



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۸۲۶

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

17826

1st. Edition

2014

پلاستیک‌های بازیافتی - فنون جداسازی و
شناسایی آلاینده‌ها - آیین کار

**Recycled plastics- techniques to separate
and identify contaminants- Guidelines**

ICS:83.080.01

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران 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 غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی 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 و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (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 نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. 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 کالیبره کردن (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران 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، کالیبره کردن (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 Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
« پلاستیک‌های بازیافتی - فنون جداسازی و شناسایی آلاینده‌ها - آیین کار »

رئیس:

استادیار دانشگاه صنعتی امیرکبیر

احمدی، زاهد
(دکترای مهندسی پلیمر)

دبیر:

مدیرعامل گروه تحقیقاتی صنعتی مترا
(موسسه تحقیقاتی رنگ امیرکبیر)

بزرگی، علی
(کارشناس ارشد مهندسی پلیمر)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

رئیس هیات مدیره گروه تحقیقاتی صنعتی مترا
(موسسه تحقیقاتی رنگ امیرکبیر)

اصحابی، لادن
(دکترای مهندسی پلیمر)

کارشناس ارشد سازمان ملی استاندارد

اوحدی، افشین
(کارشناس ارشد مهندسی کشاورزی)

کارشناس پژوهش سازمان مدیریت پسماند
شهرداری تهران

بهبودی، ریحانه
(کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری)

سرارزیاب پژوهشکده سیستم‌های کیفیت و
بازرسی پژوهشگاه استاندارد

تقی‌پور، ماندانا
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

هیات علمی پژوهشگاه استاندارد

خالقی مقدم، ماهرو
(کارشناس ارشد شیمی)

سرارزیاب پژوهشکده سیستم‌های کیفیت و
بازرسی پژوهشگاه استاندارد

خستوان، مریم
(کارشناس ارشد مهندسی پلیمر)

کارشناس فنی گروه تحقیقاتی صنعتی مترا
(موسسه تحقیقاتی رنگ امیرکبیر)

صبرآموز، محمد
(کارشناس ارشد مهندسی پلیمر)

مدیر ارتباط با صنعت پژوهشگاه پلیمر و
پتروشیمی ایران

عزیزی، حامد
(دکترای مهندسی پلیمر)

کارشناس تدوین استاندارد- موسسه
تحقیقاتی رنگ امیرکبیر

گرامی، میترا
(کارشناس ارشد مهندسی پلیمر)

مسوول واحد پژوهش سازمان مدیریت
پسماند شهرداری تهران

مرادی کیا، سعید
(کارشناس ارشد بازیافت چوب و کاغذ)

کارشناس اداره کل استاندارد استان مازندران

میری، سیده عظمت
(کارشناس ارشد مهندسی پزشکی - بیومتریال)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
۵	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ نمونه‌برداری
۴	۵ روش‌های آزمون
۴	۱-۵ رطوبت
۴	۲-۵ بازرسی چشمی و یکنواختی محصول
۴	۳-۵ چگالی
۴	۴-۵ آلاینده‌های معدنی
۵	۵-۵ تجزیه گرمایی
۵	۶-۵ تجزیه زیرقرمز
۵	۷-۵ تجزیه کروماتوگرافی
۵	۶ روش‌های صنعتی
۵	۱-۶ آماده‌سازی نمونه
۵	۲-۶ روش‌های بازرسی چشمی
۶	۳-۶ جداسازی بر اساس چگالی
۷	۴-۶ آزمون اکستروژن / جریان مذاب
۸	۵-۶ آلودگی با پلیمرهای کلردار
۸	۶-۶ آزمون رنگزای پنج برای نایلون و پلی‌استرها
۹	۷-۶ روش‌های استخراج با حلال
۹	۸-۶ پلی‌استیرن به عنوان آلاینده
۱۰	۷ گزارش آزمون
۱۱	پیوست الف (اختیاری)

پیش‌گفتار

استاندارد " پلاستیک‌های بازیافتی - فنون جداسازی و شناسایی آلاینده‌ها - آیین‌کار " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط موسسه تحقیقاتی رنگ امیرکبیر(مترا) تهیه و تدوین شده و در هزار و دویست و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد صنایع شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۹۲/۱۲/۲۰ مورد تصویب قرار گرفته است، 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.

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.

