



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization



استاندارد ملی ایران
۲۳۴۰۳
چاپ اول
۱۴۰۲

INSO
23403

1st Edition

2023

پلاستیک‌های زیست تخریب پذیر –
ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

Biodegradable plastics –
Specifications and test methods

ICS: 13.030.50; 55.020; 55.040; 83.080.01

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴-۳۲۸۰ (۰۲۶)

رایانامه: 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

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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیردولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های مربوط ارسال می شود 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 می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی 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 می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی نامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی 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

«پلاستیک‌های زیست تخریب پذیر - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون»

رئیس:

احمدی، زاهد

(دکتری مهندسی پلیمر)

دبیر:

نیک بین، حمیده

(کارشناسی ارشد علوم بهداشتی)

سمت و/یا محل اشتغال:

دانشگاه صنعتی امیرکبیر - INSO/ISO/TC122

دفتر مطالعات تطبیقی و مشارکت در تدوین استانداردهای بین-المللی - سازمان ملی استاندارد ایران

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسلامیان فخر، امیر

(کارشناسی ارشد پلیمر)

شرکت صنایع لفاف زرین

احمدی، صادق

(کارشناسی ارشد محیط زیست)

اداره کل صنعت، معدن و تجارت استان کردستان

امجدی، عهدیه

(دکتری مهندسی پلیمر)

عضو هیئت علمی دانشگاه مراغه

امینی رادپور، رضا

(کارشناسی ارشد شیمی)

انجمن صنفی کارفرمایی تولیدکنندگان محصولات یکبار مصرف گیاهی

امیرخانی، محدثه

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد و متالورژی)

شرکت سینا آزمای بندر

انصاری، محمد

(کارشناسی ارشد مهندسی نساجی)

اداره کل استاندارد استان لرستان

باقری، رضا

(دکتری پلیمر)

اتحادیه صنف بازیافت ایران

بخشنده، رسول

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی)

اداره کل استاندارد استان خراسان رضوی

بینائی، آزاده

(کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست)

دبیر کمیته فنی متناظر ایزو - INSO/ISO/TC297

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

پیریایی، بهار (کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)	انجمن ملی صنایع پلیمر ایران
تجدد، مهسا (کارشناسی مهندسی عمران - محیط زیست)	دانشگاه علم و صنعت ایران
خادم ثامن، مهدی (دکتری محیط زیست)	دفتر مدیریت پسماند - سازمان حفاظت از محیط زیست
حبیب الهی، مجید (کارشناسی مهندسی پلیمر)	انجمن ملی صنایع پلیمر ایران
حکیمی، فردین (کارشناسی ارشد آلودگی محیط زیست)	دفتر مدیریت پسماند - سازمان حفاظت از محیط زیست
خداوردی، فرتاش (دکتری مهندسی شیمی - پلیمر)	شرکت ایده‌های کوچک ویرا نوین
رشیدی، مصطفی (کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست)	اداره کل استاندارد استان بوشهر
رضایی، الهام (کارشناسی شیمی)	دفتر نظارت بر اجرای استاندارد غیرفلزی - سازمان ملی استاندارد ایران
رهبانی، محمدصادق (کارشناسی ارشد مهندسی آب‌خیز)	کمیته فنی متناظر ایزو - INSO/ISO/TC207
سلمانی، فاطمه (کارشناسی پلیمر)	انجمن ملی صنایع پلیمر ایران
سلیمانی مورچه خورتی، الهه (دکتری حقوق محیط زیست)	مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی
سموری، نرگس (کارشناس ارشد شیمی آلی)	اداره کل امور فرآورده‌های غذایی و آشامیدنی - سازمان غذا و دارو
سیدالحکمایی، نیما (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	انجمن علوم و فناوری بسته‌بندی ایران

