سیستم مدیریت ایزو
www.isomanagement.ir

تماس تلفنی جهت دریافت مشاوره:

۱. مشاور دفتر تهران (آقای محسن ممیز)

۰۹۱۲ ۹۶۳ ۹۳۳۶

۲. مشاور دفتر اصفهان (سرکار خانم لیلا ممیز)

۰۹۱۳ ۳۲۲ ۸۲۵۹

مجموعه **سیستم مدیریت ایزو** با هدف بهبود مستمرعملکرد خود و افزایش رضایت مشتریان سعی بر آن داشته، کلیه استانداردهای ملی و بین المللی را در فضای مجازی نشر داده و اطلاع رسانی کند، که تمام مردم ایران از حقوق اولیه شهروندی خود آگاهی لازم را کسب نمایند و از طرف دیگر کلیه مراکز و کارخانه جات بتوانند به راحتی به استانداردهای مورد نیاز دسترسی داشته باشند.

این موسسه اعلام می دارد در کلیه گرایشهای سیستم های بین المللی ISO پیشگام بوده و کلیه مشاوره های ایزو به صورت رایگان و صدور گواهینامه ها تحت اعتبارات بین المللی سازمان جهانی IAF و تامین صلاحیت ایران می باشد.

هم اکنون سیستم خود را با معیارهای جهانی سازگارکنید...

ISO 9001 14001 18001

CE

GMP GAP 22716

IMS HSE-MS

45001

22000 HACCP

INSO
10954
1st Revision
2019

Identical with
ISO 19258: 2018

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

استاندارد ملی ایران
۱۰۹۵۴
تجدید نظر اول
۱۳۹۷

کیفیت خاک- تعیین مقادیر زمینه- راهنما

Soil quality- Determination of background values- Guidance

ICS: 13.080.99

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 زیرزیربند 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، به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به‌عنوان 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 به‌عنوان 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 صدور گواهی 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

«کیفیت خاک- تعیین مقادیر زمینه- راهنما»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
جعفرزاده، نعمت اله (دکتری مهندسی بهداشت محیط)	هیأت علمی دانشگاه جندی شاپور اهواز
دبیر:	
قمی، متینه (دکتری شیمی تجزیه)	شرکت زرگستر روبینا
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
بهادری‌زاده، امید (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	اداره محیط زیست استان خوزستان
پورکیهان، سارا (دکتری علوم خاک)	مرکز تحقیقات و توسعه کشت و صنعت نیشکر و صنایع جانبی
راشد، سیامک (دکتری زراعت)	سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان
رستمی، صغری (کارشناسی ارشد محیط زیست)	اداره کل محیط زیست استان خوزستان
صفیرزاده، سعید (دکتری مهندسی علوم آب)	شرکت کشت و صنعت حکیم فارابی
عظیمی، مسعود (کارشناسی متالورژی)	اداره کل استاندارد استان خوزستان
عرب یباراتی، سارا (کارشناسی ارشد گیاه پزشکی)	سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

گیلاسی، فهیمه
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

شرکت زرگستر روبینا

ویراستار:

سمت و/یا محل اشتغال:

خوشنام، فرزانه
(دکتری شیمی تجزیه)

اداره کل استاندارد استان خوزستان

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ح
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۱
۴ کلیات ۴
۵ روش‌های اجرایی ۵
۵-۱ کلیات ۵
۵-۲ اهداف و رویکردهای فنی ۶
۵-۳ ارزش‌یابی اطلاعات موجود ۱۰
۵-۴ جمع‌آوری داده‌های جدید ۱۳
۵-۵ پردازش و ارائه داده‌ها ۲۰
۶ بررسی داده‌ها/کنترل کیفیت ۲۴
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) آزمون‌های نقاط پرت ۲۶
پیوست ب (آگاهی‌دهنده) مثال‌هایی از مواد اصلی و پارامترها ۳۰
کتاب‌نامه ۳۲

پیش‌گفتار

استاندارد «کیفیت خاک- تعیین مقادیر زمینه- راهنما» که نخستین‌بار در سال ۱۳۸۷ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی به‌روش اشاره شده در مورد پ، بند ۷، استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در دویست چهل و هشتمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۹۷/۱۲/۲۲ 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 زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۰۹۵۴: سال ۱۳۸۷ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 19258: 2018, Soil quality - the determination of background values- Guidance

کیفیت خاک- تعیین مقادیر زمینه- راهنما

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه راهنمایی‌هایی برای اصول و روش‌های اصلی در خصوص تعیین مقادیر زمینه برای مواد آلی و معدنی موجود در خاک در مقیاس محلی/منطقه‌ای می‌باشد. این استاندارد برای مقیاس محل درنظر گرفته نشده است.

این استاندارد برای موارد زیر کاربرد دارد:

– ارائه راهنمایی‌هایی برای راهبردهای نمونه‌برداری و پردازش داده‌ها؛

– روش‌هایی برای شناسایی نمونه‌برداری و آنالیز نمونه‌ها.

این استاندارد برای تعیین مقادیر زمینه آب‌های زیر زمینی و رسوب‌ها کاربرد ندارد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به‌صورت 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 ISO 11074, Soil quality — Vocabulary

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ذکر شده در استاندارد ISO 11074، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کارمی رود[۱]:

۳-۱

غلظت زمینه

background concentration

۱- اصطلاحات و تعاریف به کار رفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های www.iso.org/obp و www.electropedia.org/ قابل دسترس است.

غلظت یک عنصر یا یک ماده مشخصه از یک نوع خاک در یک ناحیه یا منطقه که هر دو از منابع طبیعی و منابع ناشی از انسان‌زاد مانند رسوب جوی نشات گرفته‌اند.

[منبع: برگرفته از زیربند 3.5.1 استاندارد ISO 11074: 2015، تغییرات: در تعریف «یک عنصر یا» قبل از «یک ماده» آورده شده است و واژه « انسان‌زاد» جایگزین غیرطبیعی شده است. یادآوری حذف شده است.]

۲-۳

مقدار زمینه

background content

مشخصات آماری (به زیربند ۳-۸ مراجعه شود) از کل (زمین خاک شیمی طبیعی و انسان‌زاد) مقدار کل یک ماده در خاک می‌باشد.

یادآوری- معمولا به‌صورت میانگین، نوعی، میانه، حالت، گستره مقادیر و یا یک مقدار زمینه بیان می‌شود.

[منبع: برگرفته از زیربند 3.5.2 استاندارد ISO 11074: 2015، تغییرات: یادآوری 1 از زیربند 3.5.1 استاندارد ISO 11075: 2014 اضافه شده است.]

۳-۳

ورودی منبع انتشار

diffuse source input

ورودی یک ماده نشر شده از منابع متحرک، منابعی با گستردگی وسیع یا تعداد زیادی منبع می‌باشد.

یادآوری ۱- در عمل، دو موقعیت به‌طور معمول شناخته شده است: مناطق روستایی با ورودی منبع انتشار که معمولا از پخش زمینی، رسوب هوایی ناشی می‌شود و مناطق شهری که در آن ورودی‌های منبع انتشارشان معمولا از فعالیت‌های ترافیکی و صنعتی ناشی می‌شوند.

یادآوری ۲- ورود منابع انتشار، معمولا منجر به آلودگی نسبتا یکنواخت مناطق می‌گردد. در بعضی نواحی، وضعیت ورودی نیز به شکلی است که موجب به‌وجود آمدن ورودی محل‌هایی با غلظت‌های بالاتر آلاینده می‌شود برای مثال نزدیک منبع یا جایی که رسوبات جوی یا باران، افزایش یافته است. دو نوع اصلی ورودی منبع انتشار می‌تواند مورد توجه قرار گیرد: یکی در مناطق روستایی (مانند رسوبات جوی، انتشار) و یکی در مناطق شهری (مانند ترافیک، صنایع).

[منبع: برگرفته از زیربند 3.3.9 استاندارد ISO 11074: 2015، تغییرات: یادآوری ۱ با متن جدید جایگزین شده است و جمله آخر در یادآوری ۲ اضافه شده است.]

۴-۳

غلظت زمین خاک شیمی

pedo-geochemical concentration

غلظت یک ماده در خاک ناشی از فرآیندهای زمین شناختی و خاک شناختی طبیعی، به استثنای هر گونه افزودن هر ماده با انسان‌زاد می‌باشد.

یادآوری- تعیین دقیق غلظت زمین خاک شیمی مواد خاص در خاک به دلیل انتشار آلودگی با منشا انسانی، به سختی امکان‌پذیر است.

۵-۳

مقدار زمینه زمین خاک شیمی

pedo-geochemical background value

مشخصه آماری (به زیربند ۳-۸ مراجعه شود) غلظت زمین خاک شیمی است.

یادآوری- هر گونه تخمین مقدار زمینه زمین خاک شیمی، دارای مقدار خطاهای مشخصی می‌باشد که عدم قطعیت ناشی از تعیین غلظت زمین خاک شیمی را نشان می‌دهد.

۶-۳

غلظت انسان‌زاد

anthropogenic concentration

غلظت یک ماده در خاک که از انسان‌زاد ناشی می‌گردد.

۷-۳

مقدار زمینه انسان‌زاد

anthropogenic background value

مشخصه آماری (به زیربند ۳-۸ مراجعه شود) مربوط به غلظت زمینه آنتروپوژنیک (به زیربند ۳-۱ مراجعه شود) یک ماده در خاک‌ها می‌باشد.

۸-۳

مشخصه آماری

statistical characteristic

مقدار عددی محاسبه شده یک متغیر (به زیربند ۳-۱۰مراجعه شود) از یک پارامتر انتخاب شده از جمعیت می‌باشد.

مثال:

میانگین، میانه، خطای استاندارد، انحراف استاندارد یا درصد توزیع فراوانی منظم.

[منبع: برگرفته از زیربند 3.5.11 استاندارد ISO 11074: 2015، تغییرات: «انتخاب شده» جایگزین «انتخابی» و «خطای استاندارد» به مثال اضافه شده است.]

۹-۳

ناحیه مطالعه

study area

تعریف مشخصات سه بعدی منطقه که از آن نمونه‌ها باید به‌دست آمده باشند و بنابراین، برای آن مقادیر زمینه (به زیربند ۳-۲ مراجعه شود) باید تعیین می‌شود.

[منبع: زیربند 29.2.5 استاندارد ISO 11074: 2015]

۱۰-۳

تغییرات

variate

مجموعه مقادیر مشاهده شده یک متغیر است.

مثال:

مجموعه‌هایی از تعداد غلظت‌های یک ماده در خاک یا تعداد زیادی نمونه خاک منفرد.

۴ کلیات

شواهد تاریخی خاک شامل پیامدهای ناشی از حوادث طبیعی یا فعالیت‌های انسانی ایجاد شده، در آن حفظ می‌شود. اثرات شیمیایی مرتبط با فعالیت‌های بشری، می‌تواند در خاک‌های سراسر جهان، حتی در نواحی دور از هر گونه منبع آلودگی شناسایی شوند. به همین دلیل، مقادیر زمینه مواد معدنی و آلی در خاک از یک جزء زمین خاک شیمی و یک جزء انسانی تشکیل شده است. نسبت این اجزا به مقدار زیادی متغیر بوده و بستگی به نوع مواد، نوع خاک و کاربری زمین و نیز نوع و شدت اثرات فرایندهای بیرونی دارد.

درخصوص بسیاری از مواد معدنی، غلظت زمینه تابعی از غلظت زمین-خاک-شیمی و درنتیجه ترکیب کانی‌شناسی مواد مادری خاک‌ها می‌باشد. فرایندهای پیدایش خاک، ممکن است نهایتا منجر به توزیع مجدد (غنی یا فقیر شدن) و در نتیجه تشکیل افقی مشخص و متمایز از مواد موجود در نیم رخ خاک گردد. مواد آلی پایدار در خاک اغلب از منابع غیر طبیعی نشأت گرفته، بنابراین، غلظت زمینه خاک‌ها به وسیله نوع و انتشار میزان آلودگی‌های از منابع غیر خاکی تعیین می‌شود.

عملا، تشخیص کامل بین اجزای زمین خاک شیمی و انسانی در غلظت زمینه خاک‌ها اغلب مشکل است. بدون شک شناخت کاملی از غلظت زمینه و همچنین اجزای طبیعی مواد مورد نظر، هم برای ارزیابی وضعیت کنونی خاک از لحاظ جنبه‌های زیست محیطی یا کاربری اراضی یا صرفا برای مقاصد علمی خاک‌شناسی یا

ژئوشیمیایی ضروری است. به این منظور توصیه می‌شود غلظت زمینه به‌صورت تعاریف مشخصات آماری هردو جزء زمین خاک شیمی و انسان‌زاد تعیین شود.

تنوع اهداف مختلف می‌تواند برای تعیین مقادیر زمینه مواد معدنی و/یا آلی در خاک‌ها شناسایی شود. این اهداف به خودی خود اطلاعات ناقصی برای تعریف برنامه فنی که مقادیر زمینه مورد نظر را تولید می‌کند، ارائه می‌دهند. بنابراین تعدادی از رویکردهای فنی بهتر است تعریف گردیده که با هم اساس رویکرد فنی را شکل دهند.

این راهنما، جنبه‌های مهم راهبرد و خط مشی نمونه‌برداری، حداقل ملزومات با توجه به مراحل و روش‌های ضروری پیش آماده‌سازی نمونه‌ها، روش‌های تجزیه‌ای و روش‌های ارزیابی آماری برای تعیین و مقایسه مقادیر زمینه را مورد بررسی قرار می‌دهد.

