

جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

**دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس**

**رسوبات آبراهه‌ای**

**(۱:۲۵،۰۰۰)**

**نشریه شماره ۵۴۰**

وزارت صنایع و معادن

معاونت امور معادن و صنایع معدنی

دفتر نظارت و بهره‌برداری معادن

<http://www.mim.gov.ir>

معاونت نظارت راهبردی

امور نظام فنی

[nezamfanni.ir](http://nezamfanni.ir)





بسمه تعالی

ریاست جمهوری  
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور

شماره:	۲۰/۵۶۷۱
تاریخ:	۱۳۹۱/۱/۲۹
بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	
موضوع: دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵,۰۰۰)	
<p>به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و ماده (۶) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی - مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۵۴۰ امور نظام فنی، با عنوان «دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵,۰۰۰)» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.</p> <p>رعایت مفاد این ضابطه برای دستگاه‌های اجرایی، مشاوران، پیمانکاران و سایر عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی، در صورت نداشتن ضوابط معتبر بهتر، از تاریخ ۱۳۹۱/۴/۱ اجباری است.</p>	
<p>محمد مهدی رحمتی معاون نظارت راهبردی</p>	



## اصلاح مدارک فنی

### خواننده گرامی:

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی

مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
  - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
  - ۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
  - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علیشاه، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱  
Email: [info@nezamfanni.ir](mailto:info@nezamfanni.ir) web: <http://nezamfanni.ir>



## بسمه تعالی

### پیشگفتار

نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات وزیران) به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرح‌ها را مورد تاکید جدی قرار داده است و این دفتر به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و نظام فنی اجرایی کشور وظیفه تهیه و تدوین ضوابط و معیارهای فنی طرحهای توسعه‌ای کشور را به عهده دارد. با توجه به نقش کشف منابع و ذخایر معدنی جدید در راستای توسعه پایدار معدن، استفاده از روش‌های علمی و فنی در مطالعات اکتشافی مهم و ضروری است. با در نظر گرفتن اهمیت و کاربرد روش‌های اکتشاف ژئوشیمیایی در کشف منابع و ذخایر معدنی و با عنایت به واگذاری و انجام پروژه‌های اکتشاف ژئوشیمیایی توسط شرکت‌های خصوصی و مهندسين مشاور نیاز مبرمی به استفاده از الگوها و دستورالعمل‌های فنی در مراحل مطالعه، طراحی و اجرای پروژه‌های اکتشافی ژئوشیمیایی وجود دارد. این نشریه با عنوان «دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس رسوبات آبراه‌های» با رعایت استانداردهای بین‌المللی در کشورهای معدنی نظیر کانادا، فرانسه، چین و روسیه و همچنین با استفاده از تجارب کارشناسان مجرب سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور تهیه شده است تا به عنوان الگو و دستورالعمل واحد در اختیار کاربران و مکتشفین قرار گیرد.

این مجموعه شامل دو فصل است که در فصل اول مبانی و کلیات روش و در فصل دوم فهرست خدمات و روش‌های انجام اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس رسوبات آبراه‌های ذکر شده است.

با همه‌ی تلاش انجام شده قطعا هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که این‌شاء... کاربرد عملی و در سطح وسیع این نشریه توسط مهندسان موجبات شناسایی و برطرف نمودن آن‌ها را فراهم خواهد نمود.

در پایان، از تلاش و جدیت جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی و کارشناسان امور نظام فنی همچنین جناب آقای مهندس وجیه... جعفری مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی بخش معدن کشور در وزارت صنایع و معادن، کارشناسان دفتر نظارت و بهره‌برداری معادن و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است شاهد توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

معاون نظارت راهبردی

شهریور ۱۳۹۰

## تهیه و کنترل

### مجری طرح

مدیر کل دفتر نظارت و بهره‌برداری وزارت صنایع و معادن

آقای وجیه... جعفری

### تهیه پیش نویس اصلی

کارشناس ارشد زمین‌شناسی

مهندس سلیمان کوثری

### اعضای شورای عالی

کارشناس ارشد مهندسی صنایع

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

خانم فرزانه آقا رضانعلی

کارشناس مهندسی معدن

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

آقای بهروز برنا

کارشناس مهندسی معدن

وزارت صنایع و معادن

آقای وجیه... جعفری

کارشناس ارشد زمین‌شناسی

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

آقای عبدالعلی حقیقی

کارشناس ارشد زمین‌شناسی

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

خانم اشرف خیاط آذری

کارشناس ارشد زمین‌شناسی

وزارت صنایع و معادن

آقای عبدالرسول زارعی

کارشناس ارشد مهندسی معدن

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

آقای ناصر عابدیان

کارشناس ارشد مهندسی معدن

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

آقای حسن مدنی

سازمان نظام مهندسی معدن

کارشناس ارشد مهندسی معدن

آقای هرمز ناصر نیا

### اعضای کارگروه اکتشاف

کارشناس مهندسی معدن

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

آقای بهروز برنا

کارشناس ارشد مهندسی معدن

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

آقای محمد پریزادی

دکترای پترولوژی

دانشگاه تربیت مدرس

آقای نعمت... رشیدنژاد عمران

کارشناس ارشد مهندسی معدن

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

آقای ناصر عابدیان

کارشناس ارشد زمین‌شناسی

وزارت صنایع و معادن

آقای علیرضا غیاثوند

دکترای زمین‌شناسی اقتصادی

دانشگاه تربیت معلم

آقای عبدالمجید یعقوب‌پور

### اعضای کارگروه تنظیم و تدوین

دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

آقای مهدی ایران‌نژاد

کارشناس ارشد زمین‌شناسی

وزارت صنایع و معادن

آقای عبدالرسول زارعی

دکترای مهندسی مکانیک سنگ

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

آقای مصطفی شریف‌زاده

کارشناس ارشد مهندسی معدن

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

آقای حسن مدنی

دکترای زمین‌شناسی اقتصادی

دانشگاه تربیت معلم

آقای بهزاد مهرابی

### اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه

رئیس گروه امور نظام فنی

خانم فرزانه آقارضانعلی

کارشناس عمران امور نظام فنی

آقای علیرضا فلسفی



## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

### فصل اول- تعاریف و کلیات

۳	۱-۱- تعاریف.....
۶	۲-۱- عوامل موثر در اکتشاف ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای.....
۶	۱-۲-۱- طراحی شبکه نمونه برداری.....
۷	۲-۲-۱- نمونه برداری.....
۹	۳-۱- تجزیه نمونه‌ها.....
۹	۴-۱- پردازش داده‌ها.....
۱۰	۵-۱- ارزیابی داده‌های آزمایشگاهی.....
۱۱	۶-۱- کنترل صحرایی آنومالی‌های ژئوشیمیایی.....

### فصل دوم- روش‌های اکتشاف ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای و تجزیه نمونه‌ها

۱۵	۱-۲- مراحل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس رسوبات آبراهه‌ای.....
۱۶	۲-۲- جمع‌آوری اطلاعات و نقشه‌های پایه.....
۱۶	۳-۲- مطالعات توجیهی اکتشاف ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای.....
۱۷	۴-۲- نتایج مطالعات توجیهی در ایران.....
۱۸	۵-۲- طراحی و برداشت نمونه از رسوبات آبراهه‌ای.....
۱۸	۶-۲- ثبت اطلاعات صحرایی نمونه‌ها.....
۱۹	۷-۲- آماده‌سازی نمونه.....
۲۰	۸-۲- نمونه برداری و آماده‌سازی نمونه‌های کانی سنگین.....
۲۲	۹-۲- ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه.....
۲۳	۱۰-۲- تجزیه شیمیایی نمونه‌ها.....
۲۳	۱-۱۰-۲- روش تجزیه شیمیایی چند عنصری.....
۲۵	۲-۱۰-۲- روش تجزیه شیمیایی تک عنصری.....
۲۶	۳-۱۰-۲- روش تجزیه شیمیایی طلا و نقره.....
۲۶	۴-۱۰-۲- اندازه‌گیری و استحصال طلا به روش ثقل‌سنجی و انحلال.....
۲۷	۵-۱۰-۲- روش اندازه‌گیری اکسیدهای اصلی و عناصر نادر خاکی (R.E.E).....
۲۷	۱۱-۲- ارزیابی کیفیت نتایج تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی.....
۲۹	۱۲-۲- پردازش داده‌ها.....
۳۰	۱۳-۲- تهیه نقشه آنومالی‌ها.....
۳۱	۱۴-۲- کنترل آنومالی‌ها.....

۳۲	..... ۱۵-۲- دستورالعمل تهیه و تنظیم گزارش نهایی
۳۲	..... ۱-۱۵-۲- فهرست مطالب
۳۲	..... ۲-۱۵-۲- مقدمه
۳۲	..... ۳-۱۵-۲- فصل اول: کلیات
۳۳	..... ۴-۱۵-۲- فصل دوم: اکتشاف
۳۳	..... ۵-۱۵-۲- فصل سوم: پردازش داده‌ها
۳۳	..... ۶-۱۵-۲- فصل چهارم: تعبیر و تفسیر داده‌ها
۳۴	..... ۷-۱۵-۲- فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها
۳۴	..... ۸-۱۵-۲- فصل ششم: پیوست‌ها
۳۴	..... ۹-۱۵-۲- آرایه کلیه اطلاعات (نوشتاری، نموداری و جدول‌ها) به صورت لوح فشرده

## کتاب‌نگاری

# فصل ۱

---

---

## تعاریف و کلیات



## ۱-۱- تعاریف

به منظور به کارگیری روش‌های مختلف اکتشاف ژئوشیمیایی، تعاریف پایه به شرح زیر ارائه می‌شود:

**ژئوشیمی اکتشافی:** بخشی از ژئوشیمی کاربردی است و هدف آن یافتن نهشته‌های جدید فلزی، غیر فلزی، ذخایر نفت خام و گاز طبیعی است.

**زمینه:** در بیشتر موارد در اطراف نهشته‌های کانساری یک کاهش تدریجی در غلظت بعضی عناصر دیده می‌شود. این کاهش تا آنجا ادامه می‌یابد که تقریباً به یک حد ثابتی که همان مقدار زمینه است، برسد.

**هاله ژئوشیمیایی:** منطقه‌ای است که درون آن میزان (غلظت) یک عنصر خاص تا حد مقدار زمینه کاهش پیدا می‌کند.

**آنومالی:** تمرکز غیر عادی یک عنصر در پوسته زمین با غلظتی بیش از حد مقدار زمینه است.

**حد آستانه‌ای:** حد فوقانی تغییرات مقدار زمینه، حداقل مقدار آنومالی و یا اصطلاحاً حد آستانه‌ای نامیده می‌شود.

**شدت آنومالی:** شدت آنومالی بر حسب اختلاف بین حداکثر مقدار مشاهده شده و مقدار حد آستانه‌ای بیان می‌شود.

**نسبت تمرکز:** عبارت است از نسبت مقدار میانگین عنصر در آن واحد (که می‌تواند نوعی سنگ، توده و یا کمپلکس باشد) به میانگین ناحیه‌ای یا جهانی همان عنصر.

**مهاجرت ژئوشیمیایی:** پراکندگی و تمرکز یک عنصر، نتیجه تغییر مکان اتم‌های آن در پوسته زمین است. این تغییر مکان را مهاجرت ژئوشیمیایی می‌نامند.

**سدهای ژئوشیمیایی:** تغییرات شدیدی هستند که در شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط در مسیر مهاجرت عناصر به وجود می‌آیند و موجب ته‌نشست عناصر معینی از محلول می‌شوند.

**ویژگی ژئوشیمیایی:** سیمای خاص توزیع یک یا چند عنصر کمیاب در سنگ‌های مورد بررسی که بر حسب غلظت زیادتر و یا کمتر این عناصر که در مورد آن نوع سنگ خاص غیر عادی است، بیان می‌شود.

**مطالعات ژئوشیمیایی توجیهی:** این مطالعات مقدم بر اجرای یک پروژه اکتشافی به منظور دستیابی به اطلاعاتی درباره اندازه بهینه ذراتی از رسوب که در آن کانه‌ها تمرکز دارند، نوع عناصر مفید، توزیع ژئوشیمیایی و نظایر آن‌ها انجام می‌شود.

**عنصر ردیاب:** به عنصر نسبتاً متحرکی اطلاق می‌شود که در ارتباط ژنتیکی نزدیک با عنصر یا عناصر مورد اکتشاف بوده و به آسانی قابل تشخیص است. سهولت تشخیص آن می‌تواند هم به علت تشکیل هاله وسیع‌تر و هم به علت وجود روش‌های تجزیه‌ای مناسب‌تر باشد.

**عنصر معرف:** عنصر معرف یا شاخص به عنصری اطلاق می‌شود که در عین این که یکی از تشکیل‌دهنده‌های اصلی توده کانسار است، تا حدودی هم ویژگی‌های عنصر ردیاب را داشته باشد.

**خطای آنالیتیک:** به اختلاف یا انحراف یک مقدار اندازه‌گیری شده از مقدار حقیقی آن اطلاق می‌گردد. چنین خطایی ممکن است از نوع تصادفی و یا نظام‌دار باشد.

