

سازمان حفاظت محیط زیست ایران

بخش خاک آزمایشگاه مرجع

دستورالعمل نمونه برداری خاک

Soil Sampling Standard  
Operating Procedure

تهیه کننده:

مهدی گندم کار

مسئول آزمایشگاه فیزیکوشیمی خاک

نسخه:

۱۳۹۵ - ۰۰

**۱- هدف :**

هدف از این دستورالعمل اجرایی (SOP) تشریح روشهای جمع آوری نمونه‌های نماینده خاک است. نمونه‌های خاک سطحی را می‌توان برای تحقیق در مورد آلاینده‌هایی که در نزدیکی سطح محیط خاک وجود دارند بکار برد. این آلاینده‌ها می‌توانند به اعماق خاک گسترش یافته و به آبهای زیرزمینی، آبهای سطحی، اتمسفر و یا سیستمهای بیولوژیکی مهاجرت نمایند.

**۲- دامنه کاربرد :**

در این دستورالعمل فرض می‌شود اعماق نمونه برداری در حدی است که بدون نیاز به دکل حفاری و یا سایر تجهیزات ماشینی (بجز بیل مکانیکی)، قابل دسترسی است که معمولاً تا یک فوت (۳۰ سانتیمتر) زیر سطح را شامل می‌شود. دستورالعملهای اجرایی مختلفی وجود دارد که ممکن است با توجه به شرایط منطقه، محدودیتهای تجهیزاتی و یا عملیاتی تغییر داده شده یا متنوع باشد. در تمام موارد رویه‌های عملی مورد استفاده باید مستند شده و در گزارش منطقه تشریح گردد.

**۳- خلاصه روش :**

نمونه‌های خاک را می‌توان به روشهای مختلف و با تجهیزات متنوعی با توجه به عمق دلخواه، نوع نمونه (دستخورده یا دستخورده) و نوع خاک برداشت نمود. خاکهای نزدیک به سطح را می‌توان با استفاده از یک بیلچه، ماله و یا کمچه نمونه برداری نمود. نمونه برداری در اعماق بیشتر با استفاده از یک اوگر دستی، اوگر فلایت، ترایر، قاشق تقسیم و یا در صورت نیاز بیل مکانیکی قابل انجام است.

**۴- ظروف، نگهداری، حمل و انبار نمونه‌ها :**

نگهداری (حفاظت) مواد جامد به روش شیمیایی عموماً توصیه نمی‌شود. بهر حال نمونه‌ها باید سریعاً به محیط خنک و دمای  $4^{\circ}\text{C}$  و دور از نور مستقیم خورشید منتقل شوند تا واکنشهای احتمالی به حداقل برسد. مقدار نمونه، نوع ظرف مناسب و ملزومات حمل و جابجای نمونه در دستورالعملهای مرتبط بحث قرار گرفته است.

**۵- تداخلات و اشکالات بالقوه :**

دو مشکل اولیه در ارتباط با نمونه برداری خاک وجود دارد: اول، تداخل آلودگی از نمونه‌ای به نمونه دیگر و دوم، نمونه برداری نامناسب. تداخل آلودگی را می‌توان با استفاده از ابزارهای نمونه برداری

اختصاصی حذف کرده یا کاهش داد. اگر این امر عملی نبود، نظافت و پاکسازی ابزارهای نمونه برداری الزامی است که در دستورالعملهای «پاکسازی وسایل نمونه برداری» مورد بحث قرار گرفته است. رویه های نامناسب نمونه برداری ممکن است ماتریس نمونه را بهم بریزد که موجب تبخیر آلودگیها، تراکم نمونه و یا عدم یکنواختی کافی نمونه ها شده و نتایج متغیر و غیر نماینده می گردد.

## ۶- تجهیزات و لوازم:

تجهیزات مورد نیاز برای نمونه برداری خاک مشتمل بر موارد زیر است که ممکن است برخی مورد استفاده قرار نگیرد:

توجه ۱: اگر نمونه خاک جهت آنالیز ترکیبات نیمه فرار مد نظر باشد، نباید از ابزارهای پلاستیکی استفاده گردد.

