



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۱۸۴

چاپ اول

اسفند ۱۳۹۲

INSO

17184

1st. Edition

Mar.2014

پسماندها - تعیین تجزیه هوازی و تجزیه بی
هوازی زیستی مواد پلاستیکی، تحت شرایط
زیست راکتور تسریع کننده محل دفن زباله -
روش آزمون

**Wastes-Determining the Aerobic
Degradation and Anaerobic
Biodegradation of Plastic
Materials under Accelerated
Bioreactor Landfill Conditions-
Test Method**

ICS:13.030.40

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 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 وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی 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 و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند 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 می دهد 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 نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. 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 کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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

((پسماندها- تعیین تجزیه هوازی و تجزیه بی هوازی زیستی مواد پلاستیکی تحت شرایط زیست راکتور تسریع کننده محل دفن زباله - روش آزمون))

رئیس:

مسیحا، علیرضا

سمت و/ یا نمایندگی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان

دبیر:

صادقی پور شیجانی، معصومه
(فوق لیسانس علوم محیط زیست)

کارشناس اداره کل استاندارد استان گیلان

اعضاء:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آبادیان، محمد رضا
(لیسانس شیمی)

مدیر عامل شرکت پویندگان بهبود کیفیت

باقرزاده، آسان
(دکتری محیط زیست و توسعه پایدار)

مدیر دفتر شرکت آب منطفه استان گیلان

پنداشته، علیرضا
(دکتری مهندسی شیمی)

عضو هیئت علمی پژوهشکده محیط زیست جهاد
دانشگاهی دانشگاه گیلان

حسینی، سجاد
(کاردان شیمی)

مدیر عامل شرکت کود آلی رشت

خسروی، حامد
(لیسانس جغرافیا)

کارشناس اداره کل منابع طبیعی استان گیلان

زلفی نژاد، کامران
(فوق لیسانس شیلات گرایش تکثیر و پرورش)

کارشناس مرکز ملی تحقیقات آبزیان استان گیلان

فرحناک، لرحیا
(فوق لیسانس شیمی آلی)

مشاور شرکت پویندگان بهبود کیفیت

فلاح نیا، محسن
(فوق لیسانس مدیریت دولتی)

مدیر عامل سازمان مدیریت پسماند استان گیلان

کارشناس اداره کل استاندارد گیلان

محمدی، غفور
(فوق لیسانس متالورژی)

کارشناس شرکت آب و فاضلاب شهری استان گیلان

موقر حسنی، فرحناز
(لیسانس مهندسی مکانیک)

مسئول کنترل کیفیت شرکت کارتن پلاست نفیس

نجدی، یاسمن
(فوق لیسانس شیمی آلی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ خلاصه ای از روش آزمون
۶	۵ وسایل
۷	۶ واکنشگرها و مواد
۸	۷ خطرات
۸	۸ ماده تلقیحی سری ۲
۹	۹ نمونه آزمون
۹	۱۰ روش های اجرایی
۱۲	۱۱ محاسبات
۱۳	۱۲ تفسیر
۱۴	۱۳ گزارش
۱۵	۱۴ دقت و انحراف
۱۷	پیوست اطلاعاتی (کتابنامه)

پیش گفتار

استاندارد "پسماندها - تعیین تجزیه هوازی و تجزیه بی‌هوازی زیستی مواد پلاستیکی، تحت شرایط زیست راکتور تسریع کننده محل دفن زباله - روش آزمون" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط تهیه و تدوین شده و در ... اجلاس کمیته ملی استاندارد ملی محیط زیست مورخ ... مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (سازمان ملی استاندارد ایران)، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های 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 ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

۱- استاندارد ملی ایران شماره ۵: سال ۱۳۸۶: مقررات مربوط به ساختار شیوه نگارش استاندارد ملی ایران

2-ASTM D7475-11:2011- Standard test method for determining the aerobic degradation and anaerobic biodegradation of plastic materials under accelerated bioreactor landfill conditions.

تجزیه پلاستیک در محل دفن زباله شامل فرآیندهای هوازی و بی‌هوازی در شرایط زیست محیطی است که می‌تواند متاثر از تجزیه دیگر مواد محصور و/یا در مجاورت پلاستیک باشد. ممکن است میزان تغییر شرایط هوازی به بی‌هوازی، به ویژگی مکان خاص دفن زباله، نوع زباله ها و روش انباشتن آنها، وابسته باشد. بنابراین ارزیابی با هر درجه ای از صحت و دقت دشوار به نظر می‌رسد. منابع مختلف نشان می‌دهند، از روزها تا ماه‌ها مطابق منابع شماره ۸ و ۹ کتابنامه این استاندارد، برای این تغییرات ناشی از گستردگی شرایط هوازی یا بی‌هوازی هم چنین چگونگی سرعت تغییرات محیطی، در این روش از ۳۰ روز به عنوان یک دوره زمانی سازش، استفاده شده است.

یادآوری—توجه داشته باشید، حتی سطوح بسیار پایین اکسیژن، به مراتب کمتر از غلظت طبیعی جو، می‌تواند تجزیه اکسایشی را پیش ببرد.

بی‌تردید، در هر محل دفن پسماند بسته‌هایی محصور شده از قبیل کیسه‌های پلاستیکی قوطی‌ها و ... که از فعالیت هوازی جلوگیری می‌نماید، وجود خواهد داشت.

در حال حاضر هیچ مدرک یا اطلاعاتی برای حمایت از ادعایی که تخریب پلاستیک (زمانی که پلاستیک‌های غیر قابل تجزیه مرسوم مقایسه می‌شود) می‌تواند امکان بازیافت اقتصادی گاز از محل دفن پسماندا افزایش دهد، طول مدت مراقبت‌های بعدی از محل دفن پسماند‌ها را کاهش دهد و امکان بازیافت حجم احیاء پسماند ناشی از تجزیه و تجزیه زیستی در طی زندگی فعال محل دفن را فراهم کند، وجود ندارد. بعلاوه ممکن است که تجزیه و تجزیه زیستی سریع پلاستیک‌ها شرایط خطرناکی را در محل‌های دفن زباله مانند تغییر سلول‌ها، پایداری کلی، ایجاد کند.

این روش استاندارد برای تعیین مجاز تجزیه هوازی^۱ و تجزیه بی‌هوازی زیستی^۲ محصولات پلاستیکی، زمانی که در محیط‌های فعال زیستی شبیه سازی شده با بعضی شرایط محل دفن زباله قرار می‌گیرند، تدوین شده است.

تجزیه مواد پلاستیکی در محل دفن پسماند دارای اهمیت است. از آنجایی که اکثر محل‌های دفن پسماند از نظر زیستی فعال می‌باشند و یک منبع فزاینده از انرژی تجدیدپذیر هستند. زمانی که تجزیه در یک محل دفن پسماند اتفاق می‌افتد، نگرانی جدی این است که مواد پلاستیکی، سوخت و سازهای سمی یا محصولات نهایی تحت شرایط مختلفی که در محل دفن پسماند وجود دارد، ایجاد نکند. مخلوط باقی مانده پس از اتمام روش آزمون، شامل مواد پلاستیکی تجزیه شده جزئی یا کلی یا استخراج‌هایی که می‌تواند صورت گیرد، در زمان مناسب، پس از آزمون برای آزمون سمیت ارسال می‌شود. برای جزییات بیشتر می‌توانید به استانداردهای ASTM D5951 و ASTM D6954، به منظور ارزیابی خطرات زیست محیطی ناشی از تجزیه پلاستیک‌ها به درجات مختلف در محل‌های دفن پسماند، بویژه اگر آبشویی رخ دهد، مراجعه کنید. این روش آزمون برای

1- Aerobic degradation
2- Anaerobic Biodegradation

ارزیابی تجزیه هوازی و تجزیه بی هوازی زیستی تحت شرایط مطلوب و کمتر از حد مطلوب و سمیت نیز طراحی شده است. از آنجایی که اختلاف وسیعی در ساختار و عملکرد محل های دفن پسماند وجود دارد و نیز الزامات قانونی برای محل های دفن پسماند تا حد زیادی متغیر است، این روش آزمون برای شبیه سازی تمام محیط های محل های دفن زباله در نظر گرفته نشده است. با این وجود انتظار می رود به شرایط یک محیط دفن پسماند فعال بیولوژیکی خیلی نزدیک باشد. به طور خاص این روش استاندارد برای ایجاد یک محیط آزمایشگاهی استاندارد در نظر گرفته می شود که تعیین سریع تجزیه پذیری هوازی و تجزیه زیستی بی هوازی تحت شرایط محل دفن پسماند تسریع کننده را اجازه می دهد، در حالی که در زمان مشابه مخلوط های تجدید پذیری از پسماندهای خانگی تجزیه شده کامل و ناقص با مواد پلاستیکی برای ارزیابی سمیت ناشی از فعالیت زیستی^۱، تولید می شوند.

