INSO
15761
1st Edition
2019
Identical with
ASTM D6009:
2012

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۵۷۶۱
چاپ اول
۱۳۹۷

نمونه‌برداری از توده‌های پسماند – راهنما

Sampling Waste Piles –Guide

ICS: 13.030.40

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۵۷۶۱ (چاپ اول): سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: 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: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وب‌گاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization 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@isiri.gov.ir

Website: http://www.isiri.gov.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ 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 درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«نمونه‌برداری از توده‌های پسماند – راهنما»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
ردائی، احسان (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)	سرپرست اداره امور آزمایشگاه‌ها- اداره کل استاندارد همدان
دبیر:	
اسمعیلی طارمسری، معصومه (دکتری شیمی فیزیک)	کارشناس- شرکت رویان پژوهان سینا
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اسدی، ایرج (دکتری آلودگی محیط زیست)	رئیس اداره نظارت و پایش- اداره کل حفاظت محیط زیست همدان
افتخاری دافچاهی، سمیه (کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)	کارشناس استاندارد- شرکت رویان پژوهان سینا
حسینی، مرضیه (کارشناسی آب و خاک)	کارشناس- آزمایشگاه پیرایه زیست قزوین
سور، ابراهیم (کارشناسی شیمی کاربردی)	مدیر کنترل کیفیت- شرکت قند سپید ابرار
صنعتگر دلشاد، الهام (کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)	کارشناس- شرکت رویان پژوهان سینا
عین قلایی، محمد رضا (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)	مشاور معاونت محیط زیست انسانی- سازمان محیط زیست
قنبری، بابک (کارشناسی ارشد ژئوتکنیک)	مدیر کنترل کیفیت - آزمایشگاه مبنا سازه هگمتان غرب

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
موسوی داویجانی، پروین (کارشناسی ارشد شیمی آلی)	کارشناس- آزمایشگاه شیمی تجزیه راک
نجفی، امیر (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)	مدیر کیفی- آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک همدان
هاشمی، مهدی (دکتری شیمی تجزیه)	عضو هیئت علمی- دانشگاه بوعلی سینا همدان

ویراستار:

عدل‌نسب، لاله (دکتری شیمی تجزیه)	عضو هیئت علمی- پژوهشگاه استاندارد

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار		ز
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۲
۴	اهمیت و کاربرد	۴
۵	ارزیابی محل	۵
۶	راهبرد نمونه‌برداری	۸
۷	انتخاب تجهیزات نمونه‌برداری	۱۵
۸	استفاده از داده‌ها	۱۷
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) توده پسماند – یک بررسی موردی		۱۹
کتاب‌نامه		۲۵

پیش‌گفتار

استاندارد «نمونه‌برداری از توده‌های پسماند– راهنما» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در دویست و بیست و دومین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۷/۱۰/۲۶ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

ASTM D6009: 2012, Standard Guide for Sampling Waste Piles

نمونه برداری از توده‌های پسماند – راهنما

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

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، ارائه راهنمایی در مورد دستیابی به نمونه‌های نمایان‌گر از توده‌های پسماند است. در این استاندارد راهنمایی برای ارزیابی محل، برنامه نمونه‌برداری، انتخاب تجهیزات و تفسیر داده‌ها ارائه شده است.

۱-۲ مناطقی که در آن توده‌های پسماند قرار دارند عموماً برای انبارش یا دفع پسماند استفاده می‌شوند (از جمله واحدهای دفع در زمینی با درجه خشکی بالا). این استاندارد برای نمونه‌برداری توده‌های پسماند شهری کاربرد دارد.

۱-۳ در این استاندارد چگونگی انتخاب برنامه نمونه‌برداری و روش‌های نمونه‌برداری بسته به ویژگی‌های خاص توده ارائه شده است.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، 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:

2-1 ASTM D1452, Practice for Soil Exploration and Sampling by Auger Borings

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۰۱۹۶: سال ۱۳۹۴، اکتشاف و نمونه‌برداری از خاک به وسیله دستگاه حفاری اگر- آیین‌کار، با استفاده از استاندارد ASTM D1452: 2009 تدوین شده است.

2-2 ASTM D1586, Test Method for Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۸۴۴۶: سال ۱۳۹۶، خاک- آزمون نفوذ استاندارد (SPT) و نمونه‌برداری دوکفه‌ای از خاک‌ها- روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D1586: 2011 تدوین شده است.

2-3 ASTM D1587, Practice for Thin-Walled Tube Sampling of Soils for Geotechnical Purposes

2-4 ASTM D4547, Guide for Sampling Waste and Soils for Volatile Organic Compounds

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۳۰۸۵: سال ۱۳۹۵، نمونه‌برداری از پسماند و خاک برای تعیین ترکیبات آلی فرار - راهنما، با استفاده از استاندارد ASTM D4547: 2015 تدوین شده است.

2-5 ASTM D4687, Guide for General Planning of Waste Sampling

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۱۴۱۹: سال ۱۳۹۵، پسماندها- برنامه‌ریزی کلی نمونه‌برداری از مواد پسماند- راهنما، با استفاده از استاندارد ASTM D4687: 2006 تدوین شده است.

2-6 ASTM D4700, Guide for Soil Sampling from the Vadose Zone

2-7 ASTM D4823, Guide for Core Sampling Submerged, Unconsolidated Sediments

2-8 ASTM D5088, Practice for Decontamination of Field Equipment Used at Waste Sites

2-9 ASTM D5314, Guide for Soil Gas Monitoring in the Vadose Zone

2-10 ASTM D5451, Practice for Sampling Using a Trier Sampler

2-11 ASTM D5518, Guide for Acquisition of File Aerial Photography and Imagery for Establishing Historic Site-Use and Surficial Conditions

2-12 ASTM D5681, Terminology for Waste and Waste Management

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۰۱۵۳: سال ۱۳۹۴، پسماند و مدیریت پسماند- واژه نامه، با استفاده از استاندارد ASTM D5681: 2013 تدوین شده است.

2-13 ASTM D5730, Guide for Site Characterization for Environmental Purposes With Emphasis on Soil, Rock, the Vadose Zone and Ground Water

۳ اصطلاحات و تعاریف

۳-۱ در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ASTM D5681، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۳-۱-۱

مناطق با آلودگی شدید

hot spots

لایه‌ای که حاوی غلظت بالایی از مشخصه موردنظر می‌باشد و در مقایسه با اندازه کل مواد موردنظر برای نمونه‌برداری نسبتاً کوچک است.

۲-۱-۳

نمونه نمایان‌گر

representative sample

یک نمونه جمع‌آوری شده به نحوی که یک یا چند مشخصه موردنظر (به صورتی که در اهداف طرح تعریف شده است) از جمعیتی که از آن جمع‌آوری شده است را نشان می‌دهد.

یادآوری- نمونه نمایان‌گر می‌تواند یک نمونه مجزا، مجموعه‌ای از نمونه‌ها یا یک یا چند نمونه مرکب باشد.

۳-۱-۳

توده پسماند

waste pile

انبارش نامحدود مواد جامد در یک منطقه با مرزهای مشخص که به طور معمول بدون پوشش است. توده پسماند عبارت است از:

۱-۳-۱-۳

توده پسماند ایجاد شده از مواد شیمیایی

chemical manufacturing waste pile

یک توده که به طور عمده شامل محصولات شیمیایی دورریز (قابل عرضه یا غیرقابل عرضه)، محصولات جانبی، پسماندهای رادیواکتیو یا مواد خام مصرف شده یا مصرف نشده می‌باشد.

۲-۳-۱-۳

ضایعات فلزی یا توده اوراق

scrap metal or junk pile

یک توده که به طور عمده متشکل از ضایعات فلزی یا کالاهای بادوام دورریز از قبیل لوازم خانگی، خودروها، قطعات خودرو یا باتری می‌باشد.

۳-۳-۱-۳

توده زباله

trash pile

توده‌ای از مواد پسماند حاصل از منابع شهری شامل کاغذ، پسماند مواد غذایی یا کالای بی‌دوام دور ریز که حاوی مواد خطرناک هستند. این توده مشمول پسماندهای بازیافتی نمی‌باشد.

۴ اهمیت و کاربرد

۴-۱ در این استاندارد، راهنمایی برای نمونه‌برداری از توده‌های پسماند ارائه شده است. از این استاندارد می‌توان برای دستیابی به نمونه‌های موردنیاز در تعیین مشخصات پسماند مربوط به مصرف، تصفیه یا دفع، پایش یک توده فعال، آماده‌سازی به منظور محصور کردن توده پسماند یا بررسی محتویات یک توده رها شده استفاده کرد.

۴-۲ فنون مورد استفاده برای نمونه‌برداری شامل ارزیابی‌های در محل توده و برداشت فیزیکی نمونه می‌باشد. ارزیابی‌های در محل شامل فنونی مانند سنجش از راه دور، آنالیز گاز در محل و تراوایی[1] می‌باشد.

۴-۳ راهبرد نمونه‌برداری برای توده پسماند به موارد زیر بستگی دارد:

۴-۳-۱ اهداف طرح از جمله سطوح قابل قبول خطای تصمیم‌گیری؛

۴-۳-۲ مشخصات فیزیکی توده مانند اندازه و پیکربندی آن، دسترسی به تمام قسمت‌های آن و پایداری توده؛

۴-۳-۳ فرایند تولید پسماند و مشخصه‌های آن مانند ویژگی فیزیکی یا شیمیایی خطرناک، اینکه آیا پسماند شامل لجن، پودرهای خشک، گرانول یا مواد دانه درشت و ناهمگنی پسماندها می‌باشد؟

۴-۳-۴ تاریخچه توده، از جمله تاریخ تولید، روش جابجایی و انتقال و روش‌های مدیریت؛

۴-۳-۵ ملاحظات زیست‌محیطی، مانند طبقه‌بندی قانونی و داده‌های تعیین مشخصات؛

۴-۳-۶ حدود و اریبی روش‌های نمونه‌برداری شامل اریبی که ممکن است توسط ناهمگنی پسماند، طرح نمونه‌برداری و تجهیزات نمونه‌برداری ایجاد شده باشد.