این استاندارد موارد زیر را مشخص می‌کند:

– الزامات ضروری راهبردهای نمونه‌برداری و روش‌های اجرایی؛

– حداقل الزامات درنظر گرفته شده برای مراحل ضروری و راه‌های پیش‌آماده‌سازی نمونه؛

– روش‌های تجزیه‌ای؛

– روش‌کارهای ارزیابی آماری برای تعیین مقادیر زمینه قابل مقایسه و دقیق.

این استاندارد برای موارد زیر ارائه گردیده است:

– ارزشیابی داده‌های موجود از منابع داده‌ای مختلف.

– راه‌اندازی برنامه‌های تحقیقاتی با هدف گرداوری مقادیر زمینه برای تعریف تصویر سه بعدی با وضوح مشخص از خاک.

این موقعیت‌ها، دو موقعیت آغاز کرانه‌ای را برای پردازش مقادیر زمینه جمع آوری شده ارائه می‌کنند. عملا، زمانی‌که نیاز به جمع‌آوری اطلاعات اضافی باشد، ممکن است حالت حد واسط سومی نیز مورد بحث قرار گیرد چراکه اطلاعات موجود، از لحاظ کمی و کیفی کافی نیستند.

۵ روش‌های اجرایی

۵-۱ کلیات

روش‌های اجرائی برای تعیین مقادیر زمینه شامل جنبه‌هایی از نمونه‌برداری (خط مشی و راهبرد)، آنالیز خاک (پیش آماده‌سازی، عصاره‌گیری و اندازه‌گیری) پردازش داده‌ها و ارائه گزارش می‌باشد. به‌طور کلی دو موقعیت آغاز را می‌توان تعیین کرد:

الف- ارزش‌یابی اطلاعات موجود عمدتا از منابع اطلاعاتی مختلف؛

ب- جمع‌آوری داده‌های جدید بر اساس یک راهبرد تحقیقاتی مناسب.

۵-۲ اهداف و رویکردهای فنی

۵-۲-۱ کلیات

پیش از آغاز هر مطالعه‌ای روی مقادیر زمینه در خاک‌ها، به‌طور قطع تعیین هدف مطالعه و رویکرد فنی مربوطه از اهمیت زیادی برخوردار است.

در اصطلاح کلی، هدف، تعریف این است که «چرا» مقادیر زمینه باید اندازه‌گیری شوند. رویکردهای فنی جنبه‌هایی مانند کجا، چه چیز، چطور و چه وقت را ذکر می نماید. همچنین رویکردهای فنی، برنامه فنی را تعیین می‌کنند که نهایتا منجر به تعیین مقادیر زمینه می‌گردند.

بهتر است ذکر شود که یک رویکرد فنی مناسب برای یک هدف، اغلب برای دیگر اهداف، مناسب نخواهد بود.

اهداف مورد نیاز برای تعیین مقادیر زمینه می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

- مشخص کردن غلظت‌های فعلی مواد در خاک‌ها برای مثال مقادیر موجودخاک در آئین‌نامه‌های مربوط به خاک؛
- ارزش‌یابی میزان آلودگی ناشی از فعالیت‌های بشری؛
- استنتاج مقادیر مرجع برای حفاظت خاک؛
- تعیین مقادیر خاک برای استفاده مجدد از مواد خاک و ضایعات؛
- محاسبه سطوح بحرانی و بارهای بحرانی اضافی قابل تحمل؛
- شناسایی نواحی یا مناطق با سطوح غیرمتعارف افزایش یافته از مقادیر ماده شیمیایی به دلایل زمین‌شناسی یا اثرات انسانی و غیره.

جهت براورد اهداف، رویکردهای فنی می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- تعریف مواد و پارامترها، برای مثال مقادیر زمینه مورد تخمین ممکن است غلظت کل فلز یا غلظت زیست دسترس پذیر فلزی باشد (به زیربند ۵ -۲-۲ مراجعه کنید)؛
- تعریف ناحیه مطالعه، به‌عنوان مثال تعریف (سه بعدی) ناحیه‌ای که نمونه از آن به‌دست می‌آید از جمله شرح مفصلی از آنچه که به‌عنوان ناحیه مطالعه مورد توجه قرار می‌گیرد و آنچه که نیست (به زیربند ۵-۲-۳ مراجعه شود)؛
- توصیف دوره زمانی مورد نظر، به‌عنوان مثال آیا غلظت قدیمی یا فعلی برای هدف متناسب است (به زیربند ۵-۲-۴ مراجعه شود)؛

– تعریف اندازه و بعد ناحیه مورد نمونه‌برداری در محل نمونه‌برداری (به زیربند ۵-۲-۵ مراجعه شود)؛

– تعریف پیش آماده‌سازی نمونه (به زیربند ۵-۴-۲-۲ مراجعه شود) و جزء خاک مورد آنالیز.

۵-۲-۲ مواد و پارامترها

۵-۲-۲-۱ پارامترهای اساسی

مقادیر زمینه می‌تواند برای همه انواع مواد آلی و معدنی و همچنین مشخصات خاک تعیین شود. در عمل، به دلیل پتانسیل مواد پایدارتر و بی‌تحرک‌تر، برای جذب شدن و انباشتگی در خاک، در مرحله نخست مورد توجه قرار گرفته‌اند. موادی که غلظت آن‌ها می‌تواند توسط تحرک مجدد و تخریب زیستی طبیعی تحت تاثیر قرار گیرد، از اهمیت کمتری برخوردار هستند.

توصیه می‌شود علاوه‌بر مواد مورد نظر، پارامترهای اساسی خاک و مشخصات منطقه (به زیربند ۵-۴-۱-۳ مراجعه کنید) برای کمک به تفسیر غلظت‌های مواد، فراهم شوند. تعدادی از این پارامترهای اساسی بر فرایندهای خاک اثر گذاشته و در نتیجه غلظت‌های مواد آلی و معدنی را تحت تاثیر قرار می دهند. این پارامترها در جدول ب-۱ فهرست شده است که بهتر است مطابق استانداردهای ارائه شده، آنالیز شوند.

۵-۲-۲-۲ ترکیبات پایدار

۵-۲-۲-۲-۱ مواد معدنی

در گروه مواد معدنی، عناصر ناچیز (مانند فلزات و ریزمغذی‌ها) اغلب آنالیز گردیده‌اند (به جدول ب-۲ مراجعه شود). چنانچه بررسی زمینه زمین شیمیایی شهری مدنظر است، توصیه می‌شود تمام بسته‌های فهرست شده در جدول ب-۲ آنالیز شوند. بسیاری از این عناصر در نتیجه فعالیت‌های انسانی در مقادیر بالا یافت شده‌اند، اما برخی از مواد معدنی می‌توانند به‌طور طبیعی با مقدار بالا وجود داشته باشند.

با توجه به روش‌های آنالیزی، بهتر است بین روش‌های مختلف استخراج/آماده‌سازی تفاوت گذاشته شود (به جدول ب-۲ مراجعه شود)، زیرا روش‌های بسیار کمی غلظت کلی را که می‌تواند مورد نیاز باشد مانند تعیین غلظت کل هنگام محاسبه محلول‌های ذخیره، تعیین می‌کنند. مثلا اگر تعیین مسیر حرکت مواد مورد آزمون قرار گیرند، علاوه‌بر غلظت‌های کل، جزءهای متحرک مناسب‌تر از نظر (اکو-) سم‌شناسی (به جدول ب-۲ مراجعه شود) از توجه بیشتری برخوردار هستند. بهتر است آنالیز پارامترهای جدول ب-۲ مطابق استانداردهای ارائه شده در جدول ب-۲ انجام شود.

۵-۲-۲-۲-۲ مواد آلی

بررسی مواد آلی معمولا به ترکیبات پایدار اشاره دارد. آلاینده‌های آلی پایدار فهرست شده در جدول ب-۳ برخی از شایع‌ترین‌ها هستند اما فهرست کامل نیستند. بهتر است آنالیز مطابق استانداردهای فهرست شده

در جدول ب-۳ انجام شود. فهرست بهتر است با توجه به اهداف تعیین مقادیر زمینه به‌روزرسانی شود. توصیه نمی‌شود که مواد ناپایدار، نمونه‌برداری و آنالیز شوند زیرا آن‌ها به دلیل رفتارشان (مانند تبخیر، تخریب بالا) توسط آزمایشگاه تشخیص داده نمی‌شوند. این نوع مواد معمولا برای تشخیص منابع آلودگی آنالیز می‌شوند.

روش‌های مختلف برای آنالیز مواد آلی استفاده می‌شوند. هدف از این روش‌ها معمولا استخراج بیش‌ترین مقدار احتمالی مواد آلی از خاک‌ها می‌باشد. تشخیص این‌که ترکیبات آلی بتوانند از مواد طبیعی آلی (مانند مواد آلی، گیاه پوسیده، زغال‌سنگ و زغال پیت) استخراج شوند و بنابراین آنالیزهای غیراختصاصی ویژه آن‌ها بتوانند نتایج گمراه کننده‌ای ارائه دهند، حائز اهمیت است.

هنگام جمع‌آوری داده‌های جدید برای تعیین مقادیر زمینه، توصیه می‌شود برنامه تحقیقاتی با توجه به سوالات تکمیلی که می‌تواند در آینده ایجاد شود، طراحی شود. در اغلب موارد، انجام نمونه‌برداری در مکان‌های جدید بسیار گران‌تر از آنالیز مواد دیگر در مکان اول است. برای این منظور، ذخیره‌سازی مناسب نمونه‌های خاک برای آنالیزهای بعدی مواد آلی یا معدنی از اهمیت حیاتی برخوردار است. علاوه‌بر مواد مورد نظر (به جدول ب-۲ و جدول ب-۳ مراجعه شود) و پارامترهای دیگر خاک (به جدول ب-۱ مراجعه شود)، ضروری است که توصیف جامعی از محل (به زیربند ۵-۴-۱-۳ مراجعه شود) برای اهداف تفسیر ارائه شود. مستند سازی تمام اقدامات انجام شده از بیشترین اهمیت برخوردار است اگر داده‌های اندازه‌گیری شده برای ارزیابی‌های دیگر در تحقیقات آینده مورد استفاده قرار گیرند.

یادآوری- راهنمایی در مورد ذخیره سازی نمونه‌های خاک در استاندارد ISO 18512 ارائه شده است.

۵-۲-۲-۳ ترکیبات ناپایدار

در برخی موارد، ایجاد مقادیر زمینه برای مواد ناپایدار می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. بهتر است مراقبت‌های ویژه در زمانی که مواد آلی تجزیه‌پذیر، فرار یا گونه‌های معدنی قابل تبدیل، موضوع مطالعه هستند، به عمل آید. توضیحات مفصل و اسنادسازی دقیق نمونه‌برداری و آنالیز از اهمیت خاصی در چنین مواردی برخوردار است.

ذخیره‌سازی یا بایگانی نمونه‌ها به دلیل رفتار چنین گونه‌های آلی و معدنی توصیه نمی‌شود.

۵-۲-۳ ناحیه مطالعه

تعریف ناحیه مطالعه (به زیربند ۵-۲-۳ مراجعه شود) می‌تواند بر اساس دو اصل متفاوت زیر باشد:

- تعریف مشخصات سه بعدی (x، y و z)، به طور کامل تعریف خطوط ناحیه مطالعاتی است که توسط مختصاتی که در آن، ناحیه مطالعه است، مشخص می‌شود. جدا از تعریف در یک صفحه افقی، بهتر است افق خاک موردنظر که باید مورد مطالعه قرار گیرد نیز مشخص گردد.

– تعریف گونه‌شناسی ناحیه مورد مطالعه بر اساس یک یا چند مشخصه، برای مثال نوع خاک (مثلا افق A از یک نوع خاک مشخص)، کاربری زمین (همچنین در نظر گرفتن اثرات بالقوه بر مقادیر زمینه)، ارتفاع از سطح دریا.

البته، ترکیب تعریف سه‌بعدی و گونه‌شناسی ناحیه مطالعه نیز امکان‌پذیر می‌باشد.

مثال ترکیب تعاریف سه‌بعدی و گونه‌شناسی ناحیه مطالعه می‌تواند به شرح زیر باشد:

– یک علفزار در یک بخش یا استان؛

– افق A در یک ناحیه که توسط محورهای مختصات x و y تعریف شده باشد.

بهتر است تعریف ناحیه مطالعه، کامل و همراه با جزییاتی باشد تا تفسیر غلطی از آنچه که جزء منطقه مورد مطالعه می‌باشد (یا نمی‌باشد)، نتواند صورت گیرد. برای یک تعریف بدون ابهام از ناحیه مطالعه، تمام نقاط واقعی و منابع غیر نقطه‌ای، بهتر است مشخص شوند.

از آنجا که هدف کلی تعیین مقادیر زمینه می‌باشد، یک حاشیه امن در اطراف آن (از نوع) منبع، می‌تواند تعریف شده که به موجب آن، قسمت‌های عمومی‌تر ناحیه مطالعه مشخص شده جدا شوند. همچنین اطلاعات بهتر است به صورت مناطق ویژه باشند که در آن داده‌ها به‌صورت جداگانه از سایر ناحیه مطالعاتی، در نظر گرفته شوند.

نمونه‌های مورد استفاده برای تعیین مقادیر زمینه بهتر است از منابع آلوده محلی بالقوه نزدیک (مانند جاده‌ها، مناطق صنعتی) برداشته نشوند.