پسماندها- تعیین تجزیه هوازی و تجزیه بی‌هوازی زیستی مواد پلاستیکی، تحت شرایط زیست راکتور تسریع کننده^۱ محل دفن زباله - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ملی تعیین نرخ تجزیه هوازی (با از دست دادن مقاومت کششی، وزن مولکولی که در نتیجه احتمال متلاشی و قطعه قطعه شدن، وجود دارد) و تجزیه بی‌هوازی زیستی مواد پلاستیکی در یک محیط آزمون زیست راکتور تسریع کننده محل دفن زباله‌ها می باشد.

این استاندارد برای مقایسه و رتبه بندی تجزیه هوازی و تجزیه بی هوازی زیستی پلاستیک بعد از قرار گیری در یک زیست راکتور محل دفن زباله کاربرد دارد. این روش جهت پاسخگویی ادعاهای پیشنهادی ارزش تجزیه ی پلاستیک در محل دفن زباله به مقیاس کامل، کاربرد ندارد. این شبیه سازی از یک محل دفن زباله فعال تنها اندازه گیری از درصد تجزیه هوازی و تجزیه بی‌هوازی زیستی (افزایش زیست گاز) در دوره های زمانی مشخص را ممکن می سازد.

اگرچه این روش آزمون به صورت دو سری تعریف شده ولی برای شبیه سازی یک چرخه واقعی از تجزیه در محل دفن زباله و در اغلب موارد با اجرای متوالی و نه به صورت مجزا و مستقل کاربرد دارد.

یادآوری-روش استاندارد موجود روش اصلاح شده استاندارد ASTM D5526 می باشد که در آن فقط به تجزیه بی هوازی پرداخته شده است.

این روش استاندارد برای شبیه‌سازی تغییر از محیط‌های هوازی به بی‌هوازی با گذشت زمان مشابه تغییرات ناشی از افزایش عمق محل دفن زباله‌ها، کاربرد دارد. مواد پلاستیکی موجود در محل دفن زباله‌ها شامل محصولات پلاستیکی دور ریز از قبیل کیسه‌ها و لفافه‌ها و هم چنین پوشش‌های پلاستیکی مورد استفاده بصورت آستر لایه داخلی میان کیسه‌های زباله روزانه برای جلوگیری از پراکندن زباله‌ها در طول شب و/یا زمان‌های دیگر، است.

۱-۲ سیستم SI به عنوان استاندارد در نظر گرفته شده است. سایر واحدهای اندازه گیری شامل این استاندارد نمی باشد.

۱-۳ این استاندارد کلیه ملاحظات ایمنی را در بر نمی گیرد، با این وجود ملاحظات ایمنی باید در حین استفاده از این استاندارد در نظر گرفته شود. مسئولیت برقراری آیین کار های ایمنی و بهداشتی مناسب و اتخاذ محدودیت های قانونی قبل از استفاده، بر عهده کاربر این استاندارد می باشد.

یادآوری- برای این استاندارد هیچ معادل ISO وجود ندارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در این متن استاندارد ملی ایران به آن ارجاع داده شده است. به این ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدرکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است :

- 2-1 ASTM D618 –Practice for conditioning plastics for testing.
- 2-2 ASTM D883- Terminology relating to plastics.
- 2-3 ASTM D1293 –Test methods for pH of water.
- 2-4 ASTM D1888 – Test methods for particulate and dissolved matter solids, or residu in water.
- 2-5 ASTM D 2908- Practice for measuring volatile organic matter in water by aqueous-injection gas chromatography.
- 2-6 ASTM D3590-Test methods for total kjeldahl nitrogen in water.
- 2-7 ASTM D3593 - Test methods for molecular weight averages and molecular weight distribution of certain polymers by liquid size-exclusion chromatography (Gel permeation chromatography, GPC) using universal calibration.
- 2-8 ASTM D3826 – Practice for determining degradation end point in degradable polyethylene and polyethylene using a tensile test.
- 2-9 ASTM D4129 – Test method for total and organic carbon in water by high temperature oxidation and by coulometric detections.
- 2-10 ASTM D5526-Test method for determining anaerobic biodegradation of plastic materials under accelerated landfill conditions.
- 2-11 ASTM D5951- Practice for preparing residual solids obtained after biodegradability standard methods for plastics in solid waste for toxicity and compost quality testing.
- 2-12 ASTM D6954-Guide for exposing and testing plastics that degrade in the environment by a combination of oxidation and biodegradation.
- 2-13 ASTM E260 – Practice for packed column gas chromatography.
- 2-14 ASTM E355- Practice for gas chromatography terms and relationships.
- 2-15 APHA-AWWA-WPCF 2540D – Total suspended solids dried at 130°-105°C
- 2-16 APHA-AWWA-WPCF 2540E – Fixed and volatile solids ignited at 550°C
- 2-17 APHA-AWWA-WPCF 212 - Nitrogen Ammonia.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ASTM D883، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می رود:

۱-۳

تلقیح متان تولید شده توسط میکروب ها^۱

عبارتست از هضم بی‌هوازی پسماندهای آلی شامل غلظت بالایی از میکروارگانیزم های بی‌هوازی تولید کننده متان.

۲-۳

تجزیه هوازی پلاستیک

به تجزیه تدریجی خواص به‌وسیله اکسیداسیون گفته می‌شود و با تجزیه اکسایشی تعریف شده پلاستیک ها مترادف است.

۴ خلاصه ای از روش آزمون

این استاندارد یک روش آزمون اصلاح شده، داراری دوسری است که به تجزیه هوازی و تجزیه بی‌هوازی زیستی که به ترتیب در الویت می‌باشند، می‌پردازد. هم‌چنین به شبیه سازی با شرایط واقعی محل دفن زباله فعال زیستی، یا محل دفن زباله زیست راکتور پرداخته است. اما تابعی مستقل و غیر وابسته به پلاستیک تحت بررسی و اطلاعات مورد جستجو در تجزیه هوازی یا تجزیه بی‌هوازی زیستی یا هردو می‌باشد.

شیوه سری بندی به صورت نمایشی در شکل ۱ نشان داده شده است. در سری ۱، ماده پلاستیکی مورد آزمون با زباله خانگی مخلوط می‌شود، سپس پیش‌فرآوری شده و تثبیت هوازی در حضور هوا، در مخزن پلمپ شده در یک گستره دمایی سازگار با میانگین گستره دمایی ثبت شده برای محل های دفن زباله در مدت زمانی چهار هفته صورت می‌گیرد. این سری یک شبیه‌ساز تسریع کننده عمل تجزیه با مصرف هم‌زمان اکسیژن و در صورت فرایند اکسایش، کاهش در زمان مصرف را شامل می‌شود. در سری ۲ نمونه های مواد پلاستیکی پیش‌فرآوری شده هوازی شرح داده شده در سری ۱، تنها روی زباله های خانگی پیش‌فرآوری شده در معرض یک ماده تلقیحی متان ناشی از عملیات هاضم بی‌هوازی قرار می‌گیرد.

تجزیه بی‌هوازی وزیستی تحت شرایط خشک (بیشتر از ۳۰٪ جامدات کل) و شرایط پایدار مخلوط نشده اتفاق می‌افتد. اگر تنها ارزیابی تجزیه بی‌هوازی زیستی مواد پلاستیکی مورد نظر باشد، سری ۲ با استفاده از زباله خانگی بدون افزودن پلاستیک همان‌گونه که در سری ۱ شرح داده شده، با شرایط اولیه اجراء می‌شود.