نقشه های منطقه / نقشه واحد مورد بررسی

تجهیزات ایمنی همانطور که در پلان ایمنی و سلامت (HASP) آمده است.

اسباب مرسوم پیمایش و یا سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS)

متر نواری

میخ و یا پرچم پیمایش

دوربین و اسباب عکسبرداری

سطل، کاسه و ظرف از جنس استیل، پلاستیک و یا سایر مواد مناسب جهت همگن سازی نمونه

ظروف نمونه با ظرفیت مناسب

کیسه های پلاستیکی قفل زیپی

دفترچه یادداشت مشخصات منطقه

برچسب مشخصات

فرمهای اطلاعاتی منطقه و نمونه ها

خنک کننده ها

بیلچه، کاردک، ماله و قاشقکهای پلاستیکی و یا استیل

اوگر مناسب و میله های امتداد و دسته

استوانه نمونه گیر لبه نازک، مغزه گیر، جک کشنده و ...

آشکارسازهای PID، FID و نمایشگر ذرات معلق قابل تنفس (RAM)

بیل مکانیکی

نمونه بردارهای En Core

**۷- محلولهای شیمیایی :**

محلولهای پاکسازی در دستورالعملهای پاکسازی تجهیزات نمونه برداری آمده است.

**۸- روشها :**

۷-۱: آماده سازی :

- میزان و شدت نمونه برداری، آزمایشهایی که باید انجام شود، روشهای نمونه برداری که باید بکار رود و نوع و تعداد تجهیزات و تأمینات لازم برای اجرای مأموریت را معین کنید.
- تجهیزات لازم برای نمونه برداری و پایش هوا را فراهم کنید.
- هماهنگی و برنامه ریزی لازم با متولیان، مشتری و موسسات قانونی انجام دهید.
- یک برنامه شناسایی مقدماتی از محل قبل از عملیات مطابق با HASP خاص منطقه انجام دهید.
- از میخ چوبی و پرچمها برای شناسایی و علامتگذاری نقاط نمونه برداری استفاده کنید. به هنگام انتخاب محل نمونه برداری باید پارامترهای خاص محل مانند طبیعت و شدت آلودگی، مورد توجه قرار گیرد. این محلها ممکن است بدلیل شرایط دسترسی، محدوده های ممنوع و یا موانع سطحی اصلاح گردد. تمامی موقعیتهای علامتگذاری شده باید قبلا از هرگونه تاسیسات پاک شده و از نظر ایمنی تایید گردد.
- تجهیزات را مطابق دستورالعملهای اختصاصی هر موقعیت، پاکسازی و نظافت کنید.

۷-۲: نمونه برداری

۷-۲-۱: نمونه های خاک سطحی : برداشت نمونه از خاک نزدیک به سطح را می توان با استفاده از ابزارهایی مانند بیلچه، کج بیل، ماله و کمچه انجام داد. لایه های بالاتر برای رسیدن به عمق مورد نیاز برداشته می شوند و با یک قاشقک ضد زنگ و یا پلاستیکی نمونه را برمی داریم. البته برای آنالیز ترکیبات نیمه فرار کاربرد ابزارهای پلاستیکی مجاز نیست (توجه ۱).

این روش را می توان برای انواع زیادی از خاکها بکار برد. ولی تنها به خاکهای مجاور سطح محدود می شود. با این روش نمونه های دقیق و نماینده ای را بسته به نظر اعضای تیم نمونه بردار قابل جمع آوری است. می توان با یک ماله تخت بنایی یک بلوک از خاک را بعنوان نمونه دست نخورده جدا نمود. ابزارهایی که با کروم یا سایر مواد روکش داده شده است، نباید بکار برد.

