-۱ تاریخ و روش هایی که به وسیله آن ها منسوج به دست آمده است؛

۱۰-۱-۲ تشریح منسوج (سازنده، مدل، نوع لیف و ترکیب بندی، وزن)؛

۱۰-۱-۳ شرایط انبارش منسوج (نور/تاریکی، دما، رطوبت)؛

۱۰-۱-۴ مدت انبارش منسوج از حصول تا اندازه گیری؛

3- Semi-quantitative

4- Spheroidal

1- Sintering

۵-۱-۱۰ روش‌هایی که به وسیله آن‌ها نمونه‌های نماینده و آزمون حاصل شده‌اند؛

۶-۱-۱۰ تشریح آزمون (ابعاد و جرم)؛

۷-۱-۱۰ آماده‌سازی آنالیزی (شامل سازنده، تاریخ انقضا، شماره بهر و خلوص واکنشگرها) و روش‌های اجرایی

جابه‌جایی؛

۸-۱-۱۰ تاریخ (های) اندازه‌گیری‌ها؛

۹-۱-۱۰ تشریح دستگاه (ها)-سازنده و مدل؛

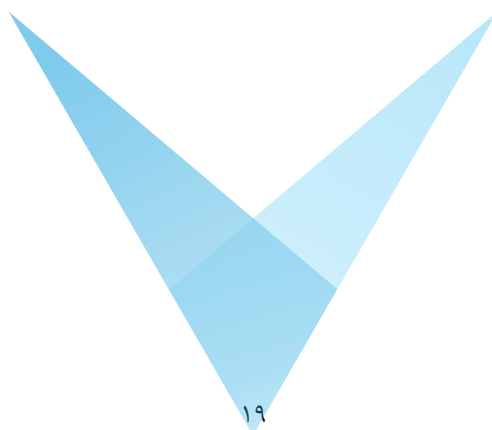
۱۰-۱-۱۰ تاریخ آخرین کالیبراسیون دستگاه (استفاده از یک استاندارد ماده مرجع یا وسایل دیگر) و نتایج (برای

اندازه‌گیری‌های کمی) یا تاریخ موقت کالیبراسیون؛

۱۱-۱-۱۰ تعداد اندازه‌گیری‌های تکراری، بیان مناسب آمارهای خلاصه (در صورت به‌کارگیری) و واحدهای

اندازه‌گیری همراه (در صورت به‌کارگیری) برای نتایج؛ و

۱۲-۱-۱۰ تشریح، نتایج و بحث یافته‌های آنالیزی.



پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

مفادی برای اندازه‌گیری نقره در منسوجات

الف-۱ شکل‌های مختلف شیمیایی و فیزیکی نقره مورد استفاده در عمل‌آوری منسوج

الف-۱-۱ نقره را می‌توان به شکل‌های مختلف شیمیایی به منسوجات اعمال کرد یا در داخل آن‌ها جاسازی کرد. هنگام انجام آزمون منسوجات برای حضور یا غلظت نقره در منسوج، روش انجام آزمون و تفسیر نتایج باید شکل شیمیایی خاص ماده نقره اعمال شده به منسوج یا الیاف (در صورتی که شناخته شده است) در نظر گرفته شود. در صورت ناشناخته بودن شکل شیمیایی، در انجام آزمون و تفسیر نتایج باید در نظر گرفته شود که هرگونه نقره شناسایی شده ممکن است به هر شکلی از چندین شکل شیمیایی مختلف باشد، هر کدام از شکل‌ها معمولاً در یکی از سه طبقه گسترده از عمل‌آوری که به‌طور وسیع در ساخت منسوج استفاده می‌شود، قرار می‌گیرد.

الف-۱-۱-۱ طبقه تبادله‌گر^۱ یون نقره- این عمل‌آوری‌های منسوج متشکل از فسفات‌های زیرکونیوم نقره، زئولیت‌های نقره، و شیشه آغشته به نقره هستند. در این عمل‌آوری‌ها، نقره به شکل یون‌های نقره گسسته (Ag^+) توزیع شده در ماتریس حامل (به عبارت دیگر، زئولیت، شیشه، و موارد دیگر) جا می‌گیرد. یون‌های نقره (Ag^+) از منسوج (یا حامل متصل شده به منسوج) هنگامی که یون‌ها با رطوبت ناشی از عرق بدن، شستشو، رطوبت محیط^۲ و باران یا آب موجود در محیط^۳، تماس پیدا می‌کنند، رها می‌شوند^۴.

