



## فصل سوم - نمونه برداری، آماده سازی و محاسبه خطای آنالیز

### ۳-۱- طراحی شبکه نمونه برداری

جهت طراحی شبکه نمونه برداری و تهیه نقشه آبراهه های منطقه اکتشافی از نقشه توپوگرافی و تصاویر ماهواره ای استفاده شده است. با بهره گیری از پردازش داده های ماهواره ای Terra/Aster و تعیین انواع دگرسانی ها و ساختارهای خطی و گسلها، تراکم نمونه های ژئوشیمیایی در نواحی مستعد افزایش می یابد. همچنین عواملی چون سنگ شناسی، تکتونیک، کتاکت های توده های نفوذی و یا خروجی با سنگ های اطراف، نواحی اطراف گسلها، زون های دگرسان شده، مناطق مشکوک به آلتراسیون که با استفاده از عکس های ماهواره ای تشخیص داده شده به همراه مطالعات انجام شده و اندیس های معرفی شده در نقاط مختلف که در گزارش ۱:۱۰۰۰۰۰ نرده ذکر شده، نیز در طراحی شبکه تأثیر بسزایی خواهد داشت.

از مهم ترین عوامل جهت طراحی شبکه نمونه برداری، یافتن بهترین و مناسب ترین سایز و فاصله نمونه هاست که قبل از طراحی حتماً باید مشخص گردد. بر این اساس در مرحله مطالعه ژئوشیمی توجیهی (survey study) ۸ نمونه ژئوشیمی آبراهه ای در فواصل ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ متری از محل آنومالی قبلی (محل نمونه کانی سنگین حاوی ذره طلا که در گزارش ۱:۱۰۰۰۰۰ نرده واقع در جنوب منطقه اکتشافی نرده، محدوده روستای مخروبه قادرآباد-اطراف روستای باوله سیدان معرفی شده است) برداشت شد و در ۵ سایز ۱۲۰، -۱۰۰، -۸۰، -۶۰، -۴۰- مش الک شدند و در مجموع ۴۰ نمونه برای عناصر مختلف تجزیه شدند. با تفسیر و بررسی نتایج این نمونه ها بهترین سایز جهت آماده سازی نمونه ها الک ۱۲۰- مش انتخاب شد و در هر یک کیلومتر مربع تعداد ۶ نمونه تعیین گردید.

در شبکه طراحی نمونه برداری تعداد ۸۷۰ نمونه ژئوشیمی رسوب آبراهه ای طراحی شد. همچنین در شبکه نمونه برداری کانی سنگین بر طبق شرح خدمات قرارداد، در هر کیلومتر مربع ۲ نمونه در نظر گرفته شد که به طور همزمان با نمونه های ژئوشیمی رسوب آبراهه ای برداشت شدند. از این تعداد حدود ۲۰٪ نمونه های فوق

در مرحله کنترل آنومالی برداشت خواهند شد. در نهایت تعداد ۲۷۶ نمونه کانی سنگین جهت نمونه برداری فاز اول طراحی شد.

### ۳-۲- عملیات نمونه برداری

#### ۳-۲-۱- عملیات نمونه برداری ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه ای

در ژئوشیمی اکتشافی سه بخش اساسی وجود دارد که شامل نمونه برداری، تجزیه نمونه ها و تفسیر نتایج می باشد که در این بین نمونه برداری صحیح از اهمیت خاصی برخوردار است. نظر به تشخیص آنومالی های واقعی و تمییز انواعی که به نهشته های کانساری مرتبط می باشند، لازم است جزء ثابتی از رسوبات آبراهه ای (در اینجا جزء ۱۲۰- مش) و یا کانی سنگین (جزء ۲۰- مش) مورد آزمایش قرار گیرد. همچنین برداشت قطعات کانی سازی شده کف آبراهه، قطعات پوشیده شده از اکسیدهای آهن و منگنز، قطعات حاوی سیلیس آمورف و یا کربناتهای سیلیسی شده برای آنالیز یک یا چند عنصر یا کانی خاص می تواند مفید واقع شود. عواملی که باید در این خصوص در نظر گرفته شوند شامل تیپ کانسار مورد انتظار، سنگ درونگیر، محیط تکتونیکی و دامنه سنی واحدهای زمین شناسی می باشد. روش نمونه برداری مورد استفاده، روش برداشت رسوبات آبراهه ای و سپس آماده سازی نمونه زیر ۱۲۰ مش برای آزمایشگاه بود و شبکه نمونه برداری بر اساس توزیع آبراهه و رخنمونهای سنگ شناسی بالادست و قابل انعطاف با عوامل صحرائی دیگر طراحی شد. طی فرایند نمونه برداری تعداد ۸۷۰ نمونه ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه ای از برکه ۱:۲۵۰۰۰ نقده III برداشت شده است که شرح آنها به همراه ذکر مختصات هر نمونه در جداول ضمیمه آمده است

