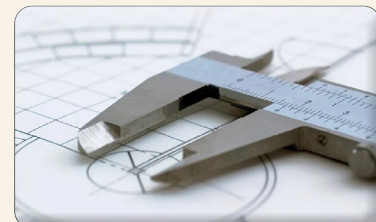


کاربرد میکروسکوپ الکترونی عبوری در زمینه توسعه، تحلیل و تشخیص نقایص دستگاهها و قطعات صنعت نیمه‌هادی

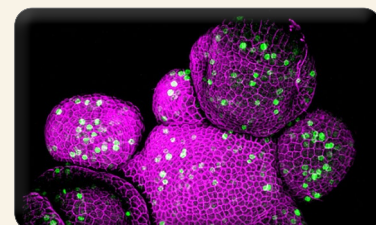
توسعه شبکه‌سازی آزمایشگاهها



تعیین خلوص مواد با استفاده از دستگاه
گرماسنج روبشی تفاضلی (DSC)



تعیین و ارزیابی منابع عدم قطعیت در
آزمون ضربه شارپی



انواع نشانگرها در میکروسکوپ روبشی
لیزری هم‌کانون (بخش دوم)



عدم قطعیت در فرآیند نمونه‌برداری



اعتباربخشی به نتایج در آزمایشگاه تشخیص
و آنالیز مواد مخدر؛ شناسایی کانابینوئیدها
به روش کروماتوگرافی لایه نازک

نویسندگان


افسون نارویی^{۱*}سیداحمد ظهیر میردامادی^۲

۱. کارشناس ارشد شیمی معدنی، مجموعه آزمایشگاه‌های سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مرکز زاهدان
۲. کارشناس ارشد مدیریت دولتی، پژوهشگاه مواد و انرژی
۳. عضو کارگروه استاندارد و کالیبراسیون

*aanarooie7792@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۸



عدم قطعیت در فرآیند نمونه‌برداری

واژه‌های کلیدی

نمونه‌برداری، عدم قطعیت، روش‌ها.

چکیده

عدم قطعیت در فرآیند نمونه‌برداری، چالشی مهم در علوم آماری و مطالعات تحقیقاتی است. در این مقاله به عوامل مسبب ایجاد خطا و عدم قطعیت در نمونه‌برداری‌ها، تحقیقات و همچنین روش‌های مختلف کاهش عدم قطعیت در آنها بررسی شده‌است.

نمونه‌برداری، مرحله‌ای حیاتی و پیش‌نیاز انجام آزمایش‌های مربوطه بوده که شامل به‌دست آوردن نمونه نماینده از کل مجموعه است و نمونه مورد آنالیز باید نشان دهنده ویژگی‌های کل مجموعه باشد؛ لذا نمونه‌برداری نادرست و یا گرایش‌دار می‌تواند منجر به نتایج و استنتاج‌های نادرست شود. بنابراین، مرحله حیاتی در اطمینان از کیفیت نتایج تجزیه و تحلیلی، مرحله نمونه‌برداری است.

نمونه‌برداری می‌تواند در زمینه‌های مختلف از جمله: محیط‌زیست، خاک، آب، غذا و غیره انجام شود و به خوبی می‌تواند نتایج تحلیلی را تحت تاثیر قرار دهد؛ بنابراین، اطمینان از صحت و دقت نتایج تجزیه و تحلیل به چگونگی نمونه‌برداری بستگی دارد و لازم است که در هر مرحله از فرآیند نمونه‌برداری دقت خاصی لحاظ شود تا عدم قطعیت کاهش یابد.

مقدمه

نمونه‌برداری در شیمی تجزیه

نمونه‌برداری شیمی تجزیه‌ای، فرآیندی است که در آن نمونه‌هایی از یک ماده به‌منظور آزمایش جمع‌آوری می‌شوند و مرحله‌ای پیشینه و حائز اهمیت در فرآیند تجزیه و تحلیل شیمیایی است؛ بنابراین، این مرحله، فرآیند مهمی در تحقیقات و آزمایش‌ها بوده که انجام

بیان مساله

زمینه‌های مختلف تحقیقات شامل، نمونه‌برداری در حوزه شیمی تجزیه، محیط‌زیست، خاک، آب و غذا از جمله بررسی‌های این مقاله هستند که به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

◆ روش‌های کاهش عدم قطعیت در نمونه‌برداری شیمی تجزیه

چندین روش برای کاهش عدم قطعیت در نمونه‌برداری ذکر شده‌است که از مهم‌ترین آنها می‌توان به موارد زیر توجه نمود:

- ◆ استفاده از نمونه‌های خالی؛
 - ◆ روش‌های نمونه‌برداری آماری؛
 - ◆ سیستم‌های نمونه‌برداری خودکار.
- این روش‌ها می‌توانند به کاهش منابع عدم قطعیت و بهبود دقت و صحت نتایج تجزیه و تحلیلی کمک کنند [۱].