الف-۱-۱-۲ طبقه نمک‌های نقره- عمل‌آوری‌ها منسوج متشکل از هم ذرات کلرید نقره خاص ($AgCl$) و هم میکروچندسازه‌های متشکل از ذرات $AgCl$ متصل به دی‌اکسیدتیتانیوم به عنوان ماده حامل، هستند. کلرید نقره نسبتاً در آب نامحلول است، هرچند، مانند عمل‌آوری‌های منسوج نقره در طبقه تبادله‌گر یونی، یون‌های نقره (Ag^+) از ذرات $AgCl$ رها می‌شوند، همانگونه که در قبل توضیح داده شده است، هنگامی که یون‌های نقره در تماس با آب در شکل‌های مختلف، قرار می‌گیرند. در اصل، عمل‌آوری تجاری نقره ممکن است با سایر ترکیبات نقره در ماده نامحلول یا کم محلول شامل کربنات نقره (Ag_2CO_3)، سیترات نقره ($C_6H_5Ag_3O_7$)، فسفات نقره

1- Ion Exchangers
2- Ambient humidity
3- Environment

۴- حضور لیگاندها برای انحلال هر شکل نقره لازم نیست [8] اگرچه ممکن است گونه‌های نقره در هنگام تماس یون‌های رهپاش یافته با لیگاندها تشکیل شوند (برای مثال تیول‌های موجود تیول‌ها در عرق).

(Ag_3PO_4)، یدید نقره (AgI)، برمید نقره (AgBr)، اکسید نقره (Ag_2O) و سولفات نقره (Ag_2SO_4) انجام شود.

الف-۱-۱-۳ طبقه فلز نقره- این عمل‌آوری منسوج متشکل از فلز نقره است، نه یون‌ها و ترکیبات، اما در شکل عنصر یا نقره صفر ظرفیت (Ag^0). فلز نقره ممکن است در شکل‌های فیزیکی مختلف، شامل رشته‌های فلزی نقره (نخ‌ها)، الیاف پلیمری الکترولیتی پوشش داده‌شده با یک لایه نقره، یا ذرات فلز نقره (نقره کلوئیدی) به کاررفته بر روی سطح منسوجات یا الیاف یا گنجانده‌شده درون ساختار خود الیاف باشد. عمل‌آوری منسوج همچنین ممکن است با شکل میکروچندسازه‌های متشکل از ذرات فلز نقره متصل یا گنجانده‌شده درون ماده حامل باشد. یون‌های نقره (Ag^+) از ذرات فلز نقره، مانند سایر دسته‌های عمل‌آوری منسوج با نقره، هنگامی که در تماس با آب در شکل‌های مختلف هستند، آزاد می‌شوند.

الف-۲ ایجاد عملکرد ضد میکروبی همه مواد نقره به وسیله رهاسازی یون‌های نقره

الف-۲-۱ به‌طور کلی تصور می‌شود که عمل‌آوری منسوج با نقره (طبقه تبادل- یون نقره، چه طبقه نمک نقره، یا طبقه فلز نقره) با رهایش یون‌های نقره (Ag^+)، خصوصیات ضد میکروبی در منسوج ایجاد می‌کند [1]. این شکل یونی نقره است که اثر ضد میکروبی را فراهم می‌کند. عوامل متعددی، شامل ماهیت شیمیایی و مساحت سطح منبع نقره و همچنین بلورینگی و شکل ماده بر نوع رهایش یون‌های نقره از نانومواد نقره تاثیر دارد [8].

یادآوری- این استاندارد ارزیابی اثر ضد میکروبی کلیه شکل‌های نقره را ارائه می‌دهد. در صورت نیاز به ارزیابی اثر ضد میکروبی، منحصرأ نانو نقره به استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۵۸۳: سال ۱۳۹۴، مراجعه شود.