برخی معیارهای مهم اعمال شده در نمونه برداری ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه ای به این شرح است:

۱- نمونه پس از کنار زدن مواد سطحی بستر آبراهه برداشت گردید.

- ۲- در نمونه برداری سعی گردید هر نمونه پوشش مناسب را داشته و در صورت امکان و بسته به شرایط آبراهه حداقل از ۱۰ نقطه در مسیر آبراهه برداشت گردد.
- ۳- از برداشت مواد آلی اجتناب شد، چرا که بدلیل پدیده جذب، غلظت فلزات در مواد آلی بالاست و خطای تحلیل داده ها را ایجاد خواهد کرد.
- ۴- بر مبنای نظر کارشناسان و با توجه به اهداف اکتشاف و شرایط محل نمونه برداری، در صورت لزوم اقدام به تغییر وضعیت شبکه نمونه برداری شد.
- ویژگی های محل نمونه برداری از قبیل جنس قطعات سنگی بستر (قطعات برجا و حمل شده)، دگرسانی های قابل مشاهده، روند گسل ها یا شکستگی های موجود و کانه های قابل تشخیص برای هر نمونه ثبت شدند.

### ۳-۲-۲- عملیات نمونه برداری کانی سنگین

همزمان با برداشت نمونه های کانی سنگین، تعداد ۲۷۲ نمونه کانی سنگین برداشت شد. این تعداد نمونه مربوط به ۸۰٪ کل نمونه های کانی سنگین در نظر گرفته شده برای کل محدوده است و ۲۰٪ باقی مانده در زمان کنترل صحرایی مناطق آنومالی (مرحله دوم نمونه برداری) برداشت شد. جهت برداشت نمونه های کانی سنگین به محل بستر آبراهه ها، بخش محدب کنار آبراهه، پیچ تند، جلوی سدهای طبیعی، بسترهای بالا آمده و تخته سنگ های بزرگ توجه شد. حجم مورد نظر جهت نمونه برداری با تاکید شرح خدمات قرار داد، برای هر نمونه بین ۱۵ تا ۲۰ لیتر الک نشده می باشد و همچنین اندازه ذرات نمونه ها می بایست حدود ۲ میلیمتر باشد (الک ۲۰- مش) و به همین دلیل از ماسه و گراول ریز نمونه برداری شد. لیست نقاط نمونه های کانی سنگین به همراه مختصات و شرحی از آنها در زمان برداشت در جداول پیوست آمده است.

### ۳-۳- عملیات آماده سازی نمونه ها

#### ۳-۳-۱- آماده سازی نمونه های ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه ای

جهت آماده سازی نمونه های ژئوشیمی رسوب آبراهه ای، نمونه ها پس از خشک شدن، با الک

۱۲۰- مش سرنده و تقسیم شده و تحویل آزمایشگاه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور قرار

گرفتند. نحوه تقسیم نمونه ها به این شرح است:

-آنالیز حدود ۱۰۰ گرم

- نمونه تکراری حدود ۱۰۰ گرم

- بایگانی (با علامت W) حدود ۱۰۰ گرم

لازم به ذکر است که جهت اندازه گیری خطای آنالیز دستگاهی تعداد ۱۳ نمونه به صورت دوتایی