۴-۴ پیشنهاد می‌شود که این استاندارد در تلفیق با استاندارد ASTM D4687 که برنامه نمونه‌برداری، تضمین کیفیت، ملاحظات عمومی نمونه‌برداری، محافظت و حمل کالا، تمیزکردن تجهیزات، بسته‌بندی و زنجیره نگه‌داری را نشان می‌دهد، مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۵ یک بررسی موردی از توده پسماند در پیوست **الف** ارائه شده است.

1- Permeability

۵ ارزیابی محل

۵-۱ ارزیابی‌های محل به منظور کمک به طراحی مناسب‌ترین راهبرد نمونه‌برداری انجام می‌شوند. ارزیابی ممکن است شامل بررسی و بازرسی‌های در محل و همچنین مروری بر سابقه داده‌ها باشد. روش‌های سنجش از راه دور و ژئوفیزیکی غیر قابل نفوذ در این مرحله از بررسی، مفید می‌باشند (به استاندارد ASTM D5518 مراجعه شود). در جدول ۱، اثرات عوامل مختلف مرتبط با توده پسماند، مانند تاریخچه چگونگی تولید توده، راهبرد و طراحی رویه نمونه‌برداری، ارائه شده است. ملاحظات راهبردی و طراحی نیز مورد بحث قرار گرفته است.

جدول ۱- عوامل راهبردی

عوامل توده پسماند	ملاحظات راهبردی	ملاحظات برنامه
تاریخچه تولید	تاریخ تولید انواع فرایندها مشخصات فرایند روش تحویل مدیریت کنونی ملاحظات زیست‌محیطی	آنالیز موردنیاز محل نمونه‌ها
مشخصات فیزیکی توده -اندازه -شکل -پایداری	تغییرپذیری فیزیکی توده دسترسی ایمنی	تعداد نمونه‌ها محل نمونه‌ها انتخاب تجهیزات
مشخصات پسماند	اجزاء سازنده توزیع جزء سازنده ناهمگنی - تغییرپذیری فیزیکی - تغییرپذیری شیمیایی	تعداد نمونه‌ها آنالیز موردنیاز محل نمونه‌ها نمونه‌های نمایان‌گر انتخاب تجهیزات

۵-۲ تاریخچه تولید، توده پسماند ممکن است در یک دوره زمانی طولانی مدت ایجاد شده باشد. یک روش سنجش از راه دور که در ایجاد عملیات مدیریت تاریخی توده‌های پسماند بسیار مفید است، تصاویر هوایی می‌باشد. عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به صورت گسترده در دسترس هستند و ممکن است برای تعیین تاریخچه توده پسماند، منابع پسماند و وجود و توزیع لایه‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرند.

۵-۲-۱ تاریخ تولید نسبت به انواع فرایندهای تولید پسماند، مشخصات پسماند، توزیع اجزاء سازنده و ملاحظات زیست‌محیطی بسیار مهم می‌باشد.

۵-۲-۲ نوع فرایند تولید پسماند، نوع اجزاء سازنده‌ای که ممکن است در توده پسماند حضور داشته باشند را تعیین می‌کند. به غیر از مواردی که رویکرد نمونه‌برداری جهت‌دار[1] (دارای اریبی)[2] قابل قبول باشد، تغییرپذیری شیمیایی در تعداد نمونه‌هایی که برای تعیین مشخصات توده پسماند موردنیاز است، موثر است.

۵-۲-۳ روش تحویل مواد به توده پسماند می‌تواند بر غلظت اجزاء سازنده، شکل کلی توده تاثیرگذار باشد یا می‌تواند به واسطه دسته‌بندی بر اساس اندازه ذرات یا چگالی در توده پسماند، ناهمگنی فیزیکی ایجاد کند.

۵-۲-۴ اگر توده تحت مدیریت و مصرف متداول قرار گرفته باشد، ممکن است بر تغییرپذیری در نوع و غلظت‌های جزء سازنده تاثیر بگذارد. همچنین فعالیت‌های مدیریت متداول ممکن است بر وضعیت نظارتی توده پسماند و درنتیجه بر پروتکل‌های احتمالی نمونه‌برداری تاثیرگذار باشد.

۵-۲-۵ ملاحظات زیست‌محیطی به طور معمول بر روی سوالات شناسایی پسماند متمرکز می‌شود؛ به عبارت دیگر «آیا ماده یک پسماند جامد است که باید به عنوان یک پسماند خطرناک کنترل و مدیریت شود؟» به منبع [۱] کتاب‌نامه مراجعه شود. این ملاحظات ممکن است شامل یک رویکرد نمونه‌برداری جهت‌دار محدود شده، باشد به ویژه اگر یک سازمان قانونی، بررسی‌ها را انجام دهد. به منظور تعیین اینکه آیا پسماند در طبقه خطرناک قرار دارد یا خیر، ممکن است یک طرح جامع نمونه‌برداری موردنیاز باشد. تلاش‌ها و پرسش‌های اقدامات اصلاحی در خصوص مجوزها ممکن است بر تعیین خصوصیات کل توده متمرکز شود که این امر ممکن است به حذف مواد منجر شود. لازم به ذکر است که غلظت آلاینده‌های نزدیک به سطوح قانونی، تعداد نمونه‌های موردنیاز برای رسیدن به اهداف بررسی را افزایش می‌دهند. از این سطوح قابل‌قبول می‌توان برای تعیین سطح پسماند استفاده کرد، در صورتی که در سطح خطرناک باشد، حذف و اگر قابل تصفیه باشد اقدامات اصلاحی انجام شود.

۵-۳ مشخصات فیزیکی توده، چند مشخصه فیزیکی توده پسماند باید در طی ارزیابی محل مورد ملاحظه قرار گیرد. تغییرپذیری اندازه، شکل و پایداری توده، دسترسی به آن را جهت به دست آوردن نمونه و نیز ملاحظات ایمنی تحت‌تاثیر قرار می‌دهد. به غیر از مواردی که یک رویکرد نمونه‌برداری جهت‌دار (دارای اریبی) قابل قبول در نظر گرفته شود، تغییرپذیری فیزیکی بر تعداد نمونه‌های موردنیاز جهت تعیین خصوصیات توده پسماند، تاثیرگذار است. فنونی که ممکن است مورد استفاده قرار گیرد، شامل مقاومت و انکسار لرزه‌ای (برای تعیین عمق توده‌های بسیار بزرگ) می‌باشد.

۵-۳-۱ اندازه توده پسماند بر رویکرد نمونه‌برداری تاثیرگذار است که در آن افزایش اندازه اغلب با افزایش تغییرپذیری مشخصات فیزیکی توده پسماند همراه است. با این حال، تعداد نمونه‌هایی که جهت

1- Directed sampling
2- Biased

تعیین مشخصات یک توده پسماند به اندازه کافی موردنیاز هستند، به طور معمول تابعی از اهداف مطالعه و نیز تغییرپذیری ذاتی توده می‌باشد.

۵-۳-۲ شکل توده پسماند با محدود کردن دسترسی به مکان‌های مشخص درون توده می‌تواند بر رویکرد نمونه‌برداری تاثیر بگذارد و در صورتی که از نظر توپولوژی پیچیده باشد، طرح یک شبکه نمونه‌برداری را دشوار سازد. همچنین ممکن است یک توده پسماند به طور عمودی به سطح بالا و به سطح پایین توسعه یابد و تصمیم‌گیری در مورد عمق جمع‌آوری نمونه را دشوار سازد.

۵-۳-۳ پایداری توده پسماند، دسترسی به سطح و داخل توده را محدود می‌کند. همچنین استفاده از برخی تجهیزات نمونه‌برداری سنگین‌تر به توانایی توده نسبت به تحمل وزن تجهیزات محدود می‌شود.

۵-۴ مشخصات پسماند

۵-۴-۱ اجزاء سازنده ممکن است شامل مواد معدنی، ترکیبات آلی فرار (VOCs)[1] و ترکیبات آلی نیمه فرار (از جمله آفت‌کش‌ها و بی‌فنیل‌های چند کلره (PCBs)[2] باشند (به استاندارد ASTM D4547 مراجعه شود). آنالیزهای تخصصی مانند آزمون‌های آبشویی یا آنالیز دی‌اکسین‌ها/فوران‌ها یا مواد منفجره ممکن است ضروری باشد. نمونه‌برداری گاز خاک[3] یک روش با نفوذ کمینه می‌باشد که ممکن است حضور و توزیع ترکیبات آلی فرار در خاک‌ها و مواد متخلخل نامتراکم را شناسایی کند. برنامه‌های مناسب برای پایش گاز خاک در استاندارد ASTM D5314 مشخص شده است.

۵-۴-۲ توزیع اجزاء سازنده در توده پسماند می‌تواند تحت‌تاثیر تغییرات زیر باشد: تغییر در فرایند تولید که منجر به تغییر ترکیب پسماند می‌شود؛ مدت زمانی که ماده در توده باقی‌مانده است (به خصوص برای VOCs)؛ نحوه تحویل مواد پسماند به توده؛ و شیوه‌های مدیریت، مانند مخلوط کردن پسماندهای به دست آمده از بیش از یک فرایند.

۵-۴-۳ تغییرپذیری فیزیکی و شیمیایی شامل تغییرپذیری در مشخصات شیمیایی مواد درون توده و همچنین تغییرپذیری در اندازه ذره، چگالی، سختی، شکنندگی یا انعطاف‌پذیری، مقدار رطوبت، متراکم یا نامتراکم می‌باشد. تغییرپذیری ممکن است تصادفی باشد یا بر مبنای لایه‌هایی از مواد دارای ویژگی مختلف یا حاوی گونه‌ها یا غلظت‌های مختلف اجزاء سازنده باشد.