الف-۳ مبهم بودن ذاتی مشخصه‌یابی اندازه ذره فلز نقره، مگر این که اندازه‌ده مشخص شده باشد

الف-۳-۱ با توجه به تنوع شکل‌های شیمیایی و فیزیکی عمل‌آوری‌های منسوج نقره تجاری، در اندازه‌گیری و گزارش اندازه یا توزیع اندازه جزء نقره عمل‌آوری، برای جلوگیری از ابهام و مقایسه نادرست، ضروری است که تصمیم‌گیری و سپس گزارش شود که آیا عددی که اندازه‌گیری شده، اندازه نانوماده فلز نقره، یون نقره، یا ذره‌ای از ترکیب نقره در عمل‌آوری یا اندازه هر هسته‌ای^۱ است که ممکن است این شکل‌های نقره به آن‌ها متصل شود (به عنوان مثال، یک ذره میکروچندسازه).

1- Entity

الف-۱-۳-۱ برای مثال، میکروچندسازه‌های کلرید نقره متشکل از نانوماده AgCl هستند که متصل به یک جزء فاز مجزا به‌طور معمول ذره حامل دی‌اکسیدتیتانیوم بزرگ‌تر است (به‌طور معمول بزرگ‌تر از $1\ \mu\text{m}$). نانوماده AgCl هنگام «فعال شدن» به‌وسیله رطوبت، یون‌های نقره را رها می‌سازد. هربیانی در مورد «اندازه» نقره در این نوع عمل‌آوری منسوج باید شکل شیمیایی خاص نقره اندازه‌گیری‌شده را و اینکه نقره در شکل (۱) ذره چندسازه‌ای در مقیاس میکرومتر (AgCl , TiO_2)، (۲) نانوماده کلریدنقره، (۳) یون نقره در مقیاس زیر نانومتر، یا (۴) نانومواد تشکیل‌شده با کاهش یون‌های نقره در طول خشک‌کردن منسوج است، مشخص کند.

الف-۳-۲ هریک از این موارد ممکن است یک رهیافت معتبر بسته به هدف مطالعه باشد.

الف-۴ وجود ذرات عمل‌آوری منسوج تجاری به‌طور معمول در بازه‌ای از اندازه‌های ذره

الف-۴-۱ ذرات «نقره» عمل‌آوری منسوج با همان شکل شیمیایی و فیزیکی به‌طور معمول در نمونه توزیع‌شده در بازه بزرگی از اندازه‌های ذره وجود خواهد بود.

الف-۴-۱-۱ به‌عنوان مثال، هر دو ذره کلرید نقره (طبقه نمک‌های نقره) و ذرات نقره فلزی (طبقه فلز نقره) در عمل‌آوری منسوج در بازه‌ای از اندازه‌های ذره، هم کمتر و هم بزرگ‌تر از $100\ \text{nm}$ در کوچک‌ترین بعد خود وجود خواهند داشت.

الف-۴-۲ فقدان اطلاعات توزیع اندازه ذره به‌عنوان بخشی از مشخصه‌یابی اندازه ذره ممکن است سوءتعبیر باشد که دلالت بر توزیع ناپراکنه دارد و منجر به نتیجه‌گیری‌های مربوط به اندازه ذره خطا دار شود. توصیه می‌شود برای از ابهام و نتیجه‌گیری‌های مربوط به اندازه ذره خطا دار، مشخصات اندازه ذره شامل اطلاعات توزیع (و روشی که برای اندازه‌گیری توزیع استفاده‌شده) باشد. جلوگیری

الف-۴-۳ توزیع‌های اندازه ذره ممکن است یا به‌عنوان تابعی از تعداد ذره یا کسر جرمی ذره محاسبه و ارائه شود. انتخاب هر یک از روش‌های محاسبه برای استفاده به هدف مطالعه بنیادی بستگی دارد.

الف-۵ تولید تمام منابع یون‌های نقره به‌طور خودبه‌خودی از ذرات نانومقیاس نقره

الف-۵-۱ نشان داده‌شده‌است که نانومواد نقره به‌طور مستقیم از یون‌های نقره (به‌عبارت دیگر، انبوهه، هسته‌دار^۱، هم‌گذاری کردن) [9] به‌خصوص در حضور نورفرابنفش یا ماده آلی، تشکیل می‌شوند [10]. به‌دلیل اینکه شکلی از فلز نقره یا نمک نقره یا هردو، هنگامی که مواجهه با آب در شکل‌های گوناگون قرار می‌گیرند

یون‌های نقره را رها می‌سازند (چه منسوج «توده» نخ نقره، ذره کلریدنقره نانومقیاس، یا جواهرات نقره، سکه‌ها، سیم یا ظروف)، هر یک از این نوع محصولات پتانسیل آن را دارند که یک منبع برای هر نانوذره نقره یافت‌شده در نمونه باشند.