همان گونه که شرح داده شد، تعریف ناحیه مطالعه مستقل از این است که آیا نمونه‌های خاک در حال برداشت بوده یا این‌که آیا نمونه‌های خاک موجود (یا نتایج آن) مورد استفاده قرار می‌گیرند یا خیر. در حالت اخیر، تعریف مفصل ناحیه مطالعه مشخص می‌کند که کدام نمونه یا نتایج باید مورد پذیرش بوده یا کنار گذاشته شوند.

۵-۲-۴ دوره زمانی

مقادیر زمینه تحت تاثیر فرآیندهای طبیعی (برای مثال خاک‌زایی، چرخه‌های زیست زمین شیمیایی) و همچنین ورود منبع انتشار انسان‌زاد قرار می‌گیرند. دو مقیاس زمانی متفاوت می‌تواند تشخیص داده شود.

– محدوده زمانی که در آن مقدار زمینه می‌تواند به‌صورت معنی داری به دلیل فرآیندهای طبیعی تغییر کند.

– محدوده زمانی که در آن مقدار زمینه به احتمال زیاد تنها به دلیل اثرات انسانی تغییر می‌کند (به استثنای پدیده‌های طبیعی با مقیاس وسیع).

به‌طور کلی دوره دوم کوتاه‌تر از دوره اول می‌باشد.

یک دوره تاریخی ویژه می‌تواند هنگام اندازه‌گیری مقادیر زمینه مورد نظر باشد. زمانی‌که یک لایه خاک در طی همان دوره تشکیل شده باشد، تعیین مقادیر زمینه برای آن دوره زمانی معین به راستی امکان‌پذیر خواهد بود.

زمانی‌که مقادیر زمینه باید به منظور تشخیص وقوع تغییرات، پس از یک دوره زمانی مجددا تعیین شوند، بهتر است دوره زمانی بین اندازه‌گیری‌ها براساس موارد زیر تعیین شود (به استاندارد ISO 16133 مراجعه شود):

– غنی شدگی مورد انتظار مواد در خاک‌ها (تجمع مواد برای مثال به دلیل ورود منبع انتشار).

– هدررفت مورد انتظار مواد از خاک‌ها (برای مثال به دلیل آب‌شویی، تخریب زیستی، جذب به وسیله گیاه).

– تغییرات غلظت که می‌تواند به‌صورت آماری و تجزیه‌ای تعیین شود.

۵-۲-۵ مقیاس نمونه‌برداری

بر اساس تعریف، تغییرات در غلظت‌ها، خصوصیتی وابسته به مقیاس است. بسته به حجمی که نتیجه تجزیه آزمایشگاهی به‌عنوان نماینده آن در نظر گرفته می‌شود، تغییر در غلظت‌های مشاهده شده می‌تواند متفاوت باشد. بنابراین، مقیاس، جنبه فنی مهمی بوده که بر اساس آن تصمیم‌گیری در مورد آن پیش از جمع‌آوری داده‌ها، باید انجام گیرد.

مطالعه، همیشه شامل یک لایه معین از عمق خاک می‌باشد. اگر چه در صفحه افقی، ابعاد بسیار بزرگ‌تر از صفحه عمودی هستند، از این رو مقیاس در نقشه‌های خاک، اغلب به صورت دو بعدی تعریف می‌شوند.

تغییر غلظت طبیعی زمین خاک شیمی و غلظت زمینه، اغلب با اندازه ناحیه مطالعه (جمعیت) افزایش می‌یابد، اما با اندازه پشتیبان نمونه (مقیاس نمونه‌برداری) کاهش می‌یابد. افزایش مقیاس نمونه‌برداری یک روش است که می‌تواند تغییرات غلظت زمینه را کاهش دهد. با این حال، افزایش مقیاس نمونه‌برداری اغلب نمونه‌برداری را سخت‌تر می‌کند و تنها در شرایطی پیشنهاد می‌شود که نمونه‌برداری و خطاهای آماده سازی نمونه‌برداری بتواند به حداقل برسد. توصیه می‌شود در صورت استفاده از مقدار زمین خاک شیمی طبیعی برای ارزیابی آلودگی خاک، از مقیاس نمونه‌برداری یکسان استفاده شود. اگر مقادیر زمینه برای حمایت از پهنه‌بندی زمین‌های آلوده استفاده شوند، توصیه می‌شود از مقیاس نمونه‌برداری یکسان استفاده شود. برای مقیاس نمونه‌برداری در مقیاس بزرگ، نمونه‌برداری مرکب (به زیربند ۵-۴-۱-۶ مراجعه شود) اغلب ترجیح داده می‌شود تا از برداشتن مقدار زیاد خاک به طور مفرط جلوگیری شود.

۵-۳ ارزش‌یابی داده‌های موجود

۵-۳-۱ کلیات

هنگام استفاده از داده‌های موجود، به ویژه اگر داده‌ها از منابع مختلف جمع‌آوری شده باشند و به منظور تعیین عدم قطعیت آن‌ها، باید مراقبت ویژه‌ای نسبت به کیفیت و مقایسه‌پذیری آن‌ها مبذول شود. داده‌های حاصل از اطلاعات مناسب، باید در روش پلکانی با توجه به اهداف ارزش‌یابی ویژه، هماهنگ‌سازی شوند. به‌طور کلی هماهنگ‌سازی مجموعه‌های داده، به کاهش معنی دار کم‌تر یا بیش‌تر اریبی بین مجموعه‌های داده، منجر می‌شود [36]. اگر ارزش‌یابی درست و قابل اعتماد داده‌های ادغام شده قابل دست‌یابی الزامی باشد، در این صورت هماهنگ‌سازی مجموعه‌های نمونه، ضروری است. راهبرد هماهنگ‌سازی، بهتر است شامل:

الف- کنترل کامل بودن مجموعه‌های داده (شامل تخمین‌های عدم قطعیت هر اندازه‌گیری)؛

ب- هماهنگ‌سازی راهبردهای نمونه‌برداری مختلف، مراجع، اصطلاحات و روش‌های تجزیه‌ای؛

پ- تشخیص و حذف نمونه‌های آلوده شده (به استثنای جمعیت مقادیر زمینه در تعریف) باشد.

یادآوری- ناهنجاری‌های طبیعی زمینه زمین خاک شیمی می‌تواند مقادیر بالایی را بوجود آورد که می‌تواند به‌عنوان نمونه‌های آلوده شده به نظر برسد. پیش‌بینی این موارد با مطالعه کاری صحیح، به‌منظور از بین نبردن این نمونه‌ها حائز اهمیت است.

۵-۳-۲ کامل بودن مجموعه‌های داده/حداقل الزامات

برای اطمینان از حداقل سطح کیفیت داده، بهتر است که اطلاعات کافی و دقیق از آن‌ها به‌دست آید. برای مثال:

- تاریخ نمونه‌برداری؛
- روش‌کار مورد استفاده برای انتخاب محل‌های نمونه‌برداری (نقشه‌های قطعه‌بندی خاک)؛
- مقیاس نمونه‌برداری (ناحیه یا محل)؛
- موقعیت منطقه (مختصات)؛
- فواصل عمقی نمونه‌برداری؛
- تعداد و پیکربندی نمونه‌های برداشته شده (مثلا نمونه‌برداری شبکه منظم، تصادفی) از یک محل نمونه‌برداری (نقشه قطعه‌بندی خاک)؛
- روش تهیه نمونه (برای مثال خشک کردن، خرد کردن، الک کردن)؛
- روش مورد استفاده برای عصاره‌گیری و آنالیز اجزا (شامل تضمین کیفیت داده، تخمین عدم قطعیت تجزیه‌ای و حدود تشخیص مطابق با استاندارد ISO 18400-106)؛

– اطلاعات ویژه محل (مثلا زمین‌شناسی/ سنگ‌شناسی و کاربری اراضی)؛

– ویژگی‌های نواحی شهری (برای مثال مواد ناشی از گودبرداری).

این اطلاعات می‌توانند برای غربالگری داده‌ها بر اساس تناسب آن‌ها برای هدف جمع‌آوری مقادیر زمینه استفاده شوند.

حداقل اطلاعات مورد نیاز در مورد یک مجموعه داده، از میان بقیه موارد دیگر، بستگی به مواد مورد نظر، منطقه، مرجع مکانی مورد توجه و مسیر دنبال شده جهت دست‌یابی به داده‌های نماینده مناسب مکان نمونه‌برداری دارد.

صرف نظر از اطلاعات فهرست شده در بالا، نوع و درجه صحت (مثلا اطلاعات ویژه منطقه) بستگی به خاک و سایر پارامترهای موثر در رفتار و در نتیجه غلظت‌های مواد موجود در خاک دارد. برای مثال بهتر است مواد معدنی به دلیل منشا اصلی سنگ‌های مادری غالبشان، در درجه اول به خواص سنگ‌شناسی خاک مرتبط شوند، در جایی که غلظت مواد آلی خاک‌ها بیش‌تر به پارامترهای مرتبط با کاربری اراضی مرتبط هستند.

۵-۳-۳ قابلیت مقایسه داده‌ها (نمونه‌برداری، فهرست‌برداری، آنالیزها)

راهبردهای مختلف نمونه‌برداری، می‌تواند تاثیر بسیار زیادی بر قابلیت مقایسه مجموعه‌های داده داشته باشد. این گونه مشکلات، به‌طور خاص، از مقایسه نمونه‌های افق خاک نسبت به نمونه‌های مربوط به اعماق و مقایسه نمونه‌های مرکب با نمونه‌های ساده ایجاد می‌شود. به علاوه، بهتر است ماهیت نماینده بودن یک متغیر برای یک مجموعه نمونه، با درنظر گرفتن مقیاس یکسان برای یک ناحیه در نظر گرفته شود. همچنین توزیع مکانی غیر یکنواخت نقاط نمونه‌برداری درون یک ناحیه می‌تواند موجب برآوردهای یک جانبه از پارامترهای توزیع فراوانی به دلیل پیش برآورد برخی قسمت‌های ناحیه مطالعه شود. به دنبال بازبینی اولیه داده‌های خام روی نقشه، بهتر است یک روش درون‌یابی فضایی مناسب استفاده شود. نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)[1] برای این وظیفه مخصوصا برای مجموعه‌های داده بسیار مفید است (به زیربند ۶-۱ و پیوست H استاندارد ISO 18400-104 مراجعه شود). اکیدا توصیه می‌شود که بین احتمال صحیح نبودن داده‌ها به دلیل ادغام آن‌ها از منابع مختلف، در برابر مزیت افزایش تعداد نمونه‌ها و در نتیجه افزایش نماینده جمعیت آماری، به دقت تعادل برقرار نمود.

بهتر است در هر مورد محدوده‌ای را که پیش‌آماده‌سازی‌ها و روش‌کارهای تجزیه‌ای مختلف نمونه (برای مثل عصاره‌گیری و اندازه‌گیری‌ها)، می‌تواند مقایسه و هماهنگ شود (برای مثال در مقابل صحت در نظر گرفته شده از مقدار زمینه) ارزیابی نمود. برای همه مواد، نتایج تجزیه‌ای حاصل از روش‌های مختلف آزمایشگاهی ممکن است توسط بکارگیری توابع رگرسیونی یا ثابت‌های در بر گیرنده روابط ویژه شناخته شده، تبدیل شوند. به طور جایگزین، روش‌های تجزیه‌ای تقریبا مطابق با اجزای قابل استفاده عصاره‌گیری شده مشخص،

1- Geographic Information System

دسته‌بندی شوند (به جدول ب-۲ مراجعه کنید). اگر گستره‌های مقادیر زمینه دسته‌بندی شده، به‌عنوان متغیرهای هدف، گسترده‌تر باشد، نیاز به مقایسه‌پذیری داده‌ها کمتر است. با این وجود، ارزیاب بهتر است به خاطر داشته باشد که ادغام مجموعه‌های داده آنالیز شده با روش‌های تجزیه‌ای مختلف، همواره نیاز به توافق دارد. طبق تعریف، مقادیر زمینه به‌جز در مناطق با زمینه زمین خاک شیمی طبیعی بالا، نسبتا کم هستند. در هنگام قضاوت در مورد قابلیت مقایسه داده‌ها، به حساب آوردن حدود تشخیص و کمی‌سازی هر دستگاه تجزیه‌ای می‌تواند مهم باشد.

۵-۳-۴ سنجش نقاط پرت

غلظت زمینه مواد در خاک شامل ورود نفوذ متوسط به درون خاک می‌باشد. بنابراین، مناطقی که به‌صورت محلی آلوده شده و نابهنجاری‌های طبیعی، از جمعیت آماری غلظت‌های زمینه حذف می‌شوند. در نتیجه، داده‌هایی که به روشنی از نقاط محلی آلوده شده منشا گرفته‌اند، بهتر است مشخص و از مجموعه داده‌های مربوطه کنار گذاشته شوند. تشخیص نقاط داده و رفتار غیرمعمول داده‌ها یکی از وظایف اصلی در آنالیز آماری داده‌های زمین شیمیایی است. برای این منظور، چندین آزمون آماری برای شناسایی نقاط پرت قابل اجرا هستند. برای مثال آزمون‌هایی که در مورد توزیع داده، آنالیز اکتشافی داده (نمودار جعبه‌ای)، آنالیز مولفه‌های اصلی و غیره اشاره کرد (همچنین به زیربند ۵-۵ -۱-۲-۱ و پیوست ب مراجعه شود). در عمل، ثابت شده است که استفاده از نمودار جعبه‌ای برای انتخاب دسته اولیه جهت نمایش ساختار داده‌های فضایی در یک نقشه، یک ابزار قدرتمند برای شناسایی فرآیندهای زمین- شیمیایی کلیدی پس از آزمون توزیع داده‌ها است. آزمون‌های مختلف داده‌های پرت در دسترس هستند (به‌عنوان مثال آزمون دیکسون، آزمون گراب) و بهتر است مطابق فرض‌های مربوط برای مطالعه انتخاب شوند [37]. در مورد داده‌های چند بعدی (نمونه‌هایی از افق‌های مختلف خاک)، چنانچه کاهش ابعادی بر روی داده‌های تبدیلی ممکن شود، آنالیز مولفه‌های اصلی می‌تواند مهم باشد.

