



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization



استاندارد ملی ایران

۱۴۴۹۹-۲

چاپ اول

۱۴۰۲

INSO

14499-2

1st Edition

2024

فناوری نانو - کاشی‌های سرامیکی با خاصیت  
ضدمیکروبی - قسمت ۲: کاشی‌های بر پایه  
فناوری نانو - ویژگی‌ها و  
روش‌های آزمون

**Nanotechnologies- Antimicrobial ceramic  
tiles-part 2: Nano based tiles- Specifications  
and test methods**

ICS: 07.030

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۴۴۹۹: (چاپ اول): سال ۱۴۰۲

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@inso.gov.ir](mailto:standard@inso.gov.ir)

وبگاه: <http://www.inso.gov.ir>

**Iran National Standards 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@inso.gov.ir](mailto:standard@inso.gov.ir)

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

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روز رسانی و نشر استانداردهای ملی ایران را بر 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، نهادهای 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 پیشنهادهای 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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 استانداردهای 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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«کاشی‌های سرامیکی با خاصیت ضد میکروبی - قسمت ۲: کاشی‌های بر پایه فناوری نانو -

ویژگی‌ها و روش‌های آزمون»

### رئیس:

قاضی خوانساری، محمود  
(دکتری تخصصی سم‌شناسی)

### سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیئت علمی - دانشگاه علوم پزشکی تهران

### دبیر:

احمدی، سارا  
(دکتری تخصصی مهندسی مواد)

عضو هیئت علمی - پژوهشگاه استاندارد ایران

### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسلامی پور، الهه  
(کارشناسی ارشد زیست‌شناسی)

کارشناس مسئول - گروه استاندارد و ایمنی ستاد فناوری‌های نانو و میکرو

پارسافر، علی‌اکبر  
(کارشناسی ارشد شیمی معدنی)

مدیر - آزمایشگاه شرکت گلدیس کاشی یزد

پزشک، لیلا  
(کارشناسی ارشد مدیریت تکنولوژی)

کارشناس - کمیته نانوفناوری سازمان غذا و دارو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

پوی پوی، حسن  
(کارشناسی ارشد شیمی)

مدیر - گروه استاندارد و ایمنی ستاد فناوری‌های نانو و میکرو

حسینی، مریم  
(دکتری تخصصی مهندسی مواد)

عضو هیئت علمی - پژوهشگاه رنگ

رحیمی فرد، ناهید  
(دکتری تخصصی میکروبی‌شناسی)

عضو هیئت علمی - دانشگاه علوم پزشکی ایران

زائرزاده، احسان  
(دکترای سم‌شناسی)

عضو هیئت علمی - پژوهشگاه استاندارد ایران

سامانیان، حمید  
(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

رئیس - آزمایشگاه مرجع گروه پژوهشی ساختمانی و معدنی - پژوهشگاه استاندارد

**سمت و/یا محل اشتغال:**

کارشناس - پژوهشگاه استاندارد ایران

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سلطانیان، علی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مدیرعامل - شرکت راصد توسعه فناوری‌های پیشرفته

سهرابی، ابوذر

(دکتری تخصصی فناوری نانو)

مدیرعامل - شرکت نانوپیش‌تاز پارس

سید معصومی، مهران

(دکتری شیمی معدنی)

مشاور - گروه استاندارد و ایمنی ستاد فناوری‌های نانو و میکرو

سیفی، مهوش

(کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)

مشاور - کارخانجات کاشی و سرامیک

شهریاری، مریم

(کارشناسی مهندسی مواد)

عضو هیئت‌علمی - دانشگاه علوم پزشکی ایران

رحیمی فرد، ناهید

(دکتری تخصصی میکروبی شناسی)

کارشناس - گروه ارزیابی و نظارت ستاد فناوری‌های نانو و میکرو

گل‌زردی، سمیرا

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

رئیس - امور تدوین استاندارد اداره کل استاندارد استان یزد

قیصری، ناهید

(کارشناسی ارشد شیمی)

کارشناس - دفتر نظارت بر اجرای استاندارد صنایع غیرفلزی سازمان  
ملی استاندارد ایران

مجتبوی، علیرضا

(کارشناسی مهندسی مواد)

کارشناس استاندارد - بازنشسته پژوهشگاه استاندارد ایران

مختاری، فهیم‌دخت

(کارشناسی ارشد ایمونولوژی)

مدیر - کارخانه کاشی و سرامیک ستاره میبد

نورمحمدی، سعید

(کارشناسی مهندسی مواد)

**ویراستار:**

مشاور - گروه استاندارد و ایمنی ستاد فناوری ای نانو و میکرو

سیفی، مهوش

(کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۷	۴ نمادها و کوتاه‌نوشت‌ها
۷	۵ مشخصه‌های نانومواد فلزی و اکسید فلزی در کاشی سرامیکی ضد میکروبی
۷	۵-۱ مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی نانومواد فلزی و اکسید فلزی
۸	۵-۲ روش‌های مشخصه‌یابی
۹	۶ ویژگی‌ها و روش‌های آزمون کاشی سرامیکی ضد میکروبی
۹	۶-۱ ویژگی‌های عمومی
۹	۶-۲ ویژگی‌های ضد میکروبی
۹	۶-۳ روش‌های آزمون
۱۱	۷ گزارش نتایج آزمون‌های انجام شده
۱۴	۸ بسته‌بندی و نشانه‌گذاری
۱۴	۸-۱ بسته‌بندی
۱۴	۸-۲ نشانه‌گذاری
۱۶	پیوست الف (الزامی) مشخصه‌یابی فیزیکی و شیمیایی نانومواد در کاشی‌های سرامیکی ضد میکروبی
۱۷	پیوست ب (الزامی) تعیین مقاومت سایشی کاشی سرامیکی
۱۸	پیوست پ (الزامی) تعیین مقاومت شیمیایی کاشی سرامیکی
۲۰	پیوست ت (الزامی) تعیین فعالیت ضدباکتریایی سطوح کاشی سرامیکی
۲۲	پیوست ث (الزامی) تعیین فعالیت ضدقارچی سطوح کاشی سرامیکی
۲۵	پیوست ج (الزامی) تعیین فعالیت ضدویروسی سطوح کاشی سرامیکی
۲۸	کتابنامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری نانو- کاشی‌های سرامیکی با خاصیت ضد میکروبی - قسمت ۲: کاشی‌های بر پایه فناوری نانو- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون» که پیش‌نویس آن بر اساس پژوهش انجام شده تهیه و تدوین شده است، پس از بررسی در کمیسیون‌های مربوط، در یکصدوسی‌ونهمین اجلاس هیئت کمیته ملی استاندارد فناوری نانو مورخ ۱۴۰۲/۱۱/۱۷ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس 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 و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مآخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

- مطالعات و بررسی‌های علمی و تحقیقاتی انجام‌شده در پژوهشگاه استاندارد ایران و ستاد توسعه فناوری‌های نانو در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

## مقدمه

در محیط پیرامون انسان، آلاینده‌ها و میکروب‌ها شامل انواع باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها (ریزاندامگان‌ها) که می‌توانند به انسان آسیب برسانند در حال رشد هستند و به گونه‌ای تکامل یافته‌اند که مقاوم‌تر شده و سریع‌تر رشد می‌کنند [1]. به همین دلیل امروزه در بسیاری از صنایع شاهد ورود محصولات با خاصیت ضد میکروبی به بازار هستیم. استفاده از فناوری نانو در صنعت کاشی‌های سرامیکی نیز عملکردهای جدیدی مانند فعالیت ضد میکروبی، آب‌گریز بودن و خودتمیزشوندگی را ارائه کرده است. کاشی‌های سرامیکی ضد میکروبی به‌ویژه برای بیمارستان‌ها، مدارس، رستوران‌ها، تاسیسات صنعتی، اماکن عمومی و اتاق‌های بازی ضروری هستند [2]، [3].

توسعه سریع و پیوسته کاشی‌های سرامیکی ضد میکروبی بر پایه فناوری نانو، نیاز به تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های لازم برای بررسی عملکرد و روش‌های آزمون این محصولات را ایجاد می‌کند تا همزمان نیاز تولیدکننده و مصرف‌کننده محصولات کاشی سرامیکی ضد میکروبی را نیز برطرف نمایند. از آنجا که فعالیت ضد میکروبی کاشی‌های سرامیکی پس از قرارگیری در معرض انواع مواد شوینده و یا سایش‌های مکرر در اثر تردد، دارای اهمیت است، تدوین یک استاندارد که عملکرد ضد میکروبی محصول را تحت فرایندهای سایش و شستشو بررسی کند، رشد بازار داخلی و خارجی را تسهیل می‌کند.

در حال حاضر، دو نوع فناوری اصلی فتوکاتالیستی و غیرفتوکاتالیستی وجود دارد که قادر به کنترل فعال و حذف بار میکروبی تأثیرگذار بر سطوح کاشی‌های سرامیکی بر پایه فناوری نانو یا غیرنانو هستند [4].

کاشی‌های سرامیکی بر پایه فناوری نانو را می‌توان بر اساس نحوه ادغام نانومواد در سطح کاشی به دو گروه طبقه‌بندی کرد. گروه اول کاشی‌های سرامیکی هستند که پس از تولید، از طریق پوشش‌های پساتولید، نانومواد به صورت لایه نازک بر سطح کاشی اعمال می‌شود تا سطح دارای نانو ساختار، خاصیت مورد نظر را ایجاد کند. بیشتر محصولات کاشی سرامیکی ضد میکروبی در بازار مصرف در این گروه قرار دارند. در نوع دوم، نانومواد در حین فرایند تولید به ترکیب لعاب اضافه می‌شوند و از یا طریق عملیات حرارتی روی سطح متبلور می‌شوند [5].

فعالیت‌های ضد میکروبی کاشی‌های سرامیکی شامل فعالیت‌هایی بر ضد باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها است. در کاشی‌های سرامیکی ضد میکروبی بر پایه فناوری نانو به‌طور معمول از نانوذرات فلزی مانند نقره، مس و نانواکسیدهای فلزی مانند مس اکسید (CuO)، تیتانیوم دی‌اکسید (TiO<sub>2</sub>) و روی اکسید (ZnO) استفاده می‌شود [6,12].