الف-۵-۲ در شرایط محیطی، یون نقره و ذرات فلز نقره ممکن است در یک چرخه گذرای^۱ ثابت به‌وسیله تبدیل‌های ذره-یون باشند.

الف-۶ عدم امکان تعیین اینکه ذره نقره شناسایی‌شده در نمونه‌های منسوج بشرساخت «مهندسی‌شده» یا به‌طور خودبه‌خودی شکل گرفته

الف-۶-۱ درحالی‌که روش‌های آنالیزی ذرات نانومقیاس (یا بزرگ‌تر) که حاوی نقره در ارتباط با منسوج را شناسایی کند، ممکن است با چنین اندازه‌گیری‌هایی، تشخیص اینکه نانوماده در ابتدا روی منسوج در آن شکل اعمال‌شده یا اینکه از تبدیل یون‌های نقره رهاشده به‌وسیله یک منبع نقره درشت مقیاس^۲ یا نانومقیاس شکل گرفته‌است (به‌عبارت دیگر، آیا مهندسی شده‌است یا درغیرصورت عمداً داشته اضافه شده‌است)، امکان‌پذیر نباشد.

الف-۶-۲ به‌دلیل اینکه هر نتیجه‌گیری، از جمله ملاحظات پارامترهای آزمون (به‌عنوان مثال، کاهش یا شرایط محیطی پیچیده) می‌تواند بر شکل‌گیری ذرات تاثیر بگذارد، توصیه می‌شود مشخصه‌یابی منسوجات عمل‌آوری‌شده با «نقره» توسط محققان، شامل ملاحظات و بحث این پدیده باشد. انتخاب مناسب طرح روش آزمون به هدف مطالعه بنیادی بستگی دارد.

الف-۷ ایستا نبودن مقدار و شکل «نقره» در منسوج عمل‌آوری‌شده با نقره

الف-۷-۱ نقره موجود در منسوج عمل‌آوری‌شده «نقره»، به تدریج کاهش^۳ می‌یابد. این عمل با تبدیل فلز و ترکیبات نقره به شکل یون و رهائش آن یون‌ها به کالای عمل‌آوری‌شده یا محیط زیست صورت می‌گیرد (برای مثال، با پساب لباس‌شویی). همچنین ممکن است محتوای «نقره» توده کل کالا با سایش فیزیکی طبیعی پارچه اصلی کالا حین استفاده یا شستشو از بین برود (هر ماده عمل‌آوری «نقره» مرتبط).

1- Transient cycle

2- Macroscale

3- Depleted

الف-۷-۲ توصیه می‌شود مشخصه‌یابی منسوجات عمل‌آوری‌شده با «نقره» توسط محققان شامل شرح عمر مفید و حالت استفاده از نمونه(ها) (به‌عنوان مثال، تعداد استفاده‌ها یا شستشو) باشد. توصیه می‌شود طرح‌های مطالعه شامل بحث عمر مفید انتخاب‌شده و حالت استفاده (یا آماده‌سازی) نمونه منسوج با ارجاع به پدیده کاهش و تبدیل فوق‌الذکر باشد. انتخاب مناسب نمونه یا آماده‌سازی نمونه به هدف مطالعه بنیادی بستگی دارد.