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

شکری، زینب	دفتر محیط کار و محیط زیست - وزارت صنعت، معدن و تجارت
(کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست)	
شیبانی، حامد	شرکت پالایش نفت بندرعباس
(کارشناسی ارشد مهندسی مواد و متالورژی)	
صدرزاده، مجتبی	دفتر مدیریت پسماند - سازمان حفاظت از محیط زیست
(کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی)	
صدرالدینی، محسن	دانشگاه ارومیه
(دکتری مهندسی پلیمر)	
طیعی، نجمه	دفتر امور خاک کشاورزی - معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی
(کارشناسی ارشد خاک شناسی - شیمی حاصلخیزی خاک)	
عباسیان، فاطمه	دفتر تدوین استانداردهای ملی
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - بیوشیمیایی)	
علوی اصل، فاطمه سادات	شرکت فنی مهندسی بسپارپایش پارس
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)	
علمداری، امین	دانشگاه ارومیه
(دکتری مهندسی شیمی)	
علمی زاده، زهرا	آزمایشگاه پاک بنیان البرز
(کارشناسی مهندسی شیمی - صنایع پلیمر)	
غلام پور، هومن	مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی
(دکتری محیط زیست)	
قائد رحمتی، مهدی	اتاق تعاون ایران
(کارشناس ارشد مدیریت کسب و کار استراتژی)	
کیارشی، احسان	شرکت صنایع بسته بندی پگاه
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	
کرمی، گلناز	آزمایشگاه مرجع کنترل غذا و دارو - سازمان غذا و دارو
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع غذایی)	

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

کیان پیشه، میلاد	شرکت صنایع بسته بندی پگاه
(کارشناسی ارشد پلیمر)	
گماری، سپیده	شرکت پتروشیمی جم
(دکتری مهندسی پلیمر)	
گوشه، پگاه	شرکت دارنده سهام (هلدینگ) پلیمری گلرنگ
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	
لایقی، نگار	آزمایشگاه مرجع کنترل غذا و دارو- سازمان غذا و دارو
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع غذایی)	
محمدی، مریم	اداره کل استاندارد استان ایلام
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - پلیمر)	
محمدی، علی	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
(کارشناسی ارشد محیط زیست)	
ملاتکه، پدram	شرکت صنایع پلاستیک جهاد زمزم مشهد
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- تبدیل انرژی)	
موحدی، فرناز	گروه پژوهشی بسته‌بندی و سلولزی- پژوهشگاه استاندارد
(دکتری شیمی)	
میربلوک، علیرضا	انجمن ملی صنایع پلیمر ایران
(کارشناسی ارشد پلیمر)	
مشهدی زاده، اکبر	اتحادیه پلاستیک ایران
(کارشناسی اقتصاد)	
میرزاوند، جهانبخش	دفتر امور خاک کشاورزی- معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی
(دکتری علوم خاک)	
موسوی، سید مسلم	شرکت آذرقاف
(کارشناسی پلیمر)	

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

نشاسته سازکاشی، فریبا

(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

نجار صفری، شجیعه

(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع غذایی)

وحدانی، ابراهیم

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

ویراستار:

ابراهیم، الهام

(کارشناسی شیمی کاربردی)

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت پاک پلاستیک

انجمن تولیدکنندگان ظروف یکبار مصرف گیاهی

دفتر نظارت بر اجرای استاندارد غیرفلزی - سازمان ملی استاندارد
ایران

پژوهشکده شیمی و پتروشیمی - پژوهشگاه استاندارد

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ی	پیش‌گفتار
ک	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۴ ویژگی‌ها
۷	۵ روش‌های آزمون
۱۰	۶ بسته‌بندی و انبارش
۱۰	۷ نشانه‌گذاری

پیش‌گفتار

استاندارد «پلاستیک‌های زیست‌تخریب‌پذیر-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده، در دویست و پنجاه و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد بسته‌بندی مورخ ۱۴۰۲/۰۹/۰۷ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی‌ماه ۱۳۹۶، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران-ساختاروشیوه 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 مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

۱. استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۹۳: سال ۱۴۰۰، پلاستیک‌ها- بازیافت آلی- پلاستیک‌های قابل تبدیل به کمپوست- ویژگی‌ها

2. ASTM D 6954: 2018, Standard guide for exposing and testing plastics that degrade in the environment by a combination of oxidation and biodegradation
3. EN 13432: 2000, Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation-Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging

مقدمه

بررسی و اثبات زیست تخریب پذیری پلاستیک ها در این استاندارد، در سه مرحله انجام می شود. در مرحله اول برای بررسی تخریب گرمایی و نوری پلیمر، شرایط به نحوی در نظر گرفته شده که متناسب با فرایند تخریبی باشد که پلاستیک پس از استفاده، در آن شرایط قرار می گیرد. در مرحله دوم ارزیابی زیست تخریب پذیری پلاستیک پس از قرار گرفتن در یکی از محیط های خاک یا دفن پسماند^۱ یا کمپوست انجام می شود. در مرحله سوم اثبات می شود که باقیمانده حاصل از زیست تخریب پذیری با محیط زیست سازگار است و در درازمدت در محیط باقی نمی ماند.