مراحل زیر برای برداشت نمونه‌های خاک سطحی طی می‌شود:

- اگر آلودگیهای آلی فرار (VOC) مد نظر باشد، از یک نمایشگر PID برای پایش وضعیت تنفس فرد نمونه بردار هنگام عملیات استفاده کنید.
- با استفاده از یک بیلچه ضد زنگ، قاشقک پلاستیکی یا ماله، تکه چوبها، سنگ، گیاهان و سایر مواد اضافی را از سطح پاک کرده دور بریزید.
- مقدار کافی از نمونه بر اساس آزمایشهایی که قرار است انجام شود جمع کرده و در یک ظرف کاسه مانند ضد زنگ، پلاستیکی یا جنس مناسب دیگر بریزید.
- اگر آزمایش مواد آلی فرار مد نظر است، بلافاصله بخشی از نمونه را با یک قاشق استیل در ظرف نمونه مناسب برچسب گذاری شده بریزید و درب آنرا محکم کنید تا مواد فرار خارج نشود.
- خاک باقیمانده را کاملاً مخلوط نمایید تا یک نمونه نماینده از کل نمونه برداری بدست آید. سپس نمونه را در یک ظرف برچسب گذاری شده قرار داده درب آنرا محکم کنید. اگر قصد نمونه مرکب دارید، قبل از این مرحله سایر نمونه‌ها را نیز به ظرف همگن سازی منتقل و کاملاً مخلوط کنید.

۷-۲-۲: نمونه برداری از عمق با اوگرها و استوانه‌های نمونه گیر جدارنازک

این سیستم شامل یک اوگر، سر، چند میله امتداد و یک دسته T شکل است. اوگر برای حفر یک گمانه تا عمق دلخواه بکار رفته و سپس خارج می‌شود. نمونه ممکن است مستقیماً از سر اوگر برداشت شود. اگر مقدار بیشتری نمونه لازم باشد، گمانه‌های بیشتری تا همان عمق حفر می‌شود. همچنین می‌توان سر اوگر را با یک بخشی که شامل یک استوانه نمونه گیر است تعویض نمود و آنرا در گمانه تا عمق مورد نظر فرو برد. نمونه را بصورت مغزه از استوانه خارج نمود.

انواع مختلف اوگر وجود دارد که می‌توان به نوع سطلی، استوانه‌ای، پره پیوسته (مارپیچی) و یا پست هول (post-hole) اشاره نمود. نوع سطلی بدلیل امکان برداشت حجم زیاد نمونه از یک عمق مشخص و در زمان کوتاه، برای نمونه برداری مستقیم بهتر است. وقتی از اوگرهای پره پیوسته و یا پست-هول استفاده می‌شود نمونه را مستقیماً می‌توان از پره‌ها و یا توده خاک خارج شده اطراف گمانه برداشت. این دو نوع اوگر برای برداشت نمونه مرکب از کل ستون خاک مناسب هستند. اما نمی‌توان از آنها برای برداشت نمونه از عمق معین استفاده نمود.

مراحل زیر برای برداشت نمونه خاک با استفاده از یک اوگر اجرا می‌شود:

۱. سر اوگر را به میله‌های امتداد متصل کرده و به دسته T شکل وصل کنید.
۲. سطح محل گمانه را از ضایعات پاک کنید. توصیه می‌شود که یک لایه نازک از خاک سطحی را در دایره‌ای به قطر ۳۰cm اطراف گمانه را برداشته دور بریزید.
۳. اوگر زدن را آغاز کرده و به تناوب خاکهای خارج شده اطراف گمانه را جمع کرده و روی یک سطح پلاستیکی پهن شده نزدیک گمانه بریزید تا از سقوط تصادفی خاکهای به سطح آمده در داخل گمانه جلوگیری شود. همچنین پر کردن گمانه را تسهیل کرده و از آلوده شدن احتمالی محیط اطراف جلوگیری می‌کند.
۴. پس از رسیدن عمق دلخواه اوگر را به آرامی و با دقت از گمانه خارج کنید. در صورتی که نمونه مستقیماً از سر اوگر برداشته می‌شود به مرحله ۱۰ بروید.
۵. سر اوگر را از میله‌های امتداد جدا کرده و با یک غلاف بُرنده و استوانه نمونه‌گیر جایگزین کنید.
۶. استوانه نمونه‌گیر را با دقت در گمانه پایین ببرید. به تدریج استوانه را در داخل خاک فشار دهید. دیواره‌های گمانه را تراشید. از چکش زدن به میله‌ها خودداری کنید تا ارتعاش حاصل موجب ریزش دیواره نشود.
۷. غلاف بُرنده را خارج کرده از میله‌ها جدا کنید.
۸. استوانه نمونه‌گیر را خارج کنید.
۹. بالای مغزه (حدود یک اینچ) را دور بریزی. زیرا ممکن است شامل خاکهای ریزشی باشد. تمام و یا بخشی از مواد مورد نظر را به کمک قاشقک استیل در داخل یک ظرف برچسبدار مناسب منتقل کنید و درب ظرف را محکم کنید. در صورت لزوم نمونه را قبلاً مخلوط و همگن کنید.
۱۰. اگر آنالیز VOC مد نظر باشد نمونه را مستقیماً از سر اوگر به کمک قاشقک استیل در داخل یک ظرف برچسبدار مناسب منتقل کنید و درب ظرف را محکم کنید.
۱۱. اگر نمونه دیگری در عمق بیشتر همان گمانه باید برداشت شود، سر اوگر را متصل کرده و مراحل ۳ تا ۱۱ را تکرار کنید. البته بین هر دو نمونه سر اوگر کاملاً از آلودگی پاک شود.
۱۲. گمانه را با توجه به قوانین موجود ترمیم و یا رها کنید.

۳-۲-۷: نمونه برداری در عمق با یک ترایر (Traier):

در شکل ۲ ضمیمه، یک ترایر را می بینید که دارای یک دسته T شکل است. این نوع اوگر در خاک مورد نظر فرو برده شده و یک نمونه مغزه از عمق مناسب برداشت می شود.

مراحل زیر برای برداشت نمونه خاک با استفاده از ترایر اجرا می شود:

۱. ترایر را با زاویه صفر تا ۴۵ درجه از سطح در ماده ای که قرار است نمونه برداری شود فرو برید. در این زاویه ریزش نمونه کمتر است.
۲. ترایر را یک یا دو بار بچرخانید تا یک مغزه از ماده جدا شود.
۳. در حالیکه شکاف ترایر بالا است ترایر را به آرامی عقب بکشید.
۴. اگر آنالیز VOC مد نظر باشد نمونه را به کمک قاشقک استیل مستقیماً به یک ظرف برچسبدار مناسب منتقل کنید و درب ظرف را محکم کنید. باقیمانده نمونه را در یک ظرف استیل یا پلاستیکی یا جنس مشابه دیگر ریخته و بخوبی مخلوط کنید. اگر قرار است نمونه مرکب اخذ شود از سایر محلها نیز نمونه را به ظرف منتقل و همگن کنید. سپس نمونه را به ظرف برچسبدار منتقل و درب آنرا محکم کنید.

۷-۲-۴: نمونه برداری از عمق به وسیله استوانه دو تکه

این نمونه گیر بصورت دو نیم استوانه است که با بست بهم متصل شده و تشکیل یک لوله می دهد که پس از نمونه برداری مجدداً جدا شده و پروفیل خاک خارج می شود. از این وسیله عموماً برای اخذ مغزه های دستنخورده خاک به طولهای ۴۵ تا ۶۰ سانتیمتر استفاده می شود. این نمونه گیر با قطرهای ۵ و ۸٫۷۵ سانتیمتر وجود دارد. می توان با برداشت چندین مغزه متوالی در عمق، پروفیل کاملی از خاک را بدست آورد و یا اینکه ابتدا برای رسیدن به عمق مورد نظر از اوگر دستی یا ماشینی استفاده کرد و سپس استوانه دو تکه را در انتهای گمانه وارد نموده و مغزه گیری کرد.

استاندارد ASTM D1586 برای نمونه برداریهای زمین شناسی با استفاده از نمونه گیر استوانه دو تکه تدوین شده است.

برای برداشت نمونه خاک با استفاده از این اسباب مراحل زیر اجرا می شود:

۱. نیمه استوانه ها را به موازات هم قرار داده و قطعه پاشنه را در پایین و قطعه سر را در بالای آن محکم کنید.
۲. نمونه گیر را با زاویه ۹۰ درجه (عمود بر سطح) قرار دهید.