مخلوط بدست آمده از سری ۱ و سری ۲ در این روش آزمون نمونه گیری می‌شوند. آنگاه برای ارزیابی زیست محیطی و خطرات بهداشتی توسط مواد پلاستیکی که در محل دفن زباله تحت شرایط هوازی و بی‌هوازی تجزیه می‌شوند، به کار می‌روند.

این استاندارد داده‌های مقایسه‌ای را برای مواد مختلف فراهم می‌کند و نباید ادعایی در مورد مزایای قرارگیری پلاستیک های تجزیه پذیر یا تجزیه پذیر زیستی در محل دفن زباله ها داشته باشد.

خواسته ها باید محدود و وابسته به نتایج بدست آمده از هر سری باشند.

اگر تنها سری ۱ اجرا می‌شود، پس ادعاها باید بیان شود: عملکرد خواص فیزیکی (برای مثال: خواص مکانیکی تخریب خواهد شد) به یک میزان درصد اندازه گیری شده، $X\%$ در یک مدت زمانی داده شده، Y روزهای مورد

استفاده در روش های آزمون، مطابق با استاندارد ASTM D3593 (تغییر وزن مولکولی) و روش آزمون ASTM D3826 (تغییر مقاومت کششی) در محل دفن زباله فعال بیولوژیک زیست راکتور، اصلاح خواهد شد. گزارش درصد تغییرات خواص اندازه گیری شده و استانداردها برای محاسبه ی نتایج آزمون به کار می روند. برای مثال: تغییرات درمقاومت کششی، جرم و وزن مولکولی و هم چنین محدوده ی اندازه ی ذرات باقی مانده در بند ۱۴ این استاندارد، برای حمایت از گسترش چنین مطالباتی است.

اگر هر دو سری ۱ و ۲ اجراء می شوند، پس خواسته ها این گونه بیان خواهند شد: در زیست راکتور محل دفن زباله فعال بیولوژیکی^۱ به درجه، $X\%$ در Y روزهای تثبیت شده بوسیله نتایج آزمون براساس اینکه تا چه حد نمونه پلاستیکی به کربن گازی در شکل دی اکسید کربن و متان تبدیل می شوند، تجزیه خواهد شد و این مطابق با بند ۱۴ این استاندارد ملی، برای حمایت از گسترش چنین مطالباتی باید در دسترس باشد.

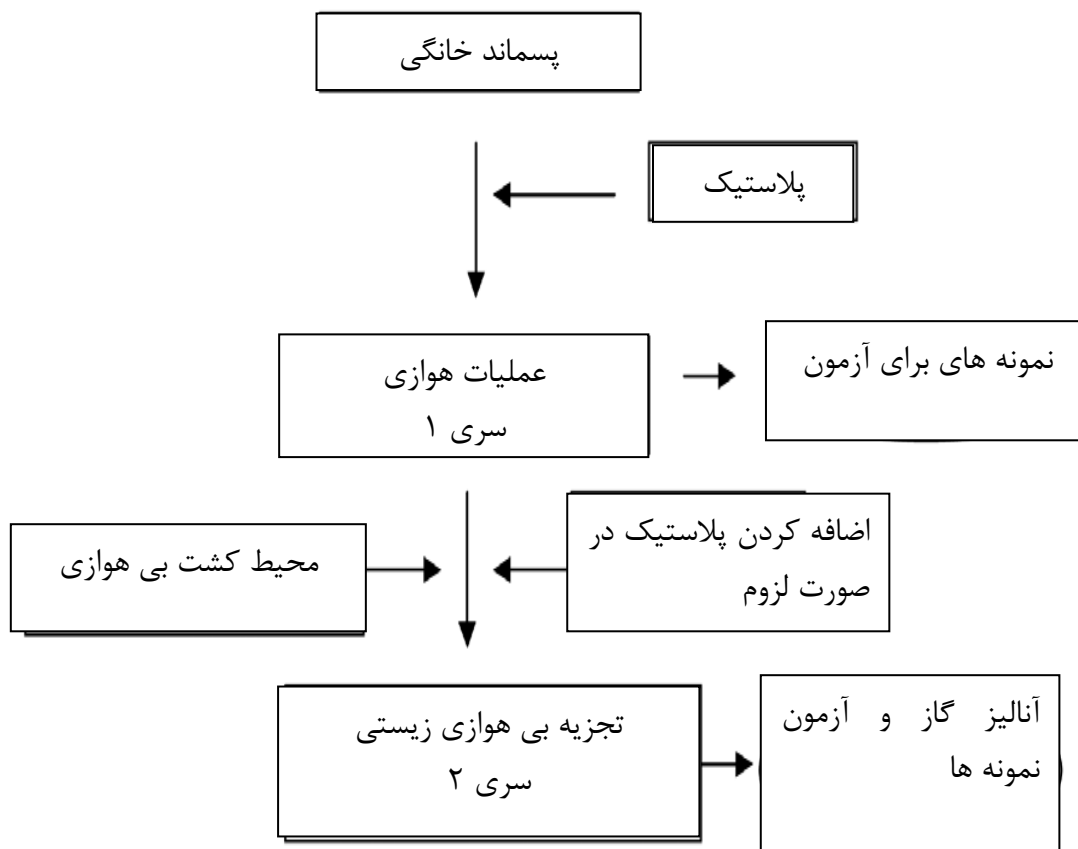
یادآوری - لازم به ذکر است که آزمون تجزیه زیستی بسیار وابسته به شرایط انتخاب شده در این آزمون آزمایشگاهی است و ممکن است زمانی که آزمون با ماده تلقیحی متفاوت اجراء شود، به طور گسترده ای متفاوت باشد. نتایج گزارش شده تنها وابسته به شرایط اجراء آزمون است و امکان تجزیه زیستی تحت شرایط دیگر و محیط های واقعی را نفی نمی کند.

سری ۱ از این روش آزمون به منظور تخمین تجزیه هوازی پلاستیک ها طراحی شده است، که فروپاشی و تکه تکه شدن تنها با اندازه گیری از دست دادن خواص فیزیکی و شیمیایی پلاستیک های گفته شده امکان پذیر است. سپس محیط آزمون، به سری ۲ تغییر می یابد، شرایط بی هوازی و تجزیه زیستی بوسیله ی ترکیبی از گازهای دی اکسید کربن و متان آزاده شده به عنوان درصدی از تبدیل کربن در نمونه پلاستیکی به کربن گازی شکل تحت شرایط مشابه محل دفن زباله ها، اندازه گیری می شود. این روش آزمون همه شرایط موجود در محل های دفن زباله را شبیه سازی نمی کند، به ویژه مواردی که در محل های دفن زباله غیر فعال بیولوژیکی موجودند. این روش آزمون بیشتر شبیه به انواعی از زیست راکتور محل های دفن زباله است که در آن گاز تولید شده بازیافت می شود یا حتی به طور فعال بهبود می یابد، یا هر دو، برای مثال: بوسیله تلقیح (ترکیب رسوب لجن فاضلاب بی هوازی و گردش دوباره شیرابه بی هوازی^۲)، کنترل رطوبت در محل های دفن زباله (گردش دوباره شیرابه) و کنترل دما (تزریق کوتاه مدت اکسیژن و حرارت گردش دوباره شیرابه) مطابق با منبع بند ۷ کتابنامه این استاندارد.

این روش آزمون به طور جزئی مخلوط های تجزیه شده ای از پسماندهای جامد شهری و پلاستیک ها را تولید می کند که در صورت نیاز برای ارزیابی خطرات سمیت مربوط به تجزیه پلاستیک پس از مراحل مختلف از تجزیه هوازی و تجزیه بی هوازی زیستی در محل دفن زباله به کار می رود.

هشدار داده شده است که نتایج هر شبیه سازی آزمایشگاهی محل دفن زباله را نمی توان به طور مستقیم برای محیط های واقعی تجزیه زباله ملاک قرار داد. تأیید آن برای ارائه به شرایط واقعی در پایان به کلیه استانداردهای مربوطه نیازمند است. با توجه به گستردگی محل های دفن زباله، این تایید برای محل دفن زباله ضروری است،

مانند : برخی از محل های دفن که با پوشش ضخیم خاک پوشانده می شوند، تجزیه آنها به شدت محدود خواهد بود.