کاربرد این استاندارد ملی منجر به گسترش پلاستیک هایی می شود که اثرات زیست محیطی آنها به نحوی کاهش یافته تا فرایند زیست تخریب پذیری آنها در شرایط واقعی بیشتر از ۲۴ ماه طول نکشد و باقیمانده مضر و پایدار به جا نگذارد.

شایان ذکر است که نتایج حاصل از آزمون های آزمایشگاهی نمی تواند به صورت مستقیم به محیط دفع^۲ واقعی تعمیم داده شود.

1- Landfill
2- Disposal Environment

پلاستیک‌های زیست‌تخریب‌پذیر - ویژگی‌ها و روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هشدار - در این استاندارد تمامی موارد ایمنی و بهداشتی نوشته نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشتی، ایمنی مناسب و اجرای آن برعهده کاربر این استاندارد است.

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی‌ها، روش‌های آزمون، بسته‌بندی و نشانه‌گذاری پلاستیک‌های زیست‌تخریب‌پذیر است.

این استاندارد پلاستیک‌های زیست‌تخریب‌پذیری را در برمی‌گیرد که برخی کاربردهای رایج آن‌ها شامل: گرانول، کیسه‌های خرید، سفره‌های یکبار مصرف، دستکش، کیسه نگهداری مواد غذایی (فریزر)، کیسه زباله، فیلم‌های جمع‌شو^۱، فیلم‌های کشایند^۲، فیلم‌های کشاورزی، ظروف یکبارمصرف و سایر بسته‌بندی‌های پلاستیکی منعطف می‌باشد.

این استاندارد ملی برای ارزیابی زیست‌تخریب‌پذیری پلاستیک‌ها کاربرد دارد و برای ارزیابی سایر ویژگی‌های محصول باید به استاندارد ملی آن محصول مراجعه شود.

یادآوری - در صورت انطباق ویژگی‌های پلاستیک با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۹۳، پلاستیک مذکور زیست‌تخریب‌پذیر نیز محسوب شده و نیازی به انجام آزمون و انطباق آن با این استاندارد نمی‌باشد.

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 ۵-۶۲۰۴، ایمنی اسباب بازی - قسمت ۵: تعیین غلظت کل برخی عناصر در اسباب بازی‌ها

1- Shrink
2- Stretch

- ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۳۱، پلاستیک- فیلم و ورق- تعیین ضخامت به روش تقطیع مکانیکی
- ۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۳۹۳، پلاستیک‌ها- تعیین مقدار ژل و نسبت تورم پلاستیک‌های اتیلنی شبکه‌ای شده- روش آزمون
- ۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۸۴۸، کیفیت آب- اندازه گیری عناصر انتخاب شده به روش اسپکترومتری نشر نوری با پلاسماي جفت شده القایی
- ۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۷۰۳-۲، کیفیت خاک- تعیین تاثیرات آلاینده ها بر روی فلور خاک قسمت ۲: تاثیرات خاک‌های آلوده بر روی جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهان عالی
- ۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۹۴، کیفیت آب- اندازه گیری مقادیر جزئی عناصر با استفاده از دستگاه جذب اتمی با کوره گرافیتی
- ۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۳۸۹-۱، تعیین حد زیست‌تخریب‌پذیری هوازی مواد پلاستیکی تحت شرایط کنترل شده کمپوست به روش تجزیه کربن‌دی‌اکسید آزاد شده- قسمت ۱: روش کلی
- ۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۳۸۹-۲، تعیین حد زیست‌تخریب‌پذیری هوازی مواد پلاستیکی تحت شرایط کمپوست‌شدن کنترل‌شده- قسمت ۲: اندازه گیری کربن‌دی‌اکسید تولیدشده در آزمونی با مقیاس آزمایشگاهی به روش وزن‌سنجی
- ۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۹۷۷-۱، پلاستیک‌ها- تعیین جرم مولکولی متوسط و توزیع جرم مولکولی پلیمرها با استفاده از کروماتوگرافی اندازه- طردی- قسمت ۱: اصول کلی
- ۱۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۸۹۱، کیفیت آب- اندازه گیری کربن کل و کربن آلی موجود در آب بوسیله اکسایش دمای بالا و آشکارسازی کولومتری
- ۱۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۵۶، تعیین زیست‌تخریب‌پذیری بی‌هوازی مواد پلاستیکی تحت شرایط دفن پسماند تسریع‌شده- روش آزمون
- ۱۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۴۲۱، پسماندها- اندازه‌گیری تجزیه زیستی هوازی مواد پلاستیکی در خاک - روش آزمون