◆ کاربردهای نمونه‌برداری در شیمی تجزیه

نمونه‌برداری در حوزه‌های مختلف شیمی تجزیه‌ای، از جمله حوزه‌های آنالیز آب، آنالیز خاک، آنالیز غذا و مطالعات محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این حوزه‌ها، به‌دست آوردن نمونه‌های دقیق و نماینده بسیار مهم است تا کیفیت نتایج تجزیه و تحلیل تضمین شود [۱].

نمونه‌برداری در حوزه محیط‌زیست

هدف اصلی تحلیل محیط‌زیست، تعیین وضعیت و شرایط محیطی است که در آن نمونه‌برداری انجام می‌شود. برای دستیابی به این هدف، نمونه‌برداری محیط‌زیست بسیار مهم است و در صورت صحیح و دقیق بودن می‌تواند نتایج دقیق و قابل قبولی را تامین کند.

با توجه به اهمیت نمونه‌برداری در تحلیل محیط‌زیست و تاثیر آن بر کیفیت نتایج تحلیلی، لازم است که در هر مرحله از فرآیند نمونه‌برداری به دقت خاصی توجه شود تا عدم قطعیت کاهش یابد. استفاده از روش‌های مناسب نمونه‌برداری و ابزارهای خودکار کنترل کیفیت می‌تواند بهبود قابل توجهی در دقت و صحت نتایج تحلیلی داشته باشد.

◆ منابع عدم قطعیت در نمونه‌برداری حوزه محیط‌زیست

- منابع عدم قطعیت در نمونه‌برداری محیط‌زیست می‌تواند شامل موارد زیر باشد:
- ◆ سازوکار نمونه‌برداری؛
 - ◆ میزان نمونه‌برداری (در صورتی که تعداد نمونه‌ها کم باشند احتمال اینکه نمونه‌ها نماینده واقعی محیط‌زیست نباشند، بیشتر است)؛
 - ◆ زمان نمونه‌برداری؛

دقیق آن از اهمیت بسزایی برخوردار است؛ زیرا نمونه‌برداری نادرست می‌تواند منجر به نتایج نادرست شود. بنابراین، نمونه‌برداری یک مرحله حیاتی در اطمینان از کیفیت نتایج تجزیه و تحلیلی است [۱].

◆ انواع نمونه‌برداری در شیمی تجزیه

در نمونه‌برداری‌های شیمیایی، نمونه‌برداری به‌صورت نقطه‌ای یعنی جمع‌آوری نمونه از یک نقطه مشخص یا تهیه نمونه‌های توالی از مواد با تغییر شرایط انجام می‌شود.

روش‌های نمونه‌برداری مختلف در شیمی تجزیه شامل نمونه‌برداری تصادفی، نمونه‌برداری قطعی، نمونه‌برداری گروهی و نمونه‌برداری واحد هستند که در ذیل به آنها پرداخته شده‌است:

- ◆ نمونه‌برداری تصادفی: در این روش به‌طور معمول به انتخاب نمونه‌ها به‌طور تصادفی از جمعیت هدف می‌پردازند.
- ◆ نمونه‌برداری غیرتصادفی: شامل انتخاب نمونه‌ها براساس قوانین مشخص هستند، مانند انتخاب نمونه‌ها از مناطق خاص یا انتخاب نمونه‌هایی که نماینده‌های مشخصی از جمعیت هستند.

- ◆ نمونه‌برداری واحد: در این روش، یک نمونه تصادفی از جامعه اولیه انتخاب می‌شود، هر عضو در جامعه فرصت مساوی برای انتخاب دارد و احتمال انتخاب هر عضو برابر است.

- ◆ نمونه‌برداری گروهی: در این روش، جامعه اولیه به چند گروه تقسیم و از هر گروه یک نمونه تصادفی انتخاب می‌شود.

- ◆ نمونه‌برداری قطعی: روشی است که نمونه‌ها به‌طور مستقیم و بدون استفاده از روش‌های تصادفی انتخاب می‌شوند؛ به عبارتی، نمونه‌ها با دقت و استدلال مشخص بدون در نظر گرفتن احتمال انتخاب هر نمونه انتخاب می‌شوند.

