



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

**Iran National Standardization Organization**



استاندارد ملی ایران  
(شماره استاندارد)

**INSO**  
(Std. No.)

**2023**

**Identical with**  
**ISO/TR**  
**12885:**  
**2018**

۱۴۰۲



دارای محتوای رنگی

**فناوری نانو - شیوه‌نامه بهداشت و ایمنی**  
**در محیط‌های کار**

**Nanotechnologies – Health and safety**  
**practices in occupational settings**

**ICS: 07.120; 13.100**

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 روزرسانی و نشر استانداردهای ملی 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، 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 پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به‌عنوان 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، به‌عنوان 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 به‌عنوان 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 به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاها 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 سامانه‌های 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  
«فناوری نانو - شیوه‌نامه بهداشت و ایمنی در محیط‌های کاری»

**رئیس:**

گل‌بابایی، فریده  
(دکتری تخصصی بهداشت حرفه‌ای)

**دبیر:**

فرهنگ دهقان، سمیه  
(دکتری تخصصی بهداشت حرفه‌ای)

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسلامی‌پور، الهه  
(کارشناسی ارشد زیست‌شناسی)  
ربیعی، حدیثه  
(کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای)

کارشناس - کارگروه استاندارد و ایمنی ستاد ویژه توسعه فناوری  
نانو  
عضو مستقل

سهرابی جهرمی، ابوذر  
(دکتری تخصصی نانومواد)

مدیرعامل - شرکت راصد

سیفی، مهوش  
(کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)

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

صادقی حسنی، صدیقه  
(دکتری تخصصی شیمی تجزیه)

عضو هیئت علمی بازنشسته - پژوهشگاه صنعت نفت

قاضی خوانساری، محمود  
(دکتری تخصصی توکسیکولوژی)

عضو هیئت علمی - دانشگاه علوم پزشکی تهران

کلانتری، صبا  
(دکتری تخصصی بهداشت حرفه‌ای)

عضو هیئت علمی - دانشگاه علوم پزشکی تهران

کوهی، محمد کاظم  
(دکتری تخصصی توکسیکولوژی)

عضو هیئت علمی - دانشگاه تهران

منه‌اج‌بناء، رابعه  
(دکتری تخصصی توکسیکولوژی)

مدیرعامل - شرکت راهبران توسعه سبز

**ویراستار:**

سیفی، مهوش  
(کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)

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

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
ط	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۱	۴ نماد و کوتاه‌نوشت‌ها
۴	۵ نانومواد: توصیف و ساخت
۴	۱-۵ نانومواد ساخته‌شده
۶	۲-۵ فرایندهای تولید
۶	۱-۲-۵ فرایندهای معمول تولید
۷	۲-۲-۵ روش‌های تولید هواسل
۷	۳-۲-۵ روش‌های رسوب‌دهی بخار
۸	۴-۲-۵ روش‌های خودآرا/کلوئیدی
۸	۵-۲-۵ الکترونهشت
۸	۶-۲-۵ الکترورسی
۸	۷-۲-۵ روش‌های سایشی
۹	۶ مشخصه‌یابی مخاطره
۹	۱-۶ اثرات سلامتی
۹	۱-۱-۶ کلیات
۱۰	۲-۱-۶ اصول اساسی و عدم قطعیت‌ها
۱۲	۳-۱-۶ ارتباط بالقوه اطلاعات اثرات سلامتی مربوط به NOAAs تصادفی یا طبیعی
۱۳	۴-۱-۶ رابطه بین سمیت و مساحت سطح، شیمی سطح و تعداد ذرات
۱۴	۵-۱-۶ پاسخ التهابی به NOAAs
۱۵	۶-۱-۶ مشاهدات حاصل از مطالعات همه‌گیرشناختی مربوط به ذرات ریز و نانومقیاس
۱۶	۲-۶ مخاطرات فیزیکی
۱۶	۱-۲-۶ حریق (رویدادهای گرمازا)
۱۷	۲-۲-۶ ملاحظات ایمنی در ساخت NOAAs
۱۷	۷ ارزیابی مواجهه با نانومواد
۱۷	۱-۷ کلیات