2-13 ASTM D 3045, Standard practice for heat aging of plastics without load

2-14 ASTM D 3826, Tensile test degradation end point in degradable polyethylene & polypropylene

2-15 ASTM D 5208: 2014, Standard practice for fluorescent ultraviolet (UV) exposure of photodegradable plastics

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

پلاستیک

plastic

ماده‌ای که شامل یک یا چند بخش پلیمری آلی با مولکول‌های بزرگ است که در حالت نهایی خود جامد است و در اثر فرآیند شکلی‌دهی مذاب می‌تواند به محصول مورد نظر شکل داده شود.

۲-۳

پلاستیک زیست تخریب پذیر

biodegradable plastic

پلاستیکی است که در آن فرآیند تخریب زیستی ناشی از سوخت‌وساز یاخته‌ای شامل باکتری و قارچ انجام می‌شود.

۳-۳

ماده خشک پلاستیک

plastic dried solid

مقدار ماده جامد به دست آمده از خشک کردن حجم معینی از پلاستیک در دمای 105°C به مدت ۱ ساعت می‌باشد.

۴-۳

مقدار ژل

gel content

بخشی از نمونه پلیمری که به صورت شبکه‌ای یا غیرقابل حل وجود دارد.

۵-۳

تخریب

degradation

تغییر خواص اولیه به علت گسست شیمیایی مولکول‌های بزرگ مواد پلاستیکی (بدون در نظر گرفتن ساز و کار آن) می‌باشد.

۶-۳

تخریب غیرزنده

abiotic degradation

تخریب بدون اثر و دخالت موجودات زنده می‌باشد.

۱-۶-۳

تخریب گرمایی

thermal degradation

روشی است که برای اندازه‌گیری تخریب غیرزنده در معرض گرما استفاده می‌شود و می‌تواند برای شبیه‌سازی شرایط بیرونی در زمان‌های کوتاه‌تر به کار گرفته شود.

۲-۶-۳

تخریب نوری

photo degradation

روشی است که برای اندازه‌گیری تخریب غیرزنده در معرض تابش فرابنفش استفاده می‌شود و می‌تواند برای شبیه‌سازی شرایط بیرونی در زمان‌های کوتاه‌تر بکار گرفته شود.

۷-۳

زیست تخریب پذیری

biodegradation

تخریب یک ماده پلاستیکی به گونه‌ای که حداقل قسمتی از آن بر اثر فرآیندهای سوخت‌وساز یاخته‌ای انجام شود.

۸-۳

کمپوست

compost

بهبود دهنده آلی خاک که از زیست تخریب‌پذیری مخلوطی شامل عمدتاً بقایای گیاهی و گاهی مواد آلی دیگر به دست می‌آید و دارای مواد معدنی محدود است.

۹-۳

ماده مرجع زیست تخریب پذیر

reference material of biodegradation

ماده مرجع مورد استفاده برای آزمون زیست تخریب‌پذیری، در این استاندارد ماده ذکر شده با توجه به استانداردهای مرتبط می‌باشد، به عنوان مثال از سلولز ریز بلورین^۱ می‌توان استفاده کرد.