**دقت تجزیه:** توانایی تکرار آزمایش با نتایج مشابه است که خطای تصادفی معرف آن است.

**صحت تجزیه:** توانایی نزدیک شدن به میزان واقعی کمیت مورد اندازه‌گیری است که خطاهای نظام‌دار معرف آن است.

**تجزیه شیمیایی جزئی:** اگر مقدار یک عنصر کمیاب که در یک نمونه ژئوشیمیایی مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد، بخش کوچکی (۱۵ درصد یا کمتر) از کل مقدار همان عنصر در نمونه باشد، تجزیه را تجزیه جزئی می‌نامند.

**تجزیه شیمیایی کلی:** اگر اندازه‌گیری ۱۰۰ درصد یک عنصر کمیاب موجود در یک نمونه مورد نظر باشد، این تجزیه را اصطلاحاً تجزیه کلی می‌نامند.

**نمونه‌های تکراری:** این نمونه‌ها به منظور ارزیابی دقت آنالیزها، به طور هم‌زمان با سایر نمونه‌ها به آزمایشگاه ارسال می‌گردند و باید با رعایت نکات لازم از نمونه‌های اصلی انتخاب شوند.

**ایالت‌های ژئوشیمیایی:** ناحیه‌ای که از نظر ژئوشیمیایی همگن و پراکندگی بعضی از عناصر شیمیایی در آن به گونه‌ای باشد که موجب مشخص شدن آن‌ها بشود. ایالت ژئوشیمیایی با اختلافی که در میانگین ترکیب شیمیایی خود نسبت به میانگین ترکیب شیمیایی پوسه زمین دارد، مشخص می‌شود. یکی از ملاک‌های تشخیص یک ایالت ژئوشیمیایی این است که ویژگی‌های آن در سنگ‌هایی که معرف فعالیت‌های سنگ‌زایی طی دوره قابل ملاحظه‌ای از زمان زمین‌شناسی هستند، قابل تشخیص باشد.

**آنومالی دروغی و بی‌اهمیت:** تعداد زیادی از آنومالی‌های ژئوشیمیایی وجود دارند که در ارتباط با کانی‌سازی نیستند. این گونه آنومالی‌ها، آنومالی‌های بی‌اهمیت نامیده می‌شوند. این آنومالی‌ها بر اثر خطای نمونه‌برداری، عدم دقت و صحت در تجزیه، پردازش نامناسب و آلودگی‌های معدنی - صنعتی، ساختمانی و کشاورزی، بالا بودن مقدار زمینه در سنگ مادر، جذب ترجیحی بعضی از فلزات توسط گونه‌های معین گیاهی و نظایر آن‌ها ایجاد می‌شوند.

**میانگین:** مقدار متوسط یک متغیر در یک جامعه آماری است.

**مد:** مقداری از یک جامعه که بیشترین فراوانی را در مدل توزیع دارد که همان طول نقطه ماکزیمم منحنی توزیع فراوانی است.

**میان:** مقداری است که به ازای آن نیمی از تعداد کل داده‌ها در توزیع، مقادیری کمتر از آن و نیمی دیگر مقادیری بیشتر از آن را دارند.

**واریانس:** میانگین مجذور اختلاف مقادیر اندازه‌گیری شده در یک جامعه با میانگین آن در یک سری داده که معیاری برای سنجش تغییرپذیری جامعه است.

**انحراف استاندارد:** جذر واریانس که هر قدر بزرگ‌تر باشد، نشانه تغییرات شدیدتر جامعه است.

**ضریب تغییرات:** حاصل تقسیم انحراف استاندارد بر میانگین جامعه ضرب در عدد صد که معرف تغییرپذیری یک جامعه است، یعنی هر قدر این ضریب بیشتر باشد، جامعه متغیرتر است و بالعکس.

**توزیع نرمال:** یکی از مهم‌ترین مدل‌های توزیع که منحنی توزیع فراوانی آن منحنی معروف زنگوله‌ای شکل است، یعنی پراکندگی داده‌ها حول مقدار مرکزی متقارن می‌باشد.

**توزیع لاگ‌نرمال:** به طور کلی در توزیع لاگ‌نرمال یک عدم تقارن در توزیع داده‌ها حول میانگین وجود دارد و منحنی به طرف مقادیر بزرگ‌تر و کوچک‌تر موجود در توزیع تمایل می‌یابد. در این حالت داده‌ها پس از تبدیل لگاریتمی، توزیع نرمال پیدا می‌کنند.

**چولگی:** عبارت از میزان انحراف شکل توزیع از حالت تقارن آن است.

**تحلیل آماری تک متغیره:** در این بررسی‌ها تغییرات یک متغیر مستقل و جدا از سایر متغیرها مطالعه می‌شود.

**تحلیل آماری چند متغیره:** در این بررسی‌ها ویژگی متغیرها هم‌زمان مطالعه می‌شود.

**تجزیه و تحلیل فاکتوری:** هدف از این تحلیل‌ها تشخیص متغیرهای کنترل‌کننده اصلی از متغیرهای فرعی و تعیین سهم نسبی هر یک از این متغیرها در به وجود آمدن تغییرات توزیع عناصر است.

**تجزیه و تحلیل خوشه‌ای:** در این روش، متغیرها بر اساس میزان همبستگی، مشابهت و شاخص‌های دیگر در گروه‌ها و یا زیرگروه‌ها طبقه‌بندی می‌شوند.

**مقادیر خارج از ردیف:** به مقادیری که به طور معنی‌داری نسبت به سایر مقادیر اختلاف دارند، مقادیر خارج از ردیف گفته می‌شود. این مقادیر گاهی به دلیل وجود خطاهای تجربی مانند خطای آنالیز در داده‌ها وارد می‌شوند، ولی گاهی هم به دلیل ناهمگنی‌های موجود در جامعه داده‌های اکتشافی بروز می‌کنند.

**داده‌های سنسورد:** به داده‌هایی گفته می‌شود که در بین آن‌ها به علت بالا بودن حد حساسیت دستگاه‌های اندازه‌گیری، تعدادی داده به صورت مقادیر کوچک‌تر و یا بزرگ‌تر از حد حساسیت دستگاه یافت می‌شود. وجود چنین اعدادی در بین یک سری داده می‌تواند بررسی‌های آماری را دچار اختلاف کند.

**نمونه‌های کانی سنگین:** این نمونه‌ها از رسوبات، دشت‌های آبرفتی، رسوبات رودخانه‌ای، ماسه‌های ساحلی، دلتایی و نظایر آن‌ها برای مطالعه کانی‌های سنگین اقتصادی، تعیین رابطه آنومالی‌های ژئوشیمیایی و کانی‌های اقتصادی، کشف کانسارهای آبرفتی و دیگر اهداف برداشت می‌گردد.

**مایع سنگین:** مایع سنگین یا بروموفرم دارای وزن مخصوص حدود ۲/۹۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

**لیتو ژئوشیمیایی:** در این روش اکتشافی ویژگی ژئوشیمیایی سنگ‌ها برای کشف هاله‌های اولیه و توده کانسار مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

**هیدرو ژئوشیمیایی:** در این روش از ویژگی ژئوشیمیایی آب‌های مختلف برای کشف هاله‌های ثانویه نهشته‌های کانساری استفاده می‌شود.

**اتمو ژئوشیمیایی:** در این روش از گاز موجود در هوا، خاک و نظایر آن‌ها برای مطالعات ژئوشیمیایی بهره گرفته می‌شود.

**ژئوبوتانی:** در این روش مطالعات ژئوشیمیایی بر روی گیاهان استوار است و از گیاهان خاص برای اکتشاف عناصر خاص استفاده می‌کنند.

## ۱-۲- عوامل موثر در اکتشاف ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای

عوامل موثر در اکتشاف ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای در زیر آمده‌اند:

### ۱-۲-۱- طراحی شبکه نمونه‌برداری

روش‌های متعددی برای طراحی شبکه نمونه‌برداری آبراهه‌ای وجود دارد که هر یک دارای مزایا و معایبی هستند. در طراحی شبکه نمونه‌برداری باید عوامل زیر مد نظر قرار گیرند.

#### الف- چگالی نمونه‌برداری ژئوشیمیایی و کانی سنگین

چگالی نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای در مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ و بزرگ‌تر تابع تراکم آبراهه‌ها در حوضه‌های آبریز، سقف بودجه اکتشافی، نوع کانی‌زایی و اهداف اکتشافی است. برای اکتشاف در این مقیاس‌ها برداشت ۴ تا ۷ نمونه در هر کیلومتر مربع توصیه می‌شود. در مواردی با نظر کارشناس خبره می‌توان نمونه‌برداری در هر کیلومتر مربع را افزایش داد.

تعداد نمونه‌های کانی سنگین نسبت به نمونه‌های ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای در اکتشاف کانسارهای طلا، تنگستن و قلع به نسبت ۱ به ۱ و برای عناصری مانند مس، مولیبدن، روی، اورانیم و نظایر آن به نسبت ۱۰ درصد نمونه‌های ژئوشیمیایی است. پراکندگی نمونه‌ها باید طوری باشد که تقریباً مناطقی که سنگ بستر بیرون‌زدگی دارد، بیشترین پوشش را داشته باشد. نمونه‌برداری در مناطقی که پدیده‌های زمین‌شناسی مثل گسل‌ها، محور طاق‌دیس‌ها و ناودیس‌ها، زون‌های کانی‌ساز و محدوده گسترش دایک‌ها و رگه‌های سیلیسی، برشی و زون‌های دگرسانی مشاهده می‌شود، محدوده‌هایی که آنومالی‌های ژئوفیزیکی شاخصی دارند و مناطقی که نتایج حاصل از نمونه‌های کانی سنگین و چکشی در مرحله اکتشاف ناحیه‌ای دارای شاخصه‌های مثبت هستند، باید تمرکز بیشتری داشته باشند.

در این مقیاس از مطالعات، ماهیت آنومالی‌های ژئوشیمیایی و رابطه آن‌ها با زون‌های کانی‌ساز احتمالی تا حدودی از قبل مشخص شده و هدف اصلی، محدود کردن مساحت آنومالی‌های مرحله اکتشاف کوچک مقیاس قبلی است.

#### ب- مطالعات توجیهی

مطالعات توجیهی، یک تحقیق اولیه طراحی شده برای برنامه‌ریزی بهینه یک پروژه اکتشافی است. این مطالعات باید در نواحی فاقد اطلاعات ژئوشیمیایی قبلی انجام شود. در این نواحی، نمونه‌های توجیهی رسوبات آبراهه‌ای باید از مجاورت کانسارهای شناخته شده، رگه‌ها و شواهد معدنی و همچنین از مناطق غیر کانی‌سازی به فواصل ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ متری و یا بیشتر در امتداد آبراهه‌ها برداشت شوند. به طوری که نمونه‌های برداشت شده نمایانگر محدوده کانی‌سازی شده و فاقد کانی‌سازی باشند تا



وضعیت پراکنش ژئوشیمیایی طبیعی برای طراحی بهینه مشخص شود. اطلاعات پایه زیر باید بر اساس نتایج مطالعات توجیهی تعیین شود:

- مناسبترین اندازه ذرات؛

- مناسبترین فاصله نمونه برداری؛

- شناخت ماهیت ژئوشیمیایی پراکنش عناصر در منطقه.

رعایت موارد زیر در مطالعات توجیهی توصیه می‌شود:

**الف- آماده‌سازی نمونه‌های توجیهی:** با رعایت تمام موارد و دستورالعمل‌های نمونه برداری از رسوبات آبراهه‌ای و با قرار

دادن الک‌ها با چشمه‌های مختلف بر روی یکدیگر و قرار دادن زیرالکی در بخش تحتانی، باید آماده‌سازی نمونه‌های توجیهی انجام شود. برای این منظور استفاده از حداقل ۴ و حداکثر ۷ الک توصیه می‌شود.

در نمونه‌های درصد وزنی، رسوب عبور کرده از هر الک و باقیمانده بر روی الک تعیین خواهد شد. به عنوان مثال اگر ۴ الک

انتخاب شود، ابعاد انتخابی عبارتند از:

محدوده ابعادی الف	محدوده ابعادی ب	محدوده ابعادی پ	محدوده ابعادی ت
۴۰+ و ۲۰- مش	۸۰+ و ۴۰- مش	۱۰۰+ و ۸۰- مش	۱۰۰- مش

بنابراین از هر نمونه چهار محدوده ابعادی الف تا ت تجزیه و با پردازش‌های داده‌ها اندازه بهینه نمونه‌ها مشخص می‌شود.

نمونه‌های هر محدوده ابعادی تا زیر ۲۰۰ مش آسیاب و برای تجزیه شیمیایی عناصر مورد نظر و هم‌پارازنز به آزمایشگاه ارسال می‌شود.

**ب- پردازش داده‌ها:** داده‌های حاصل از مطالعات توجیهی باید در یک محیط مناسب نرم‌افزاری (ترجیحاً Excel) مرتب و

اطلاعات مربوط به تمامی عناصر مورد بررسی قرار گیرند. استفاده از سه روش زیر برای داده‌پردازی توصیه می‌شود:

- ترسیم نمودار خطی<sup>۱</sup> عناصر در محیط Excel؛

- ترسیم نمودار جعبه‌ای<sup>۲</sup> عناصر در محیط SPSS؛

- امتیازدهی بر مبنای تمایز قابل توجه در هر محدوده ابعادی توسط کارشناس خبره.

این سه روش باید در دو مرحله، شامل مرحله اول برای تمامی عناصر و مرحله دوم برای گروه خاصی از عناصر مورد نظر بسته

به اهداف اکتشافی انجام و ابعاد مناسب تعیین شود. نمونه‌های اصلی باید بر مبنای محدوده ابعادی بهینه این مرحله برداشت شود.