حذف نقاط پرت اثر معنی داری بر تعریف حاصل از مقادیر زمینه دارد. تشخیص آماری یک داده پرت به خودی خود برای حذف مقدار زیاد (یا کم) از مجموعه داده‌هایی که مقدار زمینه را شرح می‌دهند،کافی نیست. اگر چه آزمون آماری برای بررسی نقطه پرت، یک روش مناسب برای مشخص کردن داده‌هایی است که باید با تفصیل بیشتری بررسی شوند تا مشخص گردد که آیا توضیحی وجود دارد که یک مقدار زیاد را نقطه‌ای پرت نشان دهد. در صورت وجود چنین شرحی، مقدار به‌دست آمده به راستی پرت بوده و باید حذف شود. برعکس، اگر توضیح نشان دهد که این یک ناهنجاری طبیعی است، داده پرت حذف نمی‌شود، اما در مورد مقیاس مطالعه بهتر است تجدیدنظر شود. به‌عنوان مثال اگر مقادیر بالای اندکی وجود داشته باشند که احتمالا ناشی از فرآیندهای طبیعی هستند، گزینه‌ها را برای افزایش مقیاس فضایی مطالعه جهت تأیید این فرضیه یا برای توجه به استفاده از طبقه‌بندی‌های متکی بر منطقه‌بندی فواصل/عمقی (به‌عنوان مثال به علت سنگ شناسی/زمین شناسی) جهت نشان دادن بهتر تفاوت بین ارقام مختلف زمینه است.

۵-۴ جمع‌آوری داده‌های جدید

۵-۴-۱ نمونه‌برداری

۵-۴-۱-۱ راهبرد نمونه‌برداری

۵-۴-۱-۱-۱ ملاحظات کلی

غلظت طبیعی زمین خاک شیمی و غلظت معمول مواد درخاک، با توجه به نوع ماده مادری خاک تغییر می‌کند. آن‌ها نیز به افق‌های خاک بستگی دارند، زیرا فرآیندهای خاک‌سازی، مواد را درون خاک‌ها اصلاح کرده و موجب توزیع مجدد اجزا در خاک‌ها می‌شوند. این امر عموما منجر به تشکیل چندین افق با احتمال ترکیب متفاوت می‌شود. این عوامل می‌توانند تغییرات غلظتی را تحت تاثیر قرار داده و مواد آلی خاک، ضریب جذب خاک، مقدار کربنات، اندازه ذره، میزان رطوبت، ظرفیت تبادل کاتیونی و pH خاک باید در نظر گرفته شوند.

کاربری اراضی و فاصله تا منابع آلاینده نیز بر غلظت مواد موجود در خاک‌ها تاثیر می‌گذارد. فعالیت‌های انسانی خاک را از طریق کشاورزی، پخش ضایعات، ساختمان‌سازی، رسوبات جوی ناشی از فعالیت‌های صنعتی، فعالیت‌های خانگی، عبور و مرور و غیره تغییر می‌کنند. یک محل نمونه‌برداری به‌عنوان بخش کوچکی از زمین در نظر گرفته شده، که از چندین متر مربع تا حدود یک هکتار را شامل می‌شود. در این محل، یک نمونه از هر یک از لایه‌های خاک یا افق‌های موردنظر، جمع‌آوری می‌شود.

در این بخش دو راهبرد برای انتخاب مکان‌های نمونه‌برداری درون ناحیه مطالعه شامل رویکرد نظام یافته (به زیربند ۵-۴-۱-۱-۲ مراجعه شود) و رویکرد قضاوتی (به زیربند ۵-۴-۱-۱-۳ مراجعه شود) ارائه می‌شود. به‌طور کلی انتخاب هر کدام از این روش‌ها، با توجه به اطلاعات قبلی درباره خاک و کاربری اراضی انجام می‌گیرد. زمانی‌که اطلاعات نسبتاً کمی موجود باشد، اغلب رویکرد نظام یافته مناسب‌تر است. اگر چه هر دوی این رویکردها در مجموعه راهبردهای ممکن، به‌عنوان رویکردهای نوعی شناخته شده‌اند. بنابراین، راهکارهای حد واسط دیگری نیز با ادغام برخی جنبه‌های رویکرد نظام یافته و روش قضاوتی، قابل دستیابی است. این رویکرد ترکیبی در هنگام بررسی در مناطق شهری توصیه می‌شود: رویکرد نظام یافته بهینه سازی پوشش منطقه را امکان پذیر می‌سازد، در حالی که رویکرد قضاوتی، انعطاف‌پذیری در محل نقاط نمونه‌برداری در هر سلول را به گونه‌ای امکان پذیر می‌سازد که قادر به تمرکز روی سطح خاک در دسترس و کنار گذاشتن (به‌طور بالقوه) خاک آلوده‌شده باشد.

۵-۴-۱-۱-۲ رویکرد نظام یافته

مکان‌های نمونه‌برداری با استفاده از یک شبکه مشخص می‌شوند. فاصله بین نقاط شبکه، بستگی به وضوح مورد نیاز برای تعیین غلظت زمین خاک شیمی و/یا زمینه دارد. در اصل، فاصله بین مکان‌های نمونه‌برداری بهتر است به گونه‌ای باشد که بتوان حداقل تعداد نمونه‌ها را برای واحدهای تعریف شده خاک جمع‌آوری

کرد. یک شبکه مربعی با خانه‌هایی در اندازه متفاوت می‌تواند استفاده شود. بهتر است توصیه‌های پایشی موجود بهتر است مورد توجه قرار گیرند.

برای مثال، در مقیاس کشوری، خانه‌های مربع شکل با اضلاع ۱۶ km، ۵ km یا ۲٫۵ km، می‌توانند استفاده شوند، در حالی که خانه‌های مربع شکل چند صد متری، برای مطالعه یک ناحیه کوچک مناسب‌تر هستند.

اگر نمونه‌برداری در یک نقطه شبکه به دلیل وجود ساختمان، جاده، سطح آب یا هر دلیل دیگری امکان‌پذیر نباشد، محل جدیدی با استفاده از رویکرد نظام یافته، می‌تواند انتخاب شود. برای مثال انحراف از نقطه اولیه با فاصله‌ای مشخص به سمت شمال، بعد شرق، جنوب و در نهایت غرب، ممکن است مجاز باشد.

برای هر محل انتخاب شده، اگر به‌صورت بالقوه بوسیله منابع نقطه‌ای نزدیک یا از طریق زمین خاک شیمی با هر منبع دیگر شدیدا آلوده شده باشد و در صورتی که هدف مطالعه را تحت تاثیر قرار دهد، جابجایی منطقه نمونه‌برداری را مدنظر قرار دهید (برای مثال، در صورتی که غلظت روی موجود در خاک‌ها مدنظر باشد، بهتر است از نمونه‌برداری مناطقی که خطوط برق فشار قوی از آن‌ها می‌گذرد، پرهیز کرد).

نمونه‌ها از لایه‌های با عمق مشخص یا افق یا افق‌های زمین خاک مشخص برداشته می‌شوند. اگر لایه‌های سطحی به وسیله منابع انتشار آلوده شده باشند، غلظت‌های تعیین شده، غلظت زمینه را در این خاک‌ها نشان می‌دهد. برای مواد تقریباً غیر متحرک (مانند فلزات سنگین)، لایه‌های عمیق به‌طور کلی غیرآلوده هستند (آلودگی محلی توسط منابع نقطه‌ای می‌تواند از این موضوع کنار گذاشته شود) و غلظت ماده مربوطه می‌تواند به‌عنوان غلظت زمین خاک شیمی در نظر گرفته شود.

برای مناطق شهری، بهتر است از حفاری‌های احتمالی خاک برای توسعه شهری استفاده شود. بنابراین، نمونه‌ها بهتر است از هر دو خاک سطحی و عمیق گرفته شوند که می‌توانند در حین ساخت و ساز یا فعالیت‌های مشابه (عموما تا عمق ۳٫۵ m) حفاری شوند.

توصیف کامل خاک و محل (به جدول ب-۲ مراجعه شود) باید هم‌زمان با نمونه‌برداری آماده شود.

یادآوری-اکثر مواقع رویکرد منظم برای لایه بالاتر خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵-۴-۱-۱-۳ رویکرد قضاوتی

در این رویکرد، خاک بر اساس ماده مادری خاک (برای مواد معدنی)، نوع خاک و کاربری اراضی طبقه بندی می‌شود. محل‌های دارای پتانسیل نمونه برداری احتمالا دارای آلودگی زیاد ناشی از منابع نقطه‌ای مجاز هستند، که باید از آن‌هاصرف نظر شود.

رویکرد قضاوتی نیاز به اطلاعات تفصیلی در مورد ناحیه مورد مطالعه دارد. اطلاعات (مانند زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، کاربری اراضی و منابع آلودگی احتمالی) باید برای طرح‌ریزی دقیق برنامه نمونه‌برداری، جمع‌آوری و ارزیابی شوند. استاندارد ISO 18400-203 رهنمودهای لازم را برای چنین بررسی‌های مقدماتی نشان می‌دهد.

برای مواد معدنی، اولین گام برای طبقه‌بندی ناحیه بر اساس مواد مادری خاک برداشته می‌شود. در صورتی که ژنتیک خاک به‌صورت مشخص، توزیع مواد را متاثر کرده باشد، در هر طبقه از مواد مادری، خاک بر اساس مراحل خاک سازی (پیدایش خاک) طبقه بندی می‌شود. طبقه بندی بعدی (به‌عنوان مثال برای مواد آلی) بر اساس کاربری اراضی صورت می‌گیرد. توصیه می‌شود که بین خاک‌های مزارع و جنگل‌ها و خاک علفزاربا پوشش گیاهان خودرو، تمایز قایل شود. در یک مقیاس محلی، بهترین طبقه‌بندی بر اساس خاک‌شناسی (برای مثال مجموعه‌های خاک) می‌باشد، چرا که این سطح رده بندی به‌طور کلی بیش‌ترین تغییرات خصوصیات خاک را شرح می‌دهد. نهایتا، افق مورد نمونه‌برداری باید انتخاب شوند. در جایی‌که هیچ گونه افق مشخصی وجود نداشته باشد، عمق نمونه‌برداری باید مشخص باشد.

در هر چینه، محل‌های نمونه‌برداری باید به نحوی انتخاب شوند که ناحیه را به‌صورت یکنواخت پوشش دهند. انتخاب مکان‌های نمونه‌برداری درهر لایه می‌تواند با استفاده از یک شیوه نمونه‌برداری تصادفی یا نظام یافته انجام شود.

یادآوری- جدا از میزان اطلاعات قبلی موجود، نوع تحقیق تاثیر زیادی بر روش انتخابی نمونه‌برداری (تصادفی یا نظام یافته) دارد. برای تخمین عوامل یک توزیع فراوانی غلظت‌های زمینه، مناسب‌ترین روش نمونه‌برداری، روش تصادفی است. برای تولید نقشه غلظت‌های زمینه، عموما، یک شبکه منظم (مرکزگرا) مناسب‌تر است

۵-۴-۱-۲ تعداد نمونه‌ها

مقادیر زمینه نمی‌توانند با یک پارامتر مرکزی مانند میانگین، خلاصه شوند. تغییرات غلظت‌های مفروض در خاک باید تا حد امکان بصورت دقیق شرح داده شوند. میزان چولگی می‌تواند با مشاهده وجود یا عدم وجود داده‌های پرت محاسبه و ارزیابی شود. در مورد توزیع احتمال نرمال، تعداد نمونه‌های لازم برای تخمین انحراف معیار، مستقل از انحراف معیار جمعیت می‌باشد. با استفاده از جدول ۱ می‌توان تعداد نمونه‌ها را تعیین کرده و بر این اساس حداقل ۳۰ نمونه برای برآورد انحراف معیار یک جمعیت نرمال ضروری است.

جدول ۱- حداکثر خطای نسبی (e_r) در تخمین انحراف معیار یک جمعیت نرمال٪ ۵=a،
n: تعداد نمونه‌ها

e_r ٪	n
۵۷	۱۰
۳۵	۲۰
۲۷	۳۰
۲۳	۴۰
۲۱	۵۰
حد اطمینان a = ۰٫۰۵ n = تعداد نمونه‌ها	

به هرحال، احتمال توزیع مواد در خاک، به ندرت نرمال می‌باشد. آن‌ها معمولا به طرف مثبت انحراف داشته ولی ضرورتا لگاریتمی- نرمال نیستند. تخمین تعداد نمونه‌های لازم برای برآورد تغییرات چنین توزیعی، می‌تواند با معادل با تعداد نمونه‌های لازم برای رسم یک هیستوگرام نماینده یا محاسبه درصد نماینده باشد. برای این منظور، حداقل تعداد ۳۰ نمونه توصیه شده است.
برای به دست آوردن تعداد نمونه کافی جهت تخمین مقادیر زمینه، حذف داده‌های پرت و مشکلات پیش بینی نشده باید بیش از ۳۰ نمونه جمع‌آوری شود.