1- Micro crystalline cellulose

۴ ویژگی‌ها

همان‌طور که در نمودار شکل ۱ مشاهده می‌شود، ارزیابی پلاستیک زیست‌تخریب‌پذیر در سه مرحله به‌صورت سلسله‌مراتبی به شرح زیر انجام می‌شود. پس از مرحله اول، پیش‌نیاز ادامه آزمون در هر مرحله، انطباق با الزامات مرحله پیشین می‌باشد و عدم تایید در هر مرحله به معنی عدم انطباق با الزامات این استاندارد است:

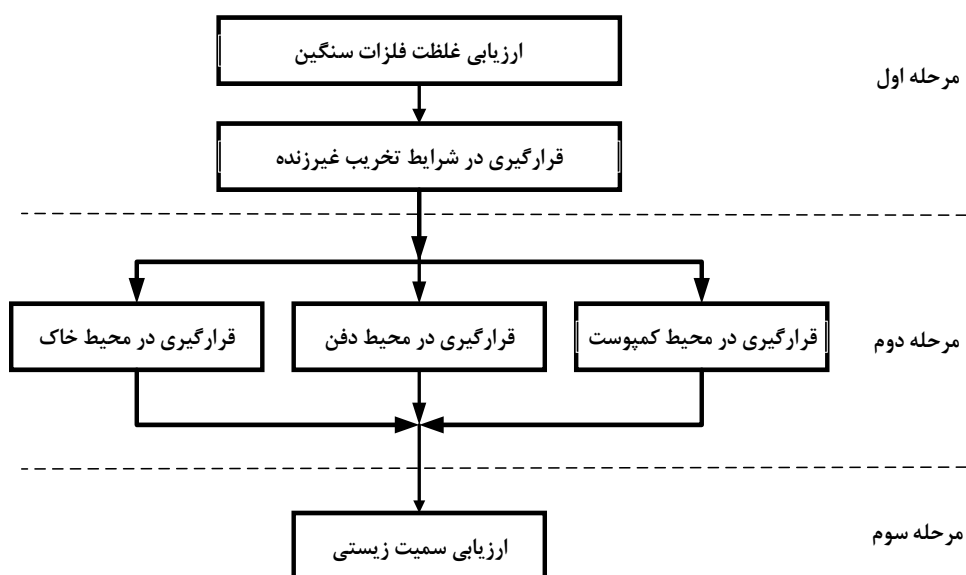
– در مرحله اول، پس از آماده سازی نمونه مطابق زیربند ۵-۱، غلظت فلزات سنگین مطابق زیربند ۵-۲ اندازه گیری می‌شود. در صورت انطباق با جدول شماره ۱، افت خواص کششی یا افت وزن مولکولی در اثر فرآیندهای تخریب گرمایی یا تخریب نوری مطابق زیربند ۴-۲ بررسی می‌شود.

در صورت انطباق با الزامات مرحله اول:

– در مرحله دوم، میزان زیست‌تخریب‌پذیری پلاستیک برای قرارگرفتن در خاک یا قرارگیری در محیط دفن پسماند یا تبدیل به کمپوست مطابق زیربند ۴-۳ بررسی می‌شود.

در صورت انطباق با الزامات مرحله دوم:

– در مرحله سوم، اثر سمیت زیستی، مواد باقیمانده از مراحل قبلی مطابق زیربند ۴-۴ بررسی می‌شود. در صورت انطباق با الزامات مراحل اول، دوم و سوم، نمونه به‌عنوان پلاستیک زیست‌تخریب‌پذیر محسوب می‌گردد.



شکل ۱- نمودار مراحل آزمون زیست‌تخریب‌پذیری پلاستیک

۱-۴ غلظت فلزات سنگین

با هدف اطمینان از کنترل غلظت فلزات سنگین در نمونه پلاستیک زیست تخریب پذیر، غلظت فلزات روی (Zn)، مس (Cu)، نیکل (Ni)، کادمیم (Cd)، سرب (Pb)، جیوه (Hg)، کروم (Cr)، مولیبدن (Mo)، سلنیم (Se)، آرسنیک (As) و آهن (Fe) باید مطابق روش های آزمون در زیربند ۵-۲ اندازه گیری شود. حداکثر غلظت فلزات بر پایه ماده خشک پلاستیک باید مطابق با جدول ۱ باشد.