### ۱-۲-۲- نمونه برداری

نمونه‌ها باید از بستر آبراهه‌ها و با استفاده از بخش عبور کرده از الک با مش تعیین شده در مرحله مطالعات توجیهی برداشت

شوند. وزن نمونه‌های برداشت شده باید ۱۰۰ تا ۳۰۰ گرم باشد. محل برداشت نمونه‌ها باید طوری انتخاب شود که نمونه برداشت

1- Line chart

2- Split Box Plot

شده نمایانگر رسوبات تخریبی حوضه آبگیر بالادست خود باشد. نمونه‌ها معمولاً از بخش رس و سیلت و از وسط آبراهه‌ها برداشت می‌شوند. در صورتی که عرض آبراهه بیش از ۵ متر باشد، بهتر است که در امتداد عرضی آبراهه از چندین نقطه نمونه‌برداری شده و پس از اختلاط با یکدیگر یک نمونه معرف تهیه و مشخصات نمونه‌های تلفیقی در کارت نمونه‌برداری ثبت شود.

فاصله نمونه‌ها از یکدیگر بر اساس درجه‌بندی آبراهه‌ها انتخاب می‌شود، به طوری که آبراهه‌های درجه یک (آبراهه‌های سرشاخه) دارای اهمیت بیشتری هستند. معمولاً محل برداشت هر نمونه باید در منتهی‌الیه آبراهه و قبل از پیوستن به آبراهه‌های بعدی انتخاب شود. برداشت نمونه‌های کانی سنگین از آبراهه‌های درجه ۴ و ۵ (آبراهه‌های عریض که چندین آبراهه فرعی به آن می‌پیوندند)، با هدف اکتشاف کانسارهای آبرفتی انجام می‌شود. نمونه کانی سنگین باید از نقاطی برداشت شود که ضمن نشان دادن رابطه تمرکز کانی‌های سنگین با حوضه بالادست خود، بیشترین تمرکز کانی‌ها را نیز داشته باشد.

#### الف- کدگذاری و ثبت اطلاعات صحرائی نمونه‌ها: کارشناس نمونه‌بردار، باید علاوه بر برداشت نمونه، کارت نمونه‌برداری را

برای هر نمونه تکمیل کند. اطلاعات مورد نیاز برای تکمیل این کارت عبارت است از:

- اطلاعات کلی شامل شماره نمونه، نام پروژه، نام محل، سیستم مختصات جغرافیایی مورد استفاده، مشخصات نمونه و نام

نمونه‌بردار؛

- ویژگی‌های محیط نمونه‌برداری شامل عمق، ابعاد، افق‌ها، رطوبت، رنگ و ساختار نمونه بکر (الک نشده)؛

- وضعیت مورفولوژی و شیب منطقه؛

- اطلاعات مربوط به وجود کانی‌سازی و دگرسانی؛

- سنگ‌شناسی محدوده به صورت برجا و نابرجا؛

- اطلاعات مربوط به آلودگی‌های احتمالی که با توجه به ماهیت و اهداف اکتشافی ویژه هر منطقه می‌توان مواردی را بر حسب

مورد به اطلاعات کارت نمونه‌برداری اضافه کرد.

تمامی اطلاعات فوق باید توسط شخص نمونه‌بردار و در هنگام نمونه‌برداری تکمیل شود.

#### ب- آماده‌سازی نمونه‌ها: اولین مرحله آماده‌سازی نمونه‌ها با انتخاب ابعاد بهینه رسوبات به وسیله الک مورد نظر در صحرا

انجام می‌شود. سپس در آزمایشگاه، نمونه‌ها طی مراحل خردایش و نرمایش تا ابعاد ۲۰۰- پودر می‌شوند. ۵۰ گرم از هر نمونه پس از

همگن‌سازی برای تجزیه شیمیایی انتخاب و مابقی نمونه، بایگانی می‌شود. در این مرحله باید ۱۰ درصد کل نمونه‌ها و یا حداقل ۳۰

نمونه تکراری برای بررسی دقت نتایج آزمایشگاهی انتخاب شود.

آماده‌سازی نمونه‌های کانی سنگین باید توسط تکنسین دارای آگاهی و تجربه کافی انجام شود. نمونه‌های کانی سنگین باید از

بخش ناهمگن و درشت دانه (قلوه سنگی) رسوبات آبراهه‌ای و از عمق ۲۰ الی ۴۰ سانتی‌متری رسوبات برداشت شود. مقدار حجم

رسوبات پس از عبور از الک ۲۰ مش حدود ۳ الی ۵ لیتر (وزن تقریبی نمونه ۳ تا ۵ کیلوگرم پس از عبور از الک ۲۰ مش) است.

آماده‌سازی نمونه‌های کانی سنگین پس از برداشت و ثبت اطلاعات مربوط به موقعیت رسوبات آبراهه‌ای، سنگ دربرگیرنده و نظایر آن در کارت نمونه‌برداری ثبت و طی مراحل گل‌شویی، لاک‌شویی، بروموفرم‌گیری، جدایش مغناطیسی، مطالعات میکروسکوپی، محاسبات و نظایر آن انجام می‌گیرد.

آماده‌سازی نمونه‌های سنگی شامل مراحل خردایش و نرمایش است. به طوری که کلیه نمونه‌های برداشت شده به ابعاد کمتر از ۵ میلی‌متر خردایش و با استفاده از تقسیم‌کن مقدار ۲۰۰ گرم از آن تا حد ۲۰۰- مش نرمایش می‌شوند. باید از آلودگی در طی عملیات آماده‌سازی جلوگیری به عمل آید.

### ۱-۳- تجزیه نمونه‌ها

تجزیه نمونه‌ها در اکتشاف ژئوشیمیایی نقش اساسی دارد و در موفقیت و یا عدم موفقیت آن موثر است. به طوری که اگر تجزیه‌های شیمیایی از صحت و دقت لازم برخوردار نباشند، اهداف اکتشاف محقق نخواهد شد. در انتخاب روش‌های تجزیه شیمیایی آزمایشگاهی عوامل زیر نقش اساسی دارند:

- **مقیاس عملیات اکتشافی:** در مرحله شناسایی مطالعات اکتشافی که مناطق وسیعی را در بر می‌گیرد. استفاده از روش‌های ICP-MS، ICP-OES و XRF توصیه می‌شود. زیرا این روش‌ها به دلیل امکان اندازه‌گیری تعداد بسیار زیاد عناصر (حداقل ۵۰ عنصر) کاربرد مناسبی دارند.

برای اندازه‌گیری برخی عناصر نظیر طلا، جیوه، نقره و دیگر عناصر با غلظت جزئی از روش‌هایی نظیر جذب اتمی AAS، کوره گرافیتی، ICP-Mass، فروشویی سیانیدی استفاده می‌شود.

- **ماهیت نمونه و عناصر مورد نظر:** روش تجزیه بر اساس ماهیت نمونه و عناصر مورد نظر انتخاب می‌شود. به طور مثال برای تجزیه عناصر در نمونه‌های خاک با اهداف اندازه‌گیری بخشی از عناصر نظیر Fe, Mn, Ca, Mg, K, Na و یا عناصر گروه پلاتین (Pt, Pd, Au)، یا عناصر آلوده‌کننده (Toxic elements) مانند سلنیوم، فلوتور، آرسنیک و نظایر آن‌ها، از روش‌هایی مانند WAM Wamtech Technique که مقدار طلا، الماس، عناصر ردیاب را به طور بخشی اندازه می‌گیرد، استفاده می‌شود.

- **حد تشخیص اندازه‌گیری عناصر:** انتخاب روش تجزیه شیمیایی بستگی مستقیم به حداقل و حداکثر عیار قابل اندازه‌گیری دارد. اگر اندازه‌گیری عیار اقتصادی عناصر و مواد معدنی مورد توجه باشد، حد بالای اندازه‌گیری و در صورتی که هدف شناسایی پتانسیل عناصر در محدوده اکتشافی باشد، حد پایین اندازه‌گیری مورد نیاز است.

### ۱-۴- پردازش داده‌ها

داده‌ها پس از دریافت از آزمایشگاه در محیط نرم‌افزاری مناسب (ترجیحاً Excel) ذخیره می‌شوند، یک نسخه از این داده‌ها چاپ و به صورت دست‌نخورده در پیوست گزارش ارائه خواهد شد.

در جایگزینی داده‌های سنسورد، استفاده از روش‌های جایگزینی شامل بیشترین درست‌نمایی کوهن، روش ترسیمی و روش‌های ساده توصیه می‌شود. روش‌های جایگزینی ساده شامل جایگزین نصف و یا ۳/۴ حد حساسیت برای مقادیر کوچک‌تر و ۴/۳ حد حساسیت برای مقادیر بزرگ‌تر از حد حساسیت دستگاهی است.

پس از بررسی خطای تجزیه شیمیایی، در صورت بروز خطا باید بلافاصله عنصر یا عناصری که دارای خطای بیش از حد مجاز هستند، به آزمایشگاه اعلام شود و ضمن گزارش علت خطا، مجدداً تجزیه شوند. پردازش آماری در سه مرحله انجام می‌گیرد:

الف - پردازش‌های تک متغیره شامل تنظیم جداول، پارامترهای آماری، هیستوگرام‌ها، نمودارهای جعبه‌ای، شناخت داده‌های خارج از ردیف و نظایر آن؛

ب- پردازش‌های دو متغیره شامل تنظیم و شرح جداول همبستگی، روش اسپیرمن یا پیرسون و محاسبه معادلات رگرسیون؛

پ- پردازش‌های چند متغیره شامل تجزیه و تحلیل‌های فاکتوری و کلاستری به منظور کاهش ابعاد داده‌ها و ارایه فاکتورها یا کلاسترهایی که می‌توانند تغییرات عمده مربوط به چندین متغیر را با یک متغیر نمایش دهند.

پس از پردازش آماری، نتایج اکتشافی به دست آمده به صورت نقشه ارایه می‌شود. محاسبات دیگر نظیر ضرایب تولید که با اهداف تعیین پتانسیل اکتشافی حوضه‌های آبرفتی بالادست نمونه‌ها انجام می‌شود، مقایسه ضرایب غنی‌شدگی محلی و جهانی و سایر شاخص‌های ژئوشیمیایی نظیر نسبت عناصر کانسار ساز نیز بر حسب موضوع، باید مورد استفاده قرار گیرد.

## ۱-۵- ارزیابی داده‌های آزمایشگاهی

روش‌های متعددی برای محاسبه خطا وجود دارد که بر اساس نظر کارشناس خبره استفاده از روش‌های زیر توصیه می‌شود:

- تعیین میزان خطا با استفاده از فرمول  $R.A.E\% = \frac{2}{n} \sum \frac{|X_1 - X_2|}{X_1 + X_2} \times 100$  که در این فرمول  $X_1$  و  $X_2$  مقادیر

نمونه‌های اصلی و تکراری و R.A.E خطای نسبی<sup>۳</sup> تجزیه شیمیایی است. میزان خطای مجاز بر اساس این فرمول ۱۰٪ است؛

- تعیین میزان خطا با استفاده از فرمول  $R.A.E\% = CL \times 100 / \text{Total Mean}$

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2, S = \sqrt{S^2}, CL_{95\%} = 1.96 \times S$$

که در آن:

$S^2$  واریانس، S انحراف معیار،  $X_1$  و  $X_2$  نتایج نمونه اصلی و تکراری، n تعداد نمونه‌های تکراری، CL حد اعتبار و R.A.E

Total Mean = [(Orig Mean + Dub Mean)/2] خطای نسبی است؛

- استفاده از نمودار تامپسون و هوارث.

صحت نتایج در مقایسه با نمونه‌های مرجع و محاسبه آن از طریق فرمول‌های ذکر شده ارزیابی می‌شود:

$$\text{Mean Percent Difference (MPD\%)} = (\text{Concentration} - \text{Assay}) / \text{Concentration} \times 100$$

و یا:

$$\text{Relative Standard Deviation (RSD\%)} = S / \text{Mean} \times 100$$

که در آن منظور از Concentration نتایج نمونه‌های مرجع، Assay نتایج آزمایشگاه، Mean میانگین و S انحراف معیار است.

### ۱-۶- کنترل صحرائی آنومالی‌های ژئوشیمیایی

کنترل صحرائی زون‌های ناهنجاری مهم‌ترین بخش از کنترل کیفیت اکتشاف ژئوشیمیایی است. در این مرحله آنومالی‌های واقعی از آنومالی‌های کاذب تشخیص داده می‌شوند. در این مرحله از اکتشاف باید موارد زیر به دقت مشخص شود:

- تعیین رابطه زون‌های آنومالی با پدیده‌های کانی‌سازی؛
- تعیین رابطه زون‌های آنومالی با پدیده‌های زمین‌شناسی نظیر واحدهای سنگی، زون‌های دگرسانی، سیستم گسله و ساختمان‌های زمین‌شناسی؛
- تعیین رابطه زون‌های آنومالی با حضور رگه‌های سیلیسی، برشی، دایک‌های کانی‌ساز و نظایر آن؛
- تعیین رابطه زون‌های آنومالی با کانسارها، معادن فعال و متروکه و دیگر اندیس‌های فلزی و غیر فلزی موجود در منطقه.