هر یک از این روش‌ها بسته به نوع ماده نمونه‌برداری و هدف آنالیز، مزایا و معایب خود را دارند [۲].

◆ منابع عدم قطعیت در نمونه‌برداری شیمی تجزیه

منابع عدم قطعیت در نمونه‌برداری می‌توانند شامل موارد ذیل باشند:

- ◆ ناهمگنی ماده مورد نمونه‌برداری؛
 - ◆ سازوکار نمونه‌برداری؛
 - ◆ اندازه و توزیع نمونه؛
 - ◆ شرایط محیطی در هنگام نمونه‌برداری.
- بزرگی این نوع عدم قطعیت بسته به نوع ماده مورد نمونه‌برداری و روش نمونه‌برداری به کار رفته متفاوت است [۱].

تأثیر زیادی خواهد گذاشت.

◆ دلایل عدم قطعیت در نمونه‌برداری خاک

- از جمله دلایل عدم قطعیت در نمونه‌برداری خاک می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
- ◆ تنوع ویژگی‌های خاک: (تنوع ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی در هر نقطه از محیط)؛
- ◆ اندازه و تنظیمات نمونه‌برداری؛
- ◆ تغییر خواص خاک: (تغییر پلاستیسیته و تراکم)؛
- ◆ تنظیمات فنی: (عمق نمونه‌برداری و تعداد نمونه‌های برداشته شده)؛
- ◆ روش‌های نمونه‌برداری نادرست (به‌عنوان مثال: استفاده از ابزارهای نامناسب، عدم رعایت قوانین نمونه‌برداری و انتخاب نقاط نمونه‌برداری)؛
- ◆ تأثیر محیط‌زیست: (تأثیر تغییرات دما، رطوبت و فعالیت زندگی جانوری و گیاهی بر ویژگی‌های خاک)؛
- ◆ عوامل انسانی: (خطاهای انسانی از جمله: تجربه کاری ناکافی، عدم آشنایی کافی با روش‌های نمونه‌برداری، عدم دقت در اجرای مراحل نمونه‌برداری و عدم استفاده از وسایل و تجهیزات مناسب) [۵ و ۶].

◆ روش‌های کاهش عدم قطعیت در نمونه‌برداری خاک

- راه‌کارهایی به‌منظور کاهش عدم قطعیت در نمونه‌برداری خاک وجود دارند که می‌توانند شامل موارد زیر باشند:
- ◆ استفاده از روش‌های استاندارد نمونه‌برداری (شامل انتخاب نقاط نمونه‌برداری، تعیین عمق، تعداد نمونه‌ها و استفاده از ابزارها و تجهیزات مناسب)؛
- ◆ استفاده از فناوری و ابزارهای پیشرفته: (مانند استفاده از روبات‌ها یا سامانه‌های خودکار نمونه‌برداری)؛
- ◆ افزایش تعداد نمونه‌ها (تکرار نمونه‌برداری و افزایش تعداد نمونه‌ها، بیانگر تغییرات مکانی و تنوع ویژگی‌های خاک در نتایج)؛
- ◆ کنترل عوامل زیست محیطی (نمونه‌برداری در زمان‌های مناسب و شرایط ثابت برای کاهش تأثیر عوامل زیست محیطی) [۵ و ۶].

نمونه‌برداری حوزه آب

نمونه‌برداری آب یک فرآیند بسیار مهم و حیاتی در تحلیل و بررسی ویژگی‌های آب است که نمونه‌های آب از

◆ ناهم‌هنگی ماده مورد نمونه‌برداری؛

- ◆ انتخاب نقاط نمونه‌برداری (اگر نقاط نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انتخاب نشوند، احتمال اینکه نمونه‌ها نماینده واقعی محیط‌زیست نباشند، بیشتر است)؛
- ◆ شرایط محیطی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ماده؛
- ◆ نوع ابزار نمونه‌برداری؛
- ◆ روش نمونه‌برداری [۳ و ۴].

◆ روش‌های کاهش عدم قطعیت نمونه‌برداری در حوزه محیط‌زیست

- روش‌های کاهش عدم قطعیت در این نمونه‌برداری شامل موارد زیر هستند:
- ◆ نمونه‌برداری تصادفی؛
- ◆ نمونه‌برداری قانونمند؛
- ◆ نمونه‌برداری خوشه‌ای؛
- ◆ نمونه‌برداری تعدادی؛
- ◆ میزان نمونه‌برداری مناسب؛
- ◆ استفاده از روش‌های خودکار نمونه‌برداری؛
- ◆ استفاده از روش‌های کنترل کیفیت؛
- ◆ استفاده از ابزارهای نمونه‌برداری و تجهیزات معتبر [۳ و ۴].