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

ASTM D 5577: Standard Guide for techniques to separate and identify contaminants in recycled plastics

پلاستیک‌های بازیافتی - فنون جداسازی و شناسایی آلاینده‌ها - آیین کار

۱ هدف و دامنه کاربرد

هشدار- در این استاندارد، تمام موارد ایمنی و بهداشتی نوشته نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری ایمنی و شرایط مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های موجود جداسازی و طبقه‌بندی آلاینده‌ها^۱ مانند رطوبت، پلیمرهای ناسازگار، فلزات، چسب‌ها، شیشه، کاغذ، چوب، مواد شیمیایی و باقی‌مانده‌های محصول اصلی در پرک‌ها یا دانه‌های پلاستیک بازیافتی است که می‌تواند بر فرایند بازیافت یا کیفیت پلاستیک بازیافتی یا هر دوی آن‌ها اثر بگذارد. گرچه در این استاندارد روش خاصی برای شناسایی یا تعیین مشخصات مواد اسفنجی بیان نشده است، اما این استاندارد برای آن‌ها نیز کاربرد دارد. روش‌های ارائه شده در این استاندارد برای پلاستیک‌های دورریز پس از مصرف^۲ کاربرد دارد. همچنین این استاندارد جزئیات برخی روش‌های شناسایی و طبقه‌بندی آلاینده‌های موجود در دانه‌ها و پرک‌های پلاستیک بازیافتی را ارائه می‌کند.

این استاندارد روش‌های جداسازی و/یا شناسایی آلاینده‌ها را بیان می‌کند یا فقط مراجع مناسب را معرفی می‌کند. در پیوست الف آزمون‌های مربوط به شناسایی آلاینده‌ها فهرست شده است.

این استاندارد برای تعیین مقدار کمی آلاینده‌ها کاربرد ندارد، مگر آن که این اطلاعات در استانداردهای مرجع موجود باشند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات، جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸: ۱۳۸۱، آب- مورد مصرف در آزمایشگاه تجزیه- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۸۰: ۱۳۸۲، پلاستیک‌ها- تعیین نرخ جریان جرمی مذاب و نرخ جریان حجمی مذاب گرم‌انرم‌ها- روش آزمون

1- Contaminants
2 -Post -consumer

- ۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۰۹۰:۱۳۸۷، پلاستیک‌ها - تعیین چگالی پلاستیک‌های غیر اسفنجی -
 قسمت اول: روش غوطه‌وری، روش پیکنومتر مایع و روش تیتراسیون
- ۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۷۰۹۰:۱۳۸۷، پلاستیک‌ها - تعیین چگالی پلاستیک‌های غیر اسفنجی -
 قسمت دوم: روش ستون گرادیان چگالی
- ۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۷۰۹۰:۱۳۸۲، پلاستیک‌ها - تعیین چگالی پلاستیک‌های غیر اسفنجی -
 قسمت سوم: روش پیکنومتر گازی
- ۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۴۴:۱۳۸۴، پلیمرها - تعیین دماهای انتقال به روش گرماسنجی روبشی
 تفاضلی - روش آزمون
- ۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۹۰:۱۳۸۴، پلاستیک‌ها- فیلم ورق- تعیین میزان کدری- روش آزمون
- ۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۵۰۳:۱۳۸۶، پلیمرها- ساختار ملکولی- روش طیف زیرقرمز
- ۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۰۲۳۷:۱۳۹۰، پلاستیک‌ها اندازه‌گیری خاکستر قسمت ۱: روش‌های
 عمومی
- ۱۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۹۱:۱۳۸۸، پلاستیک‌ها- تعیین محتوای آب- روش آزمون
- ۱۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۲۰۲:۱۳۹۲، پلاستیک‌ها- بازیابی و بازیافت پسماند- آیین کار

- 2-12 ASTM D 883, Terminology Relating to Plastics
- 2-13 ASTM D 1898, Practice for Sampling of Plastics
- 2-14 ASTM D 1925, Test Method for Yellowness Index of Plastics
- 2-15 ASTM D 4019, Test Method for Moisture in Plastics by Coulometric Regeneration of Phosphorus Pentoxide
- 2-16 ASTM D 4894, Specification for Polytetrafluoroethylene (PTFE) Molding and Extrusion Materials
- 2-17 ASTM D 5033, Guide for the Development of Standards Relating to the Proper Use of Recycled Plastics
- 2-18 ASTM D 5227, Test Method for the Measurement of Hexane Extractable Content of Polyolefins⁵
- 2-19 ASTM E 169, Practices for General Techniques of Ultraviolet- Visible Quantitative Analysis⁶
- 2-20 ASTM E 355, Practice for Gas Chromatography Terms and Relationships
- 2-21 ASTM E 682, Practice for Liquid Chromatography Terms and Relationships
- 2-22 ASTM E 794, Test Method for Melting and Crystallization Temperatures by Thermal Analysis

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ASTM D883 و ASTM D5033 اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود.