در این استاندارد به ویژگی‌های کاشی سرامیکی ضد میکروبی، روش‌های مشخصه‌یابی نانومواد استفاده شده در کاشی سرامیکی، ارزیابی عملکرد ضدباکتریایی، ضدقارچی و ضدویروسی محصول و نیز دوام این ویژگی‌ها پس از قرارگیری در معرض تنش‌های مکانیکی و شیمیایی پرداخته شده است.



این استاندارد به ایمنی نانو و تاثیر محیط‌زیستی ناشی از رهائش نانومواد در هوا، آب و محل دفع زباله نمی‌پردازد. اگرچه می‌توان از اطلاعات به‌دست آمده از میزان نانومواد پس از آزمون‌های مقاومت شیمیایی و یا سایش، به‌عنوان اطلاعات اساسی برای درک رهائش بالقوه در محیط استفاده کرد.

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۴۴۹۹ است. سایر قسمت‌های این استاندارد به‌شرح زیر است:

- قسمت ۱: کاشی‌های غیرنانو-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

## فناوری نانو-کاشی‌های سرامیکی با خاصیت ضد میکروبی - قسمت ۲: کاشی‌های بر پایه فناوری نانو-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی‌ها و روش‌های آزمون برای ارزیابی عملکرد ضد میکروبی انواع کاشی‌های سرامیکی بر پایه فناوری نانو است که یکی از ویژگی‌های ضد باکتریایی<sup>۱</sup>، ضد قارچی<sup>۲</sup> و ضد ویروسی<sup>۳</sup> یا دو یا هر سه ویژگی را به طور هم‌زمان داشته باشند. این استاندارد برای انواع کاشی‌های سرامیکی، کاشی‌های سرامیکی مقاوم در برابر اسید، کاشی‌های موزائیکی گروهی، کاشی‌های تزئینی و موارد مشابه که لعاب‌دار یا بدون لعاب بوده و در آن‌ها از فناوری نانو برای ایجاد خاصیت ضد میکروبی استفاده می‌شود، کاربرد دارد. این استاندارد برای انواع کاشی‌های سرامیکی با خاصیت فتوکاتالیستی یا بدون خاصیت فتوکاتالیستی نیز کاربرد دارد.

این استاندارد برای محصول کاشی سرامیکی که ویژگی ضد میکروبی به وسیله افشانش انواع محلول‌های ضد میکروبی ایجاد شده است کاربرد ندارد. این استاندارد شامل موارد ایمنی استفاده از نانوذرات نمی‌شود.

### ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۵، کاشی‌های سرامیکی، تعاریف، طبقه‌بندی، ویژگی‌ها و نشانه‌گذاری

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۵۱، کاشی‌های سرامیکی مقاوم در برابر اسید-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

---

1- Antibacterial  
2- Antifungal  
3- Antiviral

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۲۸۹، کاشی‌های موزائیکی گروهی - تعاریف، طبقه‌بندی، ویژگی‌ها و نشانه‌گذاری

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۱۰، کاشی‌های سرامیکی تزیینی - ویژگی‌ها

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷-۹۱۶۹، کاشی‌های سرامیکی - قسمت ۷: تعیین مقاومت سایش سطحی کاشی‌های لعاب‌دار - روش آزمون

۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳-۹۱۶۹، کاشی‌های سرامیکی - قسمت ۱۳: تعیین مقاومت شیمیایی - روش آزمون

۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۲۸۸، تعیین کمی فعالیت ضدباکتریایی سطوح کاشی سرامیکی - قسمت ۱: سطوح کاشی سرامیکی ترکیب‌شده با عوامل ضدباکتریایی - روش آزمون

۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۲۸۸، تعیین کمی فعالیت ضدباکتریایی سطوح کاشی سرامیکی - قسمت ۲: سطوح کاشی سرامیکی ترکیب‌شده با عوامل ضدباکتریایی فتوکاتالیستی - روش آزمون

2-9 ISO 13125, Fine Ceramics (Advanced Ceramics, Advanced Technical Ceramics)- Test method for antifungal activity of semiconducting photocatalytic materials

یادآوری - استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۱۳۱۲۵، سرامیک‌های (سرامیک‌های پیشرفته، سرامیک‌های با روش پیشرفته) فعالیت ضدقارچی مواد فتوکاتالیک نیمه‌هادی - روش آزمون با استفاده از استاندارد ISO 13125: 2013 به روش تنفیذی تدوین شده است.

2-10 BS ISO 18061, Fine Ceramics (Advanced Ceramics, Advanced Technical Ceramics)- Determination of antiviral activity of semiconducting photocatalytic materials-Test method using bacteriophage Q-beta

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود<sup>۱</sup>:

۱-۳

### فناوری نانو

#### Nanotechnology

کاربرد دانسته‌های علمی در دست‌کاری و کنترل ماده، غالباً در مقیاس نانو (۱-۳-۱) برای بهره‌برداری از پدیده‌ها و خواص وابسته به ساختار و اندازه است. این خواص، متمایز از خواص اتم‌ها و مولکول‌های مجزا یا برون‌یابی‌شده از اندازه‌های بزرگتر همان ماده است.

۱ - اصطلاحات و تعاریف به‌کار رفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های <http://www.iso.org/obp> و <http://www.electropedia.org/> قابل دسترسی است.

یادآوری - دست کاری و کنترل، برای مثال شامل سنتز و فراوری مواد هم می شود.

[منبع: زیربند ۳-۱-۳، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۴۰۲]

۲-۳

### نانومقیاس

#### nanoscale

گستره اندازه بین تقریباً ۱ nm تا ۱۰۰ nm است.

[منبع: زیربند ۳-۱-۱، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۴۰۲]

۳-۳

### نانوماده

#### nanomaterial

ماده ای که حداقل یک بعد خارجی آن در مقیاس نانو (۲-۳) است یا دارای ساختار داخلی یا ساختار سطحی در مقیاس نانو است.

[منبع: زیربند ۳-۱-۴، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۴۰۲، تغییر یافته- یادآوری حذف شده است.]

۴-۳

### نانوشیء

#### nano-object

هر قطعه مجزا از ماده با یک، دو یا سه بعد خارجی در مقیاس نانو (۲-۳) است.

[منبع: زیربند ۳-۱-۵، استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۴۰۲]

۵-۳

### کاشی های سرامیکی

#### ceramic tiles

قطعه نازک ساخته شده از رس و/یا دیگر مواد اولیه معدنی که عموماً به عنوان پوشش کفها و دیوارها استفاده می شود و معمولاً در دمای اتاق به وسیله روزن رانی<sup>۱</sup> یا پرس کردن<sup>۲</sup> شکل داده می شوند. اما ممکن است به

---

1- Extruding

2- Pressing

روش‌های دیگر نیز شکل داده و سپس خشک و در دمای کافی پخت<sup>۱</sup> شوند تا خواص مورد نیاز را کسب نمایند.

یادآوری ۱- کاشی‌ها ممکن است لعاب‌دار یا بدون لعاب باشند؛ این محصولات غیرقابل سوختن و پایدار در برابر نور هستند.

یادآوری ۲- در این استاندارد هر جا کلمه «کاشی» به کار رفته است به معنی «کاشی سرامیکی» است.

[منبع: زیربند ۳-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۲۵: سال ۱۳۹۳، تغییر یافته- «روزن‌رانی» جایگزین «اکستروود» شده است. یادآوری ۲ حذف شده است.]

۶-۳

کاشی سرامیکی ضد میکروبی

#### antimicrobial ceramic tile

کاشی سرامیکی است که به صورت هم‌زمان هر سه خاصیت ضدباکتریایی، ضدقارچی و ضدویروسی را دارا باشد.

۷-۳

کاشی سرامیکی ضدباکتریایی

#### antibacterial ceramic tile

کاشی سرامیکی است که به طور خاص مانع از رشد و تکثیر باکتری‌ها بر سطح محصول می‌شود.

۸-۳

کاشی سرامیکی ضدقارچی

#### antifungal ceramic tile

کاشی سرامیکی است که به طور خاص برای جلوگیری از رشد و گسترش قارچ‌ها بر سطح خود طراحی شده‌اند.

۹-۳

کاشی سرامیکی ضدویروسی

#### antiviral ceramic tile

کاشی سرامیکی است که به طور خاص، از رشد و انتشار ویروس‌ها بر روی سطح خود جلوگیری می‌کند.

۱۰-۳

فعالیت ضدباکتریایی

#### antibacterial activity

---

1- Fired

اختلاف در لگاریتم تعداد سلول‌های زنده موجود در یک محصول تیمار شده با عوامل ضدباکتریایی و یک کنترل تیمار نشده پس از تلقیح و انکوبه کردن با باکتری است.

[منبع: زیربند ۳-۳، استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۲۸۸: سال ۱۴۰۲]

۱۱-۳

### فعالیت ضدقارچی

#### antifungal activity

جلوگیری از جوانه‌زنی<sup>۱</sup> یا غیرفعال‌سازی<sup>۲</sup> اسپوره‌های قارچی است.

[منبع: زیربند 3.4، استاندارد ISO 13125: 2013]

۱۲-۳

### فعالیت ضدویروسی

#### antiviral activity

شرایطی که عفونت‌زایی ویروس‌ها را در سطح مواد کاهش می‌دهد.

[منبع: زیربند 3.3، استاندارد ISO 18061: 2014]

۱۳-۳

### فتوکاتالیست

#### photocatalyst

ماده‌ای است که بر مبنای واکنش‌های اکسایش-کاهش تحت تابش‌دهی فرابنفش (UV)، عملکردهای زیادی از قبیل تجزیه و حذف آلاینده‌های هوا و آب، بوزدایی، فعالیت ضدباکتریایی، خودتمیزشوندگی و ضدبخار انجام می‌دهد.