۳. به کمک جک و یا عامل دیگر نمونه گیر را حداکثر تا پایین قطعه سر در خاک فرو برید تا باعث تراکم خاک نگردد.
۴. در دفترچه یادداشت اطلاعات مربوط به طول استوانه و تعداد ضربه بکار رفته را یادداشت کنید.
۵. نمونه گیر را بیرون کشیده و با باز کردن پیچهای پاشنه و سر، استوانه را باز کنید. مقدار نمونه و نوع خاک باید در برگه اطلاعات گمانه ثبت گردد. اگر نمونه نصف شده نیاز باشد، با یک چاقوی استیل و پاک نمونه را در طول آن دو قسمت کنید.
۶. بدون دستخوردگی مغزه، آنرا به ظرف مخصوص برچسب گذاری شده منتقل و بخوبی محبوس کنید. در صورت نیاز می توان باقیمانده نمونه و یا نمونه های چند محل را (برای نمونه مرکب) در یک ظرف مناسب مخلوط و همگن کرده به ظرف برچسب دار منتقل نمود. محل گمانه را مطابق قوانین منطقه پُر و یا ترک کنید.

#### ۷-۲-۵: گودال نمونه / حفاری ترانشه

- بهنگام نیاز به بررسی دقیق لایه ها و خصوصیات خاک، می توان با یک بیل مکانیکی مقطعی از خاک را برداشت. برای برداشت نمونه از چنین ترانشه و یا گودال نمونه، مراحل زیر طی می شود:
۱. قبل از هر گونه عملیات حفاری با بیل مکانیکی ضروری است تا تمامی محلهای مورد نظر از نظر عدم وجود تاسیسات سطحی و دفن شده مورد بررسی قرار گیرد.
  ۲. برنامه ایمنی و سلامت مخصوص محل (HASP) بررسی کرده و از نصب و اجرای تمامی تجهیزات کنترلی مناسب اطمینان حاصل کنید.
  ۳. به کمک بیل مکانیکی یک ترانشه به عرض تقریبی ۹۰cm و عمق ۳۰ سانتیمتر پایینتر از عمق مورد نظر حفر کنید. خاکهای خارج شده را روی لایه های پلاستیکی بریزید. ترانشه های با عمق بیش از ۱,۵ متر باید شیب دار شده و مطابق با مقررات ذیربط مهار گردد.
  ۴. با یک بیل ۲ تا ۵ سانتیمتر خاک روی سطح عمودی گودال در محل نمونه برداری را بردارید.
  ۵. نمونه ها به کمک یک بیلچه، کج بیل و یا هر ابزار مناسب دیگر در فواصل مورد نظر برداشته می شود. حتما سطح محل نمونه برداری را مقداری بخرائید تا خاکهایی که احتمالا از محلهای دیگر به آن چسبیده جدا شده و به خاک تازه برای نمونه برداری دست پیدا کنید. در بسیاری از موارد می توان از خاکهای داخل باکت بیل مکانیکی نمونه برداشت.
  ۶. اگر آنالیز VOC مد نظر باشد نمونه را با یک قاشقک استیل مستقیما به یک ظرف برچسب دار مناسب منتقل کنید و درب ظرف را محکم کنید. باقیمانده نمونه را در یک ظرف استیل یا



پلاستیکی یا جنس مشابه دیگر ریخته و بخوبی مخلوط کنید. اگر قرار است نمونه مرکب اخذ شود از سایر محلها نیز نمونه را به ظرف منتقل و همگن کنید. سپس نمونه را به ظرف برچسبدار منتقل و درب آنرا محکم کنید.

۷. گودال حفر شده را مطابق مقررات محلی اصلاح نمایید.