۱-۳

مواد شیمیایی

مواد بی خطر یا خطرناک (مانند حشره کش ها یا علف کش ها) که با مواد پلاستیکی تماس داشته اند.

۲-۳

چسب

چسب های استفاده شده در برچسب ها یا قطعات چندتکه (به عنوان مثال اتیلن-وینیل استات).

۳-۳

فلزات سنگین

فلزات سنگین در جدول تناوبی (مانند سرب، آرسنیک، کادمیوم، کروم یا مس).

۴-۳

پلاستیک سنگین

پلاستیک های با چگالی بیش از ۱٫۰۰ گرم بر سانتی متر مکعب که ممکن است بدون پرکننده باشند مانند پلی استایرن، پلی اتیلن ترفتالات، پلی وینیل کلرید یا پلاستیک های دارای پرکننده باشند.

۵-۳

پلاستیک سبک

پلیمرهایی با چگالی کمتر از ۱٫۰۰ گرم بر سانتی متر مکعب مانند پلی اتیلن و پلی پروپیلن

۶-۳

باقی مانده های محصول اصلی

باقی مانده های هرگونه محتوای محصول اصلی که در بسته بندی پلاستیکی قرار داشته است (مانند شیر، آب-میوه یا شوینده)

۷-۳

ذرات

تکه هایی از فلز، شیشه، چوب، کاغذ یا سایر شکل داده شده مواد با سطحی مساوی یا بیش از ۰٫۱ میلی متر مربع.

۸-۳

ریز ذرات

هر ماده ای با سطح مساوی یا کمتر از ۰٫۱ میلی متر مربع.

۹-۳

دورریز پس از مصرف

موادی که توسط مصرف کننده نهایی دور ریخته می شوند (شامل برگشتی از زنجیره تولید)

[استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۲۰۲: ۱۳۹۲].

۴ نمونه برداری

نمونه برداری باید بر اساس روش شرح داده شده در استاندارد ASTM D1898 انجام شود، مگر این که روش دیگری توصیه شده باشد. نمونه برداری آماری مناسب به عنوان روش جایگزین قابل قبول است.

۵ روش های آزمون

۱-۵ رطوبت

روش رنگ سنجی (ASTM D 4019)، روش آزمون اندازه گیری کدری (استاندارد ملی شماره ۸۱۹۰)، تیترا کردن کارل فیشر (استاندارد ملی شماره ۱۲۱۹۱) یا روش وزن سنجی (بند ۱۰-۴ استاندارد ASTM D4894) می توانند برای تخمین مقدار رطوبت مواد پلاستیکی بازیافتی استفاده شوند.

۲-۵ بازرسی چشمی و یکنواختی محصول

۱-۲-۵ رنگ

روش آزمون ASTM D 1925، شاخص زردی پلاستیک های آکرلیک شفاف و روش آزمون کدری و عبور روشنایی^۱ (استاندارد ملی شماره ۸۱۹۰)، رنگ مواد پلاستیکی بازیافتی شفاف و بدون رنگدانه را معین می کند. این آزمون ها به آسانی روی نمونه های پلاستیک رنگ شده انجام نمی شوند.

۲-۲-۵ شاخص جریان مذاب برای بررسی یکنواختی محصول

یکنواختی برخی دانه ها یا پرک های پلاستیک های بازیافتی می تواند با اندازه گیری سرعت جریان مواد با استفاده از دستگاه اندازه گیری شاخص جریان مذاب بررسی شود (استاندارد ملی شماره ۶۹۸۰).

یادآوری- این آزمون برای نمونه های بازیافتی که مقدار یک پلاستیک در آن غالب است مناسب می باشد.

۳-۵ چگالی

روش غوطه وری برای تعیین چگالی نسبی (استاندارد ملی شماره ۷۰۹۰-۱) یا روش گرادیان چگالی برای اندازه گیری چگالی (استاندارد ملی شماره ۷۰۹۰-۲) فنون مفیدی برای تعیین آلودگی به صورت یک یا چند پلیمر دیگر، در دانه ها یا پرک های پلاستیک بازیافتی است.

یادآوری- در روش آزمون استاندارد ملی شماره ۷۰۹۰-۲ از آزمون به نسبت کوچک استفاده می شود. از این رو ممکن است، کاربرد آن برای مواد پلاستیکی بازیافتی ناهمگن عملی نباشد.

۴-۵ آلاینده های معدنی

آزمون تعیین درصد خاکستر (مانند استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۲۳۷-۱) یا فنون کوره آستر دار، می تواند برای تخمین مقدار پرکننده معدنی در دانه ها یا پرک های پلاستیک بازیافتی استفاده شود.