یادآوری-شکل اولیه از استاندارد ASTM D5526 از طریق حذف پسماند خانگی و جزء پلاستیک در بالانشان داده شده، ارائه می شود.

شکل ۱- نمایی برای آزمون سری ۱ و ۲ برای تجزیه هوازی و تجزیه بی هوازی زیستی

۱-۴ ادغام تجزیه بی هوازی و بی هوازی - روش آزمون دو سری توصیف شده در این استاندارد، شامل موارد زیر است :

سری ۱ (تجزیه هوازی) به ترتیب:

- انتخاب و جدا سازی مواد برای انجام آزمون،
- قرارگیری مواد پلاستیکی برای تجزیه در محیط هوازی پلمپ شده به همراه پسماندهای جامد شهری در طی عملیات پیش فرآوری و تثبیت،
- اندازه گیری ناشی از تجزیه های اکسایشی در مواد پلاستیکی از طریق تغییرات خواص در طول زمان.

سری ۲ (تجزیه زیستی بی هوازی) :

- به کارگیری مخلوط زباله های جامد شهری و پلاستیک تجزیه شده بی هوازی (محصولات سری ۱) یا ترکیب زباله های جامد شهری پیش فرآوری شده (در غیاب آزمون مواد پلاستیکی) و افزایش مجدد مواد پلاستیکی با ماده تلقیحی بی هوازی غلیظ شده از یک تلقیح بی هوازی.

- قرارگیری مخلوط با تخمیر گروهی بی‌هوازی پایدار^۱ با نسبت بیش از ۳۰٪ از مواد جامد
 - اندازه‌گیری کربن کل در گازهای (CH₄ و CO₂) آزاد شده، به صورت تابعی از زمان
 - برداشتن نمونه‌ها برای تمیز کردن (اختیاری)، تهویه، آزمون و گزارش دادن
 - ارزیابی نرخ تجزیه پذیری و/یا تجزیه پذیری زیستی تحت شرایط کمتر از حد مطلوب.
 ۲-۴ میزان تجزیه پذیری هوازی در سری ۱ با تعیین تغییرات خواص فیزیکی و شیمیایی مانند مقاومت کششی، شکنندگی، وزن مولکولی، یا دیگر مشخصات انتخابی با زمان نسبت به مواد اولیه بدست می‌آید.
 ۳-۴ نرخ تبدیل محیط از هوازی به بی‌هوازی، از طریق نمونه‌برداری و آزمون از محل خروجی گاز راکتور، در طول زمان انجام می‌شود. هرگونه افزایش در تولید CO₂ یا CH₄، مقدار تجزیه زیستی صورت گرفته را نشان می‌دهد.

یادآوری-روش های آزمون مطابق با استانداردهای ASTM D3826ASTM D3593 استانداردهای کلیدی می باشند که باید استفاده شوند. اگرچه در موارد مناسب مورد بررسی، مقادیر اضافی قابل پذیرش می باشد. همه موارد باید ثبت شود.

۴-۴ اگر تمرکز اصلی بر تجزیه بی‌هوازی زیستی است و تجزیه تحت شرایط هوازی مورد نظر نیست، در این صورت مواد پلاستیکی تنها برای ارزیابی سری ۲ با استفاده از پسماند جامد شهری پیش فرآوری شده مانند سری ۱ ارائه می‌شوند.

۶-۴ مشخص می‌شود که دو سری از تمهیدات آزمایشگاهی وجود دارند که اجازه می‌دهد مراحل تجزیه هوازی و بی‌هوازی، به طور مستقل مطالعه شوند، هم چنین در شرایط طبیعی، این دو فرآیند هم زمان یا فرآیندهای متوالی می‌باشند.

۵ وسایل

۱-۵ مخزن‌های شیشه‌ای مقاوم به فشار ۲۷ atm، هر کدام به حجم (۴-۶)lit، که می‌تواند به طور کامل بی‌منفذ شده و ظرفیت تحمل فشار بالای ۲ atm را داشته باشد. سرپوش‌های راکتور با یک شیر پر فشار (برای جلوگیری از پرفشاری بیشتر از ۲ bar)، مانومتری که میزان نسبی فشار بالا را تعیین می‌کند. یک درپوش غشایی^۲ که جذب نمونه‌های گازی را مجاز می‌سازد و فشار دقیق را اندازه‌گیری و در انتها، شیری برای کاهش فشار (مطابق با شکل ۲).

۲-۵ محیط کشت مناسب برای انبار مخزن‌ها در تاریکی، در دمای C (۳۵±۲) در مدت آزمون بی‌هوازی.
 ۳-۵ مبدل فشار، متصل به یک سرنگ سوزنی برای اندازه‌گیری فشار فضای بالایی در مخزن های آزمون.
 ۴-۵ کروماتوگرافی گازی^۳ یا دیگر دستگاه‌های مجهز شده به یک آشکار ساز مناسب و ستون‌هایی برای اندازه‌گیری غلظت متان و دی‌اکسید کربن در گازهای آزاد شده.

1-Anaerobic Static Batch Fermentation
 2-Septum
 2-Gas Chromatograph

۵-۵ pH متر، ترازوی دقیق ($\pm 0.1g$)، ترازوی تجزیه ای ($\pm 0.1mg$)، ترمومتر و بارومتر.
 ۶-۵ دستگاه های مناسب برای اندازه گیری اسیدهای چرب فرار بوسیله کروماتوگرافی تزریق آبی، اندازه گیری نیتروژن کل به روش کج‌لدال، نیتروژن آمونیوم، جامدات خشک ($105^{\circ}C$)، رطوبت داخلی و غلظت های جامدات فرار ($550^{\circ}C$).

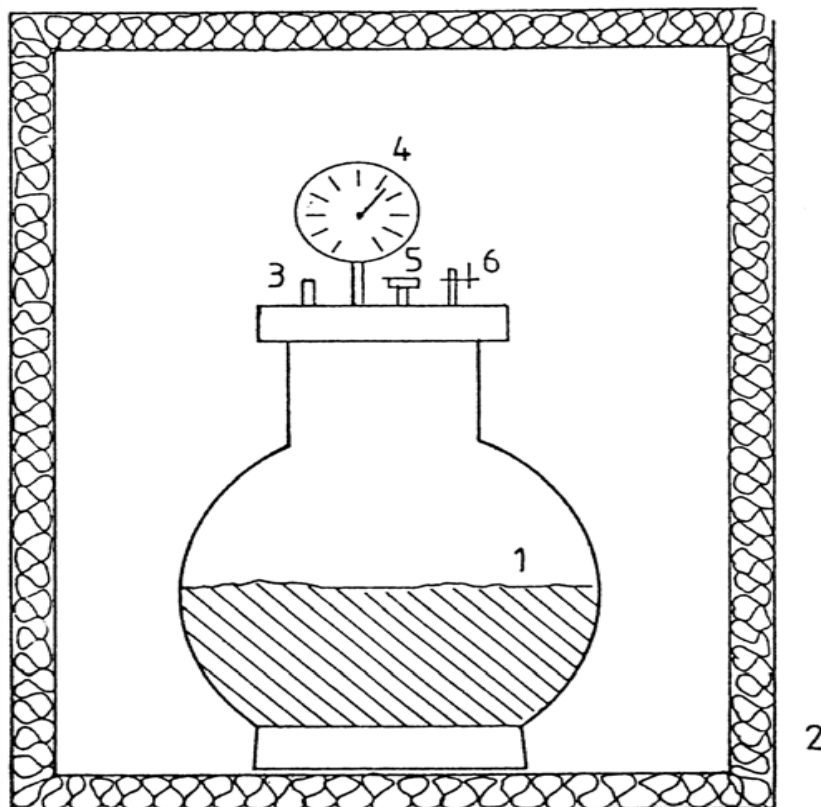
۶ واکنشگرها و مواد

۱-۶ پسماندهای خانگی

مشتق شده از مخلوط پسماندهای جامد شهری یا جزء آلی وابسته به آن بعد از همگن سازی، غربالگری روی یک پنجره توری دار با سوراخ هایی به قطر ۸۰ mm تا ۴۰ mm)

۲-۶ پسماندهای پیش فرآوری شده

پسماندهای خانگی که در دوره زمانی 4 ± 2 هفته در جریان هوا و حفظ مقدار ماده خشک $50\% \pm 5\%$ و درجه حرارت $(35 \pm 2)^{\circ}C$ به صورت هوایی تثبیت شده است.
 (انتخابی: امکان جایگزینی پسماندهای خانگی پیش فرآوری شده با استفاده از پسماند جامد پیش فرآوری شده شبیه سازی شده وجود دارد).