۵-۴-۳-۱ روش‌های بررسی ژئوفیزیکی توده‌ها ممکن است جهت تخمین همگنی فیزیکی (میتواند به همگنی مواد شیمیایی مرتبط باشد یا نباشد) و همچنین برای شناسایی اشیاء دفن شده استفاده شوند که ممکن است هر دو مورد، در طول توسعه برنامه نمونه‌برداری و رویه ایمنی برای بررسی در نظر گرفته شوند.

1- Volatile organic compounds
2- Polychlorinated biphenyls
3- Soil gas

مناسب‌ترین روش برای تشخیص اشیاء غیرفلزی، روش‌های الکترومغناطیس می‌باشند. روش رادار نفوذ در زمین[1]، که یک روش غیرطبیعی و پیچیده می‌باشد نیز ممکن است استفاده شود. فنون الکترومغناطیسی به ویژه برای توده‌های بزرگتر که حاوی تل‌های شیرابه‌ای[2] (برای مثال، پس‌مانده‌های معدنی) می‌باشند یا برای تشخیص ناپیوستگی‌های بزرگ در توده (برای مثال، انواع مختلف پسماندها یا انتقال از یک منطقه دفع به خاک‌های زمینه[3]) مناسب می‌باشند. جهت تشخیص اشیاء فلزی، آشکارسازهای فلزی و مغناطیس‌سنج‌ها مفید می‌باشند و برای استفاده در این زمینه نسبتاً آسان هستند.

۵-۵ خطاهای احتمالی بررسی

۵-۵-۱ انتخاب تجهیزات می‌تواند بر روی نتایج اریبی نمونه‌برداری تاثیر داشته باشد، حتی اگر تجهیزات به درستی استفاده شده باشند. اریبی به دلیل ناسازگاری موادی که تجهیزات نمونه‌برداری از آن ساخته شده‌اند با مواد موردنظر برای نمونه‌برداری، می‌تواند ایجاد شود. برای مثال تجهیزات می‌تواند مشخصات نمونه را تغییر دهد. بعضی از تجهیزات در برابر جمع‌آوری اندازه ذرات خاص، اریبی ایجاد می‌کنند و برخی از تجهیزات نمی‌توانند به اندازه کافی بر توده پسماند نفوذ کنند.

۵-۵-۲ تجهیزات، استفاده و عملیات در تعیین مشخصات توده پسماند، خطا (اریبی) ایجاد می‌کنند. خطاهای نمونه‌برداری به طور معمول هنگامی که برخی از اندازه ذرات حذف می‌شوند یا قسمتی از توده پسماند نمونه‌برداری نشود یا یک محل خارج از توده به طور تصادفی نمونه‌برداری شود، رخ می‌دهند.

۵-۵-۳ هنگامی که طبقه‌بندی، لایه‌بندی یا جدا شدن فازهای جامد رخ دهد، ضروری است جهت به حداقل رساندن اریبی نمونه‌برداری، نمونه‌های هر یک از فازهای مجزا را به طور جداگانه به دست آورده و آنالیز کرد. هنگام نمونه‌برداری از لایه‌های طبقه‌بندی شده، جهت به حداقل رساندن آلودگی باید اقدامات احتیاطی را در نظر گرفت. توصیه می‌شود برای تمام تجهیزات نمونه‌برداری، روش‌های مناسب رفع آلودگی استفاده شود (به استاندارد ASTM D5088 مراجعه شود).

۵-۵-۴ اریبی آماری شامل شرایطی است که در آن داده‌ها به طور نرمال توزیع نمی‌شوند یا هنگامی که راهبرد نمونه‌برداری اجازه امکان نمونه‌برداری از هر بخش توده را نمی‌دهد.

۶ راهبرد نمونه‌برداری

۶-۱ توسعه یک راهبرد برای نمونه‌برداری توده پسماند، به بررسی کامل عوامل ارزیابی محل که در بند ۵ ارائه شده است، نیاز دارد. توصیه می‌شود مکان و تکرار نمونه‌برداری (تعداد نمونه‌ها) در رویه نمونه‌برداری و

1- Ground-penetrating radar
2- Leachate plumes
3- Background soils

همچنین مقررات استفاده از تجهیزات نمونه‌برداری خاص، دسترسی تجهیزات سنگین به همه مناطق توده و غیره در صورت لزوم مشخص شوند.

۶-۱-۱ نمونه‌برداری نمایان‌گر، به طور معمول جمع‌آوری یک مجموعه نمونه نمایانگر از یک توده پسماند با وجود تعدادی از عوامل ارزیابی محل دشوار می‌باشد. به منبع [۲] و [۳] کتاب‌نامه مراجعه شود.

۶-۱-۲ پسماندهای ناهمگن، توده‌های پسماند ممکن است برای اهداف به کار برده شده همگن باشند، یا از لحاظ اندازه ذرات و توزیع آلاینده کاملاً ناهمگن باشند. در صورتی که اندازه ذرات مواد در توده پسماند و توزیع آلاینده‌ها مشخص یا تخمین زده شده باشد، برای تعیین خواص موردنظر توده پسماند، نمونه‌برداری کمتری لازم است. تخمین تغییرپذیری در توزیع آلاینده می‌تواند بر اساس دانش فرایند یا با نمونه‌برداری اولیه تعیین شود. به منبع [۴] کتاب‌نامه مراجعه شود. هر چه ناهمگنی توده پسماند بیشتر باشد، الزامات برنامه‌ریزی و نمونه‌برداری بیشتر است.

۶-۱-۳ لایه‌ها و مناطق با آلودگی شدید، یک توده پسماند می‌تواند حاوی لایه‌هایی باشد که ویژگی‌های فیزیکی یا غلظت اجزاء سازنده شیمیایی آن‌ها نسبت به بقیه توده پسماند، تغییرات درونی کمتری داشته باشد. به منبع [۲] و [۵] کتاب‌نامه مراجعه شود. به عنوان مثال، وجود لایه‌ها ممکن است به دلیل تغییرات در فرایند تولید پسماند یا به دلیل وجود فرایندهای مختلف در بخش‌های مختلف توده پسماند باشد. یک راهبرد نمونه‌برداری لایه‌ای[1] با انجام نمونه‌برداری مستقل از هر لایه می‌تواند تعداد نمونه‌های موردنیاز را کاهش دهد. این لایه‌ها در مناطق خاصی از توده پسماند می‌باشند. به منبع [۴] کتاب‌نامه مراجعه شود. مناطق با آلودگی شدید ممکن است در توده پسماندی که دارای ترکیب منحصر بفرد است نیز وجود داشته باشد. به منبع [۲] و [۵] کتاب‌نامه مراجعه شود.

۶-۲ راهبردهای نمونه‌برداری ویژه[2]

۶-۲-۱ اگرچه مناسب‌ترین روش برای ارزیابی مواد درون توده‌های پسماند، نمونه‌برداری در نقطه تولید یا بلافاصله بعد از آن می‌باشد (برای مثال، استفاده از تسمه نقاله)، بیشترین مشکلات نمونه‌برداری شامل توده‌های پسماند موجود یا در محل است. بنابراین در ادامه، توده‌های پسماند در محل بررسی می‌شود. راهبردهای نمونه‌برداری در دسترس برای توده‌های پسماند شامل نمونه‌برداری جهت‌دار یا نمونه‌برداری قضاوتی[3]، نمونه‌برداری تصادفی ساده[4]، نمونه‌برداری تصادفی لایه‌ای[5]، نمونه‌برداری شبکه‌ای سیستماتیک[6] و

1- Stratified sampling
2- Specific Sampling Strategies
3- Judgmental Sampling
4- Simple random sampling
5- Stratified random sampling
6- Systematic grid sampling

نمونه‌برداری سیستماتیک در طول زمان[1] می‌باشد. به منبع [۲] و [۶] کتاب‌نامه مراجعه شود. همچنین ممکن است ملاحظات کلی درباره جمع‌آوری نمونه نمایان‌گر، وجود ناهمگنی احتمالی، وجود لایه‌ها و وجود مناطق متمایز با آلودگی شدید در توده پسماند بر انتخاب راهبرد نمونه‌برداری مناسب و توسعه رویه نمونه‌برداری تاثیر داشته باشد. به منبع [۵] کتاب‌نامه مراجعه شود. در زیربندهای زیر، مقدمه‌ای برای تعیین تعداد نمونه‌های مناسب جهت جمع‌آوری و راهبردهای نمونه‌برداری در دسترس برای تعیین محل‌های نمونه ارائه شده است.

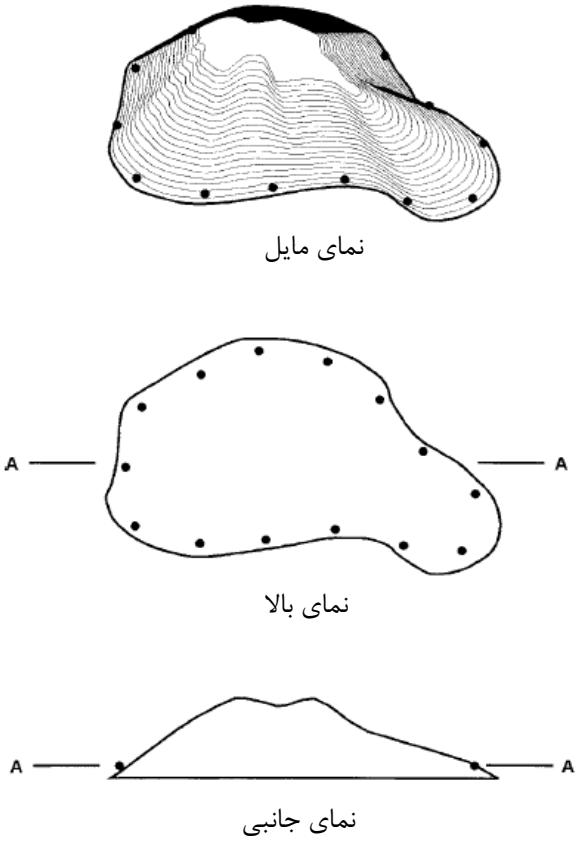
۶-۲-۲ تعیین تکرار یا تعداد نمونه‌ها، به طور معمول تکرار نمونه‌برداری یا تعداد نمونه‌ها، مبتنی بر چند عامل از جمله اهداف مطالعه، ویژگی‌های پسماندها در توده، درجه اطمینان موردنیاز، دسترسی به نقاط نمونه‌برداری و محدودیت‌های بودجه‌ای می‌باشد. راهنمای عملی جهت تعیین تعداد نمونه‌ها در استاندارد ASTM D4687 و منابع [۲] و [۳] کتاب‌نامه ارائه شده است.