1 -luminous transmittance

یادآوری- برخی فلزات فرار ممکن است در طول آزمون از دست بروند، فنون آماده‌سازی نمونه برای کمینه‌کردن اتلاف فلزات سنگین فرار پیش از تجزیه با فلئورسان پرتو X یا فنون طیف‌بینی، از جمله موضوعات در دست بررسی است.

آلاینده‌های آهنی می‌توانند با یک آهن‌ربا و آلاینده‌های آلومینیمی با استفاده از روش‌های چگالی مطابق بند ۳-۶ از مواد پلاستیکی جدا شوند.

۵-۵ تجزیه‌ی گرمایی

از آنجا که بیشتر پلیمرها دمای ذوب یا انتقال فاز منحصر به خود را دارند، اندازه‌گیری این دماهای انتقال یا دماهای ذوب یا تبلور نمونه (استاندارد ملی ایران به شماره ۸۱۴۴)، ممکن است اطلاعات مفیدی راجع به شناسایی اجزای پلیمری موجود در مواد پلاستیکی بازیافتی ارائه دهد.

در استاندارد ملی ایران به شماره ۸۱۴۴ از نمونه‌های کوچک (۵ میلی‌گرم تا ۱۵ میلی‌گرم) استفاده می‌شود، از این رو از نظر عملی برای تشخیص مواد پلاستیکی بازیافتی ناهمگن مناسب نیست.

۶-۵ تجزیه‌ی زیرقرمز

روش تجزیه زیرقرمز طبق استاندارد ملی ۸۵۰۳ می‌تواند برای شناسایی اجزای پلیمری، شیمیایی و در برخی موارد اجزای آلی مواد پلاستیکی بازیافتی استفاده شود. ملاحظات اندازه نمونه که در بند ۵-۵ شرح داده شده، ممکن است برای آماده‌سازی نمونه‌های تجزیه زیرقرمز نیز به کار رود.

۷-۵ تجزیه‌ی کروماتوگرافی

اصول کروماتوگرافی گازی (ASTM E 355) و کروماتوگرافی مایع (ASTM E 682)، برای جداسازی و طبقه‌بندی آلاینده‌های شیمیایی یا باقی‌مانده‌های محتویات بسته‌بندی پلاستیکی مفیدند.

۶ روش‌های صنعتی

۱-۶ آماده‌سازی نمونه

با استفاده از یک دستگاه تزریق عادی، نمونه‌های همگن به شکل ورق^۱ آماده کنید. ورق‌ها یا تکه‌های برش-خورده از آن‌ها، می‌تواند برای گرماسنجی پویشی تفاضلی^۲، تجزیه زیرقرمز و سایر روش‌های آزمون که نیاز به نمونه‌های کوچک و همگن دارند، استفاده شود.

یادآوری- بهتر است نمونه، به صورت ضایعات با خلوص زیاد یا گرانول شده باشد.

۲-۶ روش‌های بازرسی چشمی

۱-۲-۶ جداکردن آلاینده‌های بزرگ و قابل مشاهده

با استفاده از یک قاشقک^۳ آزمایشگاهی، (۴۵۰±۲۰) گرم از دانه‌ها یا پرک‌های پلاستیک بازیافتی را روی میز سفید و تمیز پخش کنید.

1 -Plaque

2 - Differential scanning calorimetry, DSC

3 - Spatula

بدون استفاده از ذره‌بین، تک تک انواع ذرات آلاینده (بند ۳-۷) و سپس با استفاده از ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰، ریزذرات (بند ۳-۸) را جدا کنید. فنون گرمایی (۵-۵) و تجزیه زیرقرمز می‌تواند برای شناسایی برخی آلاینده‌های جداشده به کار رود.

یادآوری - برای دستیابی به برآورد کمی از آلاینده‌ها، می‌توان آن‌ها را جدا کرده و وزن کرد. اما برای غلظت برآوردشده آلاینده‌ها در پلاستیک‌های بازیافتی هیچ‌گونه داده‌ای برای دقت و انحراف^۱ وجود ندارد.

۲-۲-۶ بازرسی نمونه‌های قالب‌گیری شده یا ورق‌ها

چهار تا پنج گرم از پرک پلاستیک خشک را روی یک ورق پلی‌استر یا فویل آلومینیمی با ابعاد (۱۵۰×۱۵۰×۰/۱) میلی‌متر وزن کنید. یک ورق پلی‌استر یا فویل آلومینیمی دیگر روی آن قرار داده و دمای پرس را حداقل ۱۰ درجه سلسیوس بیش از دمای ذوب پلاستیک اصلی نمونه تنظیم کنید. نمونه پلاستیک بازیافتی را پرس کنید. سپس ورق به‌دست آمده را بیرون آورده و خنک کنید.