جدول ۱- حداکثر غلظت مجاز فلزات سنگین در پلاستیک زیست تخریب پذیر

عنصر	ماده خشک پلاستیک (mg/kg)	عنصر	ماده خشک پلاستیک (mg/kg)
Zn	۱۵۰	Cr	۵۰
Cu	۵۰	Mo	۱
Ni	۲۵	Se	۰٫۷۵
Cd	۰٫۵	As	۵
Pb	۵۰	Fe	۱۰۰
Hg	۰٫۵		

۲-۴ تخریب غیر زنده

پس از انجام فرآیند تخریب غیرزنده به روش تخریب گرمایی یا نوری مطابق زیربند ۵-۳، نمونه باید با میانگین وزنی جرم مولکولی ($\overline{M}_w$) (الف) یا ازدیاد طول در نقطه شکست (ب) مطابق بوده و با مقدار ژل (پ) انطباق داشته باشد و در این صورت تخریب غیرزنده نمونه تایید می شود.

الف- مطابق روش آزمون زیربند ۵-۳-۱ میانگین وزنی جرم مولکولی ($\overline{M}_w$) باید کمتر از ۵۰۰۰ gr/mol باشد.

ب- مطابق روش آزمون زیربند ۵-۳-۲ ازدیاد طول در نقطه شکست مربوط به حداقل ۷۵ درصد از نمونه های تحت آزمون در سرعت ازدیاد طول اولیه ۰٫۱ mm/(mm.min) باید برابر یا کمتر از ۵٪ باشد.

پ- مطابق روش آزمون زیربند ۵-۳-۳ مقدار ژل باید کمتر از ۱۰٪ باشد.

۳-۴ زیست تخریب پذیری

در این مرحله ارزیابی زیست تخریب پذیری بر روی مواد باقیمانده از مرحله تخریب غیرزنده و همچنین تخریب زیستی بر روی ماده مرجع به صورت هم زمان مطابق روش آزمون زیربند ۵-۴ انجام می شود. برای بررسی انطباق تخریب زیستی در نمونه حاوی یک نوع پلاستیک (هموپلیمر^۱ و/ یا کوپلیمر تصادفی^۲)، باید

1- Homopolymer
2- Random copolymer

حداقل ۶۰٪ کربن آلی در مدت زمان حداکثر ۱۸۰ روز، به دی‌اکسیدکربن تبدیل شود. جهت بررسی انطباق تخریب‌زیستی در نمونه حاوی بیش از یک نوع پلاستیک (کوپلیمر بلوکی^۱، کوپلیمر قطعه‌ای^۲، آلیاژ و/یا نمونه‌های حاوی افزودنی با جرم مولکولی کم) باید حداقل ۹۰٪ کربن آلی در مدت زمان حداکثر ۱۸۰ روز، به دی‌اکسیدکربن تبدیل شود.

اندازه‌گیری کربن آلی مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۸۹۱ انجام می‌شود.

در ماده مرجع و نمونه آزمون، میزان تبدیل به دی‌اکسیدکربن باید در فواصل زمانی ۱، ۳، ۶، ۱۲ و ۲۴ هفته ارزیابی شود. برای اطمینان از صحت آزمون، در صورتی که معیار پذیرش تخریب‌زیستی در نمونه پلاستیک ۶۰٪ است، میزان تبدیل به دی‌اکسیدکربن در ماده مرجع نیز باید حداقل ۶۰٪ باشد. در صورتی که معیار پذیرش زیست‌تخریب‌پذیری در نمونه پلاستیک ۹۰٪ است، میزان تبدیل به دی‌اکسیدکربن در ماده مرجع نیز باید حداقل ۹۰٪ باشد.

ماده مرجع مورد استفاده در این روش سلولز ریزبلورین^۳ است.

۴-۴ سمیت زیستی

به منظور اطمینان از این که باقیمانده آزمون پس از آزمون تخریب‌زیستی هیچ گونه آثار مضر بر روی محیط زیست ندارد، باید آزمون سمیت زیستی مطابق روش آزمون زیربند ۵-۵ انجام شود. آزمون سمیت زیستی آزمون از طریق رشد گیاه انجام می‌شود. در آزمون رشد گیاه، سرعت رشد و جوانه‌زنی نهال در نمونه کمپوست حاوی باقیمانده نمونه ناشی از تخریب‌زیستی پلاستیک نباید کمتر از ۹۰٪ سرعت رشد و جوانه‌زنی نهال در نمونه کمپوست شاهد باشد.

