



۳-۱- آماده سازی و آنالیز نمونه های ژئوشیمیایی رسوب آبراهه ای

۳-۱-۱- مشخصات نمونه ها و شیوه آماده سازی

عملیات صحرائی و نمونه برداری به عنوان مهمترین گام از یک بررسی اکتشافی است. روشن است همه نتایج گرفته شده، بر پایه داده‌هایی به دست خواهد آمد که خود از تجزیه نمونه‌ها به دست آمده‌اند. بنابراین اهمیت این مرحله و درستی و صحت آن تأثیر به سزائی در دقت یک گزارش ژئوشیمیائی دارد. کارشناسان معترفند که داده‌پردازی و محاسبات آماری و بررسی فراگیر نمی‌تواند خطای نمونه‌برداری را به گونه‌ای روشن و مشخص سازد و بی‌دقتی در نمونه‌برداری باعث بروز دشواریهای پرشماری خواهد شد که افزون بر هدر رفتن هزینه‌ها، باعث به دست آمدن نتایج نادرست و ناهماهنگ با واقعیت خواهد شد. از این رو اهمیت این کار همچون سازه‌ای است که بایستی بر تکیه‌گاهی استوار و به دور از هرگونه سستی و کاستی نهاده شود.

پس از تعیین نقاط نمونه‌برداری بر روی نقشه و مشخص شدن شبکه نمونه‌برداری، پس از یافتن محل نمونه‌ها با استفاده از نقشه توپوگرافی و دستگاه GPS از نقاط از پیش تعیین شده بر روی نقشه، از جدیدترین رسوبات آبراهه‌ای نمونه برداشت گردید. در طی نمونه‌برداری برخی از معیارها به شرح زیر اعمال گردید:

۱- در محل هر نمونه پس از کنار زدن مواد سطحی بستر آبراهه توسط بیلچه اقدام به نمونه‌برداری شد.

۲- از برداشت مواد آلی اجتناب شد، چرا که اغلب به دلیل ارتباط با پدیده جذب، غلظت فلزات در آنها بالا است. تجربه نشان داده است که در مواردی ناهنجاری در این مواد از نوع بی‌اهمیت بوده و ارتباطی با کانی‌سازی ندارد.

۳- در جاهائی که عرض آبراهه‌ها کم بود، سعی شد تا حد امکان نمونه‌ها از وسط آبراهه‌ها برداشت شود. در این زمینه کوشش زیادی برای اجتناب از برداشت واریزه‌های کنار آبراهه‌ها شد، زیرا این



اجزاء معرف ترکیب میانگین رسوبات حوضه آبریز نیستند. جهت برداشت نمونه‌ها از رسوبات آبراهه‌ای همزمان سه اکیپ نمونه‌برداری شامل یک کارشناس، یک کارگر و یک راننده به همراه یک کارشناس مسئول پروژه به مدت ۱۶ روز در منطقه استقرار یافته و مبادرت به انجام نمونه‌برداری ژئوشیمیایی کردند.