الف-۸ به‌شدت و به‌راحتی اثرناپذیر شدن^۱ ذرات نقره به‌وسیله بعضی گونه‌های شیمیایی معین

الف ۸-۱ تحقیقات نشان می‌دهد که نقره به‌آسانی به‌وسیله گونه‌های حاوی گوگرد، کلریدها، فسفات‌ها و بسیاری دیگر از مواد حاضر زیست‌محیطی در لوله‌های فاضلاب و در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب از طریق اکسایش، انحلال و هم‌تافت‌سازی^۲ اثرناپذیر می‌شود [11],[12]. بسیاری از همین گونه‌های شیمیایی مانند (به‌عبارت دیگر، آمینواسیدهایی مانند سیستئین حاوی گوگرد و همچنین کلرید و موارد دیگر است) در مایع‌های زیستی وجود دارند که ممکن است با منسوجات در تماس باشد یا در آب شستشو وجود داشته‌باشد (به‌عنوان مثال، فسفات‌ها و موارد دیگر). به‌این ترتیب، درک این نکته ضروری است که نانومواد نقره در منسوج می‌توانند شکل یا اندازه یا هردو را تغییر دهند، اگر در تماس با این گونه‌ها (به‌عنوان مثال، حین انبارش، تماس یا عرق، آب شستشو، یا شکل‌های دیگر آب) قرار گیرند. از این‌رو، باید تشخیص داده‌شود که اگر یک منسوج در حالت خالص (بدون مواجهه) و دوباره بعد از مواجهه با این گونه‌های شیمیایی، مشخصه‌یابی شده و نتایج مقایسه شود، ممکن است تبدیلات و تغییرات دیگر در خواص فیزیکی‌وشیمیایی نانومواد نقره ایجاد شود.

1- Passivated
2- Complexation

پیوست ب (آگاهی‌دهنده)

روش‌های آنالیزی برای شناسایی و مشخصه‌یابی نقره در منسوجات

ب-۱ روش‌های آنالیزی کاربردی برای نقره در منسوجات

ب-۱-۱ تنوع وسیعی از روش‌های آنالیزی برای شناسایی و مشخصه‌یابی نقره در منسوجات (در همه شکل‌های آن) وجود دارد. هر روش مزایا و محدودیت‌هایی را فراهم می‌کند و هیچ روش واحدی شامل بازه کامل اندازه‌گیری‌ها، درستی و دقت موردنیاز برای آنالیز کامل همه نمونه‌ها را در برنمی‌گیرد. علاوه‌براین، هزینه و دسترس‌پذیر بودن دستگاه و تسهیلات برای کاربر، به‌طور وسیعی از مدل‌های رومیزی مقرون به‌صرفه تا سامانه‌های مبتنی بر سنکروترون^۱، متغیر است. این موضوع، تا حدودی، بر تدوین استاندارد تاثیر گذاشته و تا حدودی مسئول رهیافت سلسله مراتبی انتخاب شده‌است.

ب-۱-۲ در این پیوست، سعی شده‌است یک فهرست جامع، اما نه فراگیر، از روش‌های مرتبط به‌همراه اندازه‌دهی اصلی آن‌ها و جزئیات کاربردهای کلیدی ارائه شود. این پیوست اولویت‌بندی برطبق هزینه، سهولت استفاده یا دسترس‌پذیری عمومی را پوشش نمی‌دهد. اطلاعات فنی روش‌های ویژه را می‌توان همان‌طور که در زیربند

ب-۱-۳ ذکر شده‌است، در متون علمی یافت و در محدوده هدف و دامنه کاربرد این استاندارد نیست. به‌علاوه، برای روش‌های مندرج در زیربند ب-۱-۳، استانداردهای بین‌المللی برای کاربرد عمومی (و نانوسکوپی) فهرست شده‌است. چنین استانداردهایی در دست تدوین است و خواننده تشویق می‌شود که برای اسناد کاربردی به نهادهای استانداردهای ملی و بین‌المللی مراجعه کند.

ب-۱-۳ اصول عملکرد و همچنین برخی از مزایا و معایب بسیاری از روش‌های ارائه‌شده در جدول ب-۱، در مقالات مروری بسیاری از جمله پاورز و همکاران^۲ [13]، هاسلوف و همکاران^۳ [14]، تیدو و همکاران^۴ [15]، بیرو و همکاران^۵ [16] و U.S.EPA [17] بحث شده‌است. علاوه براین، استاندارد ISO/TR 18196 تدوین شده

1- Synchrotron
2- Powers et al.
3- Hassellöv et al.
4- Tiede et al.
5- Baer et al.