راهنما:

۱-هاضم

۲-اتاق انکباسیون

۳-شیر پرفشار

۴-مانومتر

شکل ۲- وضعیت تسریع کننده محل دفن

- ۳-۶ تلقیح بی هوازی، حاصل از شرایط مناسب عملیات هضم بی هوازی با پسماندخانگی پیش فرآوری شده به عنوان یک منبع غذایی انحصاری یا هاضمی که به طور عمده پسماندخانگی را فرآوری می کند.
- ۴-۶ سلولز با درجه آزمایشگاهی، یا دیگر استانداردهای مناسب همچون کاغذ کرافت، کاغذ کروماترافی و لایه نازک و ... به عنوان یک کنترل مثبت در آزمون سری ۲ بی هوازی.
- ۵-۶ پلی اتیلن به عنوان کنترل منفی برای تجزیه هوازی در سری ۱ است. پلی اتیلن باید در شکل یکسانی که نمونه آزمون شده است، باشد. فیلم پلی اتیلن، برای نمونه های فیلمی، قرص هایی از پلی اتیلن، در مواردی که نمونه به شکل قرص است و ...
- ۶-۶ پلاستیک ها و سایر مواد آزمون برای اثبات تجزیه هوازی و تجزیه بی هوازی زیستی تحت شرایط آمون تسریع کننده در نظر گرفته شده است.
- ۷-۶ کیسه های پلی اتیلنی سوراخ دار جهت قرار دادن نمونه های آزمون به هر شکل، به منظور آزمون تسهیل در امکان بازیافت نمونه ها.

۷ خطرات

- ۱-۷ این روش اجرایی شامل استفاده از ماده تلقیحی و پسماندهای جامد شهری حاوی مواد بیولوژیکی و احتمالاً مواد فعال شیمیایی که به عنوان مولد بیماری های مختلف شناخته شده اند، می باشد. به وسیله پوشیدن دستکش و دیگر تجهیزات محافظتی از تماس با این مواد اجتناب کنید.
- ۲-۷ مخلوط پسماندهای جامد می تواند گاهی اوقات اشیاء تیز را شامل شود. زمانی که این مخلوط را به کار می برید، برای جلوگیری از جراحت، نهایت دقت را مبذول دارید.
- ۳-۷ این استاندارد شامل استفاده از مواد شیمیایی خطرناکی است. از تماس با مواد شیمیایی خودداری کرده است و از دستور العمل های تولید کننده و از برگه های اطلاعاتی ایمنی مواد پیروی نمایید.
- ۴-۷ متان تولید شده در طول فرآیند، قابل انفجار است. به محض رها سازی زیست گاز از سیستم جمع آوری گاز، برای تخلیه زیست گاز به بیرون یا به هود، مراقب باشید.

۸ ماده تلقیحی سری ۲

- ۱-۸ ماده تلقیحی می تواند از یک مقیاس آزمایشگاهی یا هاضم پیوسته^۱ در مقیاس بزرگ یا هاضم منقطع^۲ حاصل شود. شرایط عملیاتی هر یک از مقیاس های آمده در دمای 35°C است که از بخش آلی پسماند خانگی به عنوان ماده غذایی غالب، عمل می کند. در مواردی که ماده تلقیحی حاصل از هاضم در مقیاس آزمایشگاهی پیوسته یا در مقیاس بزرگ باشد، هاضم باید حداقل به مدت یک ماه و حداکثر زمان

1-Continuous Digester

2- Batch Digester

ماند ۳۰ روز، تحت شرایط گرما دوست $^{\circ}\text{C} (35 \pm 2)$ ، روی جری آلی پسماندخانگی عمل کند. بازده تولید گاز باید حداقل ۱۵ mlit در دما و فشار استاندارد زیست گاز بر وزن جامد خشک در هاضم به گرم و در هر روز، برای حداقل هفت روز باشد. درموردی که ماده تلقیحی از یک هاضم منقطع حاصل شده باشد، نرخ گاز تولید شده باید فراتر از ۱ lit بر وزن پسماند (برحسب kg) بر روز باشد و غلظت متان تولید شده از زیست گاز باید بالاتر از ۶۰٪ باشد.

۸-۲ به ماده تلقیحی تهیه شده اجازه داده می شود یک تخمیر ثانویه کوتاه در شرایط گرمادوست، به مدت تقریبی هفت روز با همان محتوای ماده خشک حاصل از هاضم صورت دهد. این به آن معنی است که به ماده تلقیحی غذا داده نمی شود، اما مجاز به تخمیر ثانویه بی هوازی بوسیله خود می باشد. این اطمینان را می دهد که ذرات بزرگ با قابلیت تجزیه زیستی آسان در طول این دوره تجزیه می شوند و هم چنین تراز زمینه^۲ تجزیه ماده تلقیحی اولیه بوسیله خود را کاهش می دهد.

۸-۳ مشخصات بیوشیمیایی ماده تلقیحی به ترتیب زیر است :

۸-۳-۱ pH بین ۷٫۵ و ۸٫۵ (مطابق با استاندارد ASTM D1293).

۸-۳-۲ اسیدهای چرب فرار (VFA)^۳ زیر ۱ g/kg وزن مرطوب (مطابق با استاندارد ASTM D2908).

۸-۳-۳ N-NH_4^+ - نیتروژن در آمونیوم بین ۰٫۵ g/kg و ۲ g/kg (مطابق با استاندارد های APHA 212 و ASTM D3590)

۸-۴ آنالیزها پس از رقیق سازی ماده تلقیحی با آب مقطر به نسبت ۵ به ۱ (وزنی -وزنی) آب مقطر به ماده تلقیحی انجام شود.

۹ نمونه آزمون^۴

۹-۱ برای تولید مقادیر دی اکسید کربن و متان به گونه ای که اندازه گیری توسط وسایل جمع آوری کننده شرح داده شده، به شکل صحیح ممکن باشد، نمونه آزمون باید محتوی کربن کافی باشد هم چنین مطابق با استاندارد ASTM D4129 آزمون شده باشد. زمانی که تجزیه پذیری زیستی پایین مورد انتظار است، مقدار نمونه را تا ۱۰۰ g از ماده خشک نمونه آزمون، افزایش دهید.

۹-۲ نمونه آزمون باید به شکلی باشد که محصولات، مانند یک فیلم یا ذرات شکل گرفته یا به شکل استخوان سگ و مطابق با استاندارد ASTM D618 استفاده خواهند شد. تنظیمات آزمون توانایی به کارگیری موادی به ضخامت ۱۰۰ mm در ۵۰ mm در ۴ mm را دارد.

۱۰ روش های اجرایی

۱۰-۱ سری ۱ : تجزیه هوازی در طی پیش فرآوری پسماند های خانگی

3-Mezophilic
2- Background Level
2-Volatile Fatty Acid
3-Test Specimen

۱۰-۲ نمونه ها و کنترل ها (پلی اتیلن یا پلاستیک های مناسب دیگر)، (برای وزن مولکولی مطابق استاندارد ASTM D3593، مقاومت کششی مطابق استاندارد ASTM D3826) سایر خصوصیات اندازه گیری می شود. روش های استفاده شده برای اجراء آنها همچون محدوده اندازه گیری ذرات بدست آمده از طریق تجزیه، بایستی در گزارش آزمون گنجانده شود.

۱۰-۲-۱ نمونه ها و کنترل ها را در بسته های پلی اتیلنی سوراخ دار قرار دهید (این بسته ها تحت شرایط آزمون تجزیه نمی شوند).

۱۰-۲-۳ این مخلوط را در مخزن های شیشه ای مقاوم به فشار قرار دهید و هوا را از میان مخلوط برای حداقل ۳۰ دقیقه عبور دهید و سپس مخزن به منظور جلوگیری از ورود اکسیژن اضافی به راکتور پلمپ کنید.