۳-۱-۴-۵ توصیف خاک

تفسیر مقادیر زمینه خاک‌ها نیاز به اطلاعات کلی در مورد ناحیه مطالعه دارد. در جدول ۲، فهرست عواملی که بیش‌ترین تاثیر در توصیف خاک ناحیه مورد مطالعه را دارند، آورده شده است. باید در نظر داشت که قابلیت اعتماد داده‌ها، کاملا بستگی به شناخت از ناحیه مورد مطالعه دارد، بنابراین، جمع‌آوری عوامل مندرج در جدول ۲،تا حد امکان باید به‌صورت کامل انجام پذیرد.

جدول ۲ – پارامتری برای توصیف محل و خاک

پارامترها		استانداردهای مربوطه
شکل اراضی و پستی و بلندی	پستی و بلندی، شکل اراضی عنصر زمین، مختصات مکانی، شیب و پستی و بلندی‌های کوچک	ISO 25177
کاربری اراضی و پوشش گیاهی	کاربری اراضی، اثر انسان، پوشش گیاهی	ISO 25177
زمین شناسی و سنگ شناسی	نوع مواد مادری، عمق موثر خاک	ISO 25177
خصوصیات سطح (زمین)	بیرون زدگی صخره‌ها، رخنمون سنگی، پدیده فرسایش، کلوخگی سطحی، شیارهای سطحی، سایر خصوصیات	ISO 25177
رابطه آب- خاک	موازنه آب سطحی، باران، تبخیر و تعرق، تغذیه مجدد آب زیرزمینی، حضور و عمق سطح ایستایی، زهکشی محل، وضعیت رطوبت	ISO 25177
تشریح نوع خاک/ نیمرخ خاک	واحد اراضی با توجه سیستم رده بندی استفاده شده	ISO 25177
	توالی و عمق افق‌های مشخصه، نوع مرزبندی‌ها	
	رنگ خاک (زمینه، رنگین‌دانه‌ها)	
	ماده آلی	
	بافت، عناصر درشت، حضور مواد غیرخاکی سنگی شده	
	کربنات‌ها،pH میدانی، هدایت الکتریکی	
	ساختار، حفرات، شکستگی، ناهمگنی	
	تراکم و پایداری	
	تخلخل کل برآورد شده	
	ریشه‌ها، مسیرهای عبور کرم‌ها، فعالیت بیولوژیکی	
[a] به مرجع [38] کتاب‌نامه مراجعه شود.		

۵-۴-۱-۴ عمق نمونه‌برداری

غلظت‌ها و مقادیر زمینه در اثر عمق خاک ناشی از مراحل پیدایش، کاربری خاک/ زمین، نوع خاک و منبع آلودگی تغییر می‌کنند. نمونه‌برداری، می‌تواند بر اساس یک عمق ثابت (مانند لایه) یا یک نوع افق مشخص انجام شود. نمونه‌برداری بر اساس عمق، به دلیل عدم نیاز به تعیین افق، راحت‌تر می‌باشد. البته چون کنترل تغییرات به دلیل تمایز در افق‌ها و کاربری آن‌ها میسر نیست، اندازه‌گیری غلظت‌های زمینه دارای دقت کمتری خواهد بود.

از آن‌جا که آلودگی‌های انسانی، اساساً به سطح خاک وارد می‌شوند، غلظت اندازه‌گیری شده در لایه‌ها یا افق‌های بالایی، می‌تواند به‌عنوان غلظت زمینه موادی که در اثر فعالیت بشری به خاک وارد می‌شوند، در نظر گرفته شود. تعیین غلظت این مواد در لایه‌ها یا افق‌های عمقی، برآوردی از غلظت زمین خاک شیمی آن‌ها ارائه می‌دهد. برای موادی که در نتیجه فعالیت انسان به خاک وارد نمی‌شوند، آنالیز هر کدام از لایه‌ها یا افق‌های این خاک، برآوردی از مقدار زمین خاک شیمی این لایه یا افق را نشان می‌دهد.

یادآوری- در برخی موارد، ممکن است آلودگی از لایه‌های زیرین زمین وارد خاک شود (برای مثال به وسیله آب زیرزمینی آلوده شده).

۵-۴-۱-۵ دوره زمانی نمونه‌برداری

پیش از انتخاب زمان نمونه‌برداری، باید جنبه‌های عملی و امکان‌پذیر مرتبط با دسترسی به افق یا لایه خاک، در نظر گرفته شوند. برای مثال ممکن است نمونه‌برداری از افق‌های عمقی در طی فصل مرطوب سال، به دلیل حضور سطح ایستابی در نزدیک سطح زمین مشکل باشد. همچنین، نمونه‌برداری در طی فصل خشک سال نیز ممکن است به دلیل خشک بودن خاک که نفوذ ابزارهای نمونه‌برداری را در خاک سخت می‌سازد، با مشکل مواجه شود. دسترسی به کرت‌های کشت شده، ممکن است به دلیل وجود محصولات در حال رشد، مشکل باشد. در این مورد توصیه می‌شود که نمونه‌برداری در مدت زمان کوتاهی پس از برداشت و یا فورا پس از کاشت محصول انجام گیرد.

هنگامی که انتظار نمی رود که پارامترهای خاک در طی یک سال (مثلا غلظت‌های فلزات) تغییر کند، (که معمولا در خصوص بیش‌تر مواد موجود در خاک صدق می‌کند)، نمونه‌برداری می‌تواند در هر دوره‌ای از سال انجام شود. اگر این انتظار وجود داشته باشد که پارامترهای خاک مورد نظر در طول یک سال تغییر کند (مثلا ماده آلی خاک)، نمونه‌برداری باید در یک دوره مشخص شده زمانی انجام شده، اما می‌تواند طی چندین سال ادامه یابد.

۵-۴-۱-۶ روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری باید مطابق استانداردهای ISO 18400-104 و ISO 18400-105 انجام شود. به‌طور معمول پیشنهادات زیر ممکن است در نظر گرفته شوند. روش‌های نمونه‌برداری، بستگی به عمق خاک یا افق مورد

نمونه‌برداری دارد. اگر نمونه‌برداری تنها از افق یا لایه سطحی مد نظر باشد، یک مغزه‌گیر دستی یا ابزار مشابه آن می‌تواند استفاده شود.

اگر نمونه‌برداری از افق یا لایه‌های عمقی انجام شود، یک مغزه‌گیر موتوری باید مورد استفاده قرار گیرد. تمام وسایل نمونه‌برداری باید به گونه ای طراحی و/ یا به‌کار برده می‌شوند که از انتقال آلودگی بین افق‌ها یا لایه‌ها ممانعت به عمل آید. تمام مواد مورد استفاده برای نمونه‌برداری، حمل و نقل، برچسب گذاری و ذخیره سازی نمونه‌ها بهتر است مقادیر قابل توجهی از عناصر یا مواد مورد اندازه‌گیری را رها نسازند (به استانداردهای ISO 18400-102، ISO 18400-105 و ISO 18512 مراجعه شود).

به‌طور کلی، نمونه‌برداری از یک گودال گمانه‌زنی در خاک توصیه شده است، زیرا موجب تشخیص دقیق افق‌ها و سایر خصوصیات خاک می‌شود. این روش، توصیف خاک را هم زمان با نمونه‌برداریجهت آنالیز امکان‌پذیر می‌سازد. نمونه‌برداری باید از پایین به بالا انجام گرفته تا از انتقال آلودگی توسط مواد خاکی افق‌های بالاتر به افق‌های پایین، ممانعت به عمل آید (برای توضیحات بیش‌تر در مورد روش‌کارهای نمونه‌برداری در گودال‌های آزمایشی به استاندارد ISO 18400-102 مراجعه شود).

نمونه‌های مرکب از هر لایه یا افق (این نمونه‌ها می‌توانند به شکل نمونه‌های موضعی، تکه‌ای یا مغزه‌ها و غیره باشند [39] می‌تواند با مخلوط‌کردن چندین نمونه برداشته شده از هر لایه یا افق خاک، بر اساس یک طرح تصادفی یا از پیش تعیین شده (برای مثال نظام یافته)، بوجود آید. توصیه می‌شود نمونه‌های مرکب برای مناطق شهری به دلیل تغییرات بسیار زیادی از غلظت‌های عناصر در یک مقیاس محلی، به ویژه خاک‌هایی با مواد پرکننده توصیه شده است. زمانی‌که از یک گودال گمانه‌زنی در خاک نمونه‌برداری می‌شود، توصیه می‌شود که سطحی کافی از افق تحت نمونه‌برداری تمیز گردیده تا بتوان چندین نمونه به وسیله مغزه‌گیر را برداشته و با هم مخلوط نمود.

تعداد تکه‌ها در نمونه مرکب باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا از نماینده بودن آن‌ها برای حجم نمونه اطمینان حاصل شود. مجموعه ۳۰ تکه‌ای معمولا این شرایط را تضمین می‌کند، اما اگر خطای نمونه‌برداری غیرقابل قبول ایجاد نشود (به استاندارد ISO 18400-102 مراجعه شود)، تعداد نمونه‌ها می‌تواند کاهش یابد.

۵-۴-۲ آنالیز خاک

۵-۴-۲-۱ ملاحظات کلی

دو مجموعه از پارامترها را می‌توان در نمونه‌ها اندازه‌گیری نمود. مجموعه اول شامل غلظت‌های مواد مورد نظر برای مثال غلظت‌های عناصر کمیاب، عناصر اصلی یا ترکیبات آلی (به جدول‌های ب-۲ و ب-۳ مراجعه شود) می‌باشد. مجموعه دوم پارامترهای اصلی خاک بوده که در جدول ب-۱ فهرست شده‌اند و باید در دسترس بوده تا بتوان نتایج مربوط به عناصر مورد نظر، شامل تغییرات آن‌ها در خاک را تفسیر نمود.

۵-۴-۲-۲ پیش آماده سازی

پیش آماده‌سازی نمونه، باید مطابق با استاندارد مربوط به این مرحله از آنالیز و نیز در راستای الزامات روش‌های آنالیز انجام گیرد. هنگامی که مواد آلی فرار، تجزیه پذیر یا مواد معدنی قابل تبدیل مورد مطالعه قرار می‌گیرند، توصیه می‌شود مراقبت‌های ویژه ای به عمل آید.

یادآوری- استاندارد ISO 11464 راهنمایی در مورد روش‌های پیش آماده‌سازی آزمایشگاهی را ارائه می‌کند. روش‌های پیش آماده‌سازی آزمایشگاهی برای کاربرد میدانی در استاندارد ISO 18400-201 توضیح داده شده است.

۵-۴-۲-۳ آنالیز

آنالیز باید مطابق استانداردهای مربوطه برای روش‌های آنالیز، در صورت دسترس بودن (به جدول‌های ب-۱ و ب-۳ مراجعه شود)، انجام شود.

در صورت امکان روش‌های آنالیز بهتر است دارای حدود تشخیص معنی‌دار پایین تر از کم‌ترین غلظت زمین خاک شیمی طبیعی در خاک مورد نظر باشند.

در صورتی‌که دست‌یابی به حدود تشخیص یا کمی‌سازی قابل قبول، امکان پذیر نباشد، باید آزمون‌های آماری مقادیر کم‌تر از حدود تشخیص یا کمی‌سازی را به حساب آورند [40].

آنالیز باید بر اساس یک روش کنترل کیفیت انجام گیرد (به بند ۶ مراجعه شود).

۵-۴-۲-۴ ذخیره‌سازی نمونه‌ها

ترجیحا باید مقداری از نمونه‌های خاک برای آنالیز و تعیین سایر پارامترهای آن‌ها که ممکن است در سال‌های بعد مورد نیاز باشد، نگهداری شوند. در تحقیقات تکرار شونده، زمانی که به دنبال روندهای موقتی هستیم، جدا کردن نمونه‌های خاک انبار شده در هر مرحله از خاک‌های قبلی، به دلیل داوری در خصوص روش‌های آزمایشگاهی و ارائه روش‌های جدید دارای اهمیت است. نمونه‌ها بهتر است در ظروف نفوذ ناپذیر (برای ممانعت از آزاد سازی مواد) موردنظر نگهداری شوند. ظروف بهتر است در اتاق با رطوبت کم نگهداری شده و در برابر گرد و غبار، نور و تغییرات زیاد دما محافظت شوند. اگرچه این نحوه ذخیره نمودن، از ایجاد تغییر در مواد خاک در اثر تغییر شکل شیمیایی ممانعت نخواهد کرد، اما غلظت کل عناصر غیر فرار و ترکیبات آلی پایدار به‌طور معنی داری تغییر نخواهد کرد.

یادآوری – راهنمایی در مورد ذخیره‌سازی نمونه‌ها در استاندارد ISO 18512 آورده شده است. راهنمایی در مورد بسته‌بندی و حفاظت نمونه‌ها در محل و انتقال آن‌ها به آزمایشگاه در استاندارد ISO 18140-105 آورده شده است.

۵-۵ پردازش و ارائه داده‌ها

۵-۵-۱ ارزش‌یابی آماری داده‌ها

۵-۵-۱-۱ ملاحظات کلی

غلظت‌های زمینه یا زمین خاک شیمی، می‌توانند به‌عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شوند. هدف از پردازش داده‌ها، نمایش دادن و مشخص کردن این جامعه با استفاده از یک متغیر مربوط به n مقدار مستقل می‌باشد. بنابراین، پردازش به دلایل زیر انجام می‌شود:

الف- انتخاب داده‌های مطابق با غلظت‌های زمین خاک شیمی یا زمینه از کل سری داده‌ها (مثلا آزمون نقاط پرت)[40].