۶-۲-۳ نمونه‌برداری جهت‌دار، نمونه‌برداری جهت‌دار (به شکل ۱ مراجعه شود) بر اساس داوری بررسی‌کننده می‌باشد و لزومی ندارد در نمونه‌ای که مشخصات کل توده پسماند را نشان می‌دهد، انجام شود. نمونه‌برداری جهت‌دار همچنین نمونه‌برداری قضاوتی، نمونه‌برداری معتبر[2] یا نمونه‌برداری غیراحتمالی[3] نیز نامیده می‌شود. مبنای جمع‌آوری نمونه، تجربه بررسی‌کننده می‌باشد و بسته به اهداف مطالعه توصیه می‌شود اریبی به عنوان یک مشکل احتمالی شناخته شود. با این وجود، برای بررسی‌های اولیه غربالگری توده پسماند و برای بررسی‌های نظارتی خاص، نمونه‌برداری جهت‌دار مناسب می‌باشد. می‌توان از یک راهبرد نمونه‌برداری جهت‌دار برای جمع‌آوری یک نمونه مرکب از مساحت سطح یا جمع‌آوری نمونه‌های لحظه‌ای[4] مجزا در سطح توده (به شکل ۱ مراجعه شود) استفاده کرد. به طور معمول نمونه‌برداری جهت‌دار بر روی بدترین شرایط یک توده پسماند تمرکز می‌کند (به عنوان مثال، منطقه‌ای که بیشترین حالت آلودگی را از نظر بصری داشته باشد یا پسماندی که به تازگی تولید شده باشد).

۶-۲-۴ نمونه‌برداری تصادفی ساده، در نمونه‌برداری تصادفی ساده (به شکل ۲ مراجعه شود) اطمینان حاصل می‌شود که هر یک از عناصر موجود در توده پسماند شانس یکسانی دارند که در نمونه وجود داشته باشند. به منبع [۲] کتاب‌نامه مراجعه شود. زمانی که در بررسی‌ها، توده پسماند به طور تصادفی ناهمگن است، نمونه‌برداری تصادفی ساده روش منتخب می‌باشد. به منبع [۵] کتاب‌نامه مراجعه شود. در صورتی که توده پسماند حاوی روند یا الگوهای آلودگی باشد، نمونه‌برداری تصادفی لایه‌ای یا راهبرد نمونه‌برداری شبکه‌ای سیستماتیک، مناسب‌تر می‌باشد. به منبع [۲] کتاب‌نامه مراجعه شود (به زیربندهای ۶-۲-۵ و ۶-۲-۶ مراجعه شود).

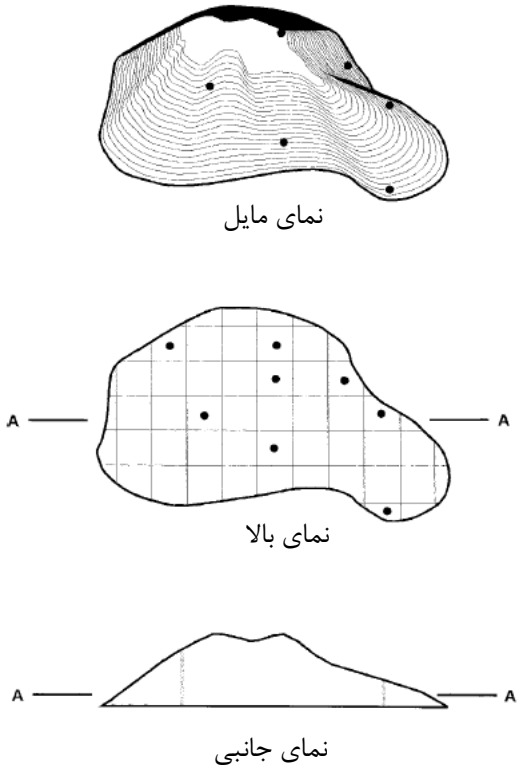
1- Systematic sampling over time
2- Authoritative sampling
3- Nonprobability sampling
4- Grabs sample

۶-۲-۴-۱ یک رویکرد تصادفی ساده، استفاده از صفحه مشبک با شبکه‌هایی که به طور تصادفی برای جمع‌آوری نمونه انتخاب شده است، می‌باشد (به شکل ۲ مراجعه شود). اندازه شبکه را می‌توان بر اساس تعداد نمونه‌های موردنیاز انتخاب کرد (برخی از استانداردها، حداقل ده برابر تعداد شبکه‌هایی که نمونه‌ها نیاز دارند را پیشنهاد می‌کنند). هرگاه شبکه پوشش داده شود و محل‌های نمونه‌برداری انتخاب شوند، باید در خصوص جمع‌آوری نمونه لحظه‌ای مجزا (سطحی)، ترکیبی از نمونه‌های سطحی که از مکان‌های از پیش تعیین شده درون سلول شبکه (بر مبنای نقاط کمپاس[1]) گرفته شده، یک ترکیب عمودی نسبت به عمق مشخص یا نمونه‌های لحظه‌ای مجزا در اعماق مشخص تصمیم‌گیری شود. در صورتی که نمونه‌های لحظه‌ای مجزا در اعماق مشخص موردنظر باشند، به طور معمول در همان مکان به نحوی که درون توده گمانه زده می‌شود، جمع‌آوری می‌شوند. در شکل ۲ جمع‌آوری ترکیب‌های عمودی در هر یک از مکان‌هایی که به طور تصادفی انتخاب شده‌اند، نشان داده شده است.



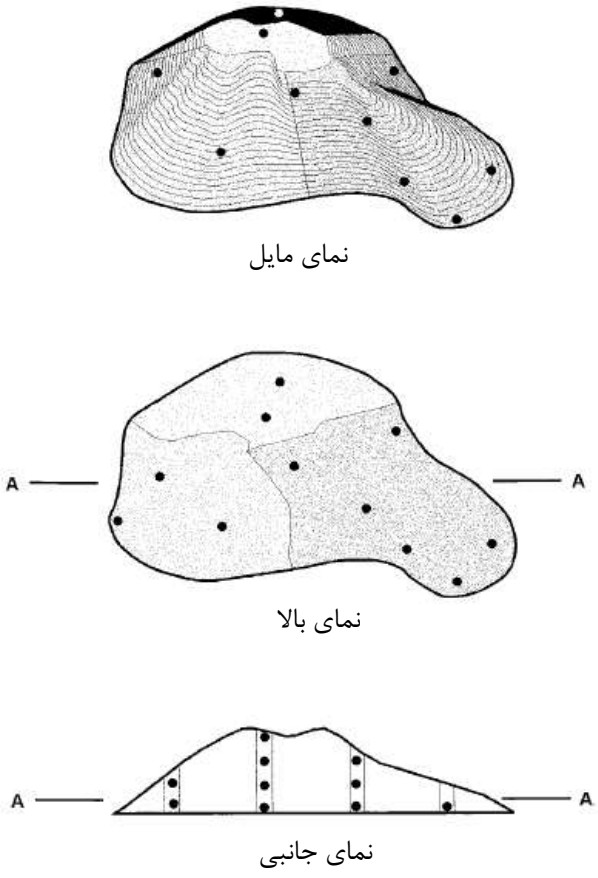
شکل ۱- راهبرد نمونه‌برداری توده پسماند- نمونه‌برداری جهت‌دار

1- Compass points



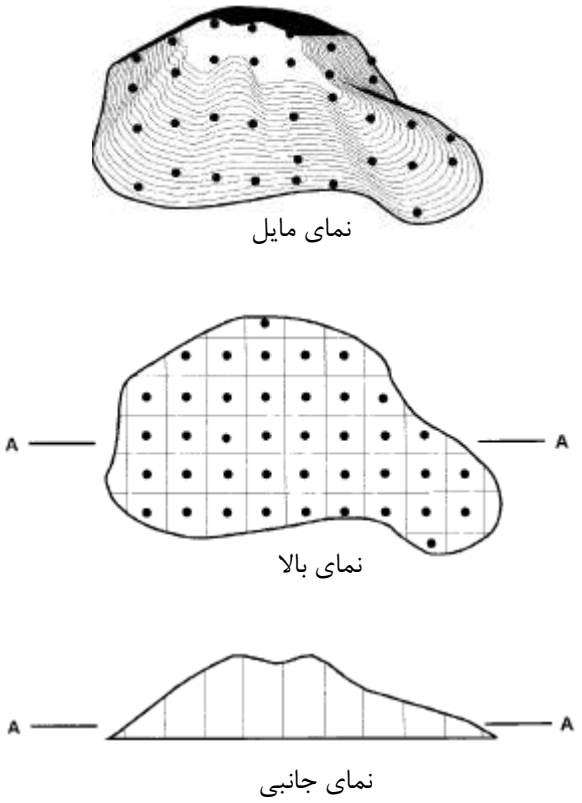
شکل ۲- راهبرد نمونه‌برداری توده پسماند- نمونه‌برداری تصادفی ساده

۶-۲-۵ نمونه‌برداری تصادفی لایه‌ای، نمونه‌برداری تصادفی لایه‌ای (به شکل ۳ مراجعه شود) ممکن است هنگام شناسایی لایه‌های متمایز یا زیرگروه‌های همگن درون توده پسماند، موثر باشد. به منبع [۲] کتاب‌نامه مراجعه شود. ممکن است لایه‌ها در مناطق مختلف توده قرار داشته یا شامل لایه‌های مختلف باشند (به شکل ۳ مراجعه شود). این رویکرد هنگامی مفید است که درون لایه‌های مجزا همگن در نظر گرفته شود یا حداقل در صورتی که توده پسماند ناهمگن در نظر گرفته می‌شود، تغییرپذیری داخلی کمتری داشته باشد. به منبع [۲] کتاب‌نامه مراجعه شود. به طور معمول برای تعیین محل لایه‌های مجزا، اطلاعات مربوط به توده پسماند موردنیاز است، مگراینکه دانش فرایند یا تغییرات در ترکیب مواد به طور مثال با تغییر رنگ یا نوع پسماند آشکار شود. در صورتی که لایه‌ها به صورت افقی حرکت کنند، می‌توان برای نمونه‌برداری از چند لایه افقی از شبکه استفاده کرد. به منبع [۲] کتاب‌نامه مراجعه شود. سپس در هر لایه می‌توان از یک رویکرد نمونه‌برداری تصادفی ساده استفاده کرد. استفاده از یک راهبرد نمونه‌برداری تصادفی لایه‌ای می‌تواند منجر به جمع‌آوری نمونه‌های کمتری شود. در شکل ۳ طرحی نشان داده شده است که در آن تعداد نمونه‌های جمع‌آوری شده در هر لایه متفاوت است (نمای بالا) و نمونه‌های لحظه‌ای مجزا در هر گمانه‌زنی در اعماق از پیش تعیین شده (نمای جانبی) جمع‌آوری می‌شود.