## فصل ۲

---

---

روش‌های اکتشاف ژئوشیمیایی رسوبات

آبراه‌های و تجزیه نمونه‌ها





## ۱-۲- مراحل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس رسوبات آبراهه‌ای

نمودار جریان‌ی و مراحل مختلف اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس رسوبات آبراهه‌ای در شکل (۱-۲) ارایه شده است. در این نمودار مراحل اجرای یک طرح اکتشافی ژئوشیمیایی به تفکیک و با توجه به اولویت زمانی آمده است.



شکل ۱-۲- نمودار جریان‌ی اکتشاف ژئوشیمیایی آبراهه‌ای.

## ۲-۲- جمع‌آوری اطلاعات و نقشه‌های پایه

نقشه‌های پایه برای طراحی پروژه شامل نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰، نقشه‌های ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰، نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی، اطلاعات ماهواره‌ای و کلیه اطلاعات زمین‌شناسی، معدنی و اکتشافی موجود است. نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی هم‌مقیاس، نقشه‌های الزامی (جدول شماره ۲-۱) هستند. در این جدول نقشه‌هایی که با علامت + نشان داده شده است، الزامی نبوده و در صورت وجود مورد استفاده قرار می‌گیرند. نقشه‌هایی که با علامت × نشان داده شده الزامی هستند و در صورت نبود باید هم‌زمان با تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی تهیه شوند.

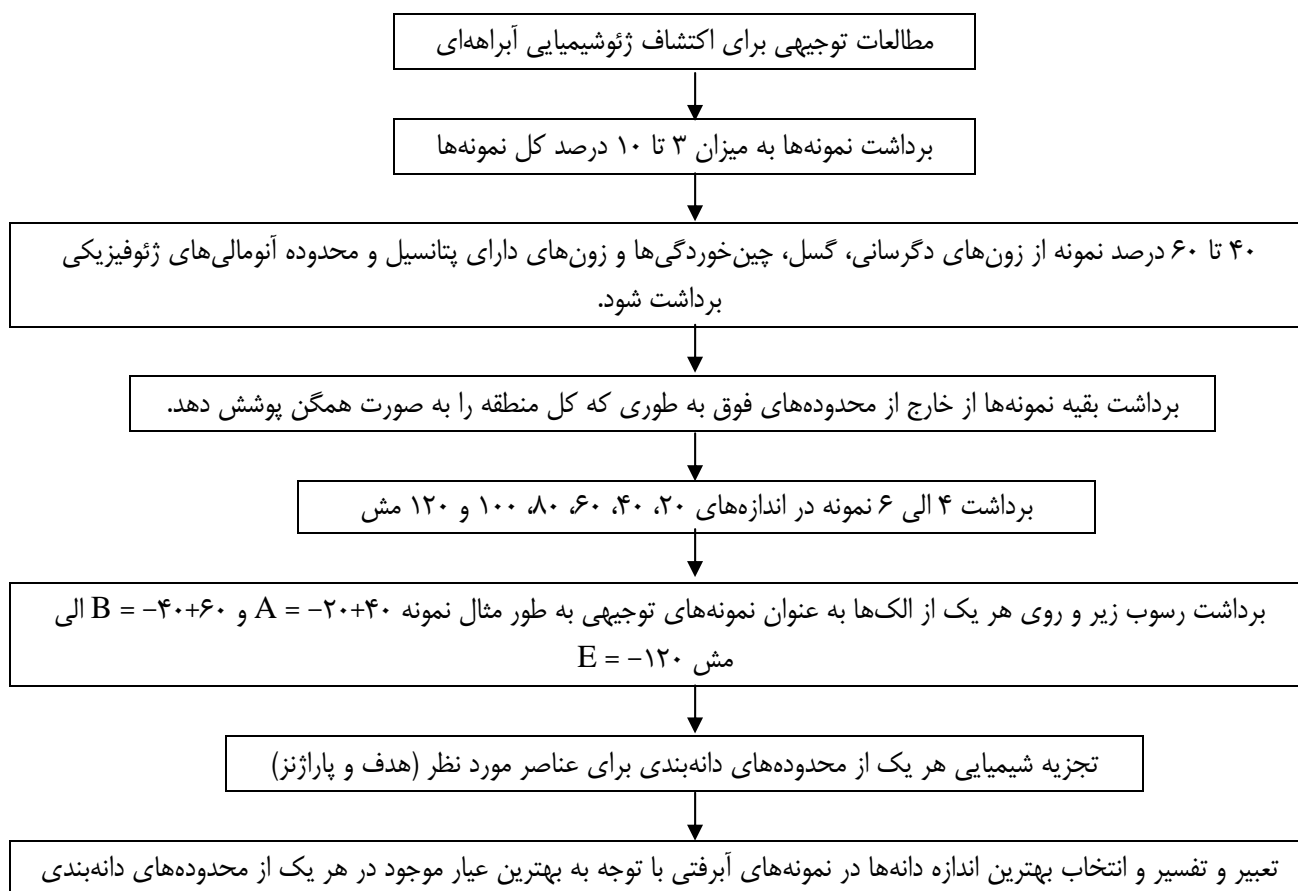
جدول ۲-۱- نقشه‌های پایه و گزارشات مورد نیاز اکتشاف ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای.

ردیف	نقشه پایه	مقیاس			
		۱:۲۵,۰۰۰	۱:۵۰,۰۰۰	۱:۱۰۰,۰۰۰	۱:۲۵۰,۰۰۰
۱	نقشه توپوگرافی	×	+	—	—
۲	عکس‌های هوایی	×	+	—	—
۳	عکس و یا نقشه‌های ماهواره‌ای	×	+	+	—
۴	نقشه زمین‌شناسی	×	+	+	+
۵	نقشه ژئوفیزیک هوایی	—	—	+	+
۶	نقشه ژئوشیمیایی		+	×	—

× الزامی، + غیر الزامی، - اختیاری

## ۲-۳- مطالعات توجیهی اکتشاف ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای

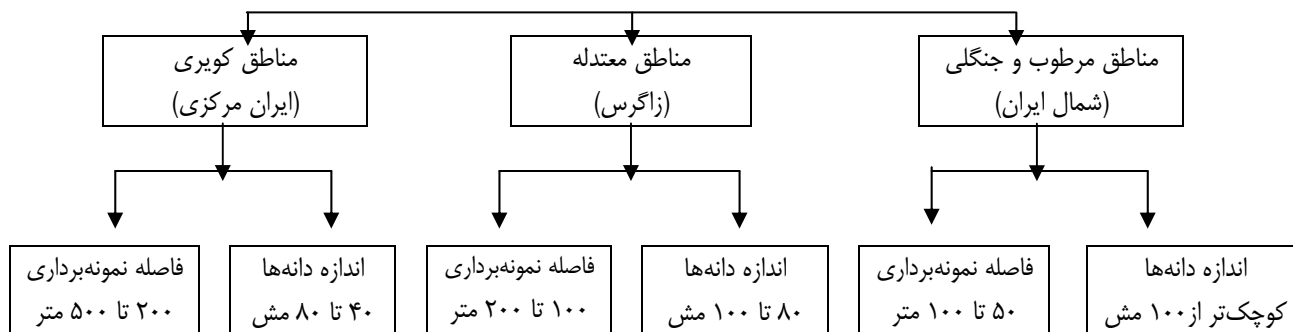
انجام مطالعات توجیهی در اکتشاف ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در مناطقی که قبلاً این گونه مطالعات به منظور تعیین مناسب‌ترین ابعاد رسوبات و تراکم نمونه‌برداری انجام نشده، الزامی است. نمودار جریان مطالعات توجیهی در شکل (۲-۲) ارائه شده است.



شکل ۲-۲- نمودار جریان‌ی انجام مطالعات توجیهی برای اکتشاف ژئوشیمیایی آبراهه‌ای.

## ۲-۴- نتایج مطالعات توجیهی در ایران

نتایج حاصل از مطالعات توجیهی مربوط به سایر مناطق را نمی‌توان بدون مشابَهت ویژگی‌های زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی، ژئوشیمیایی، توپوگرافی، تکتونیک و نظایر آن در منطقه دیگری استفاده کرد. اما به عنوان یک راهنمای عمومی می‌توان فواصل نمونه‌برداری و اندازه دانه‌های نمونه برداشت شده در مناطق مختلف ایران را مطابق شکل (۲-۳) انجام داد.



شکل ۲-۳- پارامترهای اندازه دانه‌ها و فواصل نمونه‌برداری در مناطق مختلف ایران.

## ۲-۵- طراحی و برداشت نمونه از رسوبات آبراهه‌ای

در طراحی و برداشت نمونه از رسوبات آبراهه‌ای مراحل مختلفی وجود دارد که شامل طراحی، نمونه‌برداری، آماده‌سازی و ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه است. نمونه‌برداری رسوبات آبراهه‌ای در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ باید مطابق مراحل ارائه شده در شکل (۲-۴) انجام شود.



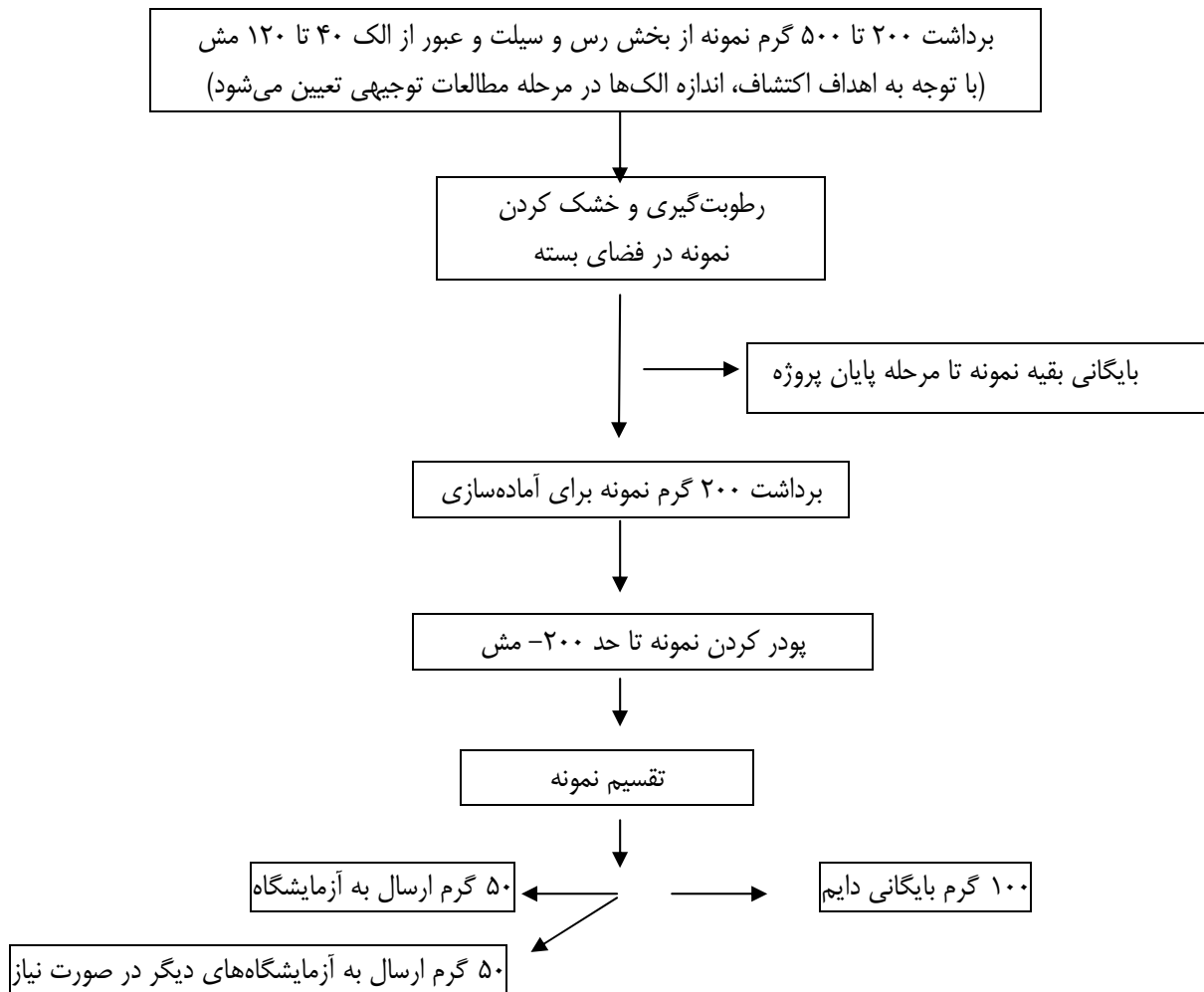
شکل ۲-۴- مراحل طراحی و برداشت نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای.