[منبع: زیربند ۳-۱، استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۲۸۸: سال ۱۴۰۱]

۱۴-۳

### مواد فتوکاتالیتیک

#### photocatalytic materials

موادی که فتوکاتالیست روی سطح یا درون آن‌ها با پوشش‌دهی، اشباع‌سازی، اختلاط و غیره اضافه می‌شود.

---

1- Germination

2- Inactivation

یادآوری- مواد فتوکاتالیتیک در مصالح ساختمان‌سازی و جاده‌سازی برای حصول خواص فتوکاتالیستی استفاده می‌شوند.

[منبع: زیربند ۳-۱-۲، استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۶۵۹: سال ۱۳۸۸]

#### ۴ نمادها و کوتاه‌نوشت‌ها

کوتاه‌نوشت	اصطلاح انگلیسی	معادل فارسی
AES	Auger electron spectroscopy	طیف‌سنجی الکترونی اوژه
FESEM	Field Emission Scanning Electron Microscopy	میکروسکوپی الکترونی روبشی/نشر میدانی
DLS	Dynamic light scattering	پراکندگی پویای نور
EDS	Energy- dispersive X-ray spectroscopy	طیف‌سنجی پرتو ایکس تفکیک انرژی
EPMA	Electron probe micro-analyzer	میکروآنالایزر پروب الکترونی
ICP-AES	Inductively coupled plasma-atomic emission spectroscopy	طیف‌سنجی پلاسمای جفت‌شده القایی-نشر اتمی
ICP-MS	Inductively coupled plasma-mass spectrometry	طیف‌سنجی پلاسمای جفت‌شده القایی-جرمی
LEEM	Low-energy electron microscopy	میکروسکوپی الکترونی کم‌انرژی
SPM	Scanning probe microscopy	میکروسکوپی کاوند روبشی
SIMS	Secondary ion mass spectroscopy	طیف‌سنجی جرمی یون ثانویه
SAXS	Small angle X- ray scattering	پراکندگی پرتو ایکس با زاویه کوچک
TEM	Transmission electron microscopy	میکروسکوپی الکترونی عبوری
XRD	X- ray Diffraction	پراش پرتو ایکس
XPS	X-ray photoelectron spectroscopy	طیف‌سنجی فتوالکترونی پرتو ایکس

#### ۵ مشخصه‌های نانومواد فلزی و اکسید فلزی در کاشی سرامیکی ضد میکروبی

##### ۱-۵ مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی نانومواد فلزی و اکسید فلزی

شناخت مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی نانومواد استفاده شده در کاشی‌های سرامیکی با توجه به تاثیر آنها بر عملکرد ضد میکروبی محصول نهایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مشخصه‌های فیزیکی شامل ریخت‌شناسی نانوذرات، میانگین اندازه و توزیع اندازه آنها و مشخصه‌های شیمیایی شامل ترکیب و مقدار موثر نانوذرات موجود در نمونه مورد آزمون است. روش‌های موجود برای اندازه‌گیری مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی نانومواد و تعاریف مرتبط با مشخصه‌های آنها به ترتیب در استانداردهای ملی ایران شماره ۲۲۶۱۱ و ۱۶۴۶۴ و استاندارد ملی ایران- ایزو ۶-۸۰۰۰۴، بیان شده است.

۲-۵ روش‌های مشخصه‌یابی

مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی مورد نظر با توجه به کاربرد مورد نظر محصول به‌موجب توافق ذی‌نفعان، اندازه‌گیری و گزارش می‌شوند. با توجه به تنوع نانومواد مورد استفاده، روش‌های آنالیزی مختلفی برای تشخیص و مشخصه‌یابی نانومواد بر سطح کاشی سرامیکی ضد میکروبی موجود است. برخی از روش‌های مناسب و مشخصه قابل اندازه‌گیری در جدول ۱، خلاصه شده است.

جدول ۱- روش‌های مشخصه‌یابی نانومواد در کاشی سرامیکی ضد میکروبی (برگرفته از استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۶۱۱)

مشخصه قابل اندازه‌گیری						نام روش
مقدار نانوماده	ریخت‌شناسی	توزیع اندازه	ترکیب فازی	ترکیب شیمیایی	اندازه	
	×	×		×	×	SEM/FESEM
	×	×			×	SPM/AFM
	×	×		×	×	TEM
	×			×		LEEM
				×		WDS/EDS/EDX
×	×			×	×	AES
×				×		XPS
			×		×	XRD
	×	×			×	SAXS
		×		×	×	ICP-MS
				×		ICP-AES/ ICP-OES
×				×		SIMS
×				×		EPMA
		×			×	DLS

× به‌عنوان روش مناسب برای مشخصه‌یابی نانومواد در کاشی سرامیکی ضد میکروبی توصیه می‌شود.

شرح مختصری از برخی روش‌های مشخصه‌یابی نانومواد در پیوست الف ارائه شده است.



## ۶ ویژگی‌ها و روش‌های آزمون کاشی سرامیکی ضد میکروبی

### ۱-۶ ویژگی‌های عمومی

ویژگی‌های عمومی کاشی‌های سرامیکی با خاصیت ضد میکروبی (ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد ویروسی) شامل ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، ظاهری و کیفیت سطح آن‌ها با توجه به نوع کاشی باید مطابق با استانداردهای ملی ایران شماره ۲۵، ۳۰۵۱، ۴۲۸۹ و ۱۷۰۱۰ یا برای انواع دیگر مطابق با استاندارد مربوط باشد.

### ۲-۶ ویژگی‌های ضد میکروبی

فعالیت‌های ضد میکروبی کاشی‌های سرامیکی بر پایه فناوری نانو شامل ویژگی ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد ویروسی باید بر روی نمونه‌ها پیش و پس از آزمون‌های مقاومت شیمیایی و سایش کاشی‌های سرامیکی انجام شود. فعالیت ضد باکتریایی و ضد قارچی قبل و بعد از این آزمون‌ها باید بزرگتر یا مساوی ۲ مطابق با جدول‌های ۲ و ۳ باشد.

**یادآوری** - کاهش فعالیت ضد میکروبی کاشی پس از انجام آزمون‌های سایش و مقاومت شیمیایی، ممکن است به رهاش نانوذرات مربوط شود که بررسی مسائل ایمنی مربوط به این موضوع در دامنه کاربرد این استاندارد نیست.

### ۳-۶ روش‌های آزمون

#### ۱-۳-۶ آزمون سایش

سایش نمونه مورد آزمون باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۷-۹۱۶۹ و با توجه به رده سایش محصول انجام شود. در محصولات غیر لعاب‌دار که ویژگی ضد میکروبی با اعمال پوشش بر سطح کاشی ایجاد شده است، تولیدکننده کاشی سرامیکی ضد میکروبی (لعاب‌دار و غیر لعاب‌دار) باید رده سایش را مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۷-۹۱۶۹ روی بسته‌بندی محصول گزارش کند. شرح انجام آزمون سایش در پیوست ب ارائه شده است.

**یادآوری** - انجام آزمون سایش برای کاشی دیوار ضروری نیست.

#### ۲-۳-۶ آزمون مقاومت شیمیایی

آزمون مقاومت شیمیایی باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۳-۹۱۶۹ و براساس رده شیمیایی کاشی و ادعای تولیدکننده انجام شود. شرح انجام آزمون در پیوست پ ارائه شده است.

### ۳-۳-۶ تعیین فعالیت ضدباکتریایی

فعالیت ضدباکتریایی کاشی‌های سرامیکی بر پایه فناوری نانو باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۲۸۸-۱ تعیین شود. فعالیت ضدباکتریایی کاشی‌های سرامیکی دارای خاصیت فتوکاتالیستی باید براساس استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۲۸۸ اندازه‌گیری شود. شرح مختصری از این روش‌های آزمون در پیوست ت ارائه شده است.

نتایج (K) به صورت تفاوت بین مقدار لگاریتمی تعداد باکتری در نمونه مورد آزمون و در نمونه کنترل تیمارنشده بیان می‌شود. اثربخشی ویژگی ضدباکتریایی کاشی‌های سرامیکی باید بزرگتر یا مساوی ۲ مطابق جدول ۲ باشد.

جدول ۲- اثربخشی ویژگی ضدباکتریایی

مقدار فعالیت ضدباکتریایی $K^a$	اثر بخشی ویژگی ضدباکتریایی
$K < 1$	بدون اثر
$1 \leq K < 2$	اثر کم
$2 \leq K < 3$	معنی‌دار
$K \geq 3$	قوی
$K^a$ اختلاف بین مقدار لگاریتمی تعداد باکتری‌ها در نمونه آزمون و در نمونه کنترل تیمارنشده است.	

### ۴-۳-۶ تعیین فعالیت ضدقارچی

فعالیت ضدقارچی کاشی‌های سرامیکی با خاصیت فتوکالیستی باید مطابق با استاندارد ISO 13125، مورد آزمون قرار گیرد. شرح مختصری از این روش آزمون در زیربند ۱- پیوست ت، ارائه شده است. بررسی فعالیت ضدقارچی کاشی سرامیکی ضدقارچ بدون خاصیت فتوکالیستی باید مطابق با زیربند ۲- پیوست ت انجام شود.

نتایج  $\Delta R$  به صورت تفاوت بین مقدار لگاریتمی تعداد اسپورهای قارچی در نمونه مورد آزمون و در نمونه کنترل تیمارنشده بیان می‌شود. اثربخشی ویژگی ضدقارچی کاشی سرامیکی باید مطابق، بزرگتر یا مساوی ۲ مطابق جدول ۳ باشد.

جدول ۳- اثربخشی ویژگی ضدقارچی

مقدار فعالیت ضدقارچی $\Delta R^a$	اثر بخشی ویژگی ضدقارچی
$\Delta R < 1$	بدون اثر
$1 \leq \Delta R < 2$	اثر کم
$2 \leq \Delta R < 3$	معنی‌دار
$\Delta R \geq 3$	قوی
$\Delta R^a$ اختلاف بین مقدار لگاریتمی تعداد اسپورهای قارچی در نمونه آزمون و در نمونه کنترل تیمارنشده است.	