شکل ۳- راهبرد نمونه‌برداری توده پسماند- نمونه‌برداری تصادفی لایه‌ای

۶-۲-۶ نمونه‌برداری شبکه‌ای سیستماتیک، این نوع نمونه‌برداری (به شکل ۴ مراجعه شود) شامل جمع‌آوری نمونه‌ها در فواصل معین می‌باشد و هنگامی مفید است که فرض شود آلودگی به طور تصادفی توزیع شده است. به منبع [۲] کتاب‌نامه مراجعه شود. در هنگام تخمین روندها یا الگوهای آلودگی یا زمانی که هدف، مکان‌یابی نقاط با آلودگی شدید باشد، به طور معمول از این روش برای نمونه‌برداری از توده‌های پسماند استفاده می‌شود. در صورتی که تمام توده پسماند در دسترس نباشد یا در صورتی که مکان‌های شبکه نمونه‌برداری با تغییرات توزیع آلاینده‌ها درون توده پسماند فازبندی شده باشند، ممکن است این رویکرد قابل قبول نباشد. به منبع [۶] کتاب‌نامه مراجعه شود. این روش برای شناسایی وجود لایه‌ها در توده نیز مفید است. توصیه می‌شود نقاط شروع و شبکه به طور تصادفی بر روی توده پسماند پخش شوند، با این حال این روش اجازه می‌دهد تا مکان‌های دقیق نمونه به وسیله شبکه، نسبتاً آسان تعیین مکان شوند (به شکل ۴ مراجعه شود). همچنین توصیه می‌شود ملاحظات مشابه در زیربند ۶-۲-۴ در مورد عمق هر نمونه (سطحی، مرکب عمودی، لحظه‌ای مجزا در عمق) مورد توجه قرار گیرد. در شکل ۴ جمع‌آوری نمونه‌های مرکب عمودی در هر شبکه که می‌تواند امری دشوار و پرهزینه باشد، نشان داده شده است. یادآوری می‌شود که اندازه شبکه به طور معمول مطابق با تعداد نمونه‌های موردنیاز تنظیم شود.



شکل ۴- راهبرد نمونه‌برداری توده پسماند – نمونه‌برداری شبکه‌ای سیستماتیک

۶-۲-۷ نمونه‌برداری سیستماتیک در طول زمان، نمونه‌برداری سیستماتیک در طول زمان در نقطه تولید در صورتی مفید است که مواد از تسمه نقاله نمونه‌برداری شوند یا به وسیله کامیون یا خط لوله به توده پسماند تحویل داده شوند. فواصل بین نمونه‌برداری بر مبنای زمان تعیین می‌شود (به عنوان مثال، هر ساعت از یک تسمه نقاله تا تخلیه خط لوله یا از هر یک‌سوم بار کامیون). عوامل مندرج در زیربند ۶-۲-۲ بر زمان بین فواصل نمونه‌برداری تاثیرگذار می‌باشند.

یادآوری- این رویکرد، روش نمونه‌برداری ترجیحی جهت تعیین مشخصات پسماندهای فرایند می‌باشد زیرا پسماندها به صورت دقیق و بی‌تغییر نمایان می‌شوند. این رویکرد اغلب امکان‌پذیر نیست و لازم است کاربران از توده پسماند تجمع یافته نمونه‌برداری کنند.

۶-۲-۸ روش جایگزین، در بسیاری از موارد، هدف از تعیین مشخصات توده پسماند، مشخص کردن اثر توده بر روی محیط زیست می‌باشد. گاهی اوقات، این روش با نمونه‌برداری از مسیرهایی که آلاینده‌ها از توده پراکنده شده‌اند، نسبت به نمونه‌برداری مستقیم توده، بسیار آسان‌تر انجام می‌شود، به ویژه برای توده‌هایی که تشخیص آن‌ها دشوار است (به عنوان مثال، شیب بالا و پایین آب زیرزمینی می‌تواند برای بررسی آلودگی آب

زیرزمینی نمونه‌برداری شود). همچنین منطقه غیراشباع[1] (زون هواده) در زیر توده از طریق نمونه‌برداری خاک، لیزیمترهای خلاء[2] یا گاز خاک برای شناسایی شیرابه (و آلودگی احتمالی آب‌های زیرزمینی) نمونه‌برداری می‌شود. آب سطحی و رسوب در پایین شیب کانال‌های زهکشی نیز می‌تواند نمونه‌برداری شود. خاک‌های سطحی، نمونه‌های هوایی و آلاینده‌های پوششی بر روی گیاهان می‌توانند به عنوان شاخص انتقال اتمسفری آلاینده‌های ناشی از توده از جمله مواد ذره‌ای و مواد فرار، مورد استفاده قرار گیرند. چنین رویکردهایی به ندرت جایگزین کامل نمونه‌برداری توده خواهد بود، اما ممکن است که تعداد نمونه‌های توده موردنیاز برای تصمیم‌گیری، اقدامات اصلاحی را کاهش دهند (به استاندارد ASTM D5730 و همچنین مراجع [۷] تا [۹] کتاب‌نامه مراجعه شود).

۷ انتخاب تجهیزات نمونه‌برداری

۷-۱ پسماندهای موجود در توده‌ها اغلب پیچیده و مخلوطی از چند فاز جامد و نیمه‌جامد می‌باشند. پسماندها به ترتیب از پودرها تا گرانول‌ها و قطعات جامد ناهمگن بزرگ گسترش می‌یابند و ممکن است مناطق زیادی را پوشش دهند. از هیچ‌گونه نمونه‌بردار به‌صورت منفرد برای جمع‌آوری نمونه‌های نمایانگر تمام گونه‌های پسماند از توده استفاده نمی‌شود. ممکن است در توده‌های بزرگ و ضخیم برای دستیابی به نمونه‌های عمقی به تجهیزات مته نیاز باشد. نمونه‌برداری از گازهای درون توده به تجهیزات دیگری نیز نیاز دارد. در جدول ۲، انواع پسماند نوعی و نمونه‌بردارهای پیشنهادی متناظر آن ارائه شده است.

۷-۲ نمونه‌برداری عمقی از درون توده به تجهیزات طراحی شده سنگین جهت حفاری یا برداشت خاک یا سنگ نیاز دارد. در جدول ۳، فهرستی از این تجهیزات و کاربردهای آن برای نمونه‌برداری توده‌های پسماند نشان داده شده است. به منبع [۱۰] کتاب‌نامه مراجعه شود.

۷-۳ توصیه می‌شود تجهیزات نمونه‌برداری از مواد سازگار با پسماند مورد نمونه‌برداری ساخته شوند. منظور از سازگاری، دوام فیزیکی، عدم واکنش شیمیایی با پسماند و عدم توانایی در آلودگی پسماند با آنالیت‌های موردنظر می‌باشد. موادی که به طور معمول برای ساخت استفاده می‌شوند شامل فولاد ضدزنگ، پلاستیک و شیشه می‌باشند.

1- Vadose
2- Vacuum lysimeters

جدول ۲- وسایل نمونه‌برداری مناسب برای توده‌های پسماند[A]

محل و نوع پسماند	وسایل نمونه‌برداری	استاندارد	محدودیت‌ها
زیرسطحی جامدات پودری، گرانولی یا خاک مانند، لجن‌ها	دستگاه مغزه‌گیری فشاری با محفظه دو کفه‌ای	ASTM D1586 ASTM D1587 ASTM D4700 ASTM D4823	کاربرد محدود برای نمونه‌برداری جامدات مرطوب و چسبناک، یا ذرات با قطر ۰٫۶ cm یا بیشتر. محدودیت عمق تا حدود ۱ m.
	نمونه‌بردار آزمون‌کننده[1]	ASTM D5451	ممکن است نمونه مغزه‌ای مواد گرانولی بسیار خشک حفظ نشوند. برای نمونه‌برداری پسماندهای جامد با قطر ذره بزرگتر از یک‌دوم قطر لوله نمونه‌برداری کاربرد ندارد.
	اُگر[2]	ASTM D1452 ASTM D4700	نمونه دست‌نخورده جمع‌آوری نمی‌شود.
	نمونه‌بردار لوله با دیواره نازک[3]	ASTM D4823 ASTM D4700	مغزه دست‌نخورده را جمع‌آوری می‌کند. جهت استفاده برای خاک‌های شنی یا سنگی دشوار است.
	تجهیزات مته[4]		برای اکتشاف ژئو محیط زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای به حداقل رساندن آلودگی نمونه، از دستگاه‌هایی که از یک سیال حفاری بر پایه آب استفاده می‌کنند، اجتناب شود.
	نمونه‌بردارهای گاز خاک	ASTM D5314	برای ترکیبات آلی فرار استفاده می‌شود.
سطحی جامدات پودری، گرانولی یا خاک مانند، لجن‌ها	ماله[5] یا بیلچه[6]	ASTM D4700	به دست آوردن جرم تجدیدپذیر نمونه دشوار است. ممکن است برای برخی از اندازه‌های ذرات، به‌خصوص سنگدانه‌های[7] بزرگ حذف گردد.
سرباره	چکش/ اسکنه[8]		اندازه ذرات را تغییر می‌دهد.
	وسیله ضربه		

[A] این جدول شامل همه وسایل نمونه‌برداری نمی‌باشد، تجهیزات دیگری هم ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.