## ۲-۶- ثبت اطلاعات صحرائی نمونه‌ها

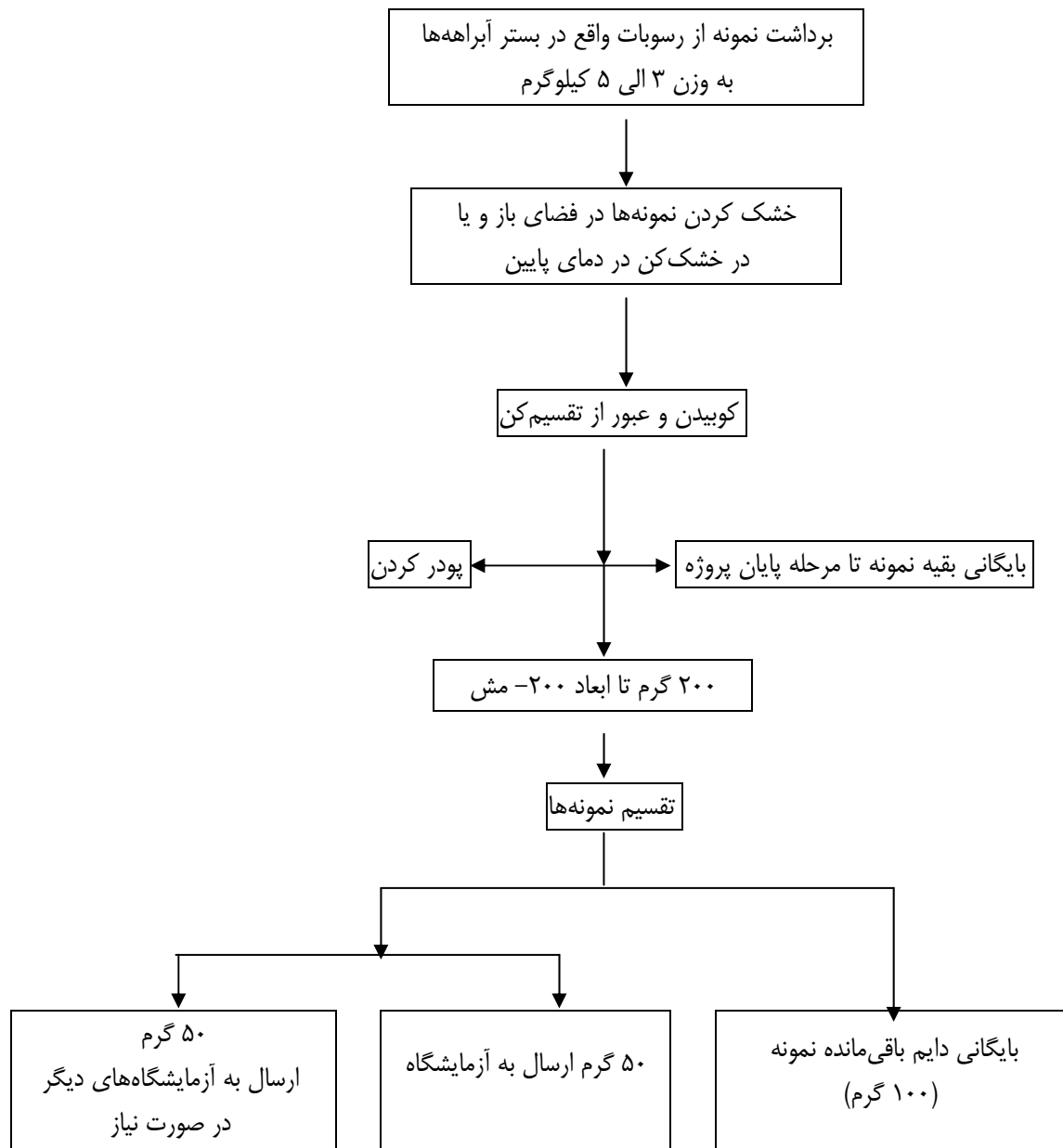
هنگام برداشت صحرائی کلیه مشخصات نمونه‌ها نظیر موقعیت جغرافیایی، وضعیت توپوگرافی، رنگ و جنس سنگ‌های دربرگیرنده، آثار کانی‌سازی و دگرسانی و سایر پدیده‌های زمین‌شناسی باید به صورت کامل ثبت و به سامانه کامپیوتری منتقل شود. داده‌های ثبت شده، در تعبیر و تفسیرهای نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## ۷-۲- آماده‌سازی نمونه

نمونه‌های برداشت شده از رسوبات آبراهه‌ای به دو صورت خشک و تر باید مطابق مراحل ذکر شده در شکل‌های (۲-۵) و (۲-۶) آماده‌سازی و به آزمایشگاه ارسال شود.



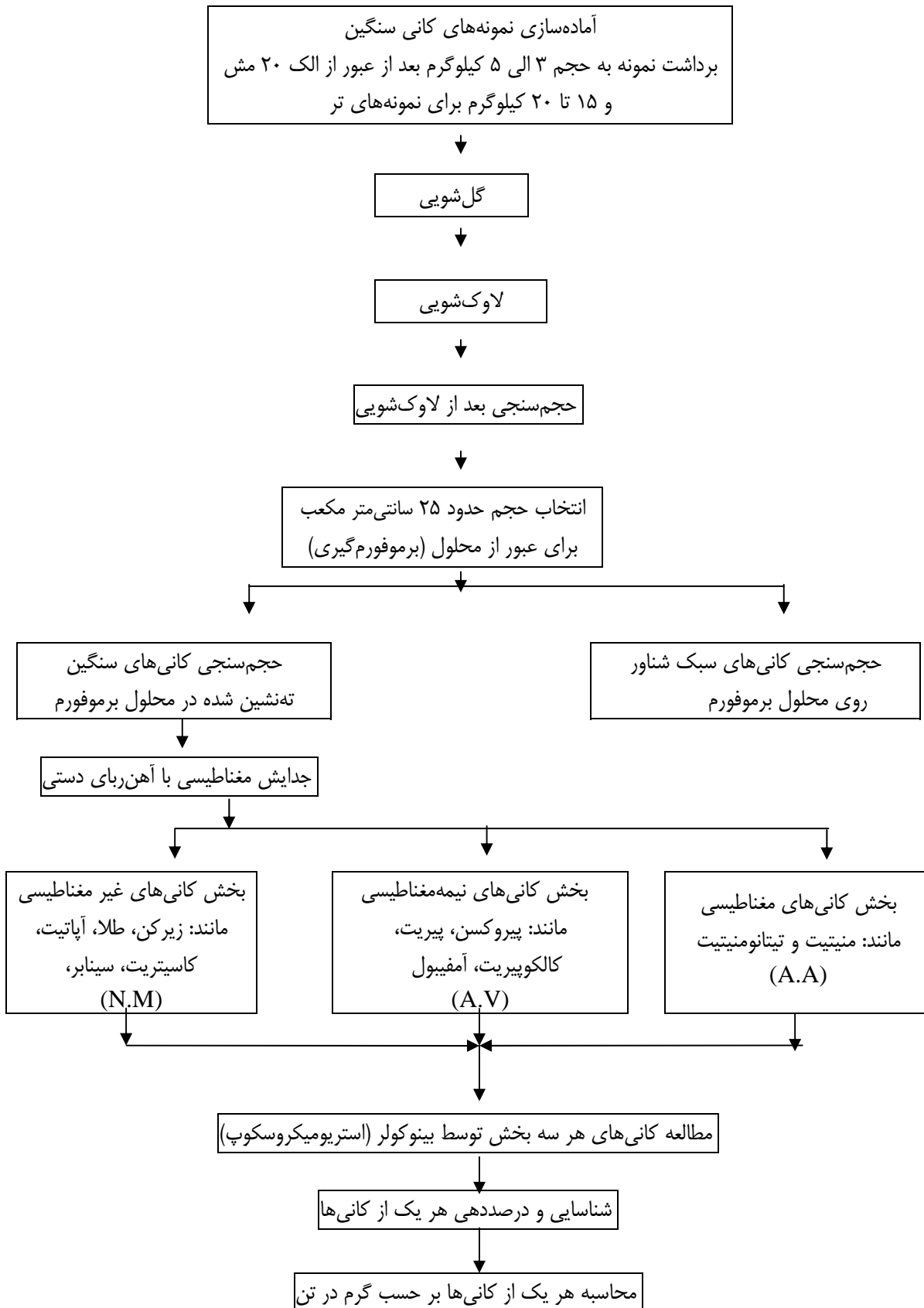
شکل ۲-۵- مراحل آماده‌سازی نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای خشک (آبراهه‌های بدون آب جاری).



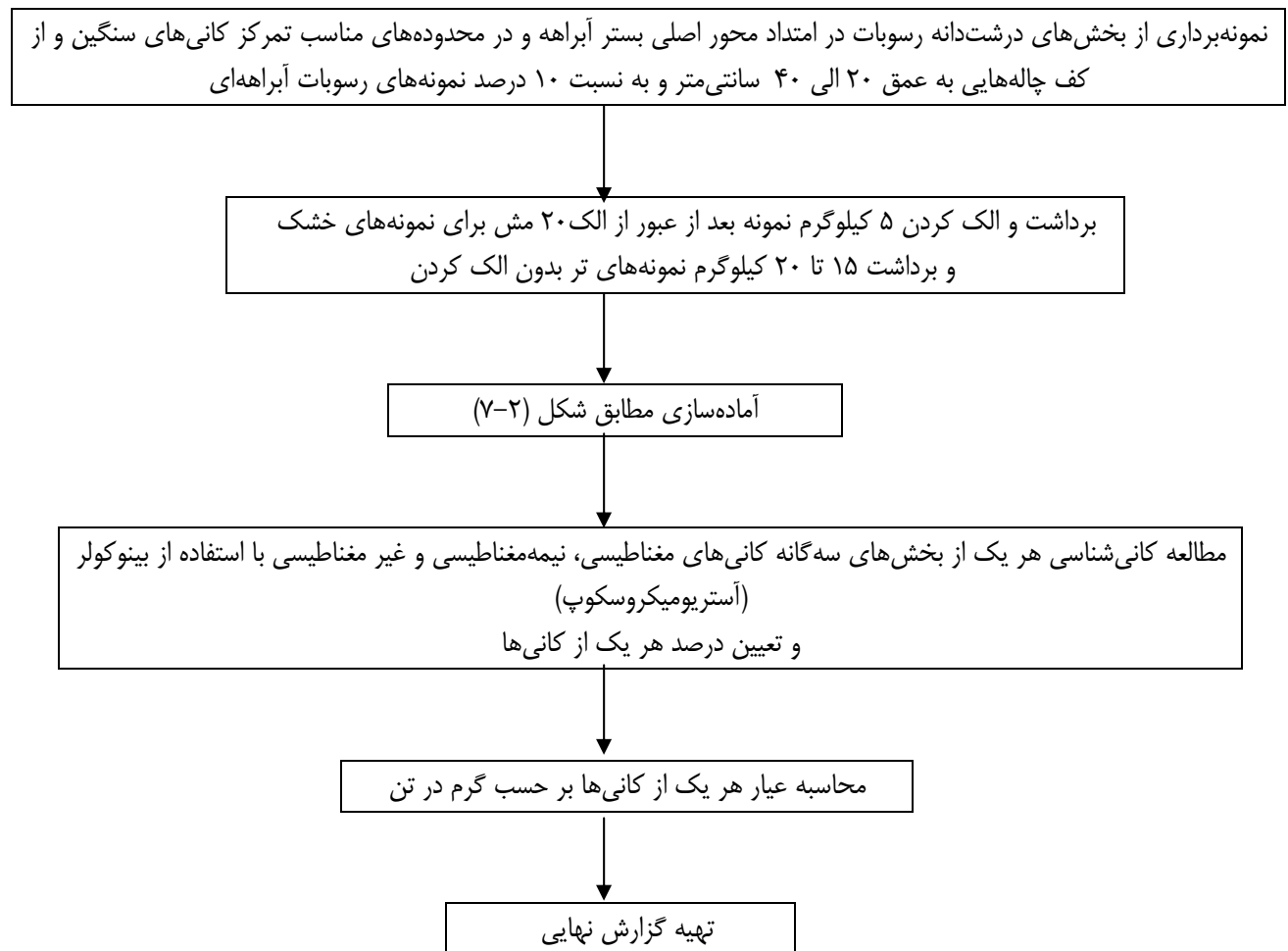
شکل ۲-۶- مراحل آماده‌سازی نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای تر (در آبراهه‌های دارای آب جاری).

## ۸-۲- نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌های کانی سنگین

همراه با برداشت نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای بر اساس طراحی انجام شده نمونه‌های کانی سنگین نیز برداشت می‌شود. مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها در شکل (۲-۷) و برداشت و مطالعه آن‌ها در شکل (۲-۸) ارایه شده است.



شکل ۲-۷- مراحل آماده‌سازی نمونه‌های کانی سنگین.