با استفاده از یک میز با نور فلوئورسنت، سطح ۱۰ سانتی‌متر مربعی ورق آزمون را به‌طور چشمی بررسی کنید. بندهای ۱-۳-۶ و ۲-۳-۶ را با بخشی از رزین نو، که نماینده پلاستیک اصلی است، تکرار کنید (به‌عنوان مثال پلی‌اتیلن ترفتالات^۲، درحالتی که آلاینده‌های موجود در پلی‌اتیلن ترفتالات بازیافتی مورد نظر باشد).

یادآوری ۱ - فیلم پلی‌اتیلن ترفتالات برای دماهای بیش از ۲۰۰ درجه سلسیوس توصیه نمی‌شود.

یادآوری ۲ - وجود آلاینده‌ی چسب، با چسبیدن پلاستیک به ورق پلی‌استر که به‌عنوان جداکننده از قالب در طول قالب‌گیری ورق است، نشان داده می‌شود.

یادآوری ۳ - روش جایگزین برای پلی‌اتیلن ترفتالات، ذوب کردن دانه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۲۷۵ درجه سلسیوس داخل یک ظرف آلومینیومی کم‌عمق می‌باشد. برای جلوگیری از بلورین‌شدن، مذاب به سرعت در آب، سرد شود و دیسک یا ورق تولید شده برای بررسی وجود ناخالصی و ریزذرات سیاه با دیسک شاهد یا ورقی که از مواد نو تهیه‌شده است، به صورت چشمی مقایسه شود. در این حالت، ریزذرات سیاه می‌تواند به کاغذ تخریب شده، چسب‌ها، پلی‌وینیل کلرید یا دیگر مواد ناخواسته‌ی موجود در پلی‌اتیلن ترفتالات نسبت داده شود.

۳-۶ جداسازی بر اساس چگالی

۱-۳-۶ جداسازی در آب

یک ظرف پلاستیکی تمیز را با دو لیتر آب تمیز پر کنید. به میزان کافی، ماده فعال سطحی غیریونی به آن اضافه کنید تا محلول ۲٪ (وزنی یا حجمی) تهیه شود. محلول را خوب هم بزنید.

یادآوری ۱ - با توجه به اختلاف کیفیت آب در مناطق مختلف کشور، حداقل کیفیت مورد نیاز این آزمون مطابق آب نوع III مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸ است.

یادآوری ۲ - چسبیدن حباب هوا به پرک مواد باعث خطا در جداسازی می‌شود. ماده فعال سطحی به از بین رفتن این مشکل کمک می‌کند.

1- Bias
2 - PET

یک نمونه نماینده از پرک‌های پلاستیکی بازیافتی تهیه (طبق بند ۴) و (100 ± 10) گرم از آن را وزن کرده و در یک ظرف پلاستیکی خشک و تمیز بریزید.

یادآوری ۳- نمونه باید عاری از ذرات جدا سازی شده با روش بازرسی چشمی (۶-۲) باشد.

محلول ساخته شده ماده فعال سطحی را به ظرف نمونه بیفزایید و با یک قاشقک به خوبی هم بزنید. حداقل پنج دقیقه صبر کنید تا مواد سنگین ته‌نشین شوند.

پلاستیک‌های سبک و سایر آلاینده‌ها (به‌عنوان مثال کاغذ) را با استفاده از یک صافی آشپزخانه کوچک، از روی سطح جمع‌آوری کنید. این مواد را به یک صافی بزرگ‌تر منتقل کرده و با آب نوع III آب‌کشی کنید، تا باقی مانده ماده فعال سطحی زدوده شود.

مقادیر باقی مانده در ظرف نمونه را روی یک صافی بزرگ دیگر بریزید. این مواد را با آب نوع III آب‌کشی کنید تا ماده فعال سطحی باقی مانده خارج شود.

در صورت نیاز، مواد سنگین جمع‌آوری شده را خشک کرده و آن‌ها را با روش‌های گرمایی (بند ۵-۵) یا طیف سنجی زیرقرمز (بند ۵-۶) شناسایی کنید.

۶-۳-۲ جداسازی در پروپانول-آب

دو لیتر ۲-پروپانول (ایزوپروپانول) و $1/8$ لیتر آب نوع III به یک بطری چهار لیتری پلاستیکی اضافه کنید. به خوبی هم بزنید تا یک محلول ۵۲٪ (حجمی:حجمی) ۲-پروپانول در آب به دست آید.