◆ کاربردهای نمونه‌برداری در آنالیز محیط‌زیست

نمونه‌برداری در کاربردهای مختلفی در آنالیز محیط‌زیست مورد استفاده قرار می‌گیرد از جمله آنالیز آب، خاک، هوا، بررسی اثرات زیست محیطی و تعیین ارزش واقعی زمین‌ها. در هر یک از این حوزه‌ها، به‌دست آوردن نمونه‌های دقیق و نماینده از مواد مورد آنالیز بسیار مهم است تا کیفیت نتایج تجزیه و تحلیل تضمین شود [۳ و ۴].

نمونه‌برداری حوزه خاک

برای بررسی ویژگی‌های خاک به نمونه‌برداری خاک به‌منظور انجام آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی نیاز داریم. مراحل عمده در نمونه‌برداری خاک شامل: بررسی موقعیت، آماده‌سازی ابزارها، تعیین نقاط نمونه‌برداری، برداشت نمونه‌ها و نگهداری نمونه‌ها هستند.

نمونه‌برداری در این حوزه، فرآیندی بسیار مهم و نیازمند به دقت کافی است زیرا دقت ناکافی منجر به عدم قطعیت می‌شود که بر نتایج به‌دست آمده از تجزیه و تحلیل نمونه‌ها

توازن بین سرعت و دقت در نمونه‌برداری [۱۷].

نمونه‌برداری حوزه غذا

عدم قطعیت در حوزه نمونه‌برداری برای آنالیز غذا مسئله‌ای مهم است که در فرآیند تجزیه و تحلیل غذا و تعیین میزان مواد مختلف در آن تاثیرگذار است. نمونه‌برداری صحیح و دقیق از غذاها ضروری است تا نتایج آزمایش‌ها معتبر و قابل اطمینان باشند و تصمیم‌گیری‌های صحیحی در مورد کیفیت و ایمنی غذا اتخاذ شود.

عوامل عدم قطعیت در نمونه‌برداری غذا

عوامل عدم قطعیت در نمونه‌برداری غذا شامل موارد زیر هستند:

- ◆ انتخاب نقاط نمونه‌برداری؛
 - ◆ تعداد نمونه‌ها؛
 - ◆ روش‌های نمونه‌برداری (تصادفی و غیرتصادفی)؛
 - ◆ شرایط حفظ و نگهداری نمونه‌ها؛
 - ◆ تنوع غذاها؛
 - ◆ تغییرات طبیعی در غذاها؛
 - ◆ مقدار مورد نیاز نمونه‌ها برای آنالیز.
- روش‌های نمونه‌برداری صحیح می‌توانند به کاهش عدم قطعیت در نتایج آزمایش‌ها و تجزیه و تحلیل‌های غذایی کمک کنند. همچنین استفاده از استانداردها و راهنماهای مربوطه، همچون دستورالعمل‌های رسمی نمونه‌برداری غذاها، می‌تواند به بهبود دقت و قابلیت تکرار نتایج کمک کند [۸ تا ۱۱].

روش‌های کاهش عدم قطعیت در نمونه‌برداری غذا

- از راهکارهای کاهش عدم قطعیت در نمونه‌برداری غذا می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
- ◆ استفاده از روش‌های استاندارد نمونه‌برداری؛
 - ◆ تعیین حجم و تعداد نمونه‌ها؛
 - ◆ انتخاب نقاط نمونه‌برداری مناسب؛
 - ◆ استفاده از تجهیزات مناسب؛
 - ◆ روش‌های تقسیم نمونه؛
 - ◆ تجزیه و تحلیل آماری: (محاسبه انحراف معیار، بازه اطمینان و سایر عوامل آماری)؛
 - ◆ انجام آزمایش‌های مکرر: (کمک به تایید قابلیت تکرارپذیری و قابل اعتماد بودن نتایج) [۸ تا ۱۱].

منابع مختلف مانند رودخانه، دریاچه، چاه و یا سایر منابع آبی جمع‌آوری می‌شود. در طول این فرآیند، نمونه‌های آب به‌منظور آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی جمع‌آوری می‌شوند. با این حال، عدم قطعیت‌های مختلف می‌توانند بر نتایج به‌دست آمده از تجزیه و تحلیل نمونه‌های آب تاثیرگذار باشند.