(duplicated) در زمان برداشت نقاط از محل نمونه برداری و تعداد ۲۷ نمونه در زمان آماده سازی آنها به

صورت تکراری تهیه شد و در مجموع تعداد ۴۰ نمونه به عنوان نمونه تکراری به آزمایشگاه تحویل داده شده

است

#### ۳-۳-۲- آماده سازی نمونه های کانی سنگین

در مرحله آماده سازی، نمونه ها ابتدا گل شویی و سپس لاوک شویی می شود. بدین ترتیب بخش عمده

کانی های رسی و سبک حذف می گردد. سپس نمونه ها از مایع سنگین بروموفرم عبور داده می شوند تا

براساس وزن مخصوص، بخش های سبک و سنگین از یکدیگر جدا گردند. بخش های سبک بایگانی و

بخش های سنگین پس از حجم سنجی مجدد توسط آهنربای دستی با شدت مغناطیس های مختلف مورد

جدایش قرار می گیرد که بر این اساس نمونه ها به ۳ بخش کانی های غیرمغناطیسی (MN)، کانی های

مغناطیس ضعیف (AV) و کانی های مغناطیس قوی (AA) تقسیم بندی می شوند، که هر کدام جداگانه مطالعه

می شود.

در مطالعه نمونه‌های کانی‌سنگین با میکروسکوپ بیناکولار تعداد هریک از ذرات کانی‌سنگین شمارش گردیده که با دانستن وزن مخصوص نمونه رسوب و کانی‌سنگین و حجم‌سنجی می‌توان مقدار آنها را طبق رابطه زیر به ppm و درصد تبدیل کرد.

$$\text{مقدار کانی‌سنگین در هر نمونه} = \frac{X.Y.B.D.10^4}{A.C.D'}$$

$X$ : درصد کانی محاسبه‌شده

$Y$ : حجم کانی سنگین پس از جدایش با بروموفرم

$B$ : حجم نمونه باقیمانده پس از شستشو

$D$ : وزن مخصوص کانی مورد محاسبه

$D'$ : وزن مخصوص رسوب آبرفتی

$A$ : حجم اولیه نمونه

$C$ : حجم انتخابی نمونه برای بروموفرم

بدیهی است اندازه دانه‌های مطالعه‌شده و نوع گردش‌گی کانی‌های سنگین سهم بسزایی در شناخت کانسارها و موقعیت آنها نسبت به محل نمونه‌برداری می‌تواند داشته‌باشد.

### ۳-۴- آنالیز شیمیایی نمونه‌ها

پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، آزمایشگاه آنها را در حد ۲۰۰+ مش پودر و آنالیز کرد. این نمونه‌ها برای تعداد ۳۲ عنصر مورد آنالیز قرار گرفتند که حدود ۶ عنصر  $Sb$ ،  $Ge$ ،  $Eu$ ،  $Tl$ ،  $Tb$  تماماً زیر حد حساسیت دستگاه بوده‌اند.

حد تشخیص عناصر مورد آنالیز و تعداد داده سنسورد گزارش شده برای نمونه های این تحقیق در دو مرحله ژئوشیمیایی توجیهی و مرحله نمونه برداری اصلی در جدول ۳-۱ آمده است.

جدول ۳-۱: حد تشخیص و تعداد داده سنسورد عناصر مختلف مورد آنالیز شیمی

عنصر	حد حساسیت	تعداد سنسورد
As	۵	۱۷۳
Au	۱	۳۴۰
Ba	۱۰	-
Ce	۱	-
Co	۱	-
Cr	۱۰	-
Cs	۱	۸
Cu	۱۰	۴۰۷
Eu	۲	۸۷۰
Ga	۱	-
Ge	۲	۸۷۰
Mn	۱۰۰	-
Nb	۵	-
P	۵۰	-
Pb	۱	۲
Rb	۵	-

عنصر	حد حساسیت	تعداد سنسورد
S	۵۰	-
Sb	۵	۸۷۰
Sc	۵	-
Sm	۱	-
Sn	۱	۹
Sr	۵۰	-
Ta	۱	۵۹
Tb	۲	۸۷۰
Ti	۱۰۰	-
Tl	۲	۸۷۰
U	۲	۶۴
V	۱۰	-
Y	۱	-
Yb	۱	-
Zn	۱۰	-
Zr	۱۰	-