۶-۲-۷: نمونه برداری خاک برای VOC با نمونه گیر En core

نمونه گیر En core وسیله ای یکبار مصرف است که برای برداشت و انتقال نمونه خاک به آزمایشگاه بکار می رود. این وسیله از نوعی پلیمر مرکب بی اثر ساخته شده که نمونه اخذ شده با آن اصلا در معرض هوا قرار نمی گیرد. بنابراین از دست دادن VOC در آن به حداقل می رسد. برای استفاده از آن به این روش عمل کنید:



- بخش مغزه گیر، میله و دسته T شکل را مطابق روش سازنده سرهم کنید.
- ابزار را در خاک فرو کنید تا بخش مغزه گیر کاملا پُر شود. نمونه گیر را از خاک بیرون آورده و خاک اضافه انتهای مغزه گیر را بتراشید.
- درب بخش مغزه گیر را در حالیکه هنوز به دسته T شکل متصل است بگذارید. درب را روی سطح صاف برآمدگی فشار دهید تا بخوبی فیت شده و نمونه کاملا محبوس شود.
- دسته T شکل را با چرخش و فشار لازم از بخش مغزه گیر جدا کنید.
- برچسب را به درب متصل کرده و بخش مغزه گیر را در کیسه پلاستیکی زیپدار محبوس کرده در یخ قرار دهید.
- معمولا سه نمونه گیر En core برای هر محل نمونه برداری مورد نیاز است. این نمونه گیرها به آزمایشگاه منتقل شده و در آنجا نمونه خاک با متانول و یا سدیم بیوسولفات محافظت می شود.

**۹- محاسبات**

در این دستورالعمل کاربرد ندارد.

**۱۰- اطمینان کیفی/کنترل کیفی**

برای اجرای این دستورالعملها، اقدامات اطمینان کیفی خاصی صورت نمی پذیرد. بهر حال ملاحظات عمومی زیر بکار می رود:

۱- تمامی اطلاعات باید در دفترچه یادداشت یا برگه های اطلاعاتی منطقه ثبت گردد. حداقل

اطلاعات زیر مورد نیاز است:

- نام نمونه بردار و وابستگی او به پروژه
- شرح نمونه
- شماره نمونه
- زمان و تاریخ نمونه برداری
- موقعیت نمونه
- شرایط جوی هنگام نمونه برداری
- عمق نمونه
- روش برداشت نمونه
- حجم تقریبی نمونه برداشت شده
- کروکی محل نمونه
- نوع آزمایشهای مورد نیاز

۲- تمامی ابزارها و تجهیزات باید مطابق دستورالعملهای اجرایی استاندارد و یا آموزشهای سازنده بکار گرفته شود. چکاپ و کالیبراسیون دستگاهها باید قبل از نمونه برداری اجرا شده و مستند گردد.

۳- نوع نمونه های کنترل کیفی مورد نیاز که باید در محل برداشت شوند، در برنامه کاری مخصوص منطقه ثبت گردد.

**۱۱- اعتبار اطلاعات**

کاربردی ندارد.

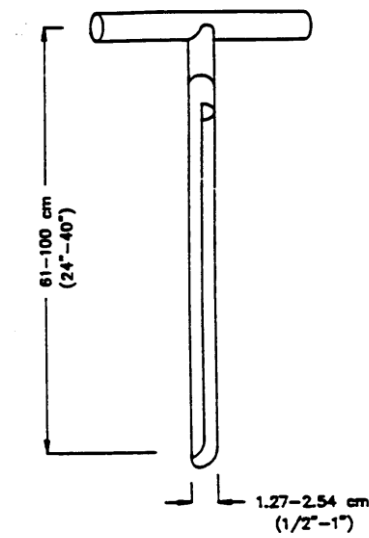
**۱۲- ایمنی و سلامت**

هنگام کار با مواد یا محیطهای خطرناک، دستورالعمل ایمنی و سلامت ملی (OSHA, USEPA) علاوه بر برنامه ایمنی و سلامت خاص منطقه (HASP) رعایت گردد.

۱۳- مراجع و مستندات مرتبط :

U. S. EPA Environmental Response Team, Standard Operating Procedures, SOP:  
#2012, Soil Sampling, Date: 7/11/01, Revise 2003

ضمیمه : شکل مربوط به ترایر



محیط زیست