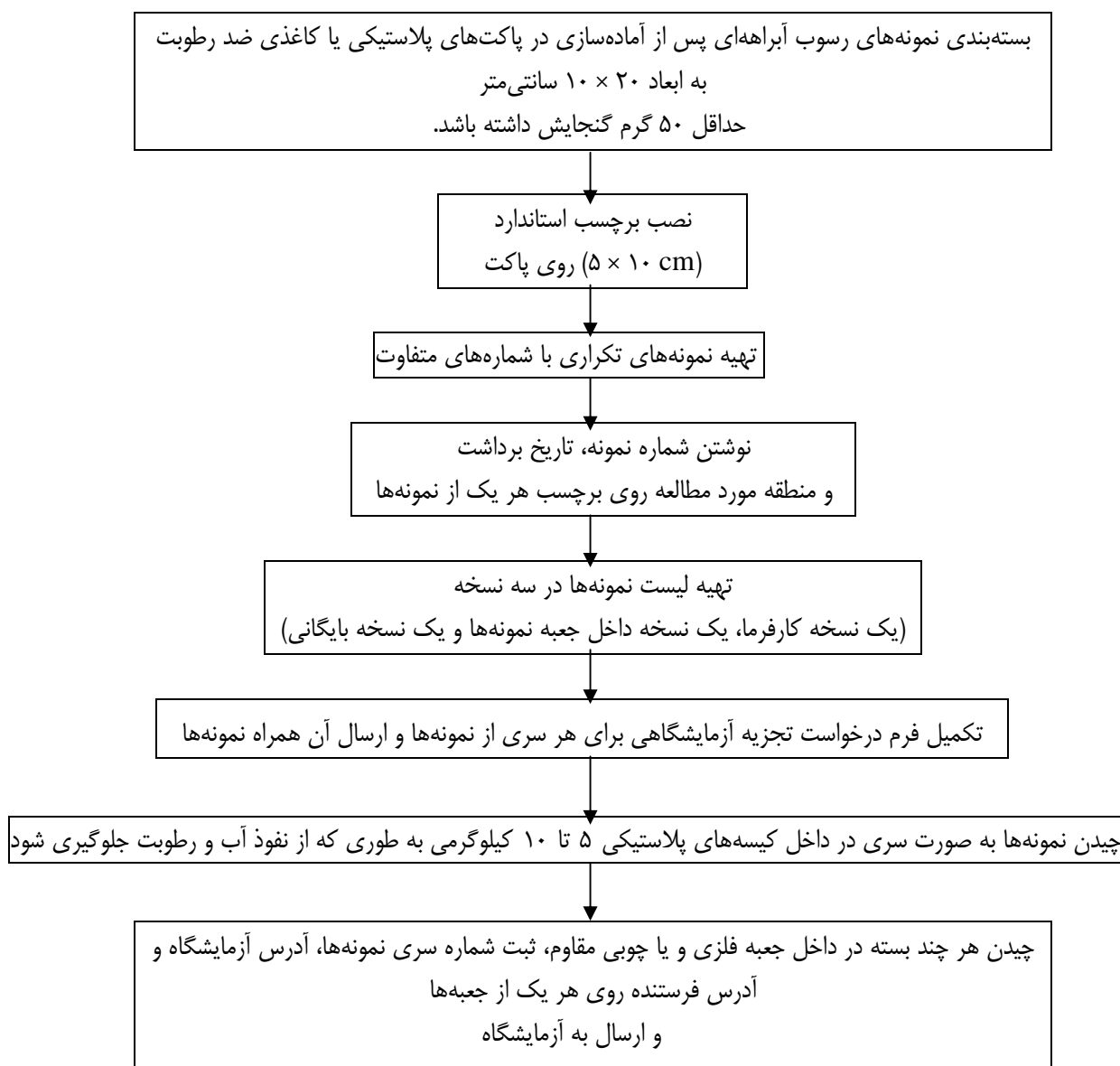


شکل ۲-۸- نمودار جریان‌ی برداشت و مطالعه نمونه‌های کانی سنگین.

## ۲-۹- ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه

کلیه نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای پس از آماده‌سازی و بسته‌بندی در پاکت‌های ویژه و جعبه‌های ضد ضربه و رطوبت باید به آزمایشگاه ارسال شوند. قبل از ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه باید نمونه‌های بسته‌بندی شده کنترل و حداقل سه نسخه از لیست نمونه‌ها، یک نسخه در بایگانی پروژه، یک نسخه داخل هر یک از جعبه‌ها و یک نسخه برای کارفرما تهیه شود. علاوه بر لیست تایپ شده نمونه‌های ارسالی، فایل کامپیوتری آن‌ها نیز باید تا پایان پروژه نگهداری شود. مراحل ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه‌ها در شکل (۲-۹) ارایه شده است.





شکل ۲-۹- مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها برای ارسال به آزمایشگاه.

## ۲-۱۰- تجزیه شیمیایی نمونه‌ها

### ۲-۱۰-۱- روش تجزیه شیمیایی چند عنصری

در اکتشاف ژئوشیمیایی ناحیه‌ای، پی‌جویی و یا در مراحل قبلی که اطلاعات قبلی از منطقه در دسترس نباشد یا عنصر خاصی در نظر نباشد، به کارگیری روش تجزیه شیمیایی چند عنصری توصیه می‌شود. این روش‌ها با توجه به حد تشخیص مناسب، تعداد عناصر مورد تجزیه، نحوه انحلال (کامل یا بخشی)، سرعت و دقت دستگاهی بر سایر روش‌ها ارجحیت دارد. روش‌های متداول به همراه حد تشخیص برای عناصر مختلف یکی از شرکت‌های معتبر بین‌المللی در جدول (۲-۲) ارائه شده است.

جدول ۲-۲- حدود غلظت، روش انحلال در روش‌های تجزیه شیمیایی چند عنصری متداول در اکتشاف ژئوشیمیایی.

Analyze (s)	Range(ppm)		Digestion/Fusion	Technique ICP-MS ICP-OES	Comment
	L.D.L	U.D.L			
Cu, Pb, Zn , Ni , Mn	0.2 - 5	10000	A.R.-F(L.B.)	ICPMS-OES	Except Mn in F(L.B.). ultra trace Level
	1-5	10000	A.R.- 4.A.	ICPMS-OES	Trace Level
	5 - 10	50000	4.A.	ICP-OES	Intermediate Level
	10 - 50	10000	4.A.	ICP-OES	Intermediate Level
AS	0.2 -0.1	10000	A.R.- 4.A.	ICPMS-OES	Ultra Trace Level
	2 - 5	10000	A.R.- 4.A.	ICP-OES	Trace Level
	10 - 50	10000	A.R.- 4.A.	ICP-OES	Intermediate Level
Co	0.1 - 1	10000	A.R.- 4.A.	ICPMS-OES	Ultra Trace Level- Trace Level
	5	50000	A.R.	ICP-OES	Intermediate Level
	10	10000	4.A.	ICP-OES	Intermediate Level
Al	0.01%	25%	4.A.	ICPMS-OES	Ultra Trace Level
	0.05%	30%	4.A.	ICP-OES	Intermediate Level
Ag	0.01	100	A.R.- 4.A.	ICPMS-OES	Ultra Trace Level
	0.5-0.2	100	A.R.- 4.A.	ICP-OES	Trace Level
	1	200	A.R.- 4.A.	ICP-OES	Intermediate Level
	1	1000	F(L.B.)	ICP-MS	Intermediate Level
Sb	0.05	1000	4.A.	ICPMS-OES	Ultra Trace Level
	5-2	10000	A.R.- 4.A.	ICP-OES	Trace Level
	50	100000	4.A.	ICP-OES	Intermediate Level
Bi	0.01	10000	A.R.- 4.A.	ICPMS-OES	Ultra Trace Level
	2	10000	A.R.- 4.A.	ICP-OES	Trace Level
	10-20	50000	A.R.- 4.A.	ICP-OES	Intermediate Level
Cd	0.02-0.01	500	A.R.- 4.A.	ICPMS-OES	Ultra Trace Level
	0.5	500	A.R.- 4.A.	ICP-OES	Trace Level
	5	2500	A.R.	ICP-OES	Intermediate Level
	10	10000	4.A.	ICP-OES	Intermediate Level
Fe	0.01%	15%	A.R.	ICPMS-OES	Ultra Trace Level- Trace Level
	0.01%	25%	4.A.	ICPMS-OES	Ultra Trace Level- Trace Level
	0.05%	30%	4.A.	ICP-OES	Intermediate Level
	0.05%	30%	A.R.	ICP-OES	Intermediate Level
Ba	0.5	10000	F(L.B.)	ICPMS	Ultra Trace Level
Cr	10	10000	F(L.B.)	ICP-MS	Ultra Trace Level
Mo	0.05	10000	A.R.- 4.A.	ICPMS-OES	Ultra Trace Level
	2-1	10000	A.R.- 4.A.- F(L.B.)	ICPMS-OES	Trace Level
	5	50000	A.R.	ICP-OES	Intermediate Level
	10	100000	A.R.- 4.A.	ICP-OES	Intermediate Level
Sn	1	10000	F(L.B.)	ICP-MS	Ultra Trace Level
W	1	10000	F(L.B.)	ICP-MS	Ultra Trace Level
Hg	0.01	10000	A.R.	ICPMS-OES	Ultra Trace Level
	1	10000	A.R.	ICP-OES	Trace Level
	0.0005%	5%	A.R.	ICP-OES	Intermediate Level
S	0.01%	10%	A.R.- 4.A.	ICPMS-OES	Ultra Trace Level
	0.05%	50%	A.R.	ICP-OES	Intermediate Level
	0.01%	30%	4.A.	ICP-OES	Intermediate Level

L.D.L = Lower Detection Limit: U.D.L = Upper Detection Limit

A.R. = Aqua Regia, 4A. = Four Acid

F (L.B.) = Fusion Lithium Borate.

ICP-MS: Inductively Couple Plasma-Mass Spectrometry

ICP-OES: Inductively Couple Plasma-Optical Emission Spectrometry

نکته ۱: تیتانیوم در هیچ روشی به طور کامل حل نمی‌شود و اکثر نتایج در حد مطلوب نیست

نکته ۲: عناصر ذکر شده در جدول در روش‌های مشخص شده، بسته به نوع محلول می‌توانند به طور کامل یا بخشی حل شوند.

## ۲-۱۰-۲- روش تجزیه شیمیایی تک عنصری

معمولا در مطالعات بزرگ مقیاس نوع عناصر مورد اکتشاف در مطالعات قبلی تعیین شده است. بنابراین می‌توان در صورت محدودیت، عناصر مورد نظر را به چند عنصر کاهش داد. در این صورت از روش‌هایی استفاده می‌شود که از دقت بیشتری برخوردار هستند. روش‌های متداول در جدول (۲-۳) ارایه شده است.

جدول ۲-۳- روش‌های تجزیه تک عنصری متداول در اکتشاف ژئوشیمیایی.

Analyze (s)		Range(ppm)		Digestion/ Fusion	Technique	Comment	
		L.D.L	U.D.L				
Cu, Zn, Ni, As, Bi, Co	+	Mn,Pb Mn,Pb Mn,Pb	2-5	10000	A.R.- 4.A.	AAS	Pb (5 ~10 – 10000)
			10	10000	_____	XRF	As(5-5000) except Co-Pressed pellet
			0.01%	50%	A.R.- 4.A.	AAS	30%) Mo (0.01-10%) -Pb, Zn. As (0.01
			0.005%	30%	Fusion	ICP-OES	As(0.01-10%) Co (0.02-30%) Except Bi, Mo, Mn, As, Oxide
Cr			0.01%	30%	Fusion	ICPOES- AAS	
Fe			0.01%	15%	A.R	AAS	
			0.01%	25%	4.A	AAS	
			0.01%	30%	A.R.- 4.A.	AAS	
			0.05%	60%	Fusion	ICP-OES	
FeO			0.01%	100%	H2SO4-HF	Ti Crimetric	
Hg			0.01%	100%	A.R	Cold vapor, AAs	
			0.01%	10%	A.R	Cold vapor, AAs	
S			0.01%	5%	4.A	AAS	
	Total		0.01%	50%	Leco Furnace		
	Sulfate		0.01%	50%	Carbonate leach	gravimetric	
	Sulfide		0.01%	10%			Difference between Total S and Sulfates
Mo			5	10000	A.R.- 4.A.	AAS	
			0.001%	10%	A.R.- 4.A.	AAS	
Sn	+	W	5 – 10	10000		XRF	Pressed pellet
			0.01%	60%	Fusion	XRF	
Ti			0.01%	50%	Fusion	ICP-OES	
Ba			10	10000		XRF	Pressed pellet
			0.01%	50%	Fusion	XRF	
Ag			1	100	A.R.- 4.A.	AAS	
			1	1500	A.R	AAS	
			1	1000	A.R.- 4.A.	AAS	
			5	10000	Fire Assay	Grav.	

AAS: Atomic Absorption Spectroscopy

XRF: X Ray Fluorescence

ICP-MS: Inductivity Couple Plasma-Mass Spectrometry

ICP-OES: Inductivity Couple Plasma

A.R: Aqua Regia

4A: Four Acids

## ۲-۱۰-۳- روش تجزیه شیمیایی طلا و نقره

برای تجزیه شیمیایی طلا و نقره باید از روش‌های با حد سنجش و دقت و صحت مناسب‌تری استفاده کرد. برخی از روش‌های متداول تجزیه شیمیایی طلا و نقره در جدول (۲-۴) ارایه شده است.