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱۹	۲-۷ چارچوب علمی برای ارزیابی مواجهه نانومواد
۱۹	۱-۲-۷ مسیرهای مواجهه
۲۲	۲-۲-۷ مقیاس سنجش برای ارزیابی مواجهه نانومواد هوابرد
۲۵	۳-۷ مروری بر روش‌های مشخصه‌یابی مواجهه NOAAs ساخته‌شده
۲۵	۱-۳-۷ کلیات
۳۱	۲-۳-۷ موضوعات راهبرد نمونه‌برداری
۳۴	۴-۷ ارزیابی غبارزائی
۳۴	۱-۴-۷ کلیات
۳۶	۲-۴-۷ روش‌های اندازه‌گیری
۳۷	۵-۷ ارزیابی مواجهه پوستی
۳۷	۱-۵-۷ نمونه‌برداری
۳۹	۲-۵-۷ مشخصه‌یابی نمونه
۳۹	۶-۷ ارزیابی دُز (مواجهه داخلی)
۴۰	۷-۷ بحث
۴۰	۸-۷ خلاصه
۴۱	۸ ارزیابی ریسک در محیط‌های شغلی
۴۱	۱-۸ مقدمه و دامنه کاربرد
۴۲	۲-۸ ارزیابی ریسک NOAAs
۴۲	۱-۲-۸ کلیات
۴۲	۲-۲-۸ ارزیابی ریسک کمی و کیفی
۴۴	۳-۲-۸ شناسایی مخاطره
۴۴	۴-۲-۸ ارزیابی مواجهه-پاسخ
۴۷	۵-۲-۸ ارزیابی مواجهه
۴۹	۶-۲-۸ مشخصه‌یابی ریسک
۵۰	۳-۸ نتیجه‌گیری
۵۰	۹ رویکردهای کاهش ریسک
۵۰	۱-۹ مقدمه
۵۱	۲-۹ به‌کارگیری ارزیابی ریسک با توجه به روش‌های کنترل
۵۱	۱-۲-۹ زمینه

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۵۲	۲-۲-۹ راهبرد کنترل
۵۴	۳-۹ بررسی روش‌های کنترل
۵۴	۱-۳-۹ پیشگیری از مواجهه
۵۵	۲-۳-۹ راهبردهای کنترل
۵۶	۳-۳-۹ کاهش ریسک از طریق طراحی مؤثر
۵۷	۴-۳-۹ جایگزینی مواد اولیه، محصولات، فرایندها و تجهیزات
۵۷	۵-۳-۹ روش‌های کنترل مهندسی
۶۷	۶-۳-۹ روش‌های اجرائی برای کنترل مواجهه در محیط کار
۷۵	۷-۳-۹ ارزشیابی محیط کار
۷۶	۸-۳-۹ تجهیزات حفاظت فردی (PPE)
۸۴	۴-۹ نظارت بر سلامت
۸۵	۵-۹ مراقبت از محصول
۸۸	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) ترکیب شیمیایی اولیه نانومواد
۱۰۱	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) مطالعات خاص سمیت نانومواد روی کشت سلولی و حیوانات
۱۲۴	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) مشخصه‌های دستگاه‌ها و فنون منتخب برای پایش مواجهه با نانوهواسل
۱۳۸	پیوست ت (آگاهی‌دهنده) مشخصه‌های کابینت ایمن زیستی
۱۴۰	پیوست ث (آگاهی‌دهنده) فاکتورهای حفاظتی اختصاص داده‌شده برای رسپراتورها
۱۴۲	پیوست ج (آگاهی‌دهنده) مزایا و معایب انواع مختلف رسپراتورهای تصفیه‌کننده ذرات هوا
۱۴۵	کتاب‌نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری نانو-شیوه‌نامه بهداشت و ایمنی در محیط‌های کار» که نخستین بار در سال ۱۳۹۵ تدوین و منتشر شد، براساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در صد و بیست و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد فناوری نانو مورخ ۱۴۰۲/۰۵/۱۶ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، به‌عنوان 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 و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۳۲۵: سال ۱۳۸۸ می‌شود.

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

ISO/TR 12885: 2018, Nanotechnologies - Health and safety practices in occupational settings