۵ روش‌های آزمون

۱-۵ آماده‌سازی

نمونه مورد آزمون (آزمون) باید به شکل فیلم و ورق با ضخامت کمتر از ۱ mm باشد. ضخامت آزمون مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۳۱ اندازه‌گیری می‌شود.

۲-۵ اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین

ابتدا آماده‌سازی نمونه مطابق با روش مناسب هضم، ذکر شده در استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۰۴-۵ انجام می‌شود، سپس غلظت هریک از فلزات با استفاده از روش‌های دستگاهی طیف‌سنجی نشرنوری با پلاسما می‌شود.

1- Block copolymer
2- Segmented copolymer
3- Cas number: 9004-34-6

جفت‌شده‌ی القایی^۱ مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۸۴۸ یا طیف‌سنجی جذب اتمی^۲ مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۱۸۹۴ اندازه‌گیری می‌شود. روش آزمون به‌کار رفته برای اندازه‌گیری غلظت فلزات باید در گزارش آزمون ذکر شود. در صورت بروز اختلاف در نتایج آزمون، روش آزمون قید شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۹۴ روش مرجع می‌باشد.

۵-۳ اندازه‌گیری‌های مربوط به تخریب غیرزنده

برای شبیه‌سازی فرآیند تخریب غیرزنده، نمونه در شرایط تخریب گرمایی یا نوری قرار داده می‌شود:
- تخریب گرمایی مطابق استاندارد ASTM D 3045 انجام می‌شود. در این روش نمونه در گرمخانه و دمای ۷۰ °C قرار داده می‌شود.

- تخریب نوری مطابق با استاندارد ASTM D 5208 (چرخه C) انجام می‌شود. علت انتخاب چرخه C این است که این چرخه برای محصولات به کاربرده می‌شود که پس از قرارگیری در شرایط تخریب نوری، آزمون سمیت در خصوص آنها انجام می‌شود. در این روش نمونه در دستگاه اثرات محیطی (QUV) به صورت پیوسته در دمای ۵۰ °C تحت تابش نور قرار داده می‌شود. شدت تابش لامپ فرابنفش نوع A در طول موج ۳۴۰ nm روی سطح نمونه باید $0.189 \pm 0.02 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{nm)}$ باشد.

در هر یک از شرایط تخریب فوق، نمونه در فواصل زمانی ۰، ۱، ۳، ۶، ۱۲ و ۲۴ هفته پس از آغاز تخریب گرمایی یا نوری از دستگاه خارج شده و آزمون‌های زیربند ۵-۳-۱ یا زیربند ۵-۳-۲ و پس از آن آزمون زیربند ۵-۳-۳ انجام می‌شود.

۵-۳-۱ اندازه‌گیری جرم مولکولی متوسط وزنی ($\overline{M}_w$)

اندازه‌گیری جرم مولکولی متوسط وزنی ($\overline{M}_w$) مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۹۷۷ انجام می‌شود. در این روش، ابتدا نمونه پلاستیک در یک حلال حل می‌شود و سپس به داخل ستون کروماتوگرافی که از قبل با یک ژل متخلخل پر شده، تزریق می‌شود. ستون کروماتوگرافی مولکول‌ها را برحسب اندازه آنها جداسازی می‌کند. مولکول‌های تفکیک شده پس از شسته‌شدن از داخل ستون، ردیابی و غلظت آنها ثبت می‌شود. به این ترتیب جرم مولکولی متوسط و همچنین، توزیع کامل جرم مولکولی پلیمر با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده قابل محاسبه است.

۵-۳-۲ اندازه‌گیری استحکام کششی

استحکام کششی مطابق با استاندارد ASTM D 3826 انجام می‌شود.