### ۵-۳-۶ تعیین فعالیت ضدویروسی

فعالیت ضدویروسی کاشی سرامیکی با خاصیت فتوکاتالیستی باید مطابق با استاندارد BS ISO 18061 انجام شود. شرح مختصری از این روش آزمون در زیربند ج-۱، پیوست ج ارائه شده است. برای انجام آزمون فعالیت ضدویروسی کاشی سرامیکی بدون خاصیت فتوکاتالیستی به زیربند ج-۲، پیوست ج مراجعه شود.

نتایج ( $\Delta V$ ) به صورت تفاوت بین متوسط لگاریتم تیترا باکتریوفاژ نمونه‌های تیمارنشده و نمونه تیمار شده، پس از زمان تماس  $t$ ، بیان می‌شود. میزان فعالیت ضدویروسی کاشی سرامیکی باید مساوی یا بیش‌تر از مقدار اعلام شده توسط تولیدکننده باشد.

مقدار فعالیت ضدویروسی که توسط تولیدکننده اعلام می‌شود، باید به صورت یک عدد بزرگتر از صفر باشد.

### ۷ گزارش نتایج آزمون‌های انجام شده

تولیدکننده یا تامین‌کننده باید اطلاعات کلی و نتایج اندازه‌گیری مشخصه‌های اصلی کاشی‌های سرامیکی ضد میکروبی بر پایه فناوری نانو را گزارش کند. گزارش باید شامل اطلاعات زیر باشد:

۱-۷ ارجاع به این استاندارد ملی؛

۲-۷ اطلاعات کلی محصولات کاشی‌های سرامیکی ضد میکروبی بر پایه فناوری نانو مانند نام محصول، کاربرد محصول، شماره دسته، شماره بهر، نوع کاشی‌های سرامیکی ضد میکروبی بر پایه فناوری نانو، نام و آدرس تولیدکننده کاشی؛

۳-۷ جزئیات نتایج مشخصه‌یابی اندازه‌گیری نانوماده مورد استفاده مانند اندازه، توزیع اندازه، ریخت‌شناسی، شناسایی فاز، ترکیب‌بندی شیمیایی، مشروط به توافق ذی‌نفعان مرتبط (به زیربند ۵-۲ مراجعه شود)؛

۴-۷ همه جزئیات روش آزمون فعالیت ضدباکتریایی مانند نام باکتری مورد آزمون، شماره سویه، روش تلقیح، غلظت تلقیح و روش اندازه‌گیری مطابق مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۲۸۸ و مقدار فعالیت ضدباکتریایی (در صورتی که ویژگی ضدباکتریایی کاشی‌های سرامیکی ضد میکروبی بر پایه فناوری نانو توسط تولیدکننده ادعا شده باشد)؛

۵-۷ همه جزئیات روش آزمون فعالیت ضدقارچی مانند نام قارچ آزمون، جزئیات سویه قارچی، روش تلقیح، غلظت اسپور و روش اندازه‌گیری مطابق استاندارد ISO 13125 و مقدار فعالیت ضدقارچی (در صورتی که ویژگی ضدقارچی کاشی‌های سرامیکی ضد میکروبی بر پایه فناوری نانو توسط تولیدکننده ادعا شده باشد)؛

۶-۷ همه جزئیات روش آزمون فعالیت ضدویروسی مانند نام ویروس‌های آزمون، تعداد سویه، روش تلقیح، غلظت تلقیح، روش اندازه‌گیری کمی و روش اندازه‌گیری مطابق استاندارد ISO 18061 و مقدار فعالیت ضدویروسی (در صورتی که ویژگی ضدویروسی کاشی‌های سرامیکی ضد میکروبی بر پایه فناوری نانو توسط

تولیدکننده ادعا شده باشد)؛

۷-۷ همه جزئیات مربوط به روش آزمون‌های سایش و مقاومت شیمیایی مانند نوع ماده شیمیایی و زمان اعمال شده؛

۸-۷ فعالیت ضد میکروبی کاشی‌های سرامیکی پیش و پس از آزمون سایش و مقاومت شیمیایی؛

۹-۷ هرگونه انحراف از روش آزمون‌های مربوطه؛

۱۰-۷ هرگونه خصیصه غیرعادی مشاهده شده؛

۱۱-۷ تاریخ انجام آزمون، نام و آدرس آزمایشگاه؛

در جدول ۵ نمونه فرم گزارش آزمون ضد میکروبی پیشنهاد شده است.

**جدول ۵- فرم گزارش آزمون ضد میکروبی**

نام آزمایشگاه		آدرس آزمایشگاه	
نام محصول		نام تولیدکننده	
نوع کاشی		ابعاد کاشی	
<b>مشخصه‌های فیزیکی شیمیایی نانوماده و روش مشخصه‌یابی اعمال شده (اختیاری، مشروط به توافق ذی‌نفعان)</b>			
اندازه و توزیع اندازه نانومواد		شناسایی فاز	
روش مورد استفاده		روش مورد استفاده	
ترکیب بندی شیمیایی		مقدار نانو مواد و ریخت شناسی	
روش مورد استفاده		روش مورد استفاده	
<b>فعالیت ضدباکتریایی</b>			
نام باکتری آزمون		شماره سویه	
غلظت تلقیح		روش اندازه‌گیری	
		مطابق مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۲۸۸	
میزان فعالیت ضدباکتریایی (K)		تاریخ آزمون	
<b>فعالیت ضدقارچی</b>			
نوع قارچ آزمون		نام و شماره سویه	
غلظت اسپور		روش اندازه‌گیری	
		مطابق استاندارد ISO 13125	

	تاریخ آزمون		میزان فعالیت ضدقارچی
<b>فعالیت ضدویروسی</b>			
	شماره سویه		نوع ویروس آزمون
	روش اندازه‌گیری مطابق استاندارد BS ISO 18061		غلظت تلقیح
	تاریخ آزمون		میزان فعالیت ضدویروسی
<b>شرایط آزمون مقاومت شیمیایی</b>			
	آدرس آزمایشگاه		نام آزمایشگاه
	زمان در معرض بودن		نام ماده شیمیایی
	تاریخ آزمون		روش آزمون مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۳-۹۱۶۱
<b>شرایط آزمون سایش</b>			
	آدرس آزمایشگاه		نام آزمایشگاه
	روش آزمون مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷-۹۱۶۱		تعداد دور سایش
			تاریخ آزمون
<b>فعالیت ضد میکروبی کاشی‌های سرامیکی</b>			
	میزان فعالیت ضدباکتریایی		میزان فعالیت ضدباکتریایی
	میزان فعالیت ضدقارچی	پس از سایش	میزان فعالیت ضدقارچی
	میزان فعالیت ضدویروسی		میزان فعالیت ضدویروسی
<b>فعالیت ضد میکروبی کاشی‌های سرامیکی</b>			
	میزان فعالیت ضدباکتریایی	پس از	میزان فعالیت ضدباکتریایی
	میزان فعالیت ضدقارچی	مقاومت	میزان فعالیت ضدقارچی
	میزان فعالیت ضدویروسی	شیمیایی	میزان فعالیت ضدویروسی
<b>نتیجه کلی:</b>			

## ۸ بسته‌بندی و نشانه‌گذاری

### ۱-۸ بسته‌بندی

بسته‌بندی کاشی‌های سرامیکی ضد میکروبی (ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد ویروسی) با توجه به نوع کاشی باید مطابق با استانداردهای ملی ایران شماره‌های ۲۵، ۳۰۵۱، ۴۲۸۹ و ۱۷۰۱۰ یا برای انواع دیگر مطابق با استاندارد مربوطه باشد.

### ۲-۸ نشانه‌گذاری

۱-۲-۸ تولیدکننده کاشی‌های سرامیکی ضد میکروبی (ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد ویروسی) علاوه بر این که باید با توجه به نوع کاشی، موارد نشانه‌گذاری مطابق با استانداردهای ملی ایران شماره ۲۵، ۳۰۵۱، ۴۲۸۹ و ۱۷۰۱۰ و یا برای انواع دیگر مطابق با استاندارد مربوطه را بر روی بسته‌بندی اعلام نماید، باید موارد مندرج در زیربندهای ۲-۲-۸ تا ۹-۲-۸ را نیز به صورت واضح و مشخص بر روی بسته‌بندی، درج کند.

#### ۲-۲-۸ تاریخ تولید؛

۳-۲-۸ نوع ویژگی ضد میکروبی به صورت «ضد باکتریایی»، «ضد قارچی» یا «ضد ویروسی»؛

#### مثال:

- کاشی سرامیکی که فقط خاصیت ضد باکتریایی دارد، با نام «کاشی سرامیکی ضد باکتریایی» مشخص می‌شود.
- کاشی سرامیکی که فقط خاصیت ضد قارچی دارد، با نام «کاشی سرامیکی ضد قارچی» مشخص می‌شود.
- کاشی سرامیکی که فقط خاصیت ضد ویروسی دارد، با نام «کاشی سرامیکی ضد ویروسی» مشخص می‌شود.
- کاشی سرامیکی که به صورت هم‌زمان هر دو خاصیت ضد باکتریایی و ضد قارچی را دارد، با نام «کاشی سرامیکی ضد باکتریایی و ضد قارچی» مشخص می‌شود.
- کاشی سرامیکی که به صورت هم‌زمان هر سه خاصیت ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد ویروسی را دارد، با نام «کاشی سرامیکی ضد میکروبی» مشخص می‌شود.

۴-۲-۸ مقدار K برای کاشی‌های ضد باکتریایی، مقدار  $\Delta R$  برای کاشی‌های ضد قارچی و مقدار  $\Delta V$  برای کاشی‌های ضد ویروسی و نیز درج اثربخشی ویژگی (طبق جدول‌های ۲ و ۳)؛

۵-۲-۸ عبارت «نصب در محیط خارج از ساختمان» در صورت دارا بودن ویژگی فتوکاتالیستی؛

۶-۲-۸ عبارت «تولید شده بر پایه فناوری نانو»؛

۷-۲-۸ رده سایش و رده مقاومت شیمیایی متناسب با محصول نهایی ضد میکروبی؛

۸-۲-۸ ارجاع به این استاندارد؛

۹-۲-۸ نام و نشانی واحد تولیدی؛

۱۰-۲-۸ نام و/یا علامت تجاری (در صورت وجود)؛

۱۱-۲-۸ نشان استاندارد (در صورت اخذ مجوز پروانه کاربرد نشان استاندارد).