است که شرحی از بسیاری از روش‌های فهرست‌شده در این استاندارد را به‌همراه اطلاعات اندازه‌ده‌ها، مزایا و محدودیت‌های روش و استانداردهای بین‌المللی مرتبط موجود برای این روش‌ها را فراهم می‌کند.

جدول ب-۱- خلاصه روش‌های آنالیز برای شناسایی و مشخصه‌یابی نقره در منسوجات

روش ^(الف)	اندازه‌ده (ها)	تفسیر
AES	ترکیب‌بندی عنصری	شیمی سطح جمعیت ذرات تا عمق تقریباً ۵ nm، پروفایل عمق امکان‌پذیر است
AFM	اندازه، شکل	تصاویر سه بعدی از ذرات منفرد درباره اندازه تقریبی ۵ nm تا میکرومتر
EDX ^(ب)	ترکیب‌بندی عنصری	آنالیز ذره منفرد، می‌تواند نقشه‌نگاری عنصری را انجام دهد
EELS ^(ب)	حالت‌های پیوندی و عنصری	آنالیز ذره منفرد اما به آزمون‌های نازک نیاز دارد، می‌تواند نقشه‌نگاری عنصری را انجام دهد
GF-AAS	غلظت جرم	آنالیز حساس محتوای نقره کل روی بازه وسیعی از غلظت
ICP-AES	غلظت جرم	آنالیز حساس محتوای نقره در کل روی بازه از غلظت
ICP-MS	غلظت جرم	آنالیز بسیار حساس محتوای نقره کل در بازه وسیعی از غلظت
SP-ICP-MS	غلظت جرم، اندازه	نانوذرات نقره پایین‌تر از تقریباً ۱۰ nm می‌تواند شناسایی شود و همچنین محتوای نقره کل می‌تواند کمی‌سازی شود
PIXE-RBS	ترکیب‌بندی عنصری	شیمی سطح ذره، پروفایل عمق امکان‌پذیر است
SAED ^(ت)	ساختار بلوری	آنالیز ذره منفرد
SAXS	اندازه، شکل	اندازه ذرات بس‌پراکنده در نمونه‌ها ممکن است برای آنالیزوری دشوار باشد
SEM ^(ث)	اندازه، شکل	تصاویر دو بعدی از ذرات منفرد، نمونه‌ها باید رسانا یا پوشیده از کربن باشد
TEM ^(ج)	اندازه، شکل	تصاویر دو بعدی از ذرات منفرد روی توری پشتیبان با تفکیک‌پذیری زیر نانومتر
تیتراکردن	غلظت جرم	منسوجات باید قبل از آنالیز در اسید معدنی هضم شود
UV-vis	اندازه، شکل	جذب در ۴۲۰ nm - ۳۹۰ nm نانوذرات نقره استنتاج می‌شود، به یکپارچه‌ساز برای منسوجات نیاز است
XPS	حالت‌های پیوندی و عنصری	شیمی سطح جمعیت ذرات با عمق تقریبی ۱۰ nm

--	--	--

جدول ب-۱- (ادامه)

روش	اندازه ده (ها)	تفسیر
XRD	خواص بلوری	آنالیز جمعیت ذرات با حد بالای آشکارسازی (۱٪ تا ۳٪ جرم)
XRF	غلظت جرم	آنالیز در بازه وسیع غلظت اگرچه نسبت به طیفسنجی اتمی کمتر حساس است
^{الف} AES = طیفسنجی الکترونی اوژه، AFM = میکروسکوپ نیروی اتمی، EDX = طیفسنجی پرتو ایکس براساس توزیع انرژی، EELS = طیفسنجی اتلاف انرژی الکترون، GF-AAS = طیفسنجی جذب اتمی کوره گرافیتی، ICP-AES = پلاسمای جفت شده القایی - طیفسنجی نشر پرتو ایکس، ICP-MS = پلاسمای جفت شده القایی - طیفسنجی جرمی، PIXE-RBS = پس پراکندگی رادرفورد پروتون، SAED = پراش الکترونی سطح انتخابی، SAXS = پراکندگی پرتو ایکس زاویه کوچک، SEM = میکروسکوپ الکترونی روبشی، sp-ICP-MS = پلاسمای جفت شده القایی تک ذره - طیفسنجی جرمی، TEM = میکروسکوپ الکترونی عبوری، UV-vis = طیفسنجی جذبی فرابنفش-مرئی، XPS = طیفسنجی فوتوالکترون پرتو ایکس، XRD = پراش پرتو ایکس، و XRF = طیفسنجی فلورسانس پرتو ایکس. ^ب در ترکیب با TEM یا SEM و تغییرات آنها ^پ در ترکیب با TEM یا STEM ^ت در ترکیب فقط با TEM ^ث شامل تغییرات مانند (ESEM) محیطی، گسیل میدان (FESEM)، ولتاژ کم (LV-SEM) و تفکیک پذیری بالا (HR-SEEM) ^ج شامل تغییرات مانند میدان تاریک (DF-TEM)، تفکیک پذیری بالا (HR-TEM)، انرژی فیلتر شده (EF-TEM)، و میدان تاریک حلقوی زاویه بزرگ (HAADF) میکروسکوپ الکترونی عبوری روبشی (STEM)		