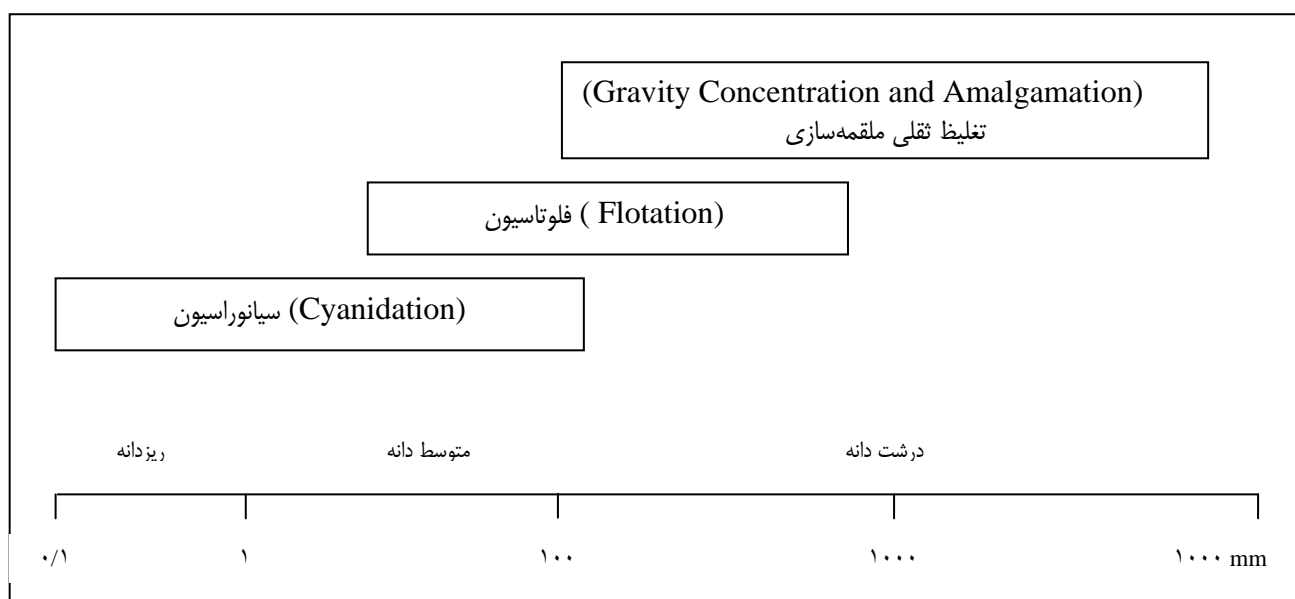
جدول ۲-۴- روش‌های متداول تجزیه طلا و نقره به همراه حدود سنجش و روش آماده‌سازی آن‌ها.

Analyze(s)	Range		Digestion/ Fusion	Technique	Comment
	L.D.L	U.D.L			
Au	0.001	10	Fire assay	ICP-OES	30-50 gr sample, trace level weight
	0.005	10	Fire assay	AAS	30-50 gr sample, trace level weight
	0.05	1000	Fire assay	Gravimetric	30-50 gr sample, trace level weight
Au	0.001	1	A.R.	Graphite Furnace AAS or ICPMS	25-50 gr sample, super trace level weight
	0.01	100	A.R.	ICPMS	30-50 gr sample, ore grade level weight
	0.0001	10	BLEG Au- cyanide leach	AAS - ICPMS	1000- – Super Trace level 3000 gr sample weight
Au	0.03	50	Cyanide leach	AAS	Ore grade level 30 gr sample weight
	0.01	200	Cyanide leach	AAS	Ore grade level 1000 gr sample weight
	0.01	300	Accelerate cyanide leach	AAS	Ore grade level 500-3000 gr sample weight
Ag	-0.2 0.5	100	4A.-A.R.	AAS	Trace level
	1	1500	A.R.	AAS	Ore grade level
	1	1000	4A.	AAS	Ore grade level
	5	10000	Fire assay	Gravimetric	30-50 gr sample, ore grade level weight

## ۲-۱۰-۴- اندازه‌گیری و استحصال طلا به روش ثقل‌سنجی و انحلال

چنانچه اندازه ذرات آزاد طلا در نمونه‌ها شناخته شده باشد، می‌توان از روش‌های ثقل‌سنجی و انحلال برای جداسازی استفاده کرد

(شکل ۲-۱۰).



شکل ۲-۱۰- حدود و روش‌های اندازه‌گیری و استحصال طلا به روش‌های ثقل‌سنجی و انحلال.

### ۲-۱۰-۵- روش اندازه‌گیری اکسیدهای اصلی و عناصر نادر خاکی (R.E.E)

برای تجزیه شیمیایی اکسیدهای اصلی در سنگ‌ها روش XRF و برای عناصر نادر خاکی روش ICP-MS توصیه می‌شود.

جدول (۲-۵) مشخصه‌های این روش‌ها را بیان می‌کند.

جدول ۲-۵- مشخصه‌های تجزیه شیمیایی اکسیدهای اصلی و عناصر نادر خاکی و حدود تجزیه یکی از آزمایشگاه‌های بین‌المللی معتبر.

Analyze (s)	Range		Digestion/ Fusion	Technique	Comment
	L.D.L	U.D.L			
SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO, K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , TiO <sub>2</sub> , MnO, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , SrO, BaO, L.O.I	0.01%	100%	F(L.B.)	XRF, ICPOES	
REE (Ce, Dy, Er, Eu, Gd, Ho, La, Lu, Nd, Pr, Sm, Tb, Th, Tm, U, Y, Yb)	0.1 - 1 ppm	1000 - 10000 ppm	F (L.M.B.)*	ICPMS	

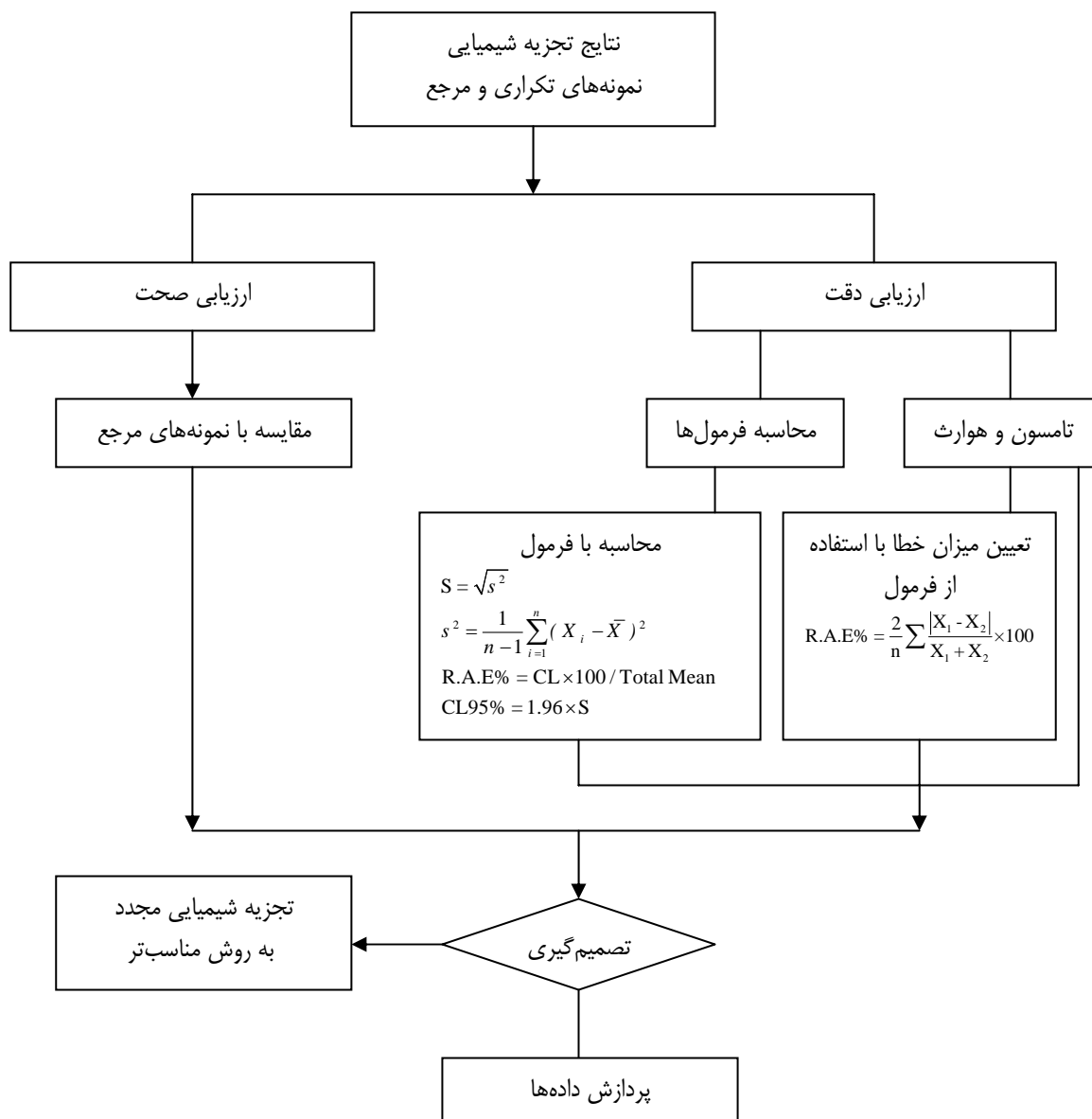
L.M.B= Lithium Meta Borate

### ۲-۱۱- ارزیابی کیفیت نتایج تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی

با توجه به محدودیت‌های هر یک از روش‌های تجزیه‌ای، قبل از هر گونه عملیات پردازش داده‌ها باید صحت و دقت نتایج

آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گیرند. محاسبات خطای تجزیه نمونه‌ها (دقت) با استفاده از نتایج نمونه‌های تکراری و محاسبات صحت

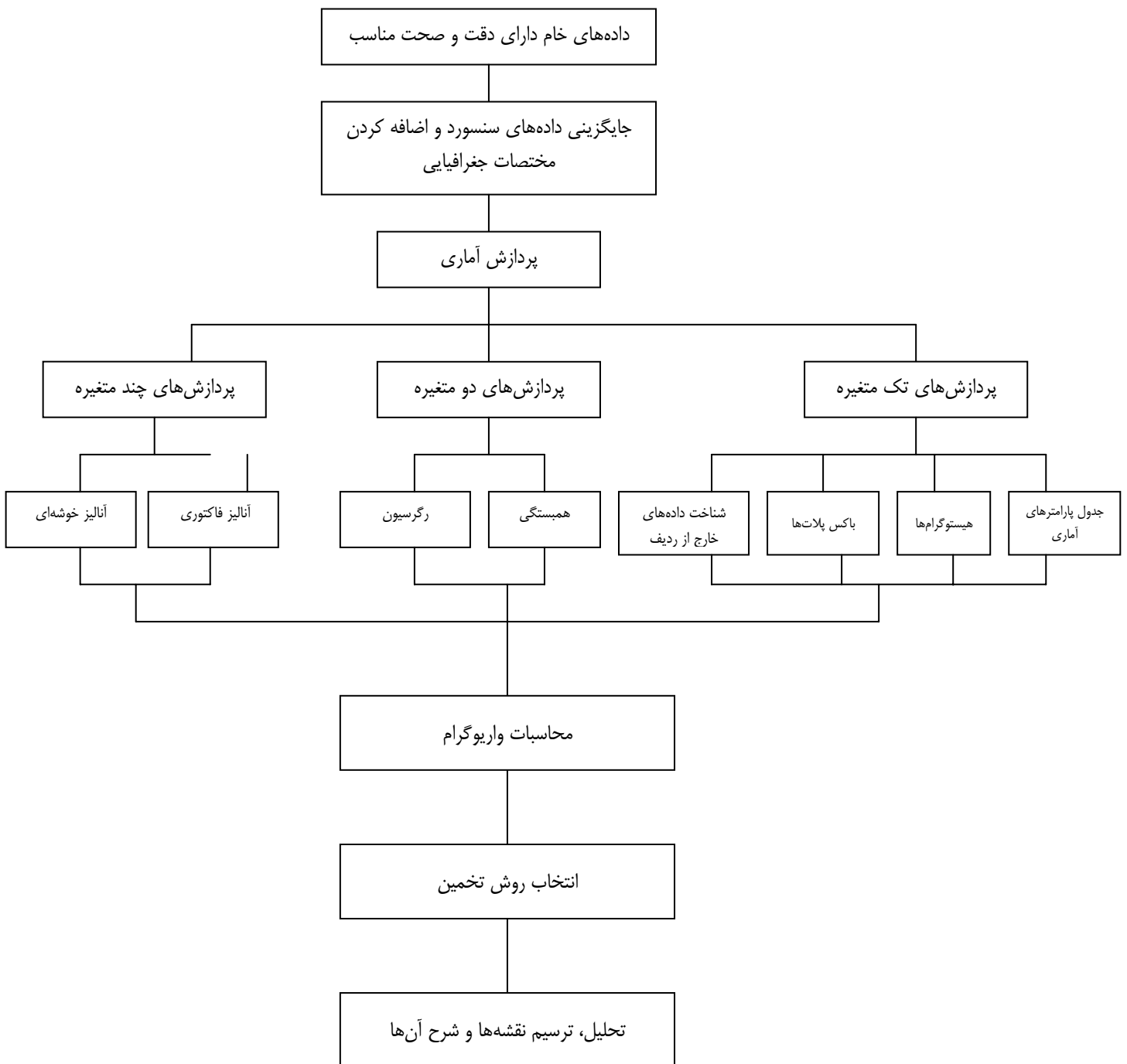
داده‌ها با استفاده از نمونه‌های مرجع انجام می‌شود. شکل (۲-۱۱) روش‌های ارزیابی کیفیت نتایج تجزیه ژئوشیمیایی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۱- روش‌های ارزیابی کیفیت نتایج تجزیه‌های ژئوشیمیایی.