یادآوری - استفاده از ۲-پروپانول (ایزوپروپانول) صنعتی کافی است.

۲۰۰ میلی لیتر از این محلول را داخل یک استوانه مدرج ۵۰۰ میلی لیتری بریزید و چگالی نسبی این محلول را با یک هیدرومتر اندازه‌گیری کنید. چگالی نسبی باید در محدوده ۰/۹۱۴ و ۰/۹۱۷ باشد. اگر چگالی نسبی در این محدوده قرار نگیرد، مقدار کمی ۲-پروپانول یا آب نوع III به محلول اضافه کنید تا چگالی نسبی در محدوده یاد شده قرار گیرد.

مقدار (100 ± 10) گرم از پلاستیک خشک و سبک را وزن کنید و داخل سطل پلاستیکی چهارلیتری بریزید. سپس، محلول ۲-پروپانول-آب را به ظرف اضافه کنید. مواد را با یک کاردک لاستیکی هم بزنید تا تمام پرک‌ها خیس شوند، سپس اجازه دهید مواد سنگین ته‌نشین شوند.

پلاستیک‌های روی سطح محلول را با استفاده از یک صافی کوچک آشپزخانه، جمع کنید. این مواد را به یک صافی بزرگ‌تر منتقل کرده و با آب نوع III آب‌کشی کنید.

محتویات باقی مانده در ظرف نمونه را روی یک صافی بزرگ دیگر بریزید و محلول ۲-پروپانول-آب را در یک بطری خشک و تمیز جمع‌آوری کنید. این محلول را نگهداری کنید تا در جداسازی‌های دیگر استفاده شود. پلاستیک روی صافی را با آب نوع III آب‌کشی کنید تا باقی مانده ۲-پروپانول خارج شود.

در صورت نیاز، مواد سنگین جمع‌آوری شده را خشک کرده و آن‌ها را با روش‌های گرمایی (بند ۵-۵) یا طیف سنجی زیرقرمز (بند ۵-۶) شناسایی کنید.

۶-۴ آزمون اکستروژن / جریان مذاب

برای برآورد مقدار نسبی آلاینده‌ها، پلاستیک بازیافتی را با اکسترودر آزمایشگاهی مجهز به صافی توری فراورش کنید.

مقدار آلاینده‌ها به عنوان تابعی از سرعت افزایش فشار در اثر ازدیاد مقدار مواد نشست‌ه روی توری اندازه‌گیری می‌شوند. مواد جدا شده روی توری می‌توانند با فنون گرمایی (بند ۵-۵) یا طیف‌سنجی زیرقرمز (بند ۵-۶) شناسایی شود.

۵-۶ آلودگی با پلیمرهای کلردار

۱-۵-۶ آزمون شعله^۱

شعله را روشن کنید و سپس با انبر یک نمونه پلاستیک آزمون را بردارید. سر لخت سیم مسی را روی شعله بگیرید و تا زمانی که رنگ آن نارنجی کم‌رنگ شود، گرما دهید. آنگاه به سرعت سیم را از شعله بیرون بکشید و به نمونه بچسبانید. سیم را داخل نمونه فشار داده و اجازه دهید تا نمونه ذوب شده و روی سیم قرار گیرد. سیم و نمونه چسبیده به آن را روی شعله بگیرید تا نمونه پلاستیکی روی سیم بسوزد. شعله سبز پررنگ نشانه وجود پلیمر کلردار است. هنگامی که تمام نمونه‌ها آزمون شدند، شعله را خاموش کنید.

۲-۵-۶ آزمون رنگزای K

پیمانه اصلی محلول غلیظ رنگزای K را با افزودن ۱۰۰ گرم Acid Red 249، ۱۰۰ گرم Acid Yellow 151 و ۲۰۰ گرم Disperse Blue 3 به یک لیتر آب و گرم کردن آن تا دمای (82 ± 5) درجه سلسیوس تهیه کنید. آن را خوب هم بزنید تا رنگینه‌ها به‌طور کامل حل شوند. مخلوط را از گرما دور کرده و آن را سرد کنید.

محلول آزمون را با مخلوط کردن ۱۵ میلی‌لیتر رنگزای K، ۲۰۰ میلی‌لیتر آب، ۳۰ میلی‌لیتر محلول ۵ درصد Tanavol^۲ و ۲ میلی‌لیتر محلول ۵ درصد (حجمی:حجمی) اسید استیک در یک ظرف مناسب، تهیه کنید. محلول آزمون را در یک بشر ۴۰۰ میلی‌لیتری ریخته و روی یک گرم‌کن صفحه داغ قرار دهید و حدود ۱۰۰ گرم پلاستیک بازیافتی به آن اضافه کنید.