ب- مشخص کردن توزیع به نوعی که یک فراوانی یا احتمال نیز حداقل به‌صورت تقریبی، همراه هر یک از مقادیر انتخاب شده، ارائه شود.

اگر یک رویکرد نظام یافته در محدوده‌ای ناهمگن با اطلاعات کم در مورد خاک‌ها مورد استفاده قرار گیرد، احتیاج به پردازش دقیق دادها دارد تا محدوده‌ای از نمونه‌های جمعیت متفاوت، انتخاب شده و یک چینه همگن متفاوت با استفاده از نتایج نمونه‌برداری تعریف گردد. برای تعیین مناطقی که نماینده مقادیر زمینه باشند، داده‌های خام بهتر است روی یک نقشه مرور شوند تا الگوها یا مجموعه نمونه‌های ناشناخته پیشین با مقادیر زمینه مختلف بررسی شوند. این بررسی برای نقشه دوبعدی مفید بوده و برای نقشه‌های سه بعدی نیز مناسب است. از سوی دیگر، نتایج روش گونه‌شناسی، بر اساس گروه‌های خاک بدون در نظر گرفتن نقاطی که شدیدا آلوده هستند، نیاز به پردازش کم‌تری نسبت به رویکرد نظام یافته دارد، چرا که لایه‌های از پیش تعریف شده، یکنواخت فرض گردیده و به وسیله منابع نقطه‌ای آلوده نشده‌اند.

موارد زیر مثال‌هایی برای انتخاب داده‌های نماینده و تشخیص غلظت‌های زمینه و زمین خاک شیمی پیشنهاد می‌دهند. این موارد برای هر دو موقعیت آغاز (به‌عنوان مثال برای ارزشیابی داده‌های موجود یا جمع‌آوری داده‌های جدید) نشان‌گر و کاربردی هستند. سایر روش‌ها در منابع تخصصی یافت می‌شوند.

اگر غلظت‌ها در زیر حد کمی‌سازی تجزیه‌ای باشند، باید تصمیم گرفته شود که چگونه این غلظت‌ها در هر تحلیل آماری در نظرگرفته شوند. تحلیل حساسیت حد کمی‌سازی تجزیه‌ای بهتر است برای تصمیم‌گیری انجام شود. انتخاب روش برای حد کمی‌سازی بهتر است تصدیق شود [41].

۵-۵-۱-۲ انتخاب داده نماینده

۵-۵-۱-۲-۱ رویکرد نظام یافته

یک هیستوگرام ابزاری قدرتمند برای نشان دادن فراوانی توزیع داده‌ها است. همچنین، اطلاعاتی در خصوص

چولگی و کشیدگی توزیع و همگن آن ارائه می‌دهد. هیستوگرام در تشخیص و جداسازی جمعیت‌های متفاوت کمک کرده تا بتوان آن‌ها را پیش از پردازش بیش‌تر، از هم جدا کرد. تقسیمات عددی برای نمودار فراوانی باید براساس دامنه و دقت داده‌های ثبت شده در هر مورد اندازه‌گیری باشد.

برای پارامترهای خاک، جمعیت‌های همگن تک مدلی هستند. آن‌ها به ندرت نرمال بوده و اغلب چولگی مثبت را نشان داده که به ندرت می‌توانند به کمک یک تابع نرمال لگاریتمی مدل‌سازی شوند. بنابراین روش‌های آماری برای مشخص کردن مقادیر پرت با توجه به فرض نرمال بودن جامعه آماری و پس از کنترل قابلیت اعتماد، آن باید با دقت فراوان مورد استفاده قرار گیرند.

معمولا استفاده از روشی که در آن انتخاب داده‌ها بر اساس فرضیه‌های مرتبط با نرمال بودن جمعیت نباشد، ترجیح داده می‌شود. آنالیز اکتشافی داده‌ها، یک مثال از روشی است که تنها بر اساس ساختار ذاتی آن‌ها قرار گرفته است. این مثال‌ها در پیوست الف شرح داده شده است.

یک راه موثر برای انتخاب نمونه‌های یکنواخت آماری، برای غلظت‌های زمین خاک شیمی یا زمینه، جمع‌آوری مقادیر اندازه‌گیری شده از نمونه‌هایی است که گمان می رود متعلق به افق یا چینه یکسان باشد. این امر می‌تواند از راه انتخاب و جمع‌آوری داده‌ها در راستای طبقه بندی بر اساس کاربری اراضی، فاصله تا منابع نقطه ای، مواد مادری و خصوصیات و/یا افق خاک به دست آید. در راهبرد نمونه‌برداری، رویکرد نظام یافته در صورتی که هنگام نمونه‌برداری اطلاعات کافی برای مشخص کردن افق‌های مختلف وجود داشته باشد و همچنین اگر داده‌های کافی در خصوص وجود هر افق در دسترس باشد، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. برای مثال، نمونه‌ها می‌توانند در راستای نوع خاک، بافت خاک، pH، مقدار ماده آلی یا مقدار آهن کل و غیره جمع‌آوری شوند. سپس، انتخاب داده‌های هر یک از طبقه‌های بعدی، می‌تواند به نحوی که قبلاً شرح داده شد، انجام گیرد.

۵-۵-۱-۲-۲ رویکرد قضاوتی

این رویکرد، نمونه‌ای آماری برای هر چینه مورد مطالعه را فراهم می‌سازد. از آنجاکه این چینه‌ها از قبل تعریف شده و به‌طور کلی همگن هستند، تعداد نقاط خارج از محدوده در هر لایه باید ناچیز باشد. به عبارت دیگر، هنگامی که یک لایه به‌صورت دقیق مشخص شد، انتظار می‌رود که تمام غلظت‌های اندازه‌گیری شده، ترکیب آن را نشان داده و هیچ یک از آن‌ها نباید حذف شوند. اگر چه، مقادیر خارج از محدوده، در سری داده‌هایی که یک لایه را معرفی می‌کنند، برای مثال به دلیل نمونه‌برداری چینه نادرست، حضور آلودگی غیر منتظره، خطاهای تجزیه‌ای و غیره می‌تواند وجود داشته باشند.

بنابراین، ضروری است که یکنواختی هر کدام از نمونه‌های آماری که معرف لایه‌ای خاص هستند، کنترل شود. این کار می‌تواند به وسیله هیستوگرام، آنالیز اکتشافی داده‌ها یا آنالیز مولفه اصلی، همان گونه که برای رویکرد نظام یافته شرح داده شد، انجام گیرد (به پیوست الف مراجعه کنید). یک راه ساده برای تشخیص

غلظت‌های غیرعادی، ترسیم نمودار غلظت ماده مورد نظر، در برابر خصوصیتی از خاک که توزیع ماده مورد نظر را تحت تاثیر قرار می‌دهد، (مانند مقدار رس، ظرفیت تبادل کاتیونی، مقدار آهن کل و غیره) است. مقدار خارج از محدوده، به شکل نقاطی خارج از محدوده پوشش تشکیل شده توسط سایر نقاط خواهد بود.

۵-۵-۱-۳ توزیع جمعیت مقادیر زمینه

زمانی‌که نمونه آماری مشخص شد، توزیع جمعیت می‌تواند به وسیله پارامترهای مختلف خلاصه شود. در مورد توزیع نرمال، میانگین حسابی به همراه واریانس یا انحراف معیار محاسبه می‌شود.

به دلیل این که توزیع‌های احتمال، معمولا نرمال یا نرمال لگاریتمی نیستند، توصیه شده است که صدک‌ها به‌عنوان مقدار زمینه مورد استفاده قرار گیرند. برای مثال صدک‌های دهم، بیست و پنجم، پنجاهم، هفتاد و پنجم و نودم تخمینی از توزیع مشاهده شده را نشان می‌دهد.

یک صدک می‌تواند به این شکل تفسیر شود که احتمال این که یک نمونه از کل جمعیت، غلظتی کم‌تر از صدم Xرا نشان دهد، ٪ X است.

مقادیر بحرانی حداکثر و حداقل، معمولا نماینده بیش‌تر مقادیر ممکن که می‌توانند در یک خاک مشخص یافت شود، نمی باشند.

یادآوری- اگر تعداد نمونه‌ها بیش تر از ۳۰ باشد از آماره Z استفاده شود.

۵-۵-۲ ارائه و گزارش داده‌ها

مقادیر زمینه می‌توانند به روش‌های مختلف (برای مثال به‌صورت جدول، نمودارهای میله‌ای یا هیستوگرام‌ها) ارائه شوند. یک ابزار مفید توکی-ویسکر[1] است که محاسبه یک شاخص را به گونه‌ای امکان پذیر می‌سازد که مقدار عناصر ناچیز مشکوک به‌کار رفته در مقیاس محلی را شناسایی می‌کند [41].

مقادیر زمینه می‌توانند بر روی نقشه محل مورد مطالعه نمایش داده شوند. موقعیت مکان‌های نمونه‌برداری نیز، امکان انتقال داده‌های یک رویکرد نظام یافته به نقشه را فراهم می سازد. روش‌های متفاوتی بر ای ترسیم نقشه‌ها از داده‌های خاص وجود دارد که در متون تخصصی شرح داده شده است.

این نکته دارای اهمیت است که تمامی مراحل تحقیق مستندسازی شود. گزارش نمونه‌برداری بایدمطابق استاندارد ISO 18140-107 پس از اتمام کار میدانی تهیه شود. یک گزارش تفضیلی شامل نتایج آنالیزی و نتیجه‌گیری‌های منتج از تحقیقات باید برای تکمیل مطالعه آماده شوند (برای برخی راهنمایی‌های مربوطه به استاندارد ISO 18400-203 مراجعه شود). مثالی از ساختار و محتویات اصلی چنین گزارشی در استاندارد ISO 18400-107 شرح داده شده است.

1- Tukey's whisker

گزارش‌هایی که نتایج آنالیز داده‌ها و پیامد مقادیر زمینه را ارائه می‌دهند، توسط قانون‌گذاران و سایر گروه‌های علاقه‌مند مانند عموم مردم مورد بازبینی دقیق قرار می‌گیرد. مهم این است که بتوانیم هرگونه «رانش» در نتایج پس از تغییرات در روش‌های آزمایش، را شناسایی کرده به نحوی که چنین گزارش‌هایی به لحاظ فنی، استاندارد قابل قبولی داشته باشند و همزمان برای کاربران غیرفنی و متفرقه نیز قابل استفاده باشد. بنابراین باید از جدول‌های خلاصه شده، نمودار و سایر روش‌ها برای ارائه داده‌ها، به نحوی که تحلیل و ارزیابی آن‌ها ساده و کاربردی باشد، استفاده نمود.

۶ بررسی داده‌ها/ کنترل کیفیت

این استاندارد، راهنمای آن دسته از اطلاعاتی است که برای تعیین مقادیر زمینه لازم بوده و نشان می‌دهد که برای کدام یک از عوامل یا روش‌ها، استانداردهای بین المللی مشخصی در دسترس هستند. یک ارزیاب می‌بایست عواملی را انتخاب نماید که برای هدف مورد نظر مناسب باشند.

قبل از اینکه هر گونه جمع‌آوری مقادیر زمینه انجام شود، بهتر است مناسب بودن داده‌ها، مورد ارزیابی قرار گیرد. داده‌ها باید از نظر نوع، کمیت وکیفیت رضایت بخش باشند.

در زمینه کیفیت داده‌ها ضروری است که:

– اهداف تحقیق تعیین شود.

– راهبرد نمونه‌برداری بر حسب انواع نمونه‌های تهیه شده، محل‌های نمونه‌برداری و نحوه بررسی نمونه‌ها برای اهداف مورد نظر، ایجاد گردد.

– راهبرد آنالیز و آزمون بر اساس این استاندارد و سایر استانداردهای مرتبط ایجاد شود.

– اهداف کیفی داده‌ها متناسب با روش ارزیابی مورد استفاده تنظیم شود.

داشتن داده‌های کافی و قابل اطمینان ضروری است. حد اطمینان که می‌تواند به هر قضاوتی که برای مثال، از طریق مقایسه با الزامات استاندارد بین المللی مربوطه (شامل الزامات نمونه‌برداری) ایجاد شود، بیش‌تر از حدود اطمینان حاصل از داده‌های نماینده نیست.

بهتر است ارزیاب هزینه‌های نامناسب و تاخیر زمانی را که می‌تواند در صورت لزوم منجر به انجام یک نمونه‌برداری اضافی شود، در نظر داشته باشد. به‌عنوان مثال، اگر یک پارامتر خاص هنگامی که امکان تعیین آن وجود داشته (به‌عنوان مثال برای کاهش هزینه تحقیقات) تعیین نشده باشد.