راکتور را تا دمای 30°C حرارت دهید و در دمای $(30 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ برای حداقل ۴ هفته در تاریکی نگه دارید، تا زمانی که تغییر حجم گاز در راکتور متوقف شود.

یادآوری- هدف در این استاندارد تسریع اکسیداسیون و تجزیه است و دمای بالاتر با اطلاعات چرخه های دمایی محل دفن در منابع موجود مطابقت دارد (به منبع شماره ۷ و ۸ کتابنامه مراجعه شود).

۱۰-۳ هرگاه که مناسب و الزامی باشد، از باقی مانده مواد آزمون و به مقدار کافی برداشت کنید. بسته ی منفذدار در مخزن و هم چنین یک نمونه از پسماند های خانگی پیش فرآوری شده (برای اطمینان از خارج نشدن مواد سمی از بسته ها) در طول و اتمام فرآیند، کنترل کنید. به منظور آزمون سنجش سمیت زیستی، مطابق با شیوه روش اجرایی آزمون استاندارد، ارسال کنید.

۱۰-۴ نمونه های گازی فضای بالایی در فواصل زمانی مناسب برای تخمین میزان نرخ پیشرفت بی هوازی جمع آوری می شوند.

تغییرات در سطوح اکسیژن، دی اکسید کربن و هر تشکیل متان را گزارش کنید.

۱۰-۵ بازکردن راکتور پیش از موعد به دلیل خطرات ناشی از تغییرات اتمسفر مجاز نمی باشد. اگر نتایج میانی مد نظر باشد، پیشنهاد می شود برای بدست آوردن نمونه های آزمون، اجراهای چندگانه انجام شود و در فواصل زمانی انتخاب شده به پایان برسد. وزن مولکولی مطابق با استاندارد ASTM D3593 و خواص مقاومت کششی را مطابق با استاندارد ASTM D3826 اندازه گیری کنید. اگر خصوصیات دیگری اندازه گیری شوند، آنها را به وسیله روش های استفاده شده برای اندازه گیری های اولیه تعیین کنید.

تغییرات خواص را مطابق بند ۱۲ تعیین و گزارش کنید و برای آزمون سری ۱ تغییرات را مطابق بند ۱۴ گزارش کنید.

۱۰-۶ سری ۲: تجزیه زیستی بی هوازی

۱۰-۷ آماده سازی مخلوط ها

۱۰-۷-۱ جامدات فرار، جامدات خشک و مقدار نیتروژن پسماندهای خانگی پیش فرآوری شده (و مواد پلاستیکی زمانی که محصول سری ۱ استفاده می شود) و ماده تلقیحی را مطابق با روش های استاندارد ASTM D1888, ASTM D3590, APHA 2540D, APHA2540E تعیین کنید.

۱۰-۷-۲ جامدات فرار، جامدات خشک و مقدار کربن همه مواد پلاستیکی مورد آزمون را مطابق استاندارد های ASTM D4129 و APHA 2540D, APHA2540E تعیین کنید.

۱۰-۷-۳ اجزاء را وزن و ترکیب کنید و محتوای ماده خشک مخلوط‌های نهایی با آب جهت رسیدن به مقدار ماده خشک مطلوب برای هر ظرف را تنظیم کنید.

تقریباً ۶۰۰g بر پایه وزن ماده خشک از پسماندهای خانگی پیش فرآوری شده را وزن کنید و با ۱۰۰g بر پایه وزن خشک ماده تلقیحی بی هوازی گرمادوست از یک هاضم در شرایط عملیاتی پیوسته یا ۱۵۰g بر پایه وزن خشک ماده تلقیحی بی هوازی از یک هاضم منقطع، مخلوط کنید. ۶۰g از نمونه آزمون مواد پلاستیکی را به ۱۰۰g از ماده خشک اضافه کنید. به آن تا ایجاد محتوای ماده ی خشک نهایی مناسب، آب اضافه کنید (به منظور رسیدن به ۶۰٪ محتوای ماده خشک در مخلوط، در زمان لازم حذف آب اولیه جهت ترکیب اجزاء مختلف مخلوط صورت گیرد. این می‌تواند، به وسیله خشک کردن پسماندهای خانگی پیش فرآوری شده یا سانتریفوژ ماده تلقیحی بی هوازی ایجاد شود). مقادیر مورد نیاز پسماندهای پیش فرآوری شده ماده تلقیحی مورد آزمون در یک بشر کوچک برای ۲ تا ۳ دقیقه مخلوط کنید. مخلوط را به مخزن انتقال داده و مخزن را با همه‌ی محتویات آن توزین و هواگیری کنید.

مخزن‌های فشار در سه نسخه یکسان با محتویات مواد خشک ۳۵٪، ۴۵٪ و ۶۰٪ آماده کنید، به طوری که برای هر نمونه پلاستیک، ۹ مخزن ضروری است.

۱۰-۷-۴ شاهد‌ها شامل ۶۰۰g ماده خشک حاصل از پسماندهای پیش فرآوری شده و ماده تلقیحی بی هوازی با در نظر گرفتن کل محتوای مواد خشک می‌باشد. بر طبق مراجع، کروماتوگرافی لایه نازک باید به عنوان کنترل مثبت مورد استفاده قرار گیرد. شاهد مرجع در سه نسخه مشابه در سه محتوای ماده خشک متفاوت، اجراء می‌شود.

۱۰-۸ روش راه اندازی

پس از این که همه‌ی راکتورها پر و بسته شدند، آنها را در محیط کشت های با دمای 35 ± 2 °C قرار دهید. تقریباً یک ساعت بعد، راکتورها با محیط پیرامون سازگار می‌شوند و فشار ناشی از افزایش درجه حرارت را به محیط بیرون تخلیه می‌شود. راکتورها در تاریکی برای مدت چهار ماه کشت می‌شوند.

۱۰-۹ روش عملیات

۱۰-۹-۱ گاز تولید شده را حداقل به طور هفتگی بررسی کنید (اندازه گیری برای افزایش فشار). زمانی که فشار بالایی به بیش از ۷۰۰mbar رسید، فشار دقیق را با مبدل فشار اندازه گیری و به محیط بیرون تخلیه کنید.

مراقب باشید که کاهش دما به دلیل بازکردن گرم‌خانه، بیشتر از ۱ °C در طول اندازه گیری فشار بالایی، نشود.

۱۰-۹-۲ ترکیب گازی را به صورت دوره ای، هفته ای دوبار یا طولانی تر تا زمان تثبیت شدن ترکیب، آزمون کنید. غلظت متان و دی اکسید کربن با استفاده از وسایل آزمون مناسب برای تشخیص و سنجش این

گازها همانند، کروتوماتوگرافی گازی با یک آشکار ساز مناسب، مطابق با استانداردهای ASTM E260 و ASTM E355. به وقوع نشت از طریق درپوش غشایی توجه ویژه نمایید.

۱۰-۱۰ پایان آزمون

۱۰-۱۰-۱۰ زمان کشت با توجه به فعالیت ماده تلقیحی، تا زمانی که هیچ گاز تولید شده مشخصی علاوه بر شاهد ثبت نشده باشد، به مدت یک هفته افزایش داده می‌شود. منبع کنترلی مثبت باید به ۷۰٪ تبدیل به کربن گازی برای این آزمون برسد تا مورد قبول باشد و زمان باید به ثبت برسد. بهتر است در این زمان مقدار گاز حاصل از نمونه به عنوان شاخص افزایش نرخ تجزیه زیستی نسبی، ثبت شود.

۱۰-۱۰-۲ در پایان آزمون، ماده خشک، اسیدهای چرب فرار، pH برای هر کدام از مخلوط‌های راکتور را مطابق استانداردهای ASTM D2908, APHA 2540E و ASTM D1293 آزمون کنید.

۱۰-۱۰-۳ مقدار کافی از باقی مانده مواد از مخزن شیشه ای بردارید و برای آزمون سمیت زیستی مطابق با روش های آزمون استاندارد مناسب، ارسال کنید (انتخاب روش آزمون اختیاری است).

۱۱ محاسبات

۱-۱۱ سری ۱: تجزیه هوازی

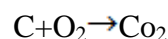
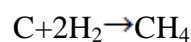
تغییرات در خواص فیزیکی و شیمیایی قبل و بعد از تجزیه را محاسبه کنید.