### ۳-۵- کنترل نتایج آنالیز نمونه ها

قبل از هرگونه عملیات بر روی داده ها میزان خطای آن مورد ارزیابی قرار می گیرد. بدون آگاهی از میزان خطای آنالیز، نتایج اکتشافی از اعتبار نامعلومی برخوردار خواهد بود. در بررسی خطا همواره با دو مقوله "صحت" (Precision) که مقدار تطابق با واقعیت است و "دقت" (Accuracy) که میزان تکرار پذیری داده هاست، روبرو هستیم. در بررسی انجام شده مشخص شد که آزمایشگاه، با به کار گیری نمونه های

استاندارد (استاندارد خاکی و غلظتی) از صحت آنالیز اطمینان حاصل می کند و چون اینگونه استانداردها کمیاب و گران است، در زمینه کنترل صحت به کنترل آزمایشگاهی اکتفا می شود. آنچه که بیشتر متداول است محاسبه دقت آنالیز است. برای این منظور ۳۰ نمونه بطور تصادفی انتخاب و با شماره های مخفی تکرار شده و به نمونه ها جهت آنالیز اضافه گردید. پس از اخذ جواب آنالیز، با روش محاسبه خطای نسبی<sup>۱</sup> دقت آنالیز مورد بررسی قرار گرفت. برای محاسبه خطای نسبی عناصر مختلف که مبین نحوه و شکل توزیع داده ها می باشد، ابتدا پراش آنالیز طبق فرمول زیر محاسبه شد.

$$S^2 = \frac{\pi}{4} \left[ \frac{\sum |X_1 - X_2|}{n} \right]^2$$

معادله فوق  $S^2$  مقدار پراش،  $X_1$  مقدار اندازه گیری اول،  $X_2$  مقدار اندازه گیری دوم،  $n$  مقدار زوج نمونه های تکراری آزمایش شده می باشد.

با محاسبه پراش، می توان ضریب اطمینان (CI) مربوط به آنالیز نمونه ها در سطح اعتماد ۹۵٪ را از طریق فرمول زیر محاسبه کرد:

$$CI (95\%) = Z \times S$$

در رابطه بالا  $Z$  در سطح اعتماد ۹۵٪ برابر ۹۶ را و  $S$  انحراف معیار مربوط به هر عنصر است و از رابطه

$\sqrt{S^2}$  نتیجه دست می آید. در مرحله بعدی برای محاسبه خطای نسبی از فرمول زیر استفاده می شود.

$$Re = \frac{CI}{X} \times 100$$

<sup>۱</sup> کتاب تحلیل داده های اکتشافی، دکتر هان احمد حسینی پاک، ص ۲۸۲



که در این فرمول  $\bar{X}$  میانگین میانگین های دو سری اندازه گیری عنصر می باشد. محاسبات انجام گرفته در فرایند خطای نسبی در جدول ۳-۳ و نمودار خطای نسبی عناصر مختلف در شکل ۳-۱ آمده است.