شیوه ردیابی علامت استاندارد باید بر اساس ضوابط اجرایی سازمان توسط تولیدکننده در نشانه‌گذاری محصول درج شود. (به طور مثال عبارت «شماره پیامک اصالت پروانه استاندارد ۱۰۰۰۱۵۱۷»)

## پیوست الف

### (الزامی)

#### مشخصه‌یابی فیزیکی و شیمیایی نانومواد در کاشی‌های سرامیکی ضد میکروبی

##### الف-۱ ریخت‌شناسی ذرات

برای بررسی وجود نانومواد بر سطح کاشی سرامیکی و بررسی ریخت‌شناسی نانوذرات می‌توان از میکروسکوپ الکترونی نشر میدانی (FESEM) و میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) و یا میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) استفاده کرد.

یادآوری- برای راهنمایی بیشتر به استانداردهای ملی ایران شماره‌های ۲۱۲۵۹، ۱۵۶۰۳ و ۲-۲۱۹۵۰ مراجعه شود.

##### الف-۲ تعیین اندازه ذرات و توزیع اندازه ذرات

میانگین اندازه ذرات به وسیله بررسی و تحلیل چشمی تصاویر میکروسکوپ الکترونی نشر میدانی یا میکروسکوپ الکترونی عبوری تعیین می‌شود. در صورتی که بررسی چشمی برای تحلیل تصاویر کافی نباشد، از نرم‌افزار تحلیلگر تصویر<sup>۱</sup> استفاده می‌شود. نتایج به صورت اندازه نانوذرات بین ۱ nm تا ۱۰۰ nm در هر سه بُعد اعلام می‌شود.

یادآوری- برای راهنمایی بیشتر به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۰۰۹۹ مراجعه شود.

##### الف-۳ تعیین ترکیب شیمیایی و غلظت نانوماده

روش‌های طیف‌سنجی نشر اتمی به روش پلاسما جفت‌شده القایی (ICP) یا طیف‌سنجی جذب اتمی (AAS)، روش‌های موثری برای تعیین ترکیب شیمیایی و مقدار نانومواد استفاده‌شده، هستند.

همچنین توصیه می‌شود از طیف‌سنجی پرتو ایکس تفکیک انرژی و طیف‌سنجی تفکیک طول موج در هنگام تصویربرداری FESEM برای تعیین ترکیب شیمیایی استفاده شود. روش‌های طیف‌سنجی فتوالکترونی اشعه ایکس یا طیف‌سنجی الکترونی اوژه از روش‌های آنالیز سطحی برای بررسی سطح مواد از نقطه نظر آنالیز بصری، ترکیب شیمیایی و تعیین حالت پیوندی عنصر روی سطح تا ۱۰ nm هستند.

##### الف-۴ شناسایی فاز نانومواد

برای تعیین فاز نانوماده استفاده شده در محصول، از روش پراش پرتو ایکس استفاده شود.

یادآوری- برای راهنمایی بیشتر در مورد این روش می‌توان از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۱۹۵۱ استفاده کرد.

---

1- Image Analyzer



## پیوست ب

### (الزامی)

#### تعیین مقاومت سایشی کاشی سرامیکی

آزمون سایش کاشی‌های سرامیکی به منظور بررسی دوام ویژگی ضد میکروبی باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷-۹۱۶۹ انجام شود.

#### ب-۱ بار ساینده

مجموع بار بر روی هر آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

۷۰ گرم گلوله‌های فولادی به قطر ۵ mm؛

۵۲٫۵ گرم گلوله‌های فولادی به قطر ۳ mm؛

۴۳٫۷۵ گرم گلوله‌های فولادی به قطر ۲ mm؛

۸٫۷۵ گرم گلوله‌های فولادی به قطر ۱ mm؛

۰٫۳ گرم آلومینای پخته‌شده سفید با اندازه دانه ۸۰F؛

۲۰ ml آب یون‌زدایی شده یا آب مقطر.

نگهدارنده فلزی را بر روی سطح لعاب‌دار هر آزمون در دستگاه ساینده (مطابق زیربند ۱-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۷-۹۱۶۹)، محکم کنید. بار ساینده را از طریق مجرای بالایی نگهدارنده، به داخل بریزید. آنگاه مجرا را ببندید تا مانع خارج شدن بار ساینده شود. تعداد دورهای شمارنده دستگاه را مطابق با رده درج‌شده در بسته‌بندی کاشی و یا اظهار تولیدکننده و براساس جدول ۱، استاندارد ملی ایران شماره ۷-۹۱۶۹ تنظیم کنید. بعد از سایش، آزمون‌ها را با آب روان بشویید و آن را در دمای  $5 \pm 10.5^{\circ}\text{C}$  در خشک‌کن، خشک کنید. اگر آزمون‌ها دارای لکه‌های آهن اکسید باشند، لکه را کاملاً با استفاده از کلریدریک اسید ۱۰٪ از بین برده و بلافاصله آن را زیر آب روان شسته و خشک کنید.

## پیوست پ

### (الزامی)

#### تعیین مقاومت شیمیایی کاشی سرامیکی

آزمون مقاومت شیمیایی کاشی‌های سرامیکی به منظور بررسی دوام ویژگی ضد میکروبی باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۳-۹۱۶۹ انجام شود.

#### پ-۱ محلول‌های آبی آزمون

##### پ-۱-۱ مواد شیمیایی خانگی

- محلول آمونیوم کلرید ۱۰۰ g/l

##### پ-۱-۲ اسید و قلیا با غلظت پایین

- محلول هیدروکلریک اسید، ۳٪ حجمی (v/v) آماده شده از هیدروکلریک اسید غلیظ با وزن مخصوص (ρ=۱,۱۹ g/ml)؛

- محلول سیتریک اسید ۱۰۰ g/l؛

- محلول پتاسیم هیدروکسید ۳۰ g/l.

##### پ-۱-۳ اسید و قلیا با غلظت بالا

- محلول هیدروکلریک اسید ۱۸٪ حجمی (v/v) آماده شده از هیدروکلریک اسید غلیظ با وزن مخصوص (ρ=۱,۱۹ g/ml)؛

- محلول لاکتیک اسید ۵٪ حجمی آماده شده از لاکتیک اسید ۸۵٪؛

- محلول پتاسیم هیدروکسید ۱۰۰ g/l.

#### پ-۲ روش آزمون

برای بررسی مقاومت شیمیایی، نمونه‌ها را در خشک‌کن به مدت حداقل دو ساعت در دمای  $50 \pm 5^\circ\text{C}$  خشک کنید. نمونه‌ها باید حداکثر ۳ ساعت بعد از رسیدن به دمای اتاق مورد آزمون قرار گیرند. لایه یکنواختی از ماده درزبندی (مطابق زیربند ۶-۶ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳-۹۱۶۹) را با ضخامت حدود ۳ mm (به طوری که نشتی نداشته باشد) به لبه استوانه از جنس بوروسیلیکات ۳/۳ اعمال

کنید. استوانه را به صورت وارونه بر روی سطح رویی آزمون قرار دهید و اطراف حاشیه را درزبندی کنید. محلول آزمون را از طریق دهانه تا ارتفاع  $(20 \pm) 1 \text{ mm}$  بریزید. اگر نگهداری محلول در سطح ثابتی عملی نباشد، آزمون‌ها را به صورت قائم تا عمق  $25 \text{ mm}$  در ظرف از جنس شیشه بوروسیلیکات ۳/۳ دارای محلول آزمون غوطه‌ور کنید. ظرف را با سرپوش ببوشانید.

مجموعه آزمون را در دمای  $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$  نگهداری کنید.

برای آزمون مقاومت در برابر مواد شیمیایی خانگی و سیتریک اسید، محلول‌های آزمون را به مدت ۲۴ ساعت در تماس با آزمون نگهداری کنید و سپس آزمون‌ها را بردارید. برای آزمون مقاومت در برابر هیدروکلریک اسید و پتاسیم هیدروکسید، محلول آزمون را برای مدت کلی  $96 \pm 1$  ساعت در تماس با آزمون نگهداری کنید. مطمئن شوید که سطح محلول آزمون تغییر نمی‌کند. سپس آزمون‌ها را بردارید. به مدت ۱۰ دقیقه آزمون‌ها را زیر آب روان به طور کامل بشویید تا هر گونه بازمانده محلول آزمون برطرف شود. در صورت نیاز، سطح را با برس نرم تمیز کنید تا محلول‌های آزمون برطرف شود. هر آزمون را در گرمخانه خشک‌کننده در دمای  $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ، خشک کنید.