1- Trier
2- Auger
3- Thin-walled tube sampler
4- Drill rigs
5- Trowel
6- Scoop
7- Aggregates
8- Chisels

جدول ۳- تجهیزات حفاری و برداشت توده‌های پسماند

تجهیزات حفاری و برداشت	حفاری عمومی	قابلیت حفاری مواد سخت و فشرده	کشیدن خاک	اختلاط مواد جامد، خاک	پوشش پراکنده	مانورپذیری محل
چرخ یا جرثقیل زنجیری مجهز به کج بیل[1]	A[A]	A	B[B]/O[C]	A	A	A/B
چرخ یا جرثقیل زنجیری مجهز به لودر[2] تخلیه از جلو	A	A	A/B	A	A	A/B
لودرهای فرمان سرشی	A	B	B	A	B	A
بولدوزر[3]	A	A	O	O	A	B

A[A] انتخاب مناسب. تجهیزات به طور کامل قادر به انجام عملکرد ارائه شده است.

B[B] انتخاب ثانویه. تجهیزات تا اندازه‌ای قادر به انجام عملکرد ارائه شده است.

O[C] غیر قابل اجرا یا انتخاب ضعیف.

۸ استفاده از داده‌ها

۸-۱ تصمیماتی که بر مبنای داده‌ها گرفته می‌شود باید ابتدا در فرایند برنامه‌ریزی شناسایی شوند، زیرا بر پیشبرد رویکرد نسبت به مسائل و نحوه ارزیابی داده‌ها تاثیر می‌گذارد. تصمیمات موثر بر طبقه‌بندی پسماند، محصور کردن و مسائل پس از محصور کردن، مثال‌هایی از استفاده داده‌ها می‌باشد. روش‌های تعیین حجم مواد آلوده در یک توده یا لایه‌های توده موردنیاز می‌باشد. فرمول‌های ریاضی استاندارد برای محاسبه حجم یک مخروط، استوانه، منشورهای مختلف و غیره استفاده می‌شوند.

۸-۲ ملاحظات آماری

۸-۲-۱ از روش‌های ارزیابی کیفی داده‌ها (DQA)[4] به منظور ارزیابی هرگونه ناهنجاری داده‌ها و فرضیات برای ارزیابی آماری استفاده می‌شود. متخصصین آمار از داوری ذهنی (آنالیز گرافیکی برای شناسایی روندها و ناهنجاری‌ها) و از مدل‌های آماری و استنتاج (برای مثال، ردیابی نقاط دورافتاده، برآورد خودهمبستگی) در بررسی داده‌ها جهت اعتبار فرضیات موردنیاز در انجام یک آزمون آماری، استفاده می‌کند. مدل‌های آماری کلاسیک فرض می‌کنند که نمونه‌های جمع‌آوری شده از جمعیت موردنظر، مستقل هستند و دارای یک توزیع احتمال یکسان (به عبارتی توزیع نرمال با میانگین و واریانس (وردایی) ثابت) می‌باشند. نمونه‌برداری تصادفی روشی است که این اطمینان را فراهم می‌کند. در صورتی که مدل آماری کلاسیک برای

1- Backhoe
2- Loader
3- Bulldozer
4- Data quality assessment

داده‌های جمع‌آوری شده مناسب باشد، فرضیات توزیع احتمالی، بخشی از DQA را تعیین می‌کند. برای نمونه‌برداری جهت‌دار از نمونه‌برداری ذهنی استفاده می‌شود و نتایج نمونه به طور معمول از لحاظ کیفی داوری می‌شوند.

۸-۲-۲ نمونه‌برداری تصادفی ساده، تخمین نااریب متوسط غلظت پسماند، به عبارتی تخمین میانگین را ارائه می‌دهد. این تخمین نااریب، مستقل از هندسه توده و توزیع غلظت آلاینده‌ها می‌باشد، اما ممکن است کوچکترین واریانسی نداشته باشد. سایر برنامه‌های نمونه‌برداری، نظیر نمونه‌برداری شبکه‌ای سیستماتیک یا نمونه‌برداری تصادفی لایه‌ای، یک مقدار متوسط که دارای واریانس کوچک‌تری است را ارائه می‌دهند. در صورتی که توده پسماند دارای توپوگرافی ناهموار باشد، محاسبه غلظت میانگین توده، باید میانگین وزنی حجمی با استفاده از حجم هسته به عنوان فاکتور وزنی باشد تا واریانس میانگین تخمین زده شده را کاهش دهد.

۸-۲-۲-۱ برای برنامه‌های نمونه‌برداری ساده و نمونه‌برداری شبکه‌ای سیستماتیک، در صورتی که داده‌ها با توزیع نرمال انطباق داشته باشند، از هیستوگرام و نمودارهای احتمالی نرمال داده‌های نمونه برای داوری می‌توان استفاده کرد. در غیر این صورت، چندین جایگزین وجود دارد. اول، مدل آماری کلاسیک هنوز برای فرایند تصمیم‌گیری معتبر است. دوم، تبدیل داده‌ها، توزیع نرمال داده‌ها را تقریب می‌زند. به عنوان مثال، تبدیل لگاریتمی داده‌هایی را که در اصل لگانرمال[1] هستند را نرمالیزه می‌کند. اگر داده‌ها لگانرمال باشند، باید مشخص شود که از میانگین حسابی یا از میانگین هندسی برای اهداف تصمیم‌گیری استفاده شود. سوم، می‌توان از یک مدل آماری جایگزین مبتنی بر روش‌های غیرپارامتری که از فرضیات ضعیف‌تری استفاده می‌کنند، برای آنالیز فرایند تصمیم‌گیری استفاده نمود. توصیه می‌شود با یک متخصص آمار مشورت شود.

۸-۲-۲-۲ برای برنامه نمونه‌برداری تصادفی لایه‌ای، آزمون نرمال بودن، ساده و آسان نیست. به طور کلی، به یک مدل ریاضی نیاز دارد تا ابتدا اثرات لایه‌ها را بیرون کشیده و سپس با استفاده از باقی‌مانده‌ها، آزمون نرمال‌سازی صورت گیرد. توصیه می‌شود با یک متخصص آمار مشورت شود.

۸-۲-۲-۳ در هر یک از این موارد، پیش از جمع‌آوری داده‌ها، عواقب بعدی میزان عدم قطعیت را می‌توان محاسبه کرد. تصمیم‌گیرندگان از این گزینه‌ها برای انتخاب بهترین راهبرد در به حداقل رساندن خطرات زیست‌محیطی استفاده می‌کنند.

1- Lognormal

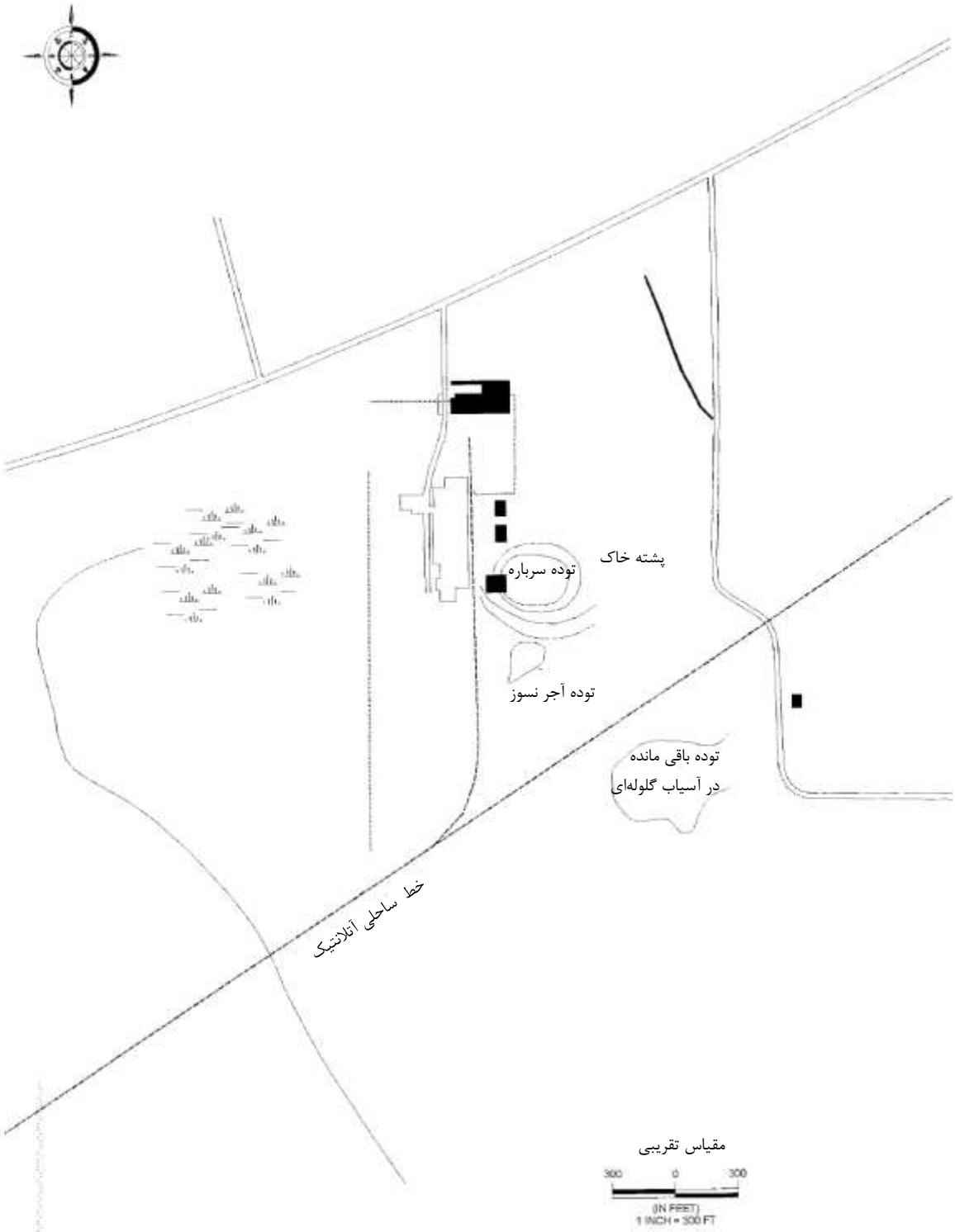
پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