عوامل عدم قطعیت در نمونه‌برداری آب

از جمله عوامل عدم قطعیت در نمونه‌برداری آب می‌تواند موارد زیر باشند:

- ◆ محدودیت‌های مربوط به تجهیزات نمونه‌برداری؛
 - ◆ ناهمگنی طبیعی آب؛
 - ◆ تغییرات زمانی و مکانی ویژگی‌های آب؛
 - ◆ عوامل انسانی مانند تجربه و مهارت نمونه‌برداران.
- این عدم قطعیت‌ها می‌توانند منجر به خطاها و نتایج نادرست در تجزیه و تحلیل نمونه‌های آب شوند [۱۷].

روش‌های کاهش عدم قطعیت در نمونه‌برداری آب

- راهکارهای کاهش عدم قطعیت در نمونه‌برداری آب شامل موارد زیر هستند:
- ◆ استفاده از استانداردهای نمونه‌برداری: (روش‌های استاندارد در خصوص نمونه‌برداری، فرآیندهای تهیه نمونه، چگونگی نگهداری و حمل نمونه)؛
 - ◆ بهینه‌سازی روش نمونه‌برداری: (استفاده از روش‌های نمونه‌برداری تصادفی و منظم، نمونه‌برداری زمانی یا مکانی، تعیین تعداد نمونه‌ها و محل‌های نمونه‌برداری بهینه، استفاده از روش‌های آماری و روش‌های مدل‌سازی مناسب)؛
 - ◆ استفاده از روش‌های تحلیلی پیشرفته: (استفاده از مدل‌های آماری، روش‌های محاسباتی پیشرفته و استفاده از روش‌های پایش)؛
 - ◆ اعتبارسنجی و تحلیل داده‌ها: (شامل بررسی توزیع داده‌ها، تحلیل تغییرات زمانی و مکانی، استفاده از تحلیل خطا، روش‌های رگرسیون و تحلیل عاملی)؛
 - ◆ کنترل کیفیت دقیق‌تر: (شامل استفاده از تجهیزات نمونه‌برداری معتبر، کالیبراسیون دوره‌ای تجهیزات، پایش و ثبت دقیق عوامل نمونه‌برداری)؛
 - ◆ بررسی و کاهش فرآیندهای خطا: (بررسی دقیق تجهیزات استفاده شده، کنترل دمای محیط، استفاده از روش‌های صحیح برای پیش آماده‌سازی نمونه‌ها و حفظ شرایط حمل و نقل مناسب)؛
 - ◆ بهبود مهارت‌های نمونه‌برداران: (آموزش روش‌های مناسب نمونه‌برداری، استفاده از تجهیزات و ابزارهای مورد نیاز،

نتیجه‌گیری

نمونه‌برداری مرحله‌ای حیاتی در تجزیه و تحلیل است که در اطمینان از کیفیت نتایج بسیار مهم است. با درک روش‌های مختلف نمونه‌برداری، منابع عدم قطعیت در نمونه‌برداری، روش‌های استفاده شده و ابزارهای خودکار کنترل کیفیت برای کاهش این عدم قطعیت، تحلیل‌گران می‌توانند نمونه‌های دقیق و نماینده برای آنالیز بعدی و بهبود قابل توجهی در دقت و صحت نتایج تحلیلی به‌دست آورند.

مراجع

- [1] Uncertainty in analytical chemistry: A review, Paul De Bievre, Claude M. V. Cremers, Marianne H. M. Emons, Joze Stupar, Pure and applied chemistry, 2006, Doi: 10.1351/pac200678040673.
- [2] A survey of sampling techniques in machine learning, John Doe, Jane Smith, Machine learning review, 2020.
- [3] Uncertainty in environmental sampling: Concepts, Methods, and Applications, Jianrong Li, Daniel A. Valero, Environmental Science & Technology, 2018, DOI: 10.1021/acs.est.7b05197.
- [4] Uncertainty in environmental sampling and analysis, David B. Chambers, Brian G. Miller. CRC press, 2012, ISBN: 978-1-4398-0480-0.
- [5] Uncertainty in soil sampling: A review and analysis, John. Smith, Emily. Johnson, journal of soil science, 2022.
- [6] Uncertainty analysis in soil sampling: A review, V. Viscarra Rossel, A. B. McBratney, Geoderma journal, 2010, 340-329.
- [7] Uncertainty in water sampling: Challenges and mitigation strategies, Sarah, Anderson, Michael, Wilson, Environmental science and technology, 2021.
- [8] Uncertainty in food sampling: Strategies and challenges, Efsthios Z. Panagou, Maria G. Katsikogianni, Trends in food science & technology, 62, 2017.
- [9] Sampling and sample preparation for food analysis, Ronald E. Wrolstad, S. Suzanne Nielsen, Food analysis, 3, 2010.
- [10] Uncertainty of measurement in food microbiology, John N. Sofos, George-John E. Nychas, International journal of food microbiology, 67, 2001.
- [11] Sampling in food safety and quality: The importance of sample size, Martin D. Smith, Daniel L. Gallagher, Trends in food science & technology, 32, 2013.