## پیوست ت

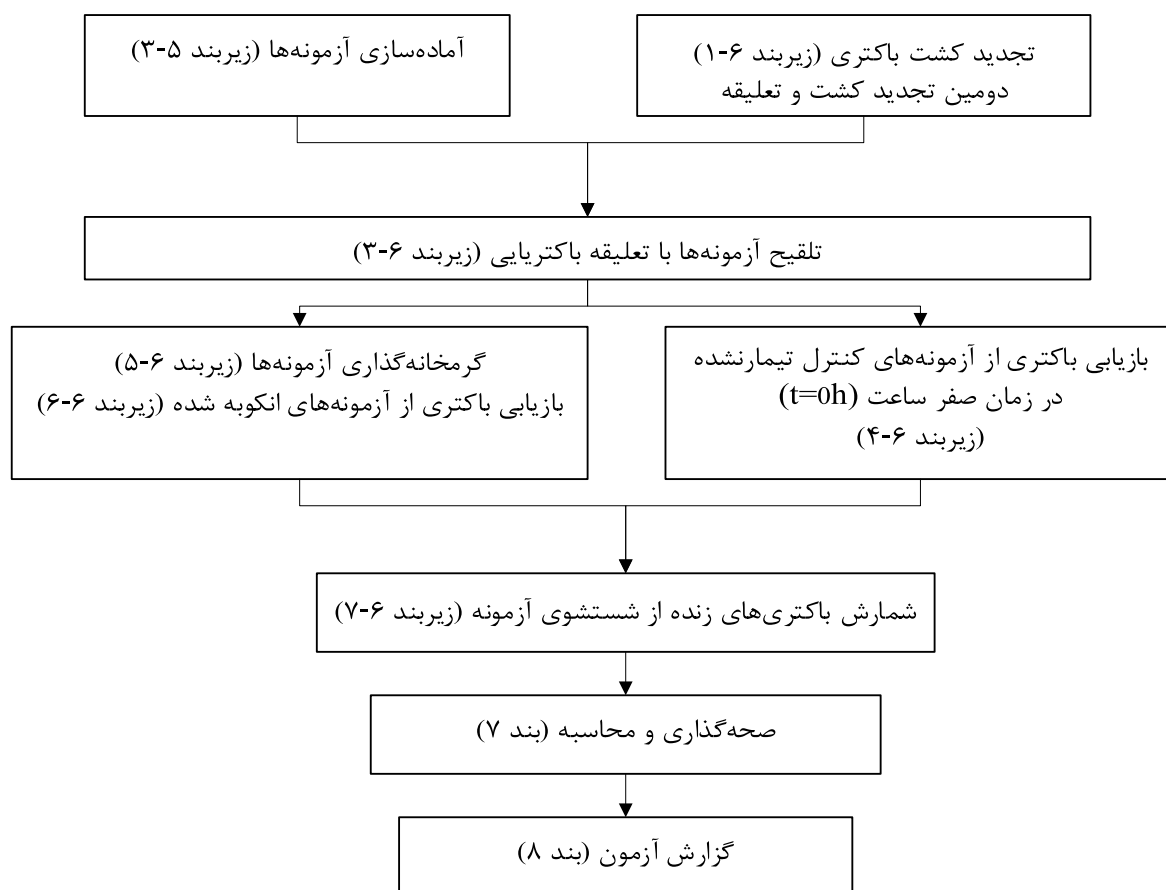
### (الزامی)

#### روش تعیین فعالیت ضدباکتریایی سطوح کاشی سرامیکی

#### ت-۱ تعیین فعالیت ضدباکتریایی کاشی سرامیکی بدون خاصیت فتوکاتالیستی

تعیین فعالیت ضدباکتریایی سطوح کاشی سرامیکی باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۲۸۸ انجام شود.

باکتری‌های *اشرشیا کلی*<sup>۱</sup> و *استافیلوکوکوس اورئوس*<sup>۲</sup> برای انجام آزمون استفاده می‌شوند. مشخصات محلول‌ها و محیط کشت و آماده‌سازی آزمون‌ها در بندهای ۴ و ۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۲۸۸ ارائه شده است. شکل ت-۱، طرحواره فرایند آزمون را نشان می‌دهد. زیربندهای اشاره‌شده در طرحواره، مربوط به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۳۲۸۸ هستند.



شکل ت-۱- طرحواره روش آزمون

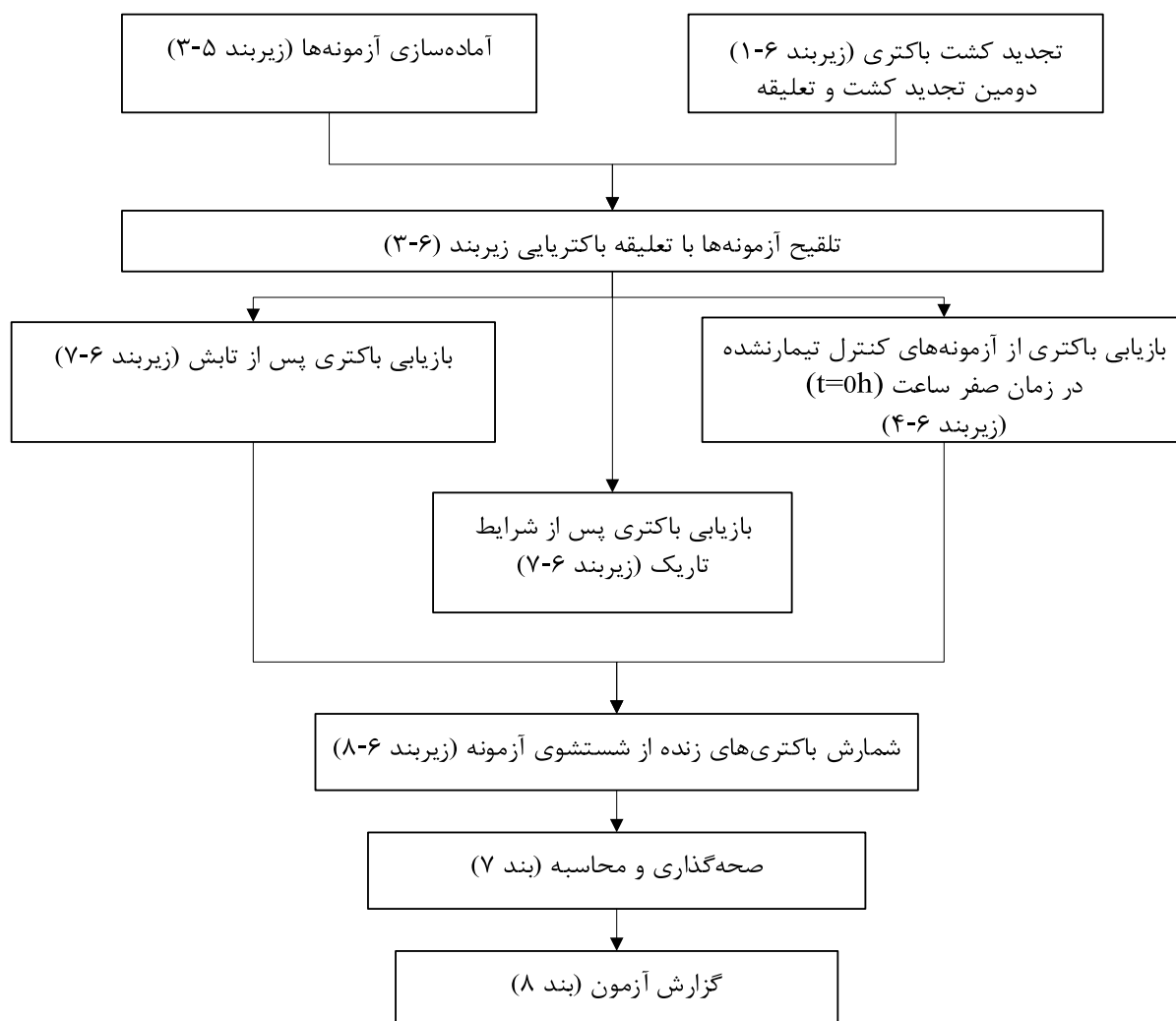
1-Escherichia coli  
2- Staphylococcus aureus

## ت-۲ تعیین فعالیت ضدباکتریایی کاشی سرامیکی با خاصیت فتوکاتالیستی

تعیین فعالیت ضدباکتریایی سطوح کاشی سرامیکی ترکیب شده با عوامل ضدباکتریایی فتوکاتالیستی باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۲۸۸ انجام شود.

باکتری‌های *اشرشیا کلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* برای این آزمون استفاده می‌شوند. مشخصات محلول‌ها و محیط کشت و آماده‌سازی آزمون‌ها در بندهای ۴ و ۵ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۲۸۸، ارائه شده است.

شکل ت-۲، طرحواره فرایند آزمون را نشان می‌دهد. زیربندهای اشاره شده در طرحواره، مربوط به استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۲۸۸ هستند.



شکل ت-۲- طرحواره روش آزمون

پیوست ث

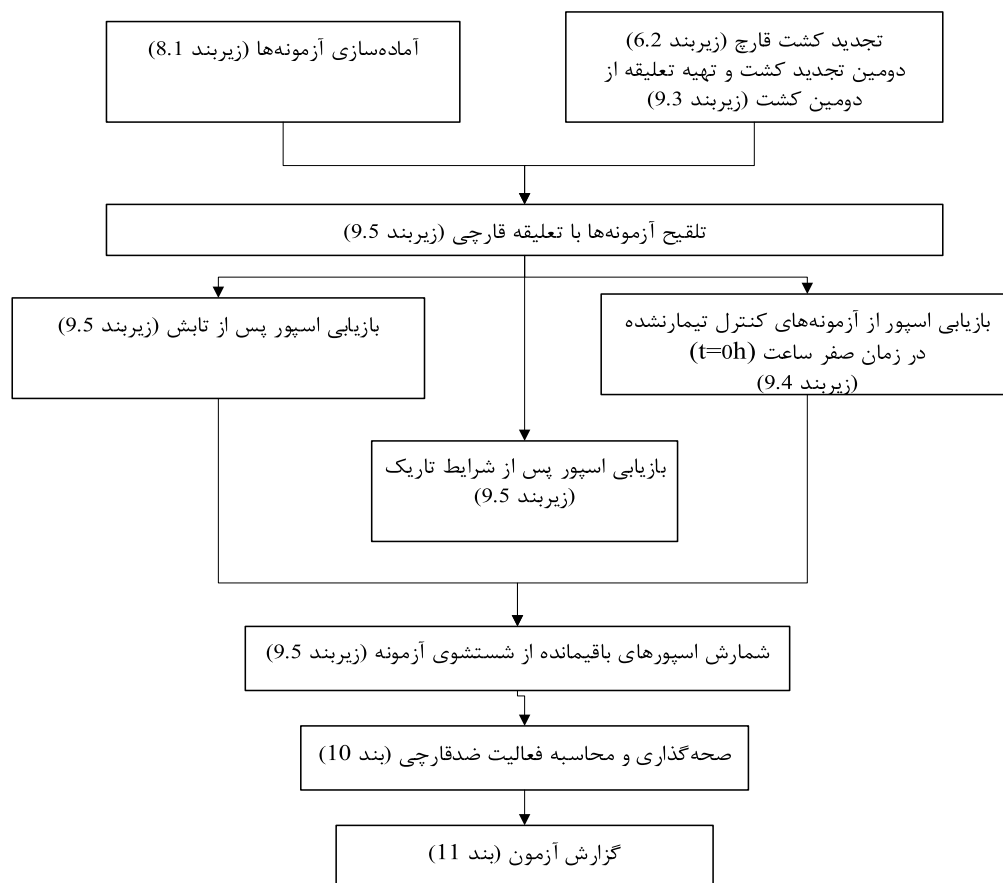
(الزامی)

تعیین فعالیت ضدقارچی سطوح کاشی سرامیکی

ث-۱ تعیین فعالیت ضدقارچی کاشی سرامیکی با خاصیت فتوکاتالیستی

تعیین فعالیت ضدقارچی سطوح کاشی سرامیکی با خاصیت فتوکاتالیستی باید مطابق استاندارد ISO 13125 انجام شود.