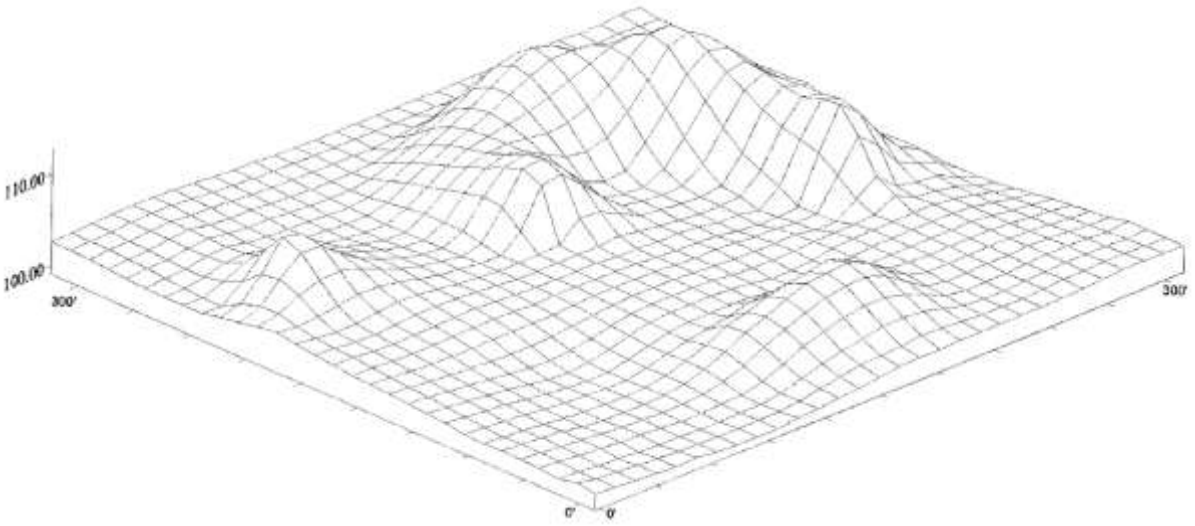
توده پسماند – یک بررسی موردی

الف-۱ زمینه، در یک بررسی موردی، توده پسماند در محل از ضایعات فلزی فرایند تولید آلیاژهای برنجی ایجاد شده است. فراورده‌های جانبی حاصل از این عملیات، سرباره می‌باشد که در کوره بازیافت تولید شده است. سرباره در یک آسیاب گلوله‌ای قبل از ورود مجدد به کوره بازیافت خرد می‌شود. مقدار زیادی از سرباره آسیاب شده در توده پسماندی که حدود یک هکتار را پوشش می‌دهد، دفع شده است. هیچ مدیریت فعالی نسبت به توده پسماند رخ نداده است. بر اساس سوابق و مصاحبه با کارکنان گمان نمی‌شود مواد بسیار ناهمگن (سرباره آسیاب نشده) در توده پسماند وجود داشته باشد.

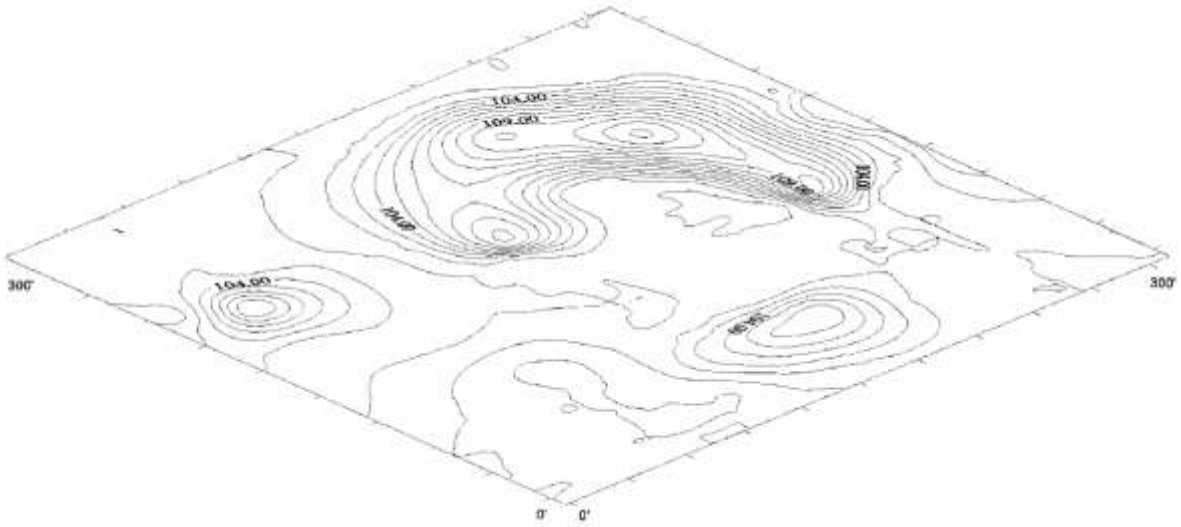
الف-۱-۱ بر اساس آگاهی از فرایند، سرب و کادمیوم اجزاء سازنده موردنظر می‌باشند و احتمال خطرناک بودن پسماند از ملاحظات زیست‌محیطی وجود دارد. همچنین احتمال مهاجرت خارج از محل آلاینده‌ها نیز یک ملاحظه ضروری بوده است و در توسعه طراحی مطالعه فاز ۱ مورد توجه قرار گرفته است. شکل الف-۱ نقشه محل و توده سرباره را نشان می‌دهد. شکل الف-۲ بهسازی رایانه‌ای توده سرباره و شکل الف-۳ نمای توپوگرافی توده را ارائه می‌دهد.



شکل الف-۱- نقشه محل



شکل الف-۲- بهسازی رایانه‌ای توده سرباره (نمای روبرو) با مقیاس ۲:۱:۱



شکل الف-۳- نمای توپوگرافی توده سرباره

الف-۲ فاز ۱

الف-۲-۱ هدف، نخستین هدف بررسی اولیه بر اساس غلظت سرب و کادمیوم در آزمون آبشویی، این است که آیا سرباره در توده پسماند به عنوان پسماند خطرناک طبقه‌بندی شده است یا خیر. هدف دوم، ارائه اطلاعات اولیه در مورد مهاجرت احتمالی و انتقال آلاینده‌ها از توده پسماند به خارج از محل می‌باشد. رویه نمونه‌برداری برای بررسی اولیه، استفاده از یک راهبرد نمونه‌برداری جهت‌دار است تا تخمین اولیه غلظت سرب در پسماند، تغییرپذیری غلظت‌های آلاینده در توده و پتانسیل آبشویی با استفاده از روش آبشویی مناسب را فراهم کند. چهار نمونه مرکب از چهارگوشه سطح توده پسماند (صفر تا پانزده) سانتی‌متر جمع‌آوری شده‌اند. نمونه‌های زیست محیطی زیر نیز جمع‌آوری شده‌اند:

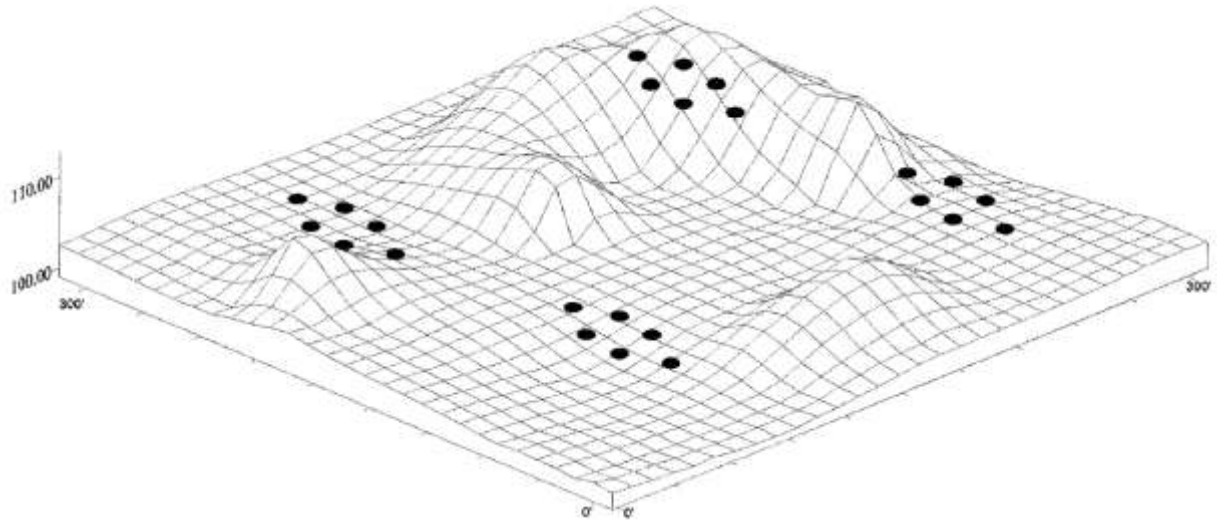
الف-۲-۱-۱ چند نمونه خاک در مجاورت توده پسماند؛