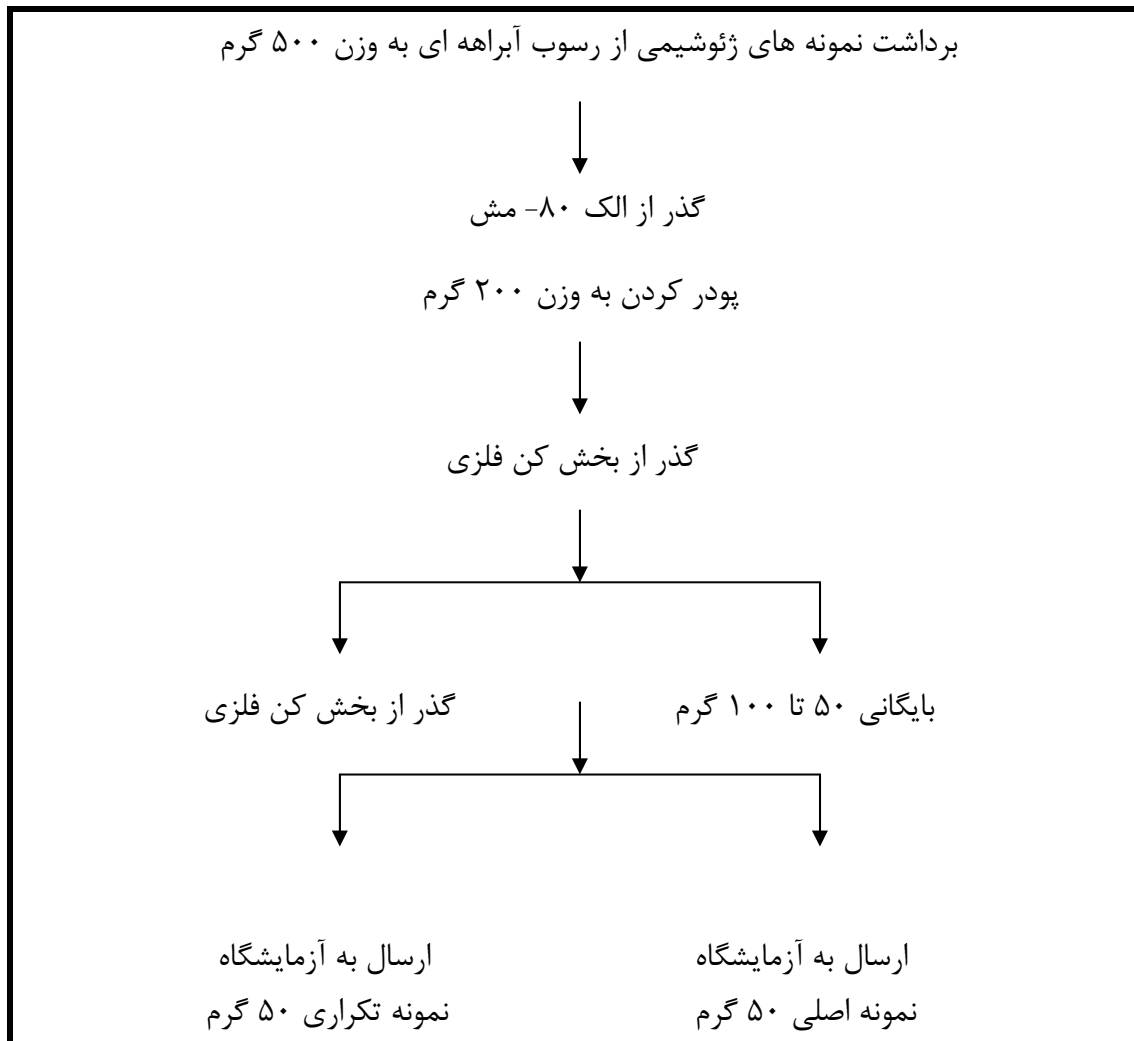
موقعیت هر ایستگاه نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه GPS و نقشه نمونه‌برداری ۱:۲۰۰۰۰ و همچنین عکسهای هوایی شناسائی و به مقدار حداقل ۵۰۰ گرم نمونه در اندازه ۸۰- مش از نقاط مناسب تمرکز رسوبات در حد *Silt+Clay* برداشت و بر اساس های از پیش طراحی شده داخل کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و کلیه خصوصیات زمین‌شناسی از قبیل دگرسانی، سیستم گسلی و غیره در فرمهای ویژه ثبت و محل برداشت با اسپری قرمز رنگ روی نزدیک‌ترین نقطه مناسب به محل نمونه نویسی گردید. در مجموع در پایان عملیات نمونه‌برداری تعداد ۳۶۸ نمونه ژئوشیمی از محدوده تویسرکان II برداشت گردید.

صحت و اهمیت هر کدام از مراحل اکتشافی برای اخذ نتایج همچون دانه‌های زنجیری هستند که سرانجام به کشف نهشته‌های پنهان می‌رسد. گسیختگی هر یک از این حلقه‌ها می‌تواند تأثیر ناخواسته در نتیجه نهائی داشته باشد. آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها نیز دانه‌هایی از این زنجیر هستند که دقت در حسن اجرای آنها حصول به نتایج واقعی را در پی دارد.