1- Inductively coupled plasma optical emission spectrometry
2- Atomic absorption spectrometry

۵-۳-۳ اندازه‌گیری مقدار ژل

این آزمون مطابق با روش الف استاندارد ملی ایران شماره ۸۳۹۳ انجام می‌شود. این روش به‌منظور تعیین بخشی از پلیمر که در جریان تخریب‌غیرزنده، شبکه‌ای و در نتیجه غیرقابل حل شده است، انجام می‌شود. روش کار به این صورت است که ابتدا نمونه‌ای با جرم مشخص از مواد باقیمانده از آزمون تخریب‌غیرزنده، در حالی که داخل یک توری سیمی فولادی (با اندازه قطر سوراخ توری ۰/۱۲۵ mm) نگه داشته شده است، در حلال مناسب، به مدت ۱۲ ساعت، غوطه‌ور می‌شود. طی این مدت، بخش قابل‌حل نمونه، در حلال حل می‌شود و تنها بخش غیرقابل‌حل (ژل) داخل توری سیمی باقی می‌ماند. پس از خارج نمودن توری و خشک کردن آن، جرم بخش باقیمانده از نمونه از طریق توزین تعیین می‌شود. در نهایت، مقدار ژل نمونه طبق رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{مقدار ژل} = \frac{W_2}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

که در آن:

W_1 وزن اولیه نمونه؛

W_2 وزن باقیمانده از نمونه پس از قرارگیری در حلال است.

۵-۴-۴ اندازه‌گیری میزان زیست‌تخریب‌پذیری

در این استاندارد نمونه مرجع و مواد باقیمانده از آزمون تخریب‌غیرزنده در نمونه آزمون، باید برای تعیین تخریب‌زیستی به روش اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن آزاد شده مطابق بند ۴-۳ در فواصل زمانی ۱، ۳، ۶، ۱۲ و ۲۴ هفته ارزیابی شوند. اندازه‌گیری میزان تخریب‌زیستی مطابق با یکی از سه روش زیر انجام می‌شود:

۵-۴-۱ روش قرارگیری پلاستیک در محیط کمپوست

این روش آزمون مطابق با استانداردهای ملی ایران شماره ۱-۱۴۳۸۹ و ۲-۱۴۳۸۹ انجام می‌شود. در این روش، زیست‌تخریب‌پذیری پلاستیک در دمای 58°C ، تحت شرایط کمپوست‌شدن تعیین می‌شود.

۵-۴-۲ روش قرارگیری پلاستیک در محیط دفن پسماند

این روش آزمون مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۵۶ انجام می‌شود. در این روش، زیست‌تخریب‌پذیری پلاستیک در دمای 35°C ، تحت شرایط دفن پسماند تعیین می‌شود.

۵-۴-۳ روش قرارگیری پلاستیک در خاک

این روش آزمون مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۴۲۱ انجام می شود. در این روش، زیست تخریب پذیری پلاستیک در دمای 25°C ، تحت شرایط قرارگرفتن در خاک تعیین می شود.

۵-۵ آزمون سمیت زیستی

آزمون سمیت زیستی به منظور ارزیابی میزان رشد مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۷۰۳-۲ انجام می شود.

۶ بسته بندی و انبارش

پلاستیک های زیست تخریب پذیر باید در جای خشک، خنک، در محیطی مسقف و دور از نور مستقیم خورشید و رطوبت نگهداری شوند. سایر ویژگی های بسته بندی محصولات باید مطابق با الزامات استاندارد ملی آن محصول باشد.

۷ نشانه گذاری

آگاهی های زیر باید به طور خوانا بر روی هر محصول یا بسته آن، توسط تولیدکننده برای تولیدات داخل به زبان فارسی و برای صادرات به زبان انگلیسی و یا زبان کشور خریدار نوشته، چاپ و/یا برچسب گذاری شود:

الف- نام و نشانی تولید کننده؛

ب- نام و نشان تجاری (در صورت وجود)؛

پ- عبارت (زیست تخریب پذیر)؛

ت- تاریخ تولید (ماه، سال)؛

ث- شرایط نگهداری؛

ج- سایر آگاهی های مربوط به فرآورده براساس استاندارد ملی مربوطه؛

چ- درج نشان استاندارد در ابعاد تعیین شده (در صورت اخذ مجوز پروانه کاربرد علامت استاندارد).

شیوه ردیابی نشان استاندارد باید براساس ضوابط اجرایی سازمان استاندارد، توسط تولید کننده در نشانه گذاری محصول درج شود (به طور مثال: عبارت "شماره پیامک اصالت پروانه کاربرد علامت استاندارد ۱۵۱۷۱۰۰۰").