پیوست پ

(آگاهی دهنده)

تغییرات اعمال شده در متن در مقایسه با منبع

پ ۱- بخش هایی که در متن جایگزین شده است:

- بند ۲: درج مراجع الزامی طبق الگوی نگارش استانداردهای ملی ایران انجام شده است.
- زیربند ۱-۲: تعاریف براساس استاندارد ملی ایران- ایزو ۸۰۰۰۴-۱: سال ۱۳۹۵ به کار رفته است.
- زیر بند ۳-۱-۴: تعریف اندازه ده طبق زیربند ۳-۲-۳، استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۲۵۸: سال ۱۳۹۵ به صورت زیر جایگزین شده است:
- « کمیت موردنظر برای اندازه گیری است.

یادآوری ۱- تعیین مشخصات یک اندازه‌ده مستلزم آگاهی از نوع کمیت، توصیف وضعیت پدیده، جسم یا ماده حامل کمیت، هر یک از مولفه‌های مربوط و موجود شیمیایی دخیل است.

یادآوری ۲- در استانداردهای 2001: 300-60050 IES و ویرایش دوم VIM، اندازه‌ده به‌صورت «کمیت ویژه‌ای که اندازه‌گیری می‌شود» تعریف شده‌است.

یادآوری ۳- اندازه‌گیری شامل سامانه اندازه‌گیری و شرایطی است که تحت آن اندازه‌گیری انجام می‌شود و ممکن است پدیده، جسم یا ماده را به‌گونه‌ای تغییر دهد که کمیت مورد اندازه‌گیری با اندازه‌ده تعریف شده، اختلاف پیدا کند. در چنین موردی، اعمال اصلاح ضروری است.

مثال: طول یک میله فولادی در تعادل با دمای ۲۳ درجه سلسیوس با طول آن در دمای مشخص ۲۰ درجه سلسیوس (که اندازه‌ده است)، اختلاف دارد. در چنین مواردی، اعمال اصلاح ضروری است.

یادآوری ۴- در شیمی، آنالیت یا نام یک ماده یا ترکیب، واژه‌هایی است که گاهی اوقات برای "اندازه‌ده" استفاده می‌شود. استفاده از این واژه‌ها اشتباه است زیرا به کمیت‌ها اشاره نمی‌کند.

پ ۲- بخش‌هایی که در متن حذف شده‌است:

- زیربند ۲-۴: آیین نامه قوانین فدرال ایالات متحده حذف شده‌است.

پ ۳- بخش‌هایی که در متن اضافه شده‌است:

- زیربند الف ۱-۲: یک یادآوری اضافه شده‌است: «**یادآوری-** این استاندارد ارزیابی اثر ضدمیکروبی کلیه شکل‌های نقره را ارائه می‌دهد. در صورت نیاز به ارزیابی اثر ضدمیکروبی، منحصرأ نانو نقره به استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۵۸۳: سال ۱۳۹۴، مراجعه شود.»