جدول ۳-۲: لیست نمونه های اصلی و تکرار آنها به منظور محاسبه خطای آنالیز

شماره نمونه	شماره نمونه تکراری	شماره نمونه	شماره نمونه تکراری
۳۲۷۹	۳۲۸۰	۳۵۸۲	۵۸۲
۳۳۸۱	۳۳۸۲	۳۳۰۷	۵۸۳
۳۳۹۵	۳۳۹۶	۳۵۰۱	۵۸۴
۳۰۹۸	۳۰۹۹	۳۵۹۰	۵۸۵
۳۵۸۵	۵۷۳	۳۱۲۰	۵۸۶
۳۳۹۱	۳۳۹۲	۴۰۶۶	۵۸۷
۳۴۵۸	۳۴۷۰	۳۴۵۴	۵۸۸
۳۴۵۹	۳۴۷۱	۳۵۹۹	۵۸۹
۳۴۶۰	۳۴۷۲	۳۴۰۰	۵۹۰
۳۴۳۵	۳۴۸۵	۳۰۳۸	۵۹۱
۳۵۸۰	۳۵۸۱	۳۰۶۷	۵۹۲
۳۳۷۱	۵۲۳	۵۶۲	۵۹۳
۳۰۴۰	۵۷۴	۳۳۳۰	۵۹۴
۳۲۸۵	۵۷۵	۳۵۴۰	۵۹۵
۳۸۴۲	۵۷۶	۳۶۱۰	۵۹۶
۴۰۷۱	۵۷۷	۳۳۵۲	۵۹۷
۴۰۷۶	۵۷۸	۳۲۰۶	۵۹۸
۳۷۵۵	۵۷۹	۳۵۶۵	۵۹۹
۳۱۱۹	۵۸۰	۳۴۹۷	۶۰۰
۳۴۹۹	۵۸۱		

نمونه های \* به دلیل داشتن مقدار سنسورد زیاد عناصر حذف شدند.

بر طبق نمودار خطای نسبی، مشاهده می شود که عناصر Au, As, S, Ta, Zr, P, T, Sn, V, U بالاترین میزان خطا مشاهده شده و برای عناصر Ba, Sm, Ga کمترین میزان خطا وجود دارد. میانگین خطای محاسبه شده نیز ۵۵/۳٪ است.

طءءء: مقاءیر بءسء آءءء در فراینء مءاسبه خطای نسبی عناصر مءءلف

variables	V	S	Ci	Re%
Au	۳۳,۵	۵,۸	۱۱,۴	۲۴۶,۴
As	۵۰,۰	۷,۱	۱۳,۹	۱۱۴,۵
S	۴۶۹۸۰,۸	۲۱۶,۸	۴۲۴,۸	۱۰۶,۴
Ta	۳,۲	۱,۸	۳,۵	۸۵,۳
Zr	۱۱۲۳۵,۶	۱۰۶,۰	۲۰۷,۸	۷۵,۴
P	۱۷۰۵۴۴,۴	۴۱۳,۰	۸۰۹,۴	۷۳,۵
Ti	۷۰۳۲۷۰۲,۸	۲۶۵۱,۹	۵۱۹۷,۸	۶۷,۸
Sn	۱,۲	۱,۱	۲,۱	۵۷,۸
V	۲۳۷۲,۰	۴۸,۷	۹۵,۵	۵۴,۴
U	۱,۰	۱,۰	۲,۰	۵۴,۱
Mn	۹۲۹۸۰,۸	۳۰۴,۹	۵۹۷,۷	۴۶,۸
Cs	۵,۱	۲,۳	۴,۴	۴۶,۸
Rb	۳۳۴,۰	۱۸,۳	۳۵,۸	۴۵,۸
Cr	۱۲۸۱,۶	۳۵,۸	۷۰,۲	۴۲,۰
Sr	۱۹۵۳,۶	۴۴,۲	۸۶,۶	۴۱,۸
Co	۳۱,۱	۵,۶	۱۰,۹	۳۹,۷
Sc	۱۷,۷	۴,۲	۸,۲	۳۹,۴
Nb	۱۲,۷	۳,۶	۷,۰	۳۸,۸
Pb	۱۳,۰	۳,۶	۷,۱	۳۴,۱
Ce	۱۱۵,۴	۱۰,۷	۲۱,۱	۲۸,۶
Zn	۲۷۳,۱	۱۶,۵	۳۲,۴	۲۸,۱
Cu	۴,۵	۲,۱	۴,۲	۲۶,۴
Yb	۸,۵	۲,۹	۵,۷	۲۶,۰
Y	۷,۰	۲,۶	۵,۲	۲۳,۶
Ga	۲,۶	۱,۶	۳,۲	۱۹,۰
Sm	۰,۴	۰,۶	۱,۲	۱۶,۲
Ba	۸۶۷,۹	۲۹,۵	۵۷,۷	۱۳,۸

Average=% ۵۵,۳

شکل ۳-۱: نمودار خطای نسبی عنصر مختلف