اطمینان از کیفیت داده‌های مورد استفاده به روش‌های زیر امکان‌پذیر است:

– تنظیم اهداف عمومی کیفی داده‌های رسمی (برای مثال درستی، تکرارپذیری)؛

- استفاده از روش‌های آزمون و تجزیه‌ای استاندارد شده مانند مواردی که در این استاندارد فهرست شده است. در صورت در دسترس نبودن روش‌های استاندارد بین المللی، استفاده از روش‌هایی که به وسیله موسسات ملی استاندارد کشورها یا سازمان‌های مشابه منتشر شده است، توصیه می گرد؛
- استفاده از آزمایشگاه‌هایی که روش‌های اعتباریافته در استاندارد ISO/TC17025 را به‌کار می‌برند؛
- استفاده از آزمایشگاه‌های معتبر به یک سیستم مدیریت کیفیت برای مثال منطبق با استاندارد ISO 9001؛
- استفاده از آزمایشگاه‌هایی که در الگوهای آزمون مهارت‌های مربوطه در سطح بین المللی شرکت می‌کنند؛ اگر آنالیزها توسط آزمایشگاه‌های مختلف انجام شوند، بهتر است اطمینان حاصل شود که آن‌ها در همان آزمون مهارت به منظور کنترل دقت و صحت و در نتیجه کیفیت و قابلیت مقایسه نتایج شرکت کرده‌اند؛
- استفاده از نماینده کمیسیون که روش کارهای تضمین کیفیت خود را به کار می‌گیرد.
- بهتر است تاکید شود که استفاده از یک یا همه ضوابط فوق، موجب حذف احتمال وقوع تغییرات تجزیه‌ای (که «خطاهای تجزیه‌ای» نامیده می‌شود)، نخواهد شد. خطاهای تجزیه‌ای ممکن است در نمونه‌های منفرد، تعدادی از نمونه‌ها و یک یا تعدادی از پارامترهای مورد آنالیز مشاهده شود.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

آزمون‌های نقاط پرت

حذف نقاط پرت، تاثیر معنی داری بر تعریف مقادیر زمینه دارد. بنابراین، نحوه انجام یک آزمون نقاط پرت، مرحله‌ای ضروری در پردازش یا آنالیز داده‌ها می‌باشد.

تشخیص آماری یک نقطه پرت، به‌طور ذاتی برای حذف مقدار بزرگ (یا کوچک) داده‌هایی که مقدار زمینه را شرح می دهند، کافی نیست. آزمون آماری روشی مناسب برای تعیین داده‌هایی است که باید با تفصیل بیش‌تری بررسی گردیده تا مشاهده شود که آیا توضیحی برای پرت بودن یک نقطه وجود داشته یا ندارد. در صورت وجود چنین توضیحی، مقدار مورد نظر در حقیقت یک نقطه پرت است.

دلایل متفاوتی درخصوص وجود نقاط پرت در پایگاه داده ذکر شده است. از جمله:

- خطاهای اجرایی؛
- خطاهای اندازه‌گیری که بر اساس آنالیز جدید نادرست بودن آن تایید شده است؛
- خطاهای روش آزمون که ناشی از نمونه‌برداری، پیش آماده‌سازی نمونه‌ها، تخریب یا عصاره‌گیری و آنالیز می‌باشد.

در صورتی که یک یا چند مورد از خطاهای ذکر شده در مورد یک نقطه پرت صادق باشد، اندازه‌گیری بهتر است به‌طور کامل از پایگاه داده‌ها حذف شود.

دلایل دیگر برای وجود نقاط پرت به شرح زیر می‌باشد:

- تفاوت در (تاریخچه) استفاده از خاک؛
- یک مورد آلودگی محلی در خاک؛
- اختلاف در نوع خاک.

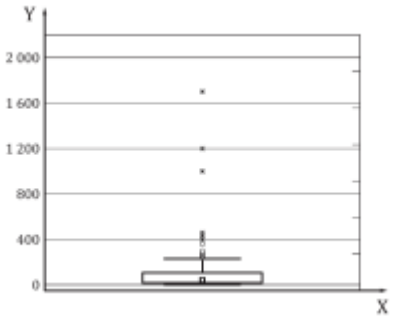
در همه موارد، نقطه پرت بهتر است در (بخشی از) پایگاه داده‌ها، به‌عنوان معیاری برای بیان کیفیت زمینه خاک مورد استفاده قرار نگیرد، ولی بهتر است به‌عنوان مقادیری بالا در توصیف کیفیت خاک منطقه در پایگاه سراسری داده نگهداری شود.

برای تعیین نقاط پرت، آزمون‌های متعددی به‌کار برده می‌شود. در اصطلاح، لازم است که توزیع زمینه‌ای را به‌عنوان مبنا در نظر گرفت و اگر اندازه‌گیری از پهنای مورد انتظار آن توزیع بیرون افتاد، آن مقدار، نقطه پرت خواهد بود. برای تعیین نقاط پرت به شکل قابل درک و ساده، در بیش‌تر موارد از«طرح جعبه و سوزن»

(که اغلب تنها «طرح جعبه» نامیده می‌شود) استفاده می‌شود. طرح جعبه و سوزن، به‌صورت نمودار، اطلاعاتی آماری در خصوص توزیع داده را نشان میدهد. انواع مختلفی از طرح جعبه و سوزن وجود دارد. اغلب طرح جعبه و سوزن در جایی‌که اختلاف مقادیر درصدی در توزیع، مشاهده شده باشد، کاربرد دارد. «جعبه» قسمتی از توزیع که بین بیست و پنجمین و هفتاد و پنجمین درصد است را توصیف می‌کند. بنابراین، «مرکز» ٪ ۵۰ داده را نشان می‌دهد. درون جعبه، میانه نمایش داده می‌شود. «سوزن‌ها» از درصد بیست و پنج و هفتاد و پنج به بالا تا مقدار مساوی k برابر محدوده در مربع داخلی (اختلاف بین ٪ ۲۵ و ٪ ۷۵) را توصیف می‌کنند. k اغلب برابر ۱٫۵ است. مقادیر بالاتر از سوزن‌ها، به‌عنوان نقاط پرت مشخص می‌شوند. مخصوصا مقداری که (در اینجا ۱٫۵) برای تعیین موقعیت سوزن‌ها استفاده می‌شود، بر اساس فرضیه توزیع زمینه ای اندازه‌گیری‌ها می‌باشد.

شکل الف-۱ طرح جعبه و سوزن را برای غلظت‌های سرب در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. در این شکل نقاط پرت به دو دسته «نقاط پرت» و «حدود نهایی» تقسیم شده‌اند که حدود نهایی، اندازه‌گیری‌های بیش‌تر از ۲ برابر محدوده مربع داخلی را نشان می‌دهند. از ضرایب دیگری نیز برای تمایز بین نقاط پرت و حدود نهایی (مانند ضریب ۳) استفاده شده است. گاهی اوقات درصدهای دهم و نودم برای تعیین نقاط پرتی استفاده می‌شوند که به‌عنوان مقادیر به ترتیب پایین و بالای آن درصدها تعریف شده است.

همان گونه که در شکل الف-۱ نشان داده شده، تعدادی نقاط پرت مشخص گردیده‌اند. ولی بهتر است بررسی شود که آیا این مقادیر واقعا پرت هستند؟



راهنما:

X توزیع جمعیت

Y جزء جرمی سرب که بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم بیان می‌شود

نقطه غیرپرت

نقطه غیر پرت حداقل

٪ ۷۵

٪ ۲۵

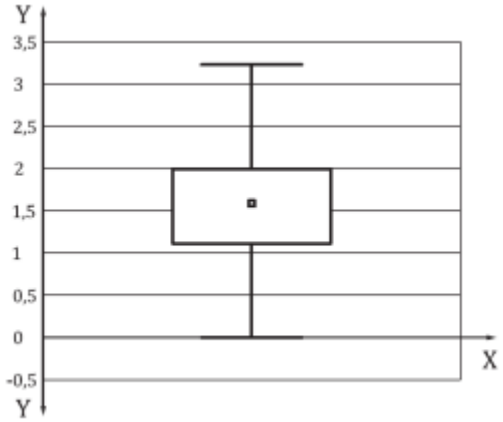
میانه

نقاط پرت

حدود نهایی

شکل الف-۱- غلظت‌های سرب (داده اصلی) در تصویر طرح جعبه

شکل الف-۲ همان اندازه‌گیری‌های مربوط به غلظت سرب را پس از تبدیل لگاریتمی نشان می‌دهد. در این‌جا مشخص شده است که دیگر نقاط پرتی وجود ندارد. این موضوع همچنین به وسیله طرح‌های «احتمال نرمال» برای اندازه‌گیری‌ها و همچنین تبدیل لگاریتمی مقادیر اندازه‌گیری شده که در شکل الف-۳ نشان داده شده است، پشتیبانی می‌شود.

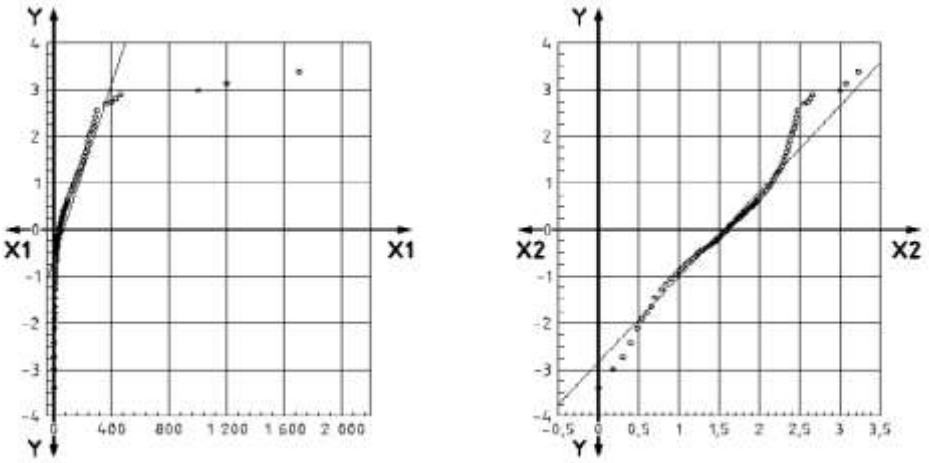


راهنما:

X توزیع جمعیت

Y جزء جرمی سرب که به‌صورت لگاریتمی بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم، log mg/kg بیان شده است.

شکل الف-۲- غلظت‌های سرب (داده‌های تبدیل شده به شکل لگاریتمی) در نمودار طرح جعبه



راهنما:

Y مقدار نرمال مورد انتظار

X_1 مقدار سرب مشاهده شده که بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم، mg/kg بیان شده است.

X_2 مقدار سرب مشاهده شده که به‌صورت لگاریتمی بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم، log mg/kg بیان شده است.

شکل الف-۳- طرح‌های احتمال نرمال برای مقادیر معمولی (شکل سمت چپ) و لگاریتمی تبدیل شده به غلظت‌های سرب

این موضوع مشخص می‌کند که اندازه‌گیری‌ها به‌صورتی که در بیش‌تر داده‌های زیست محیطی ظاهر می‌شوند، انحراف به سمت مثبت دارند. پس از تبدیل لگاریتمی، داده‌های لگاریتمی شده، مقادیر مورد انتظار را تفسیر می‌نمایند (که در شکل الف-۳ به وسیله خطی ترسیم شده است). این مطلب، لزومی برای ارائه توضیح در خصوص نقاط پرت را نشان نداده اما می‌تواند توضیحی درخصوص اندازه‌گیری‌های موجود در پایگاه داده که مشخص کننده مقدار زمینه می باشند را ارائه دهد. آزمون آماری نقطه پرت، به سادگی مشخص می‌کند که چه داده‌هایی باید با جزئیات بیش‌تری بررسی شوند. این آزمون، هر چند تاییدی برای مقادیر بالای داده‌ها می‌باشد، اما قسمتی از توزیع مقادیر زمینه را نیز توصیف می‌کند. علاوه‌بر ترسیم داده‌ها بر اساس توزیع مورد انتظار، همان گونه که در مثال نشان داده شده است، آنالیز اکتشافی داده نیز می‌تواند علاوه‌بر نمایش مکانی اندازه‌گیری‌ها، به‌صورت الگوهای مکانی ملموس ایجاد گردد. برای مثال روابط مکانی به دلیل وجود اشکال خاص زمین مورد استفاده یا ساختارهای مکانی موجود در منطقه مورد مطالعه، می‌تواند ارائه شود. همچنین ماتریس‌های همبستگی که نشان دهنده وابستگی بین اجزای بررسی شده هستند، می‌تواند در توضیح و شناخت اندازه‌گیری‌های قابل استفاده، سودمند باشد. شیوه دیگری برای انتخاب مقادیر متناظر با مقادیر زمین خاک شیمی یا زمینه، استفاده از تحلیل اجزای اصلی می‌باشد. ترسیم امتیازات نمونه‌ها در برابر سه جزء اصلی واریانس کل، معمولا موارد اختلاف بین جمعیت‌ها را نشان می‌دهد. گزینه دیگر برای تشخیص نقاط پرت، استفاده از آزمون‌های ویژه نقاط پرت آماری می‌باشد. این آزمون‌ها برای تفسیر (چشمی) پیچیده‌تر بوده و ضروری است که داده‌های مورد آزمون شرایط کاربردی بودن (مانند نرمال بودن داده‌ها) را برآورده سازند. اگر این شرایط برآورده نشود، اندازه‌گیری‌ها به اشتباه به‌عنوان نقاط پرت در نظر گرفته خواهند شد.