۱-۱۱-۲ تغییرات در نیروی مقاومت کششی، شاخص جریان ذوب، وزن مولکولی، شکنندگی، اندازه ذرات، شاخص کربونیل طیفی در طیف مادون قرمز که به وسیله روش استاندارد متداول اندازه گیری شده و همگی شاخص های مورد استفاده می باشند را محاسبه کنید. وزن مولکولی، از طریق روش آزمون مطابق استاندارد ASTM D3593 و مقاومت کششی، از طریق روش آزمون مطابق با استاندارد ASTM D3826 انجام و باید ثبت شود. دیگر تغییرات اختیاری می باشند.

۱۱-۲ سری ۲: تجزیه بی هوازی

۱۱-۲-۱ با استفاده از کربن کل موجود در نمونه مورد آزمون، حداکثر گاز تولید شده تئوری (دی اکسید کربن به اضافه‌ی متان) ناشی از تجزیه زیستی بی هوازی نمونه را براساس انتقالات زیست شیمیایی زیر محاسبه کنید:

معادله (۱)



هر میلی مول (۱۲ mg) کربن آزاد از نمونه آزمون می تواند به یک میلی مول از CH_4 گازی یا CO_2 ، یا مخلوطی از هر دو، تبدیل شود. یک میلی مول از گاز تولید شده در دما و فشار استاندارد (STP) 22.4 mlit^{-1} فضا اشغال می کند.

۳-۱۱ دما و فشار

درصد متان و دی اکسید کربن و تغییر حجم های گاز را در شرایط STP اندازه گیری کنید. هم چنین در طی آزمون، نوسان فشار بخار و تغییر فشار اتمسفری را تنظیم کنید. میزان کربن گازی را محاسبه کنید. میانگین (با سه بار تکرار آزمون) کربن گازی تولید شده خالص ناشی از تجزیه بی‌هوازی زیستی مواد آزمون را از طریق تفریق میانگین گازهای کربنی تولید شده (سه بار تکرار) ماده تلقیحی را تعیین کنید.

۴-۱۱ درصد تجزیه زیستی برای غلظت هر ماده خشک را از طریق تقسیم میانگین گازهای کربنی خالص مواد آزمون بر میانگین اولیه مقدار کربن کل ترکیب آزمون ضربدر ۱۰۰ را محاسبه کنید.

معادله (۲)

میانگین Cg (شاهد) - میانگین Cg (آزمون)

$$\frac{\text{میانگین } Cg \text{ (شاهد)} - \text{میانگین } Cg \text{ (آزمون)}}{C_i} \times 100 = \text{درصد تجزیه زیستی}$$

که :

Cg = مقدار کربن گازی تولید شده، گرم

Ci = مقدار کربن ترکیب آزمون افزوده شده، گرم

محاسبه درصد خطای استاندارد، Se، تجزیه زیستی به صورت زیر است :

معادله (۳)

$$Se = \frac{\left[SQRT \left(\frac{s_{test}^2}{n_1} \right) + SQRT \left(\frac{s_{blank}^2}{n_2} \right) \right] \times 100}{C_i}$$

که

n₁, n₂ تعداد تکرار آزمون و هاضم های شاهد، به ترتیب

S = انحراف استاندارد کل کربن گازی تولید شده

محاسبه حدود اطمینان به شرح زیر است :

معادله (۴)

$$\pm (t \times S_e) = \text{درصد تجزیه زیستی } 95\% \text{ CL}$$

که:

t - مقدار توزیع برای ۹۵٪ احتمالات با درجات آزادی (n₁-n₂-2)

$$n = 4 = 3 + 3 - 2$$

۱۲ تفسیر

۱۲-۱ اطلاعات در مورد نرخ تجزیه هوازی و تجزیه بی‌هوازی زیستی پلاستیک ها در زباله خرد کن محل دفن پسماند اجازه خواهد داد امکان مقایسه ها بین تجزیه مواد مختلف پلاستیکی صورت گیرد. اگرچه این روش آزمون داده های مقایسه ای برای مواد متنوعی تولید می کند، ولی هیچ مزایای کلی را برای تجزیه یا تجزیه زیستی یا هردو، تحت شرایط موجود در محل های دفن پسماند تایید نمی کند.

۱۲-۲ در جایی که مناسب باشد، اطلاعات در مورد سمیت نیز ثبت می شود.

۱۳ گزارش

- ۱۳-۱ سری ۱: گزارش آزمون باید حداقل دارای اطلاعات زیر باشد:
- ۱۳-۱-۱ ترسیم محدوده دمایی آزمون در مدت آزمون
- ۱۳-۱-۲ طول مدت آزمون
- ۱۳-۱-۳ در ابتدا و انتهای آزمون شاخص های تجزیه ای گزارش شود. در صورت دسترسی، مقادیر میانی هم گزارش شود.
- ۱۳-۱-۴ اطلاعات حاصل از نمونه های پسماندهای خانگی، مورد استفاده در مرحله پیش فرآوری که تجزیه هوازی صورت گرفته است، به کار می رود.
- ۱۴-۱-۵ درجه رزین به اضافه نام تجاری فرمولاسیون و افزودنی ها یا سطح کاتالیزور استفاده شده.
- یادآوری- به منظور شناسایی نمونه های آزمون ضروری است تا کاربران آگاهی کافی از هویت تجاری فرمولاسیون، افزودنی ها و قابل دسترس بودن آنها در اماکن تجاری داشته باشند.
- ۱۳-۱-۶ موازنه کامل جرم ثبت شود.
- ۱۳-۱-۷ تغییرات اجزای گازی در فضای بالایی، در صورت اندازه گیری نرخ و زمان رسیدن به شرایط بی هوازی را گزارش کنید.
- ۱۳-۱-۸ تغییرات در وزن مولکولی نمونه، وزن، کشسانی یا دیگر خواص به کار رفته را گزارش کنید. مواردی که مربوط به الزامات کلیدی می باشند، گزارش می شوند.
- ۱۳-۱-۹ شکل نمونه های آزمون شده را گزارش کنید.
- ۱۳-۱-۱۰ نتایج آزمون سمیت در صورت وجود.
- ۱۳-۲ سری ۲: گزارش آزمون باید حداقل دارای اطلاعات زیر باشد:
- ۱۳-۲-۱ اطلاعات ماده تلقیحی شامل منبع، pH، اسیدهای چرب فرار (میلی گرم در هر کیلوگرم وزن مرطوب)، $N-NH_4^+$ (گرم در هر کیلوگرم وزن مرطوب)، درصد جامدات خشک، درصد جامدات فرار، تاریخ جمع آوری و استفاده، شرایط و زمان انبارش، به کارگیری و پتانسیل سازگاری برای مواد آزمون.
- ۱۳-۲-۲ اطلاعات حاصل از پسماندهای خانگی پیش فرآوری شده برای تولید ماده تلقیحی مورد استفاده به عنوان یک منبع اطلاعاتی به کار برده می شود. در مورد پسماندهای جامد شبیه سازی شده، اجزاء مخلوط را گزارش کنید.

برای هر دو پسماند خانگی پیش فراوری شده و پسماندهای جامد شبیه‌سازی شده، منبع، pH، نوع پیش فراوری، $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (گرم در کیلوگرم)، درصد جامدات خشک، درصد جامدات فرار، تاریخ جمع آوری داده ها، شرایط و زمان انبارش، به‌کارگیری و انتقال را گزارش کنید.

۱۳-۲-۳ محتویات کربن مواد پلاستیکی و کنترل مثبت و حداکثر گازهای تولید شده به طور تئوری (دی اکسید کربن و متان) برای هر کدام.

۱۳-۲-۴ ثبت و نمایش گرافیکی تغییرات تجمعی گاز در طول زمان

۱۳-۲-۵ آنالیز گاز به عنوان مثال درصد متان و دی اکسید کربن قرائت شده در انتهای آزمون و یا هر زمانی که گاز به اتمسفر آزاد می‌شود، در طول دوره آزمون. هم‌زمان، فشار بارومتری و دما در محیط کشت و در وسایل جمع آوری گاز را گزارش کنید.