مخلوط را به مدت ۵ دقیقه بجوشانید. سپس، بشر را از روی گرم‌کن صفحه داغ بردارید. مایع را دور بریزید، پلاستیک را کاملاً با آب نوع III آب‌کشی کنید. پلاستیک شسته شده را به کیسه پلاستیکی شفاف منتقل کنید. وجود رنگ را به‌روش چشمی زیر نور فلئوئورسنت بررسی کنید. پلی‌وینیل کلرید و پلی‌وینیلیدن کلرید، ایجاد رنگ بنفش می‌کنند، در حالی که پلی‌استرها به شکل نواحی آبی‌رنگ و پلی‌آمیدها، به شکل زرد یا نارنجی ظاهر می‌شوند.

۶-۶ آزمون رنگزای پنج برای نایلون و پلی‌استرها

مقدار یک میلی‌لیتر کلرید سدیم، دو قطره ماده فعال سطحی غیریونی^۳، ۰٫۳ گرم رنگزای شماره پنج و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب را به یک بشر ۵۰۰ میلی‌لیتری اضافه کنید. حدود ۱۰۰ گرم از پلاستیک بازیافتی را به

1- Beilstein test

۲- ماده‌ای که باعث افزایش سرعت جذب رنگ می‌شود.

۳- نونیل فنیل اتوکسیلات مانند Triton N-101

محتویات بشر بیفزایید و بشر را روی گرم‌کن صفحه داغ قرار دهید. مخلوط را به مدت حداقل دو دقیقه بجوشانید. آنگاه، بشر را از روی گرم‌کن بردارید. محتویات بشر را روی صافی بریزید و با آب سرد نوع III آب-کشی کنید.

پلاستیک شسته شده را با چشم زیر نور فلئورسنت بررسی کنید. نمونه‌های پلی‌آمید، به رنگ سبز یا سبز آبی و پلی‌استر به زرد تغییر رنگ داده و ذرات کاغذ به رنگ قرمز دیده می‌شوند.

۷-۶ روش‌های استخراج با حلال

۱-۷-۶ استخراج با زایلن

مقدار ۱۰۰ گرم پلاستیک بازیافتی را داخل یک ارلن مایر ۸۰۰ میلی‌لیتری بریزید و ۲۰۰ میلی‌لیتر پارازایلن به آن اضافه کنید. ارلن را با یک چوب پنبه مجهز به دماسنج، آب‌بندی کنید. دماسنج را طوری تنظیم کنید تا حباب آن با کف ارلن تماس داشته باشد.

دما را در (2 ± 65) درجه سلسیوس ثابت نگه دارید. محلول و نمونه را به مدت یک ساعت روی یک گرم‌کن صفحه داغ گرما دهید. هر دو تا سه دقیقه ارلن را تکان دهید تا محتویات آن مخلوط شود. پس از یک ساعت نمونه را تا دمای محیط سرد کنید.

قسمتی از پارازایلن استخراج شده را به یک سلول مناسب منتقل کنید. طیف زیرقرمز پارازایلن استخراج شده در برابر مایع پارازایلن مرجع را طبق روش ASTM E 1252 تهیه کنید. پیدایش یک نوار جذب در 5.7 میکرومتر، نشان دهنده وجود یک کopolymer اتیلن-وینیل استات^۱ است. سایر نوارها در طیف زیرقرمز ممکن است بر اساس روش ASTM E 1252 شناسایی شوند.

۲-۷-۶ استخراج با هگزان نرمال

برای شناسایی آلاینده‌های پلاستیکی، یک لیتر هگزان نرمال را به ظرف شرح داده شده در استاندارد ASTM D 5227، اضافه کنید. ظرف را در حمام آب با دمای (0.5 ± 49.5) درجه سلسیوس قرار دهید و با گیره محکم کنید. 2.5 تا 5 گرم از نمونه پلاستیک را اضافه کنید. سر ظرف را با یک مبرد تعویض کرده و نمونه را به مدت دو ساعت استخراج کنید.

یادآوری- این روش برای پلی‌اولفین‌هاست. برای سایر پلیمرها می‌توان از حلال‌های با دمای جوش بیشتر و استخراج در دماهای بالاتر استفاده کرد.

پس از استخراج، محتویات ظرف را با گذراندن از میان یک کیف چینی منفذدار صاف کنید. مقدار مناسبی از مواد استخراجی فیلتر شده را با استفاده از روش‌های گرمایی (۵-۵)، طیف‌بینی زیرقرمز (۵-۶) یا روش‌های جایگزین مناسب مانند کروماتوگرافی گازی برای شناسایی اجزای استخراج شده، شناسایی کنید.