پس از تعیین دقیق محل نمونه‌ها و نمونه‌برداری صحیح از رسوبهای آبراهه‌ای بر اساس طرح از پیش تعیین شده، نمونه‌ها به محل کمپ منتقل شده و همزمان با کنترل نهائی نمونه‌ها سعی بر آن بود که از هرگونه آلودگی جلوگیری به عمل آید. نمونه‌های خیس نخست در دمای محیط خشک شده و سپس با الک ۸۰- مش دانه‌بندی و گذاری شده و به آزمایشگاه ارسال شدند. آماده‌سازی در آزمایشگاه شامل پودر کردن و همگن‌سازی می‌باشد. در این مرحله نمونه آبراهه‌ای به وسیله پودرکننده حلقوی تا زیر ۲۰۰- مش پودر می‌شود و از بخش پودر شده یک نمونه برای



تجزیه انتخاب و بقیه بایگانی می گردید (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱- نمودار آماده سازی نمونه های ژئوشیمیایی

۳-۱-۲- روش آنالیز و نتایج

نمونه ها در آزمایشگاه بین المللی *Amdel* استرالیا پس از آماده سازی در چهار اسید به روشهای *ICP-OES* و *ICP-MS* و سنجش طلا به روش *Fire Assay* مورد آنالیز قرار گرفته و مقدار ۴۴ عنصر در آنها اندازه گیری شد که از این تعداد، ۳۰ عنصر ذکر شده در شرح خدمات قرارداد، بررسی و پردازش گردیدند. مهمترین پارامتر در انتخاب روش آنالیز حد حساسیت آن می باشد.



اصولاً وجود مقادیر سنسورد برای یک عنصر در تجزیه و تحلیلهای آماری اختلال ایجاد می‌کند. علاوه بر این، از آنجا که در اکتشافات ژئوشیمیایی اهمیت و کاربرد مقدار عددی هر یک از عناصر تنها به منظور مقایسه نسبی آنها با یکدیگر برای تعیین مقادیر ناهنجاری می‌باشد، لذا حصول مقادیر غیرسنسورد برای یک عنصر در ارتباط با مقدار زمینه آن انتخاب و باید کوچکتر از آن باشد. با توجه به توضیحات فوق حد حساسیت برای عناصر مورد نظر با توجه به تکنیکهای آزمایشگاهی موجود و مقدار زمینه عناصر تعیین شده تا با توجه به فراوانی کم عناصر در برخی از سنگها تا حد امکان مقادیر غیرسنسورد حاصل شود. در آنالیز نمونه‌های منطقه مورد مطالعه حد حساسیت دستگاهها برای هر یک از عناصر در جدول ۳-۱ آورده شده است.

جدول ۳-۱- حد حساسیت دستگاهها برای هر یک از عناصر مورد بررسی (بر حسب ppm)

<i>ELEMENT</i>	<i>Detection Limit</i>	<i>ELEMENT</i>	<i>Detection Limit</i>	<i>ELEMENT</i>	<i>Detection Limit</i>
<i>Ag</i>	0.01	<i>Hg</i>	0.05	<i>Sr</i>	0.1
<i>As</i>	0.5	<i>La</i>	10	<i>Te</i>	0.2
<i>Au</i>	1ppb	<i>Li</i>	0.5	<i>Ti</i>	10
<i>Ba</i>	0.2	<i>Mn</i>	2	<i>U</i>	0.02
<i>Bi</i>	0.1	<i>Mo</i>	0.1	<i>V</i>	2
<i>Cd</i>	0.1	<i>Ni</i>	2	<i>W</i>	0.1
<i>Ce</i>	0.5	<i>P</i>	5	<i>Zn</i>	0.2
<i>Co</i>	0.2	<i>Pb</i>	0.2	<i>Zr</i>	5
<i>Cr</i>	2	<i>S</i>	50	<i>Fe</i>	100
<i>Cu</i>	0.2	<i>Sb</i>	0.1	<i>Sn</i>	0.2

۳-۱-۳- بررسی خطای نسبی آزمایشگاهی

یکی از سه مؤلفه اصلی در اکتشاف ژئوشیمیایی، خطای آزمایشگاهی است و به دست آوردن این خطا برای اطلاع از میزان دقت آنالیز حائز اهمیت است. از آنجا که در پروژه ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای هدف سنجش نسبی مقادیر هر عنصر نسبت به یکدیگر به منظور معرفی مناطق امیدبخش می‌باشد، لذا دقت اندازه‌گیریها در مقایسه با صحت آنها از درجه اهمیت بیشتری



برخوردار است. به همین دلیل با آنالیز تکراری نمونه‌های ژئوشیمیایی دقت عملیات مورد بررسی قرار گرفت. در این پروژه ۳۰ نمونه به صورت تکراری و کاملاً تصادفی در کل محدوده مورد بررسی انتخاب گردید. جهت بررسی دقت عملیات از دیاگرام کنترلی طراحی شده برای ۱۰٪ خطاها، که توسط تامپسون (۱۹۷۶) ارائه شده، استفاده گردید. بدین منظور ابتدا جداول ۲-۳ تهیه شد. در این جداول در ستونهای اول و دوم، سریال نمونه‌های تکراری و جفت مربوط به هریک، در ستونهای سوم و چهارم مقادیر اندازه‌گیری شده برای هر جفت نمونه، در ستون پنجم مقدار میانگین و در ستون ششم قدر مطلق تفاضل هر زوج نمونه آورده شده است. در دیاگرام کنترلی تامپسون محورهای افقی و قائم به ترتیب مقدار میانگین و قدر مطلق تفاضل هر دو اندازه‌گیری را نشان می‌دهند.