۱۳-۲-۶ درصد کربن تبدیلی، همراه با شکل مواد پلاستیکی که به صورت ورقه، پودری، قرص و ... است را ثبت کنید. اطلاعات خاص در مورد اندازه، شکل، حجم و ضخامت مواد پلاستیکی را ثبت کنید و مواد آزمون شده را کنترل نمایید.

۱۳-۲-۷ درصد تجزیه زیستی و زمان رسیدن به نسبت سلولز.

۱۳-۲-۸ گستردگی تجزیه‌ی زیستی سلولز یا دیگر استانداردها برای تایید فعالیت ماده تلقیحی را گزارش کنید.

۱۳-۲-۹ انحراف استاندارد و ۹۵٪ حدود اطمینان برای درصد تجزیه زیستی برای هر کدام از مجموعه سه‌تایی.

۱۳-۲-۱۰ در صورتی که تولید زیست گاز به وضع ثابت نرسیده است، برای مخازن در ۴۵٪ و ۶۰٪ ماده خشک، کل زیست گاز تولیدی به عنوان درصد کل زیست گاز تولیدی در ۳۵٪ ماده خشک گزارش کنید. از دست دادن وزن مرطوب (اختیاری).

۱۳-۲-۱۲ نتایج سمیت، در صورتی که آزمون شده باشد.

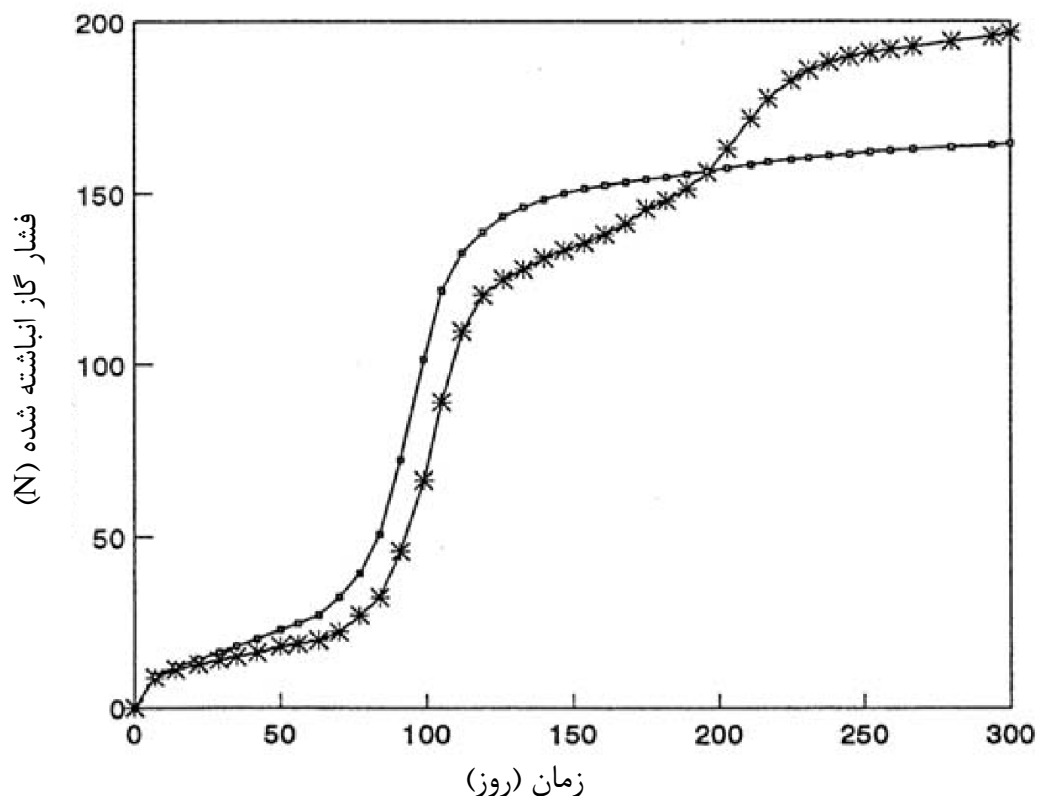
۱۳-۲-۱۳ نتایج آزمون برای تجزیه هوازی و تجزیه بی هوازی زمانی که قابل اجراء باشد، ادغام می‌شود.

یادآوری - گزارش نتایج بالا نباید در بر گیرنده این مفهوم برای کاربر باشد که تجزیه و تجزیه زیستی مواد پلاستیکی یک مزیت کلی محل دفن پسماند ایجاد می‌کند، محتویات آن، شرایط موجود در محل دفن زباله، مقدار گاز بازیافت شده یا میزان بازیافت را فراهم نماید. اتکا به تایید توانایی تجزیه زیستی (برای مثال: قابلیت تجزیه زیستی کامل) نمی‌تواند ایجاد شود. نرخ تجزیه و تجزیه زیستی و سطوح نهایی می‌تواند اندازه‌گیری شود و تنها بر مقدار %X در Y روز بصورت اندازه‌گیری شده در یک آزمون خاص و ماده تلقیحی مورد استفاده اتکا شود. نتایج ممکن است کاملاً در شرایط دیگر متفاوت باشد. نتایج جدید نباید برون یابی شود. به این دلیل قبل از اطمینان از تجزیه زیستی یا نبود تجزیه زیستی که می‌تواند صورت گیرد، آزمون چند مرحله‌ای پیشنهاد می‌شود. به علاوه مهم آن است که گزارش نتایج را تنها به محل‌های دفن پسماندی محدود سازد که به صورت فعال مدیریت شده‌اند که منجر به انتشار، افزایش بازیافت گاز در محل دفن پسماند، شده است.

۱۴ دقت و انحراف

۱۴-۱ دقت و انحراف فرآیند ارائه شده در این استاندارد برای اندازه‌گیری هر دو تجزیه هوازی و تجزیه بی‌هوازی زیستی مواد پلاستیکی تحت شرایط محل دفن پسماند تسریع شده تعیین می‌شود.

۲-۱۴ نتایج اولیه برای تجزیه بی‌هوازی زیستی، پسماندهای خانگی محتوی ۴۰٪ ماده خشک، ۳۵ °C در نمودار ۳ نمایش داده شده است. منحنی های نمودار ۲، زیست گاز تولیدی از ۱ kg ادر لیتر پسماندهای خانگی پیش فرآوری شده به اضافه ی ۱۰٪ ماده تلقیحی گرمادوست بدون نمونه (شاهد) و با ۶۰ g سلولز (به اضافه کنترل مثبت) نمایش می‌دهد.



شکل ۳- محصول زیست گاز انباشته شده برای یک دوره ۳۰۰ روزه برای ۱ kg از پسماندهای خانگی پیش فرآوری شده به اضافه ۱۰۰ g ماده تلقیحی بی‌هوازی گرمادوست با نمونه (شاهد) و با ۶۰ g سلولز (به کنترل مثبت)

پيوست اطلاعاتي (کتابنامه)

- 1-Campbell, D. J. V., and Croft, B., “Landfill Gas Enhancement Brogborough Test Cell Programme,” Landfill Gas: Energy and Environment 90, United Kingdom Department of Energy, 1990, p. 281.
- 2- De Baere, L. A., et al., “High-Rate Dry Anaerobic Composting Process for the Organic Fraction of Solid Wastes,” Biotechnology and Bioengineering Symposium No. 15, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY 1986, p. 321.
- 3-De Wilde, B., et al., “Dry Anaerobic Conversion of Source Separated Household Waste to Biogas and Humotex,” Journal of Resource Management and Technology, Vol 18, No. 1, 1990, p. 40.
- 4-European Patent No. 84200801.3, 06.06.1984.
- 5-U.S. Patent No. 4 684 468, 03.31.1986.
- 6-Westlake, K., “Landfill Microbiology,” Landfill Gas: Energy and Environment 90, United Kingdom Department of Energy, 1990, p.
- 7-Suflita, J. M., et al., “The World’s Largest Landfill: A Multidisciplinary Investigation,” Environmental Science and Technology, Vol 26, No. 8 p. 1486.1992.
- 8-Dept. of US Army, “Landfill Off-Gas Collection”, ETL 1110-1-160, April 17th. 1995.
- 9-X. Lefebvre, S. Lanini and D. Houi, “The role of aerobic activity on refuse temperature rise: Landfill Experimental Study,” Waste Management and Research 2000: 18: 444- 452.