از قارچ *آسپرژیلوس نایجر*<sup>۱</sup> و *پنی سیلین پینوفیلوم*<sup>۲</sup> مطابق جدول 1 بند 6 استاندارد، برای آزمون استفاده می‌شود. مشخصات محلول‌ها و محیط کشت در زیربند 6.2 و آماده‌سازی آزمون‌ها در بند 8 استاندارد ارائه شده است. شکل ث-۱، طرحواره فرایند آزمون را براساس استاندارد ISO 13125 نشان می‌دهد. زیربندهای اشاره‌شده در طرحواره مربوط به استاندارد ISO 13125 هستند.



شکل ث-۱ طرحواره فرایند آزمون

1- *Aspergillus niger*  
2- *Penicillium pinophilum*

## ث-۲ تعیین فعالیت ضدقارچی کاشی سرامیکی بدون خاصیت فتوکاتالیستی

تعیین فعالیت ضدقارچی کاشی سرامیکی بدون خاصیت فتوکاتالیستی باید مطابق با استاندارد ISO 13125 و با تغییرات زیر انجام شود:

ث-۲-۱ زیربندهای 7.2، 7.3 و 7.4 مورد نیاز نیست.

ث-۲-۲ هنگام اجرای بند 8 استاندارد ISO 13125، تغییرات زیر در روش آزمون اعمال می شود:

ث-۲-۲-۱ در زیربند 8.1 استاندارد ISO 13125، به جای ۹ آزمون تیمارنشده، از شش آزمون تیمارنشده و به جای ۶ آزمون تیمارشده، از سه آزمون تیمارشده استفاده کنید.

ث-۲-۲-۲ در زیربند 8.2 استاندارد ISO 13125، فرایند پرتوافکنی انجام نمی شود. به جای آن، طبق زیربند ث-۲-۳ (همین استاندارد) عمل کنید.

### ث-۲-۳ گرمخانه گذاری آزمونها

سه آزمون تیمارنشده و سه آزمون تیمارشده را پس از تلقیح، به مدت ۸ ساعت در در دمای  $(5 \pm 25)^\circ\text{C}$  و رطوبت نسبی حداقل ۷۵٪ گرمخانه گذاری کنید.

یادآوری - سه آزمون تیمارنشده دیگر، بلافاصله پس از تلقیح، شستشو و شمارش شوند.

ث-۲-۴ هنگام اجرای بند 9، استاندارد ISO 13125، تغییرات زیر در روش آزمون اعمال شود:

ث-۲-۴-۱ زیربند 9.2 انجام نمی شود.

ث-۲-۴-۲ زیربند 9.5 با در نظر گرفتن شرایط این پیوست گرمخانه گذاری در در دمای  $(5 \pm 25)^\circ\text{C}$  انجام می شود.

### ث-۲-۵ محاسبات

نتایج آزمون به روش زیر محاسبه می شود. مقادیر محاسبه شده به طور معمول تا دو رقم اعشار گرد می شوند.

ث-۲-۵-۱ محاسبات بیان شده در زیربندهای 10.1 و 10.2 به همان صورت انجام می شوند.

### ث-۲-۵-۲ صحت گذاری آزمون

آزمونی دارای اعتبار است که همه معیارهای زیربند 10.3، استاندارد ISO 13125، با در نظر گرفتن نکات زیر در آن برآورده شود.

ث-۲-۵-۲-۱ اسپورهای قارچی تهیه شده طبق زیربند 9.3.3، استاندارد ISO 13125، به طور مناسب و یکنواخت توزیع شده باشند.

ث-۲-۵-۲-۲ تعداد متوسط کلنی‌ها در آزمون‌های تیمارنشده پس از تلقیح، باید بین  $1 \times 10^4$  cfu و  $1 \times 10^5$  cfu باشد.

ث-۲-۵-۲-۳ تعداد متوسط اسپورهای زنده بر روی آزمون‌های تیمارنشده پس از ۸ ساعت تماس در دمای  $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$  و رطوبت نسبی حداقل ۷۵٪ گرمخانه‌گذاری، نباید کمتر از  $5 \times 10^3$  cfu باشد.

### ث-۲-۵-۳ روش محاسبه فعالیت ضدقارچی

اگر آزمون براساس معیارهای بیان‌شده، دارای اعتبار بود، فعالیت ضدقارچی نمونه‌های تیمارنشده را با استفاده از معادله (ث-۱) محاسبه کنید.

$$\Delta R = (E_t - E_0) - (A_t - E_0) = E_t - A_t \quad (\text{ث-۱})$$

که در آن:

$\Delta R$	فعالیت ضدقارچی نمونه‌های تیمارنشده؛
$E_0$	متوسط لگاریتم تعداد اسپورهای قارچی زنده، بازیابی شده از نمونه‌های تیمارنشده، بلافاصله پس از تلقیح؛
$E_t$	متوسط لگاریتم تعداد اسپورهای قارچی زنده، بازیابی شده از نمونه‌های تیمارنشده، پس از زمان تماس t (۸ ساعت)؛
$A_t$	متوسط لگاریتم تعداد اسپورهای قارچی زنده، بازیابی شده از نمونه‌های تیمارنشده، پس از زمان تماس t (۸ ساعت) است.

می‌توان فعالیت ضدقارچی را برحسب درصد تعداد اسپورهای قارچی زنده بازیابی شده از نمونه‌های تیمارنشده پس از زمان تماس t (۸ ساعت) در مقایسه با تعداد اسپورهای قارچی زنده بازیابی شده از نمونه‌های تیمارنشده بیان کرد.



## پیوست ج

### (الزامی)

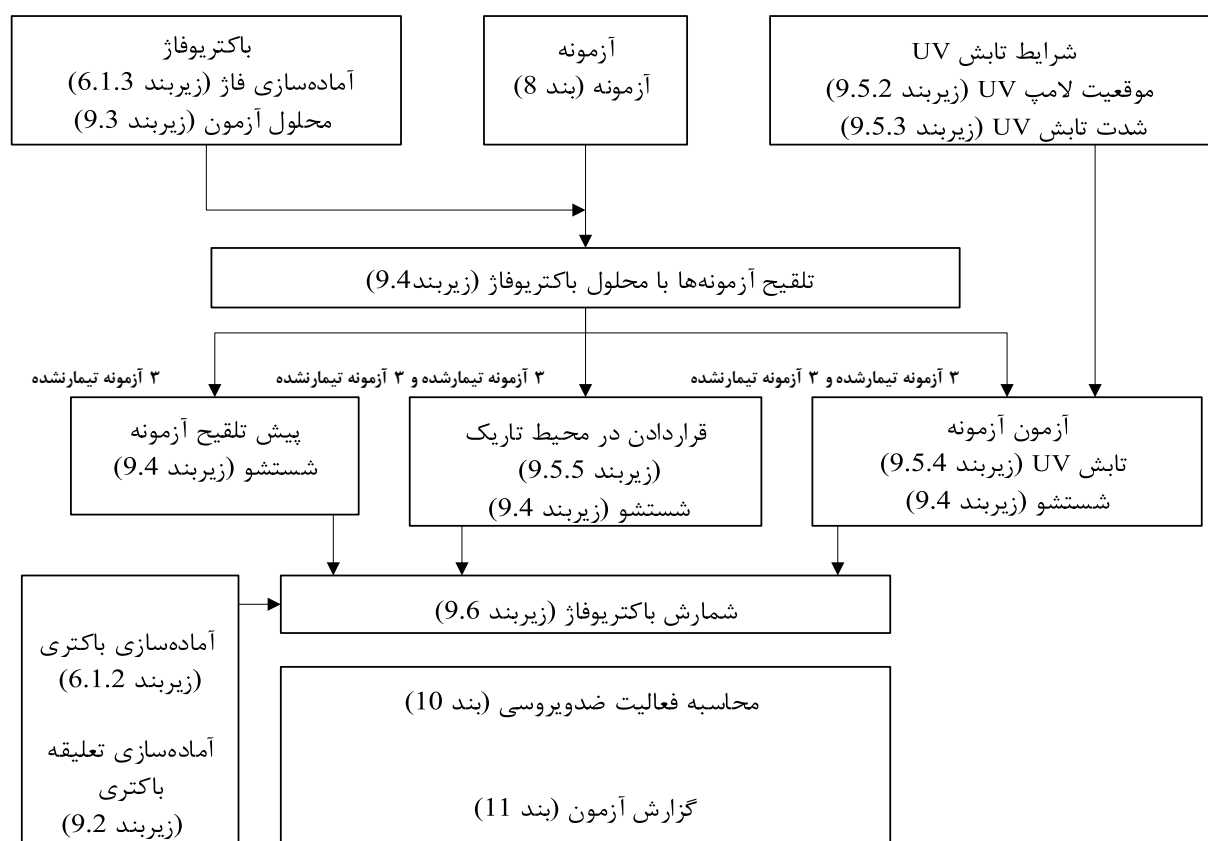
#### تعیین فعالیت ضدویروسی سطوح کاشی سرامیکی

#### ج-۱ تعیین فعالیت ضدویروسی کاشی سرامیکی با خاصیت فتوکاتالیستی

تعیین فعالیت ضدویروسی سطوح کاشی سرامیکی ترکیب شده با عوامل ضدویروسی فتوکاتالیستی باید مطابق با استاندارد BS ISO 18061: 2014 انجام شود.