## ۱۲-۲- پردازش داده‌ها

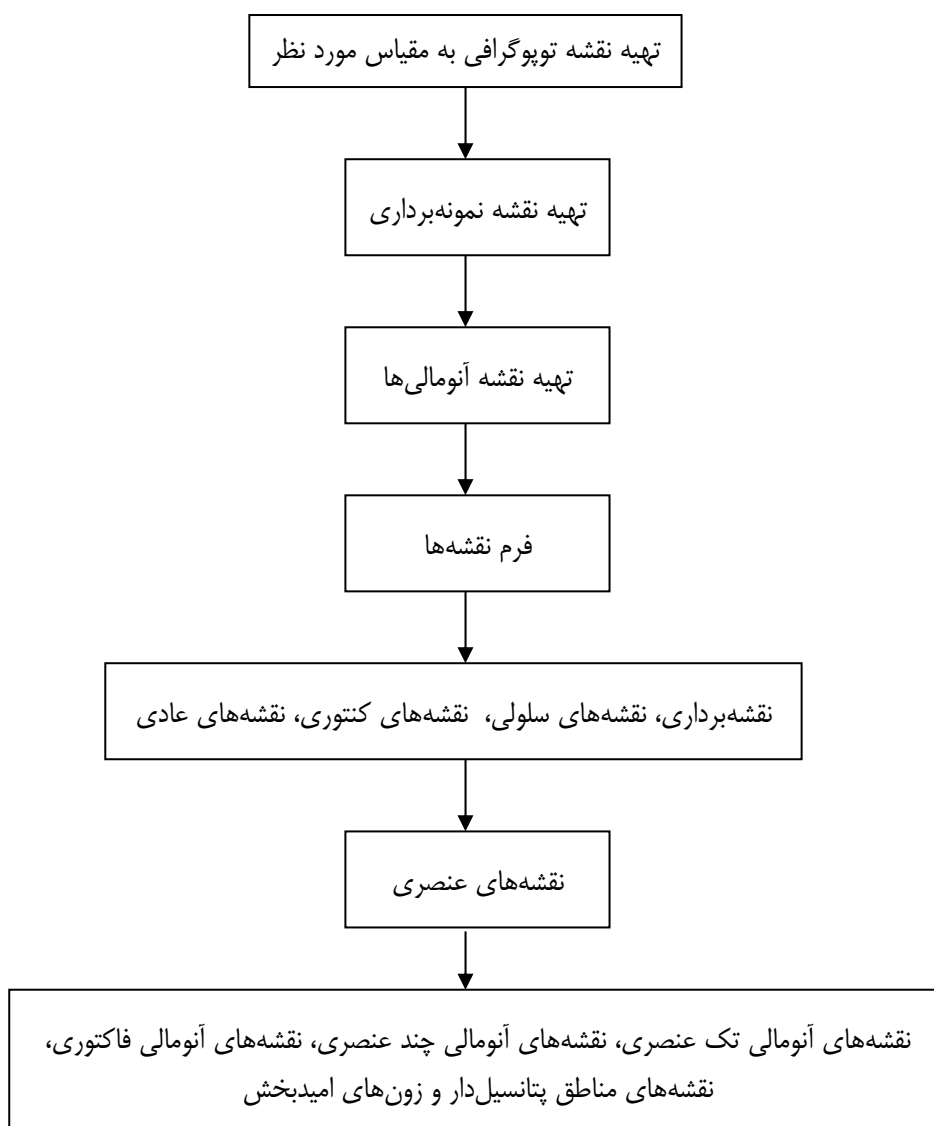
بعد از بررسی دقت و صحت نتایج تجزیه شیمیایی آن دسته از عناصری که نتایج تجزیه آن‌ها دقت و صحت مناسبی دارند، مورد پردازش قرار می‌گیرند. مراحل پردازش داده‌ها برای عناصر مورد تاثیر در شکل (۱۲-۲) ارایه شده است.



شکل ۱۲-۲- مراحل پردازش داده‌ها پس از ارزیابی کیفیت آن‌ها.

## ۱۳-۲- تهیه نقشه آنومالی‌ها

روش‌های متفاوتی برای ارایه نقشه آنومالی‌ها وجود دارد. این نقشه‌ها باید گویا، ساده و ارایه‌دهنده بیشترین اطلاعات باشند. مراحل تهیه نقشه‌ها، نوع و تعداد آن‌ها در شکل (۱۳-۲) ارایه شده است.



شکل ۱۳-۲- مراحل تهیه نقشه آنومالی‌ها.



## ۲-۱۴- کنترل آنومالی‌ها

پس از تهیه نقشه آنومالی‌ها، باید آنومالی‌ها مورد کنترل صحرائی قرار گیرند و بر اساس آن اصلاحات لازم بر روی نقشه‌ها انجام و آنومالی‌های واقعی و کاذب مشخص شوند. مراحل کنترل آنومالی‌ها در شکل (۲-۱۴) ارائه شده است.



شکل ۲-۱۴- مراحل مختلف کنترل آنومالی‌ها.

## ۲-۱۵- دستورالعمل تهیه و تنظیم گزارش نهایی

با توجه به اهداف اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس که در محدوده‌هایی به وسعت چند ده کیلومتر مربع و بر اساس زون‌های آنومالی حاصل از اکتشاف ناحیه‌ای تعیین می‌شود، گزارش نهایی باید پاسخگوی اهداف اصلی اکتشاف باشد. مهمترین اهداف مرحله اکتشاف بزرگ مقیاس به روش رسوبات آبراهه‌ای عبارتند از:

- تشخیص و تعیین زون‌های آنومالی مرتبط با فرآیند کانی‌سازی؛
- شناسایی و تعیین رابطه آنومالی‌های واقعی با زون‌های احتمالی کانی‌سازی دارای رخنمون و کانسارهای نیمه فرسایش یافته؛
- تعیین و شناسایی توده‌های احتمالی کانی‌ساز نظیر کانسارهای پورفیری، مس، قلع، تنگستن و نظایر آن؛
- شناسایی زون‌های ساختمانی با کانی‌سازی‌های احتمالی؛
- شناسایی و تعیین رابطه زون‌های آنومالی با اندیس‌ها، رگه‌ها، زون‌های دگرسانی و دیگر پدیده‌های کانی‌سازی و زمین‌شناسی؛
- مشخص کردن زون‌های پتانسیل‌دار برای اکتشاف بزرگ مقیاس‌تر؛
- ارزیابی اکتشافی و اقتصادی یافته‌ها.

با توجه به اهداف فوق‌الذکر و افزایش اطلاعات و داده‌های اکتشافی باید محتوی گزارش علاوه بر ارایه روش‌های اکتشافی، چگونگی عملیات صحرایی و تجزیه‌های آزمایشگاهی به صورت مختصر تنظیم شود. با تلفیق کلیه اطلاعات، محدوده‌های پتانسیل‌دار شناسایی و برای ادامه اکتشاف به طور مشخص معرفی می‌شوند. سرفصل‌های گزارش‌های اکتشاف ژئوشیمیایی به شرح زیر است:

### ۲-۱۵-۱- فهرست مطالب

#### ۲-۱۵-۲- مقدمه

### ۲-۱۵-۳- فصل اول: کلیات

#### الف- آشنایی

#### ب- اهداف اکتشاف

#### پ- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

#### ت- مطالعات پیشین

- بررسی زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه؛
- بررسی نتایج داده‌های ژئوشیمیایی کوچک مقیاس؛
- بررسی داده‌های کانی سنگین در صورت وجود؛
- بررسی اطلاعات ژئوفیزیکی؛
- بررسی اطلاعات ماهواره‌ای؛
- بررسی اطلاعات دگرسانی در محدوده مورد مطالعه.

**۲-۱۵-۴- فصل دوم: اکتشاف**

الف- آشنایی

ب- مطالعات توجیهی

پ- طراحی شبکه نمونه‌برداری

ت- برداشت نمونه‌ها

ث- آماده‌سازی نمونه‌ها

ج- تجزیه شیمیایی عناصر و مطالعه کانی‌های سنگین

**۲-۱۵-۵- فصل سوم: پردازش داده‌ها**

الف- محاسبه خطا

ب- پردازش آماری

- مطالعات آماری تک متغیره؛

- مطالعات آماری دو متغیره؛

- مطالعات آماری چند متغیره.

**۲-۱۵-۶- فصل چهارم: تعبیر و تفسیر داده‌ها**

الف- آشنایی

ب- بررسی ژنتیکی زون‌های کانه‌دار (تفسیر همبستگی‌های خوشه‌ای، فاکتوری و نظایر آن)

پ- بررسی رابطه آنومالی‌ها با ساختمان زمین‌شناسی (گسل‌ها، درزه‌ها و چین‌خوردگی‌ها)

ت- بررسی رابطه آنومالی‌ها با زون‌های کانه‌دار در محدوده مورد مطالعه

ث- بررسی آنومالی‌ها با زون‌های دگرسانی در محدوده مورد مطالعه

ج- بررسی آنومالی‌ها با کانسارها، اندیس‌ها، معادن فعال و متروکه منطقه مورد مطالعه

چ- تعیین پتانسیل توده‌های نفوذی

ح- ارزیابی و تفکیک زون‌های آنومالی واقعی از آنومالی‌های کاذب

خ- تعیین شبکه حفاری ترانشه‌ها و یا چاهک‌ها

د- برداشت و مطالعه نتایج حاصل از حفاریات و تلفیق اطلاعات

ذ- تعیین ویژگی‌های زون‌های کانی‌ساز در سطح و عمق (به صورت نقشه و نیمرخ)

ر- ارزیابی اکتشافی و اقتصادی یافته‌ها (لزوم ادامه و یا توقف عملیات اکتشافی، دلایل ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی، زمین‌شناسی و نظایر

آن)

ز- معرفی مناطق امیدبخش و پتانسیل‌دار برای ادامه عملیات اکتشافی.

**۲-۱۵-۷- فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها****الف- نتیجه‌گیری**

- نتایج حاصل از کلیه اطلاعات و اکتشاف‌های انجام شده؛

- تلفیق نتایج و ارزیابی سطح اعتماد آن‌ها؛

- ارایه نتیجه‌گیری‌های ژئوشیمیایی؛

- ارایه نتیجه‌گیری‌های اکتشافی.

**ب- پیشنهادها**

- پیشنهاد در خصوص ادامه و یا توقف عملیات اکتشافی؛

- ارایه فهرست خدمات اکتشافی بعدی به همراه مراحل، هزینه و زمان آن‌ها.

**۲-۱۵-۸- فصل ششم: پیوست‌ها**

الف- نتایج تجزیه‌ها (ژئوشیمی، سنگ، کانی‌شناسی و نظایر آن) با سربرگ اصلی شرکت و یا آزمایشگاه تجزیه‌کننده

ب- نمودارها و جدول‌های آماری

پ- نقشه‌ها و مقاطع

**۲-۱۵-۹- ارایه کلیه اطلاعات (نوشتاری، نموداری و جدول‌ها) به صورت لوح فشرده**

## کتاب‌نگاری

- ۱- آزر م ف، ۱۳۶۴. مطالعه و اندازه‌گیری کانی‌های سنگین. سازمان زمین‌شناسی کشور.
- ۲- حسنی پاک ع، ا. ۱۳۷۲. اکتشافات سیستماتیک گلیپایگان. سازمان زمین‌شناسی کشور
- ۳- کوثری س، شمس م. ج، علوی م. ر، رضوانی س. ج. (۱۳۶۸): کانسار تیتانیوم کهنوج. سازمان زمین‌شناسی کشور.
3. R.W. Boyle and A.Y. Smith, 1968: The evolution to techniques and concepts in geochemical prospecting. In the Earth Sciences. Canada (editor, E.R.W.Neale). Royal.Soc.Canada Spec. Public. No 11.117-128. University of Toronto. Press.
4. G I S. Geindustri A.S. Paha- CZECH. Republic 1997: Explanatory booklet of geochemical exploration of Kamroud. Geochemical mapping of Yazd -Sabzevaran. Scale 1:100000.
5. Exploration for ore deposits in Kerman Region; 1973 Report No ya/53.
6. A.A. Levinson, 1974: Introduction to exploration geochemistry. Applied Publishing Ltd. Calgary .Alta. 612pp.
7. Warren h.v.19372, Biogeochemical in Canada. Endeavor
8. S.Rapant, M.Rapsova, D.Bodies, K.Marsina, I.Slaninka: 1999. Environmental geochemical mapping in the Slovak republic. Jurnal Geochemical exploration.66.151-158.
9. Bradshow, P.M.D, Clews, D.R and Walker, J.K.1979. Exploration geochemistry, Barriger Revard ltd, Toronto, 54pp.
10. Kokosdy, M and Bradshow, P.M.D.1969. Secondary dispersion of mercury from cinnabar and stibnite deposits. West turkey. Colorado school of mines Quaterly, V.64. P.333-356.
11. Thomson, t, 1978. Geochemical orientation studies, Kingdom Saudi Arabia, Unpublished report, Riofinex.



## خواننده گرامی

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر پانصد عنوان نشریه تخصصی-فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در پایگاه اطلاع‌رسانی [nezamfanni.ir](http://nezamfanni.ir) قابل دستیابی می‌باشد.

امور نظام فنی

**Islamic Republic of Iran**  
**Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision**

# **Instructions for Large Scale Geochemical Exploration of Stream Sediments (1 :25,000)**

**No. 540**

Office of Deputy for Strategic Supervision

Ministry of Industries and Mines

Department of Technical Affairs

Deputy office of Mining Affairs and Mineral  
Industries

Office for Mining Exploitation and Supervision

[nezamfanni.ir](http://nezamfanni.ir)

<http://www.mim.gov.ir>

**2012**



## این نشریه

با هدف ارایه دستورالعمل فنی برای انجام اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس رسوبات آبراهه‌ای تهیه شده است و در برگزیده مبانی و مراحل انجام مطالعات اکتشافی ژئوشیمیایی است.