الف-۲-۱-۲ رسوب بالادست و پایین دست در رودی که در حاشیه محل قرار دارد؛

الف-۲-۱-۳ رسوب موجود در نهری که شامل روان‌آب[1] ناشی از توده است؛

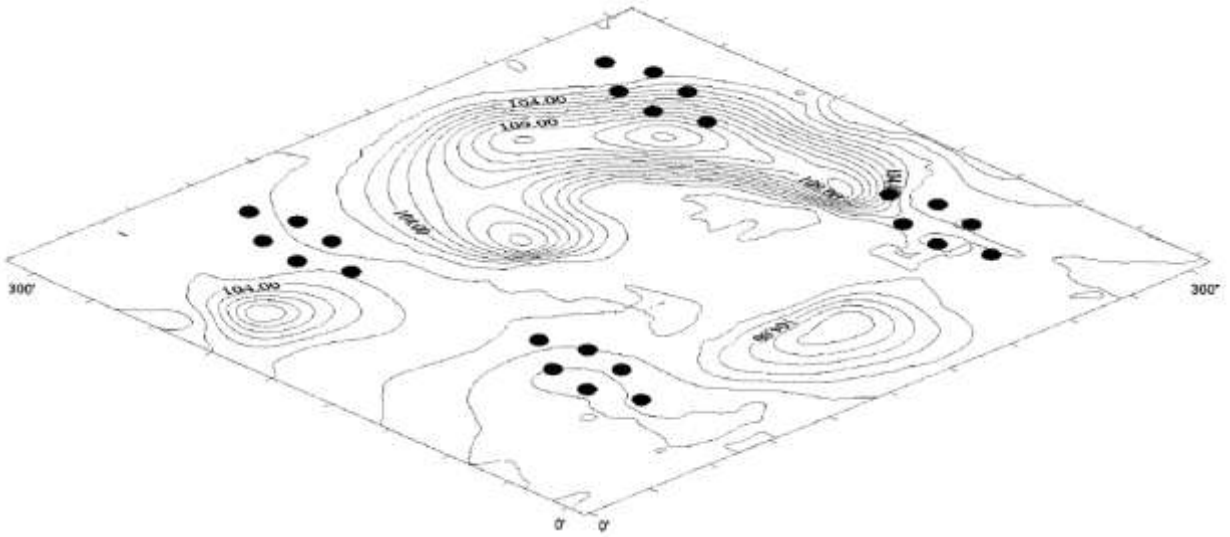
الف-۲-۱-۴ دو نمونه خاک زمینه.

الف-۲-۲ شکل الف-۴ محل‌های نمونه‌برداری فاز ۱ درون توده سرباره را نشان می‌دهد و شکل الف-۵ همان محل‌های نمونه‌برداری را روی نقشه توپوگرافی توده مشخص می‌کند.



1- Runoff

شکل الف-۴- نمای روبروی توده سرباره ارائه دهنده مکان‌های نمونه‌برداری با مقیاس ۲:۱:۱



شکل الف-۵- نمای توپوگرافی توده سرباره که نشان‌دهنده محل‌های نمونه‌برداری است

الف-۲-۳ نتایج، در نمونه‌های جمع‌آوری شده از توده پسماند، مقدار روی، مس، کادمیوم و سرب بالا است (در مقایسه با زمینه) و به نظر نمی‌رسد غلظت بین نمونه‌ها تفاوت قابل توجهی داشته باشد. از آنجایی که سرب و کادمیوم به عنوان اجزاء سازنده تنظیم شده‌اند، آزمون آبشویی انجام شده و نتایج سرب بیشتر از سطح قانونی مجاز و به مقدار ۵ mg/l می‌باشد. کادمیم زیر سطح قانونی مجاز و به مقدار ۱ mg/l می‌باشد. غلظت سرب و کادمیوم در خاک، ۲ تا ۳ برابر بالاتر از زمینه است و در نمونه رسوب پایین‌دست[1] و نهر زهکشی، مقدار سرب و کادمیوم بالا است.

الف-۲-۴ نتیجه‌گیری، توده پسماند حاوی سرباره‌ای است که به دلیل وجود سرب خطرناک است. تعیین مشخصات بیشتر در توده پسماند لازم است تا تغییرپذیری در توده را مشخص کند. حضور سرب و کادمیوم در خاک‌ها و رسوب پایین دست محل تایید شده است و توصیه می‌شود بررسی بیشتری جهت تعیین میزان انتقال آلودگی صورت گیرد.

الف-۳ فاز ۲

1- Downstream sediment

الف-۳-۱ هدف، هدف تعیین مشخصات بیشتر توده پسماند با استفاده از یک طرح نمونه‌برداری شبکه‌ای سیستماتیک می‌باشد. این طرح تغییرپذیری افقی و عمودی را در غلظت‌های سرب و کادمیوم معین می‌کند. بررسی فاز ۱، تخمین مناسبی از تغییرپذیری پیش‌بینی شده در توده پسماند را ارائه می‌دهد. تعداد نمونه‌های مورد نیاز برای تعیین مشخصات توده پسماند بر اساس میانگین غلظت، تغییرپذیری پیش‌بینی شده، سطح قانونی موردنظر و فاصله اطمینان مشخص شده، محاسبه شده است. سپس اندازه شبکه به منظور تطبیق تصویرسازی بر روی تعداد نمونه‌های موردنیاز تنظیم شده است. نمونه‌های مرکب در هر سلول شبکه بر اساس یک نقطه مرکزی و هشت نقطه در کمپاس (فواصل $^{\circ}$ ۴۵) با مسافت مساوی از نقطه مرکزی جمع‌آوری شده است. ٪ ۱۰ شبکه‌ها برای جمع‌آوری نمونه عمودی و سطحی (۰ cm تا ۱۵ cm) تخصیص داده شده‌اند. علاوه بر این، ٪ ۱۰ از شبکه‌ها به طور تصادفی برای نمونه‌برداری دوتایی (با استفاده از یک الگوی تقسیم‌بندی متفاوت) جهت بررسی تخمین اولیه تغییرپذیری تخصیص داده شده‌اند. نمونه‌برداری زیست‌محیطی تکمیلی انجام شده است، اما در دامنه کاربرد این استاندارد نمی‌باشد.

الف-۳-۲ نتایج، بررسی اولیه فاز ۱ نشان می‌دهد که سرب همواره بالاتر از سطح قانونی مجاز می‌باشد. کادمیوم نیز همواره کمتر از سطح قانونی مجاز است.

الف-۳-۳ نتیجه‌گیری، میزان سرب توده پسماند مشخص شده و مطابق با مقررات مربوطه در طبقه خطرناک قرار می‌گیرد. هیچ‌گونه تغییرپذیری قابل توجهی نسبت به عمق وجود نداشته است، اما بر اساس نتایج (اسکن) غلظت سرب، چندین شیب در میان شبکه مشاهده شده است.

الف-۴ فاز ۳

الف ۴-۱ هدف، هدف تعیین حجم توده پسماند می‌باشد تا هزینه دفع پسماند و مبلغ کل مجازات مدنی که مالک توده باید پرداخت کند، تخمین زده شود. توده پسماند با استفاده از فنون بررسی استاندارد مورد بررسی قرار گرفته است.

الف-۴-۲ نتایج، از نتایج به همراه اصول هندسی برای محاسبه حجم استفاده شده است. همچنین، یک برنامه رایانه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است که خطوط را بر اساس اطلاعات نقشه‌برداری ایجاد می‌کند. برنامه رایانه‌ای به عنوان کنترل روش دستی مورد استفاده قرار گرفته است که نتیجه حجم حاصل از آن ٪ ۱۰ بالاتر از نتیجه حاصل از برنامه رایانه‌ای می‌باشد.

الف-۴-۳ نتیجه‌گیری، برای اهداف محاسبه مجازات، برآورد کوچکتر مورد استفاده قرار گرفته است، اما هزینه‌های واقعی بهسازی و تصفیه بیشتر تخمین زده شده است.

کتاب‌نامه

[1] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 1986. Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods; SW-846, 3rd Edition (and various updates). Current edition and updates available for free online at http://www .epa.gov /epawaste /hazard /testmethods/ sw846/online/index.htm.

[2] Gilbert, Gilbert, R. O., "Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring," Van Nostrand Reinhold Co., 1987.

[3] Ford, P. J., and Turina, P. J., Characterization of Hazardous Waste Sites—A Methods Manual, Vol 1: Site Investigations, EPA 600/4-84/075, (NTIS PB85-215960), 1985.,

[4] U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Compendium of ERT Waste Sampling Procedures, Section 5.0 Waste Pile Sampling, SOP No. 2017, EPA 540/P-91/008, OSWER Directive 9360.4-07, January 1991 (Available online at http://www.epa.gov/nscep/index.html).,

[5] Pitard, F., Pierre Gy's Sampling Theory and Sampling Practice, Vol ۱: Heterogeneity and Sampling, Chemical and Rubber Company (CRC) Press, 1989.

[6] U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Characterizing Heterogeneous Wastes: Methods and Recommendations, EPA 600/R-92/ 033 ,(NTIS PB92-216894) February 1992 (Available online at http//: www.epa.gov/nscep/index.html). [Also published as hardback Smoley Edition: Rupp and Joens (1993).]

[7] Keith, L., Principles of Environmental Sampling, Ed. American Chemical Society, 1988.

[8] U.S. Environmental Protection Agency (EPA)-Office of Resource Conservation and Recovery. Statistical Analysis of Ground Water Monitoring Data at RCRA Facilities: Unified Guidance, EPA 530/R-09-007 ,March 2009. Available at http://www.epa.gov /osw /hazard/

[9] McCoy and Associates, Inc., "Soil Sampling and Analysis—Practices and Pitfalls," Hazardous Waste Consultant, Vol 10, No. 6, Lakewood, CO, 1992

[10] U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Survey of Materials-Handling Technologies Used at Hazardous Waste Sites, EPA 540/2- 91/010 ,June 1991. 225 pp. (Available online at http://www.epa.gov/nscep/index.html)