باکتریوفاژ و زنجیره باکتری باید مطابق جدول 1، بند 6 استاندارد BS ISO 18061: 2014 باشد. مشخصات محلول‌ها و محیط کشت در زیر بند 6.2 و آماده‌سازی آزمون‌ها در بند 8 استاندارد ارائه شده است.

شکل ج-۱، طرحواره فرایند آزمون را نشان می‌دهد. زیربندهای اشاره‌شده در طرحواره مربوط به استاندارد BS ISO 18061: 2014 است.



شکل ج-۱- طرحواره روش آزمون

## ج-۲ تعیین فعالیت ضدویروسی کاشی سرامیکی بدون خاصیت فتوکاتالیستی

تعیین فعالیت ضدویروسی کاشی سرامیکی بدون خاصیت فتوکاتالیستی باید طبق استاندارد BS ISO 18061: 2014 با تغییرات زیر انجام شود:

ج-۲-۱ وجود تجهیزات بیان شده در زیربندهای 6-7، 7-7 و 7-8 استاندارد BS ISO 18061: 2014 لازم نیست.

ج-۲-۲ هنگام اجرای بند 8، به جای ۹ آزمون تیمارنشده، از شش آزمون تیمارنشده و به جای ۶ آزمون تیمارنشده، از سه آزمون تیمارنشده استفاده کنید.

ج-۲-۳ هنگام اجرای زیربند 5-9، استاندارد BS ISO 18061: 2014، فرایند پرتوافکنی انجام نمی‌شود. به جای آن، طبق زیربند ج-۳ (بند زیر) عمل کنید:

### ج-۳ شرایط نگهداری آزمون‌ها پس از تلقیح

سه آزمون تیمارنشده و سه آزمون تیمارنشده را پس از تلقیح، به مدت ۸ ساعت در دمای °C (۲۵±۵) قرار دهید.

### ج-۴ محاسبات

نتایج آزمون به روش زیر محاسبه می‌شود. مقادیر محاسبه‌شده به‌طور معمول تا دو رقم اعشار گرد می‌شوند.

#### ج-۴-۱ تعیین تیترا باکتریوفاژ

تیترا باکتریوفاژ آزمون‌ها مانند زیربند 10.2 استاندارد BS ISO 18061: 2014 محاسبه می‌شود.

#### ج-۴-۲ صحت‌گذاری آزمون

آزمونی دارای اعتبار است که همه معیارهای زیر را برآورده سازد. اگر یک یا چند معیار برآورده نشود، آزمون نامعتبر است و باید دوباره اجرا شود.

ج-۴-۲-۱ مقدار لگاریتمی تعداد تیترا باکتریوفاژ آزمون‌های تیمارنشده پس از تلقیح، باید مطابق معادله (ج-۱) باشد.

$$(L_{\max} - L_{\min}) / (L_{\text{mean}}) \leq 0.2 \quad (\text{ج-۱})$$

که در آن:

$L_{\max}$  بیشینه مقدار لگاریتمی تیترا باکتریوفاژ؛

$L_{\min}$  کمینه مقدار لگاریتمی تیترا باکتریوفاژ؛

$L_{\text{mean}}$  متوسط مقدار لگاریتمی تیترا باکتریوفاژ برای ۳ آزمون.

ج-۴-۲-۲ تیترا باکتریوفاژ آزمون‌های تیمارنشده پس از تلقیح، باید بین  $1 \times 10^6$  pfu تا  $4 \times 10^6$  pfu باشد.

ج-۴-۲-۳ تیتراژ باکتریوفاژ آزمون‌های تیمارنشده پس از ۸ ساعت تماس، نباید کمتر از  $1 \times 10^4$  pfu باشد.

### ج-۴-۳ روش محاسبه فعالیت ضدویروسی

اگر آزمون براساس معیارهای بیان‌شده، دارای اعتبار بود، فعالیت ضدویروسی نمونه‌های تیمارشده را با استفاده از معادله (پ-۲) محاسبه کنید.

$$\Delta V = (E_t - E_0) - (A_t - E_0) = E_t - A_t \quad (\text{ج-۲})$$

که در آن:

$\Delta V$	فعالیت ضدویروسی نمونه‌های تیمارشده؛
$E_0$	متوسط لگاریتم تیتراژ باکتریوفاژ نمونه‌های تیمارنشده، بلافاصله پس از تلقیح؛
$E_t$	متوسط لگاریتم تیتراژ باکتریوفاژ نمونه‌های تیمارنشده، پس از زمان تماس $t$ (۲ تا ۸ ساعت)؛
$A_t$	متوسط لگاریتم تیتراژ باکتریوفاژ نمونه‌های تیمارشده، پس از زمان تماس $t$ (۲ تا ۸ ساعت) است.

می‌توان فعالیت ضدویروسی را برحسب درصد تیتراژ باکتریوفاژ نمونه‌های تیمارشده پس از زمان تماس (۲ ساعت تا ۸ ساعت) در مقایسه با تیتراژ باکتریوفاژ نمونه‌های تیمارنشده بیان کرد.

کتابنامه

- [1] Levy S B, 2001, Antibacterial Household Products: Cause for Concern Emerging Infectious Diseases 7(3) 512-5.
- [2] Miola M, Perero S, Ferraris S, Battiato A, Manfredotti C, Vittone E, Vento D D, Vada S V, Fucale G and Ferraris M, 2014, Silver nanocluster-silica composite antibacterial coating for materials to be used in mobile telephones Applied Surface Science, 313, 107-15.
- [3] Noguera J F, Moreno A, Gozalbo A and Orts M J, 2010, Development of ceramic glaze compositions with bactericidal and fungicidal properties, Qualicer'10 Castellon (Spain).
- [4] La Torre V , Rambaldi E , Masi G , Nici S, Ghezzi D , Cappelletti M and Chiara Bignozzi M, 2021, Validation of Antibacterial Systems for Sustainable Ceramic Tiles, Coatings, 11, 1409.
- [5] Maryani E, Nurjanah N S, Hadisantoso E P and Wijayanti R B, 2020, The Effect of TiO<sub>2</sub> additives on the antibacterial properties (Escherichia coli and Staphylococcus aureus) of glaze on ceramic tiles, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 980 012011
- [6] Hasmaliza M, Foo H S and Mohd K, 2016, Anatase as antibacterial material in ceramic tiles, Procedia Chemistry, 19, 828-34.
- [7] Zhang J, Wang A, Zhang C and Wang Y, 2015, Inorganic antibacterial agents using in building materials - mechanisms, safety and long term effect : a review, Annales de Chimie Science des Materiaux.
- [8] Chanrawangyot S, Rattanachan S T, Watcharenwong A and Fangsuwannarak T, 2017, Antibacterial Activity of ZnO nanoparticles coated on ceramic tiles prepared by sol-gel method, Journal of Metals, 27(2).
- [9] Tsou H K and Hsieh P Y, 2017, Anticorrosive, antimicrobial and bioactive Titanium Dioxide coating for surface-modified purpose on biomedical material Application of Titanium Dioxide, Chapter 6 Intech, 103-22.
- [10] Sun C, Li Y, Su Q, Wang Y and Liu X, 2018, Durable and washable antibacterial copper nanoparticles bridged by surface grafting polymer brushes on cotton and polymeric materials, Hindawi Journal of Nanomaterials.
- [11] Sun S Q, Sun B, Zhang W and Wang D 2008 Preparation and antibacterial activity of Ag-TiO<sub>2</sub> composite film by liquid phase deposition (LPD) method Bull. Mater. Sci. 31(1) 61-6.
- [12] Niederhäufern de S and Bondi M, 2013, Self-cleaning and antibacteric ceramic tile surface, Int. J. of App. Ceramic Tech.: Ceramic Prod. Dev. and Commercialization 10(6) 949-56.

[۱۳] استاندارد ملی ایران- ایزو شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۴۰۲، فناوری نانو- واژه‌نامه- قسمت ۱: واژگان پایه

[۱۴] استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۶۱۱: سال ۱۳۹۶، فناوری نانو- ماتریس روش اندازه گیری برای

مشخصه‌یابی نانواشیاء

- [۱۵] استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۴۶۴: سال ۱۳۹۲، فناوری نانو- ویژگی‌های مواد- راهکاری برای تعیین ویژگی‌های نانوآشپاء
- [۱۶] استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۰۰۹۹: سال ۱۳۹۵، آنالیز اندازه ذرات- روش‌های آنالیز تصویری قسمت ۱- روش‌های آنالیز تصویری ایستا
- [۱۷] استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۲۵۹: سال ۱۳۹۵، فناوری نانو- مشخصه‌یابی نانومواد با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) - روش آزمون
- [۱۸] استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۱۹۵۰: سال ۱۳۹۶، فناوری نانو- مشخصه‌یابی نانومواد با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) - روش آزمون
- [۱۹] استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۵۶۰۳: سال ۱۳۹۷، تعیین اندازه نانوذرات با استفاده از روش میکروسکوپی نیروی اتمی- راهنما
- [۲۰] استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۵۲۴: سال ۱۳۹۷، سال فناوری نانو- مشخصه‌یابی نانومواد با استفاده از پلاسمای جفت‌شده القایی (ICP) - روش آزمون
- [۲۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۱۹۵۱: سال ۱۳۹۶، فناوری نانو- مشخصه‌یابی نانومواد با استفاده از پراش پرتو ایکس (XRD) - قسمت ۱: روش آزمون
- [۲۲] استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۶۵۹: سال ۱۳۸۸، سرامیک‌های ظریف (سرامیک‌های پیشرفته- سرامیک‌های صنعتی پیشرفته) فعالیت ضد باکتری مواد فتوکاتالیتیک نیمه‌هادی- روش آزمون