پس از پیاده کردن نقاط مربوط به جفت نمونه‌های آنالیز شده در صورتی که ۹۰٪ داده‌ها زیر خط معادل ۱۰٪ و ۹۹٪ داده‌ها زیر خط معادل ۱٪ قرار گیرند، خطا در حد ۱۰٪ خواهد بود. بر اساس داده‌های موجود در جدول ۲-۳ دیاگرامهای کنترلی هر یک از عناصر ترسیم گردید. اشکال ۲-۳ دیاگرام کنترلی عناصر مورد نظر را نشان می‌دهد. با بررسی این دیاگرامها مشاهده می‌شود که برای کلیه عناصر دقت آنالیز از شرایط قابل قبولی برخوردار است.

علاوه بر روش بالا روش ساده دیگری برای محاسبه خطای نسبی اندازه‌گیریها وجود دارد که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$e = \frac{2}{n} \sum_{i=0}^n \frac{|x_i - y_i|}{x_i + y_i}$$

که در آن n تعداد نمونه‌های تکراری و x_i و y_i مقادیر اندازه‌گیری در نمونه‌های تکراری متناظر می‌باشد.



روش دیگر محاسبه تغییرپذیری نمونه‌های تکراری محاسبه پراش دو سری اندازه‌گیری است:

$$s^2 = \frac{\pi}{4} \left[\frac{\sum (x_1 - x_2)}{N} \right]^2$$

در این رابطه s^2 پراش دو سری اندازه‌گیری، N تعداد جفت تکراری و x_1 و x_2 مقادیر اندازه‌گیری شده یک جفت نمونه تکراری است. اگر بخواهیم دقت اندازه‌گیری را محاسبه کنیم، می‌توان از رابطه $CI = Z \cdot s$ استفاده کرد که در آن CI حدود اطمینان (نماینده دقت) و Z ضریب سطح اعتماد مطلوب است که در سطح اعتماد ۹۵٪ برابر ۱/۹۶ است.

با توجه به جدول ۳-۳، ضریب تغییرپذیری (CI) و خطای نسبی ($E\%$) در سطح اعتماد ۹۵٪ محاسبه شده است.

شکل ۲-۳ دیاگرام کنترلی عناصر مورد نظر را نشان می‌دهد. با بررسی این دیاگرامها مشاهده می‌شود که برای کلیه عناصر دقت آنالیز از شرایط قابل قبولی برخوردار است.

علاوه بر روش بالا روش ساده دیگری برای محاسبه خطای نسبی اندازه‌گیریها وجود دارد که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$e = \frac{2}{n} \sum_{i=0}^n \frac{|x_i - y_i|}{x_i + y_i}$$

که در آن n تعداد نمونه‌های تکراری و x_i و y_i مقادیر اندازه‌گیری در نمونه‌های تکراری متناظر می‌باشد.

روش دیگر محاسبه تغییرپذیری نمونه‌های تکراری محاسبه پراش دو سری اندازه‌گیری است:

$$s^2 = \frac{\pi}{4} \left[\frac{\sum (x_1 - x_2)}{N} \right]^2$$



در این رابطه s^2 پراش دو سری اندازه‌گیری، N تعداد جفت تکراری و x_1 و x_2 مقادیر اندازه‌گیری شده یک جفت نمونه تکراری است. اگر بخواهیم دقت اندازه‌گیری را محاسبه کنیم، می‌توان از رابطه $CI=Z.s$ استفاده کرد که در آن CI حدود اطمینان (نماینده دقت) و Z ضریب سطح اعتماد مطلوب است که در سطح اعتماد ۹۵٪ برابر ۱/۹۶ است.

با توجه به جدول ۳-۳، ضریب تغییرپذیری (CI) و خطای نسبی ($E\%$) در سطح اعتماد

۹۵٪ محاسبه شده است.