۸-۶ پلی‌استایرن به‌عنوان آلاینده

مقدار ۱۰ گرم از نمونه پلاستیکی بازیافتی را داخل ارلن مایر ریخته و به مدت دو ساعت با ۱۰۰ میلی لیتر از حلالی تکان دهید که در طیف‌سنجی نوری مطابق استاندارد ASTM E 169 در ۲۵۴ نانومتر جذبی نداشته باشد (مانند دی کلرومتان یا تتراهیدروفوران).

مقدار ۲/۵ میلی لیتر از مواد استخراج شده را با همان حلال رقیق کنید. مقدار پنج میلی لیتر از این محلول را با استفاده از یک صافی ۰/۴۵ میکرون به داخل یک سلول کوارتز یک سانتی‌متری، صاف کنید. طیف فرابنفش مواد استخراجی فیلتر شده را مطابق روش ASTM E 169، به دست آورید. جذب در ۲۵۴ نانومتر آن‌ها را با جذب یک حلال خالص مقایسه کنید. جذب قابل توجه در ۲۵۴ نانومتر وجود یک پلیمر استایرنی یا پلیمرهای آروماتیک دیگر (مانند پلی‌اتیلن ترفتالات یا بوتیلن ترفتالات) را نشان می‌دهد.

۷ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل دارای اطلاعات زیر باشد:

۱-۷ انواع آلاینده‌ها

۲-۷ روش‌های استفاده شده برای تعیین آلاینده‌ها

پیوست الف
(اطلاعاتی)

جدول ۱ - تعیین آلاینده‌ها و روش‌های اجرای آزمون مرتبط

روش اجرای آزمون (شماره بند)	استاندارد مرجع	اجزای قابل شناسایی
آزمون خاکستر (۴-۵)	استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۰۲۳۷	پرکننده‌های معدنی، برخی فلزات
پلیمرهای کلردار (۵-۶)		مواد کلردار
تجزیه کروماتوگرافی (۷-۵)	ASTM E 355, ASTM E 682	مواد شیمیایی، محتویات بسته‌بندی
شاخص رنگ یا زردی (۲-۵)	ASTM D 1925	مواد رنگی یا تخریب شده
چگالی (۳-۵)	استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۰۹۰ و استاندارد ملی ایران شماره ۲-۷۰۹۰	آلودگی با سایر پلیمرها
جداسازی بر اساس چگالی، آب یا پروپانول- آب (۳-۶)		کاغذ، سایر پلیمرها، فلزات
آزمون اکستروژن- شاخص جریان مذاب (۴-۶) و (۲-۵)	استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۸۰	پلیمرهای ناسازگار، فلزات، گرد و غبار، مواد نامحلول
آزمون شعله (۴-۶)		مواد کلردار
کدوری یا عبور نور (۲-۵)	استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۹۰	رطوبت، پلیمرهای ناسازگار
میز بازرسی (۲-۶)		آلاینده‌های قابل مشاهده (ذرات، ریز ذرات)
طیف‌بینی زیرقرمز (۶-۵)	استاندارد ملی ایران شماره ۸۵۰۳	گروه‌های عاملی آلاینده
آهن‌ربا (۴-۵)		فلزهای آهنی
رطوبت (۱-۵)	استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۹۰ و استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۹۱ ASTM D 4894, ASTM D 4019,	مقدار آب
نمونه قالب‌گیری شده یا ورق (۲-۶)		کاغذ، چسب، پلی‌وینیل کلرید، پلیمرهای ناسازگار: پلی‌استایرن، سایر پلیمرهای آروماتیک
آلاینده پلی‌استایرن (۸-۶)		پلی‌استایرن، سایر پلیمرهای آروماتیک
یکنواختی محصول (۴-۵)		
روش استخراج با حلال، هگزان یا زایلن (۷-۶)		چسب‌ها، آلاینده‌های انحلال‌پذیر
آماده‌سازی نمونه (۱-۶)		
آزمون رنگزای پنج (۶-۶)		پلی‌آمید، پلی‌استر، کاغذ
آزمون رنگزای K (۵-۶)		پلیمرهای کلردار
تجزیه گرمایی (۵-۵)	استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۴۴ و ASTM E 794	تعیین پلیمر
طیف‌بینی فرا بنفش (۸-۶)		پلیمرهای آروماتیک
روش‌های بازرسی چشمی (۲-۵ و ۲-۶)		گرد و غبار، ریز ذرات، ذرات، موادی با رنگ متفاوت از پلیمر اصلی