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

مثال‌هایی از مواد اصلی و پارامترها

جدول ب-۱- پارامترهای اساسی خاک

عوامل	روش‌ها	استاندارد مربوطه
بافت	رسوب‌گذاری، الک کردن	ISO 11277
جزء مواد درشت	الک کردن	ISO 11277
مقادیر مواد غیرخاکی	مشاهده چشمی با الک کردن	ISO 25177, ISO 11277
چگالی توده	اندازه‌گیری مستقیم نمونه‌های خاکی دست نخورده، برآورد منحنی‌های نگهداری آب خاک	ISO 11272
pH	الکترود pH	ISO 10390
میزان کربن آلی	احتراق خشک	ISO 10694
ظرفیت تبادل کاتیونی، کاتیون‌های تبادلی	BASECOMP	ISO 13536
	باریم کلرید	
میزان کربنات	تغییر شکل CO_2	ISO 10693

جدول ب-۲- مثال‌هایی برای آنالیز مواد معدنی

عوامل	گونه یا شکل	روش عصاره‌گیری یا آماده‌سازی	استانداردهای مربوطه	
			عصاره‌گیری یا آماده‌سازی	اندازه‌گیری
شبه فلزها مانند آرسنیک و سلنیم فلزات مانند: باریم، کادمیم، کروم، کبالت، مس، آهن، سرب، منگنز، جیوه، مولیبدن، نیکل، تالیم، روی سیانیدها	کل	ذوب قلیایی + پرتو X فلورسانس HF+ $HClO_4$	ISO 14869-1	ISO 14869-1 ISO 11047
	شبه کل	تیزاب سلطانی	ISO 11466	ISO 11047
	کمپلکس	EDTA DTPA	ISO 14870	ISO 11047
	تبادلی	$NaNO_3$ NH_4NO_3 $CaCl_2$ KCl		
	محلول در آب	آزمون‌های شستشو، H_2O	به یادآوری مراجعه شود	به یادآوری مراجعه شود ISO 11262 ISO 17380
یادآوری- روش‌های عصاره‌گیری و تجزیه‌ای متفاوتی برای خاک- آب در مجموعه استانداردهای ملی و بین‌المللی مربوط به کیفیت آب وجود دارد که ممکن است قابل کاربرد باشند. تطابق این روش‌ها بهتر است با عصاره‌های به دست آمده از مواد ویژه خاک مورد تایید قرار گیرد.				

جدول ب-۳- مثال‌هایی برای آنالیز مواد آلی

مواد یا گروهی از مواد	روش	استانداردهای مربوطه
PAH	سوکسله، HPLC، UV کروماتوگرافی لایه نازک HPLC با ستون RP C-18 GC-MS	ISO 7981-1 ISO 7981-2 ISO 18287
فوران، دی اکسین		
PCBS	GC-ECD	ISO 10382 ISO 13876
آفت‌کش‌ها (مانند کلرونفتالن)		
آفت‌کش‌های کلره		
کلروپارافین‌ها		
برمودی فنیل اترها		
یادآوری- روش‌های تجزیه‌ای و استخراج متنوعی برای آب در مجموعه‌های استانداردهای ملی و بین المللی مربوط به کیفیت آب وجود دارد که می‌تواند قابل کاربرد نیز باشد. با این وجود، تایید این‌که آنالیزها با عصاره‌های به‌دست آمده از یک ماده خاک خاص انجام می‌شوند، حائز اهمیت است.		

کتاب‌نامه

[1] ISO 7981-1, Water quality — Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) — Part 1: Determination of six PAH by high-performance thin-layer chromatography with fluorescence detection after liquid-liquid extraction

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱-۹۳۸۷: سال ۱۳۸۶، آب-اندازه گیری هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه ای - قسمت اول -اندازه گیری ۶ هیدروکربن آروماتیک چند حلقه ای به روش کروماتوگرافی لایه نازک با کارایی بالا با آشکار سازی فلورسانس پس از استخراج مایع -مایع، با استفاده از استاندارد ISO 7981-1: 2005 تدوین شده است.

[2] ISO 7981-2, Water quality — Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) — Part 2: Determination of six PAH by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection after liquid-liquid extraction

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲-۹۳۸۷: سال ۱۳۸۶، آب-اندازه گیری هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه ای - قسمت دوم -اندازه گیری ۶ هیدروکربن آروماتیک چند حلقه ای به روش کروماتوگرافی لایه نازک با کارایی بالا با آشکار سازی فلورسانس پس از استخراج مایع -مایع، با استفاده از استاندارد ISO 7981-2: 2005 تدوین شده است.

[3] ISO 8165-1, Water quality — Determination of selected monovalent phenols — Part 1: Gaschromatographic method after enrichment by extraction

[4] ISO 9000, Quality management systems — Fundamentals and vocabulary

یادآوری- استاندارد ملی ایران-ایزو شمارهٔ ۹۰۰۰: سال ۱۳۹۶، سیستم‌های مدیریت کیفیت- مبانی و واژگان، با استفاده از استاندارد ISO 9000: 2015 تدوین شده است.

[5] ISO 9001, Quality management systems — Requirements

یادآوری- استاندارد ملی ایران-ایزو شمارهٔ ۹۰۰۱: سال ۱۳۹۶، سیستم‌های مدیریت کیفیت – الزامات، با استفاده از استاندارد ISO 9001: 2015 تدوین شده است.

[6] ISO 10382, Soil quality — Determination of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls — Gas-chromatographic method with electron capture detection

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۱۸۷۴: سال ۱۳۸۷، کیفیت خاک-اندازه گیری میزان آفت کش‌های آلی کلردار و بی فنیلهای چند کلردار -روش کروماتوگرافی گازی با استفاده از آشکار ساز ربایش الکترونی، با استفاده از استاندارد ISO 10382 : 2002 تدوین شده است.

[7] ISO 10390, Soil quality — Determination of pH

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۷۸۳۴: سال ۱۳۸۹، کیفیت خاک- اندازه گیری pH، با استفاده از استاندارد ISO 10390: 2005 تدوین شده است.

[8] ISO 10693, Soil quality — Determination of carbonate content — Volumetric method

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۶۸۳۰: سال ۱۳۸۲، خاک- تعیین فشار آب در منافذ خاک به روش تنسیومتری ـ روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 10693: 1995 تدوین شده است.

[9] ISO 10694, Soil quality — Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis)

[10] ISO 11047, Soil quality — Determination of cadmium, chromium, cobalt, copper, lead, manganese, nickel and zinc — Flame and electrothermal atomic absorption spectrometric methods

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۸۵۲۳: سال ۱۳۸۴، خاک-تعیین عناصرکادمیم،کروم،کبالت،مس،سرب،منگنز،نیکل و روی در خاک به وسیله استخراج کننده‌های آبی-روش‌های جذب اتمی حرارتی و شعله ای، با استفاده از استاندارد ISO 11047: 1998 تدوین شده است.

[11] ISO 11260, Soil quality — Determination of effective cation exchange capacity and base saturation level using barium chloride solution

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۰۱۷۴: سال ۱۳۸۶، کیفیت خاک - تعیین ظرفیت تعادلی کاتیونی موثر و سطح پایه اشباع با استفاده از محلول کلرید باریم، با استفاده از استاندارد ISO 11260: 2005 تدوین شده است.

[12] ISO 11262, Soil quality — Determination of total cyanide

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۸۴۶۶: سال ۱۳۹۴، کیفیت خاک-تعیین سیانید کل-روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 11260: 2003 تدوین شده است.

[13] ISO 11271, Soil quality — Determination of redox potential — Field method

[14] ISO 11272, Soil quality — Determination of dry bulk density

[15] ISO 11277, Soil quality — Determination of particle size distribution in mineral soil material — Method by sieving and sedimentation

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۷۸۳۱: سال ۱۳۸۹، کیفیت خاک- تعیین توزیع اندازه ذرات مواد معدنی-روش تـه نشینی و الک کردن ، با استفاده از استاندارد ISO 11277: 2009 تدوین شده است.

[16] ISO 11369, Water quality — Determination of selected plant treatment agents — Method using high performance liquid chromatography with UV detection after solid-liquid extraction

[17] ISO 11464, Soil quality — Pretreatment of samples for physico-chemical analysis

[18] ISO 11466, Soil quality — Extraction of trace elements soluble in aqua regia

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۸۹۹۹: سال ۱۳۸۶، کیفیت خاک-استخراج عناصر کم مصرف محلول در محیط آب ، با استفاده از استاندارد ISO 11466: 1995 تدوین شده است.

[19] ISO 13536, Soil quality — Determination of the potential cation exchange capacity and exchangeable cations using barium chloride solution buffered at pH = 8,1

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۸۷۳۹: سال ۱۳۸۶، کیفیت خاک-تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی بالقوه و کاتیوهای قابل تبادل با استفاده از محلول بافری باریم کلرید در pH = ۸/۱ روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 13536: 1995 تدوین شده است.

[20] ISO 13876, Soil quality — Determination of polychlorinated biphenyls (PCB) by gas chromatography with mass selective detection (GC-MS) and gas chromatography with electron-capture detection (GC-ECD)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۹۲۰۴: سال ۱۳۹۳، کیفیت خاک -تعیین بی فنیل‌های پلی کلرینه (PCB) بوسیله کروماتوگرافی گازی با آشکار سازی جرمی گزینشی (GV-MS) و کروماتوگرافی گازی با آشکار سازی الکترون -گیر اندازی (GC-ECD)، با استفاده از استاندارد ISO 13876: 2013 تدوین شده است.

[21] ISO 14869-1, Soil quality — Dissolution for the determination of total element content — Part 1: Dissolution with hydrofluoric and perchloric acids

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱-۱۱۱۱۵: سال ۱۳۸۷، کیفیت خاک-تعیین کلیه عناصر موجود-قسمت ۱-روش انحلال با هیدروفلوریک اسید و پرکلریک اسید، با استفاده از استاندارد ISO 14869-1: 2001 تدوین شده است.

[22] ISO 14870, Soil quality — Extraction of trace elements by buffered DTPA solution

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۰۷۷۶: سال ۱۳۸۷، کیفیت خاک -استخراج عناصر کم مقدار توسط محلول DTPA بافری شده، با استفاده از استاندارد ISO 14870: 2001 تدوین شده است.

[23] ISO 16133, Soil quality — Guidance on the establishment and maintenance of monitoring programmes

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۴۵۳۰: سال ۱۳۹۰، کیفیت **خاک -راهنمای ایجاد و نگه داری برنامه‌های** پایشی، با استفاده از استاندارد ISO 16133: 2004 تدوین شده است.

[24] ISO 17380, Soil quality — Determination of total cyanide and easily liberatable cyanide — Continuous-flow analysis method

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۹۵۱۸: سال ۱۳۸۶، کیفیت خاک-تعیین مقدار سیانید کل و سیانید با قابلیت آزاد شدن بالا-روش آنالیز جریان پیوسته، با استفاده از استاندارد ISO 17380: 2004 تدوین شد است.

[25] ISO 18287, Soil quality — Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) — Gas chromatographic method with mass spectrometric detection (GC-MS)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۹۵۲۰: سال ۱۳۸۶، کیفیت خاک-تعیین مقدار هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه ای (PAH)-روش کروماتوگرافی گازی با استفاده از آشکار سازی اسپکترومتری جرمی، با استفاده از استاندارد ISO 18287: 2006 تدوین شد است.

[26] ISO 18400-102, Soil quality — Sampling — Part 102: Selection and application of sampling techniques

[27] ISO 18400-104:-,1)Soil quality — Sampling — Part 104: Strategies

[28] ISO 18400-105, Soil quality — Sampling — Part 105: Packaging, transport, storage and

[29] preservation of samples

[30] ISO 18400-106, Soil quality — Sampling — Part 106: Quality control and quality assurance

[31] ISO 18400-107, Soil quality — Sampling — Part 107: Recording and reporting

[32] ISO 18400-201, Soil quality — Sampling — Part 201: Physical pretreatment in the field

[33] ISO 18400-203,2)Soil quality — Sampling — Part 203: Investigation of potentially contaminated sites

[34] ISO 18512, Soil quality — Guidance on long and short term storage of soil samples

[35] ISO 25177, Soil quality — Field soil description

[36] ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories

[37] Ramsey M.H., Ellison S.L.R. (Eds). Guide measurement uncertainty arising from sampling a guide to methods and approaches. EURACHEM/CITAC. 2007

[38] Boddy R., Smith G. Effective experimentation for scientists and technologists. Wiley, New York. 2010

[39] FAO. World reference base for soil resources. World Soil Resources Reports. 84. FAO, ISRIC and ISSS. 1998. Available from: http://www.fao.org/docrep/w8594e/w8594e00.HTM

[40] Environment Protection Authority. EPA Guidelines: Composite soil sampling in site contamination assessment and management. Government of Australia. 2005

[41] Levitan D.M., Schreiber M.E., Seal II R.R., Bodnar R.J., Aylor Jr J.G. Developing protocols for geochemical baseline studies: An example from the Coles Hill uranium deposit, Virginia, USA. Applied Geochemistry. 2014, 43, pp. 88–100

[42] US EPA. Guidelines for analysing data with non-detects. In: Data Quality Assessment: Statistical Methods for Practitioners. EPA QA/G-9S. United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C. 2006

[43] Blanc C., Brunet J.F, Guiet F., Herniot P., Leynet A., Roussel H., Jarzabek M. Urban Geochemical Backgrounds for Excavated Soil Reuse. AquaConSoil. 13th International UFZDeltares Conference on Sustainable Use and Management of Soil, Sediment and Water Resources, 9 to 12 June 2015, Copenhagen, Denmark, 2015

[44] Gustafsson O., Haghseta F., Chan C., MacFarlane J., Gschwend P.M. Quantification of the dilute sedimentary soot phase: Implications for PAH speciation and bioavailability. Environ. Sci. Technol. 1997, 31(1), pp. 203–209

[45] Valmy L., De Fouquet C., Bourgine B. Outlier detection for groundwater data in France. Geophysical Research Abstracts. 2014, 16, EGU2014-13463

[46] Villaneau et al. Detecting outliers in trace element contents in soil with the French soil quality monitoring network. 2008