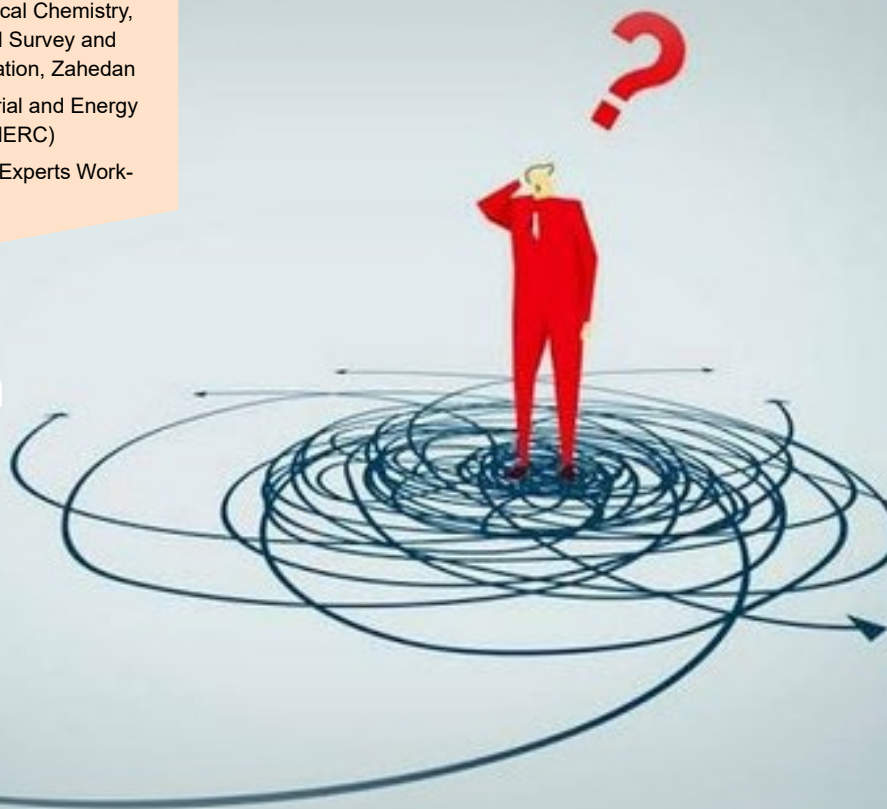
Authors

Afsoon Narooie^{1,3*}
Seyed Ahmad Zahirmirdamadi^{2,3}

*aanarooie7792@gmail.com

1. Master's degree in Analytical Chemistry, Eastern Region Geological Survey and Mineral Exploration Organization, Zahedan
2. MSc governmental, Material and Energy Research Center (MERC)
3. Standard and Calibration Experts Work-group

Uncertainty in the sampling process



Abstract

Uncertainty in the sampling process is an important challenge in statistical sciences and research studie. in this article, an attempt was made to examine the factors that cause errors and uncertainty in sampling and research, as well as various methods of reducing uncertainty in them.

Keywords

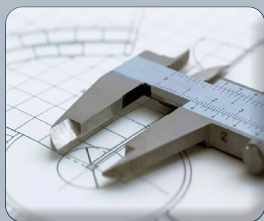
Sampling, uncertainty.



Utilization of Transmission Electron Microscopy for development, analysis, and failure detection in semiconductor industry



Uncertainty in the sampling process



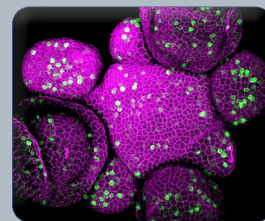
Determining and evaluating sources of uncertainty in the Charpy impact test



Determining the purity of materials using a differential calorimetry device



Determination of modulus of elasticity based on plate load test (PLT) results – case study



Fluorophores for Confocal Microscopy (part 2)