کتابنامه

- [1] Nowack, B., Krug, H. F., and Height, M., “120 Years of Nanosilver History: Implications for Policy Makers,” *Environmental Science and Technology*, Vol 45, 2011, pp. 1177–1183.
- [2] Wijnhoven, S. W. P., Peijnenburg, W., Herberts, C. A., Hagens, W. I., Oomen, A. G., et al., “Nano-silver—a Review of Available Data and Knowledge Gaps in Human and Environmental Risk Assessment,” *Nanotoxicology*, Vol 3, 2009, pp. 109–138.
- [3] Tulve, N. S., Stefaniak, A. B., Quadros, M. E., Rogers, K., Mwilu, S., et al., “Characterization of Silver Nanoparticles in Selected Consumer Products and its Relevance for Predicting Children’s Potential Exposure,” *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, Vol 218, 2015, pp. 345–357.
- [4] Demirci, S., Ustaoglu, Z., Yilmazer, G. A., Sahin, F., and Baç, N., “Antimicrobial Properties of Zeolite-X and Zeolite-A Ion-Exchanged with Silver, Copper, and Zinc Against a Broad Range of Microorganisms,” *Applied Biochemistry and Biotechnology*, Vol 172, 2014, pp. 1652–1662.
- [5] Yin, Y., Yao, D., Wang, C., and Wang, Y., “Removal of spandex from nylon/spandex blended fabrics by selective polymer degradation,” *Textile Research Journal*, Vol 84, 2014, pp. 16–27.
- [6] Stefaniak, A. B., Hackley, V. A., Roebben, G., Ehara, K., Hankin, S., et al., “Nanoscale Reference Materials for Environmental, Health, and Safety Measurements: Needs, Gaps, and Opportunities,” *Nanotoxicology*, Vol 7, 2013, pp. 1325–1337.
- [7] Benn, T. M. and Westerhoff, P., “Nanoparticle Silver Released into Water from Commercially Available Sock Fabrics,” *Environmental Science and Technology*, Vol 42, 2008, pp. 4133–4139.
- [8] Zhang, X., Hicks, E. M., Zhao, J., Schatz, G. C., and Van Duyne, R. P., “Electrochemical tuning of silver nanoparticles fabricated by nanosphere lithography,” *Nano Letters*, Vol 5, 2005, pp. 1503–1507.
- [9] Glover, R. D., Miller, J. M., and Hutchison, J. E., “Generation of metal nanoparticles from silver and copper objects,” *ACS Nano*, Vol 5, 2011, pp. 8950–8957.
- [10] Poda, A. R., Kennedy, A. J., Cuddy, M. F., and Bednar, A. J., “Investigations of UV photolysis of PVP-capped silver nanoparticles in the presence and absence of dissolved organic carbon,” *Journal of Nanoparticle Research*, Vol 15, 2013, Article ID 1673.
- [11] Wang, J., Huang, C. P., and Pirestani, D., “Interactions of silver with wastewater constituents,” *Water Research*, Vol 37, 2003, pp. 4444–4452.

- [12] Kaegi, R., Voegelin, A., Sinnet, B., Zuleeg, S., Hagendorfer, H., et al., "Behavior of metallic silver nanoparticles in a pilot wastewater treatment plant," *Environmental Science and Technology*, Vol 45, 2011, pp. 3902–3908.
- [13] Powers, K. W., Brown, S. C., Krishna, V. B., Wasado, S. C., Moudgil, B. M., et al., "Research strategies for safety evaluation of nanomaterials. Part VI. Characterization of nanoscale particles for toxicological evaluation," *Toxicological Sciences*, Vol 90, 2006, pp. 296–303.
- [14] Hassellöv, M., Readman, J. W., Ranville, J. F., and Tiede, K., "Nanoparticle analysis and characterization methodologies in environmental risk assessment of engineered nanoparticles," *Ecotoxicology*, Vol 17, 2008, pp. 344–361.
- [15] Tiede, K., Boxall, B. A., Tear, S. P., Lewis, J., David, H., et al., "Detection and characterization of engineered nanoparticles in food and the environment," *Food Additives and Contaminants*, Vol 25, 2008, pp. 795–821.
- [16] Baer, D. R., Engelhard, M. H., Johnson, G. E., Laskin, J., Lai, J., et al., "Surface characterization of nanomaterials and nanoparticles: Important needs and challenging opportunities," *Journal of Vacuum Science and Technology*, Vol A31, 2013, Article ID 050820.
- [17] U.S. EPA, "State-of-the-science review: Everything nanosilver and more," Report EPA/600/